**А. В. Рудь, І. М. Бендера,**
**Д. Г. Войтюк, С. М. Кравченко, І. О. Мошенко,**
**Л. С. Червінський, А. І. Панченко, Я. В. Семен, В. В. Іщенко**

# МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Том I

За редакцією професора,
академіка МАНЕБ А.В. Рудя

Рекомендовано
Міністерством аграрної політики та продовольства України
як підручник для підготовки фахівців напрямів 6.090101 «Агрономія»
та 6.090105 «Захист рослин» у вищих навчальних закладах
II-IV рівнів акредитації
Міністерства аграрної політики та продовольства України

Київ
«Агроосвіта»
2012

УДК 631.171(075.8)
ББК 40.7я73
М55

*Гриф надано Міністерством аграрної політики та продовольства України (лист від 13.12.2011 р. № 18-128-13/2053)*

Рецензенти:

*М.І. Бахмат* – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Академії наук вищої школи України, Заслужений діяч науки і техніки України, ректор Подільського державного аграрно-технічного університету;

*О.В. Сидорчук* – доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Національного наукового центру «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства»;

*В.В. Іванишин* – кандидат економічних наук, професор, директор навчально-наукового технічного інституту Національного університету біоресурсів і природокористування України;

*Н.Г. Косуліна* – доктор технічних наук, професор, зав кафедри технотроніки і теоретичної електротехніки Навчально-наукового інституту енергетики та комп'ютерних технологій Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка.

М55 **Механізація**, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.
ISBN 978-966-2007-67-1

У підручнику викладено класифікацію, будову, принцип дії, налагодження, основи використання тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин, механізацію технологічних процесів у рослинництві, електрифікацію та автоматизацію у сільськогосподарському виробництві студентам напрямів 6.090101 «Агрономія» та 6.090105 «Захист рослин» у вищих навчальних закладах II-IV рівнів акредитації Міністерства аграрної політики та продовольства України.

УДК 631.171(075.8)
ББК 40.7я73

ISBN 978-966-2007-67-1

© А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк, С.М. Кравченко, І.О. Мошенко, Л.С. Червінський, А.І. Панченко, Я.В. Семен, В.В. Іщенко, 2012

# ВСТУП

Комплексне застосування прогресивних технологій та високопродуктивної техніки для їх реалізації визначає ефективність сільськогосподарського виробництва, важливість якого для людини зумовлено насамперед необхідністю отримання продуктів харчування і відновлюваних джерел енергії.

Сучасне сільське господарство ґрунтується на механізованих технологіях, тому його ефективність значною мірою залежить від матеріальної забезпеченості та рівня використання технічного потенціалу господарств. Складні соціальні, екологічні та економічні проблеми – продовольчої безпеки, збереження і підвищення родючості ґрунтів, збільшення виробництва білків, зниження енергоспоживання, збереження довкілля, – можна вирішити лише за наявності цілеспрямованої творчої діяльності всіх фахівців аграрного профілю. Отже, на етапі становлення ринкової економіки і нових виробничих відносин актуальним є забезпечення системної єдності техніки, технологій і природного середовища, зниження негативних наслідків використання машинних технологій, цілеспрямоване впровадження ресурсоощадних, екологічно- безпечних механізованих процесів.

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки фахівців напряму 6.090101 «Агрономія» та 6.090105 «Захист рослин» комплексна навчальна дисципліна «Механізація, електрифікація та автоматизації сільськогосподарського виробництва» складається з чотирьох частин: «Трактори і автомобілі», «Сільськогосподарські машини», «Механізація технологічних процесів у рослинництві», «Електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва».

Під час вивчення частини «Трактори і автомобілі» розглядаються конструкції основних сучасних тракторів, автомобілів, їх двигунів, трансмісій, ходових частин, робочого та допоміжного обладнання. Приділено увагу призначенню, принципам роботи, регулюванню основних складальних одиниць. Викладено основні види і причини можливих несправностей та заходи із запобігання або усунення цих несправностей.

Таким чином, головне завдання частини «Трактори і автомобілі» – дати студентам знання з призначення, будови, роботи та регулювання тракторів і автомобілів, уміння підготувати їх до роботи, виявляти та усувати несправності, оцінювати основні експлуатаційні показники використання тракторів і автомобілів.

Машини для рільництва поділяють на енергетичні, транспорті, технологічні, контрольно-керуючі та кібернетичні. Сільськогос-

подарські машини є технологічними, їх поділяють на мобільні, стаціонарні та пересувні і класифікують за призначенням, принципом дії, способом з'єднання із джерелом енергії та способом використання. Проте, з розвитком науки і техніки, освоєнням використання нових видів енергії ця класифікація може змінюватися.

Для кожної групи машин розроблено агротехнічні вимоги щодо якості виконуваних технологічних операцій. Від того, наскільки добре підготовлена машина до роботи, ретельно відрегульована на оптимальний режим роботи і грамотно використовується, значною мірою залежать кількість, якість та вартість одержуваної продукції.

Фахівці аграрного профілю повинні досконально володіти знаннями машинного сільськогосподарського виробництва для того, щоб грамотно враховувати специфічні особливості роботи сільськогосподарських машин, до яких належать: необхідність чіткого дотримання агротехнічних вимог; поєднання агробіологічних, технічних, економічних та організаційних умов.

Завдання частини «Сільськогосподарські машини» полягає в тому, щоб в узагальненому вигляді дати майбутнім агрономам необхідні знання з будови, робочих процесів і налагодження сільськогосподарських машин.

Підручник написаний відповідно до програми навчальної дисципліни «Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва» і призначений для підготовки фахівців напрямів підготовки 6.090101 «Агрономія» та 6.090105 «Захист рослин» у вищих навчальних закладах II-IV рівнів акредитації Міністерства аграрної політики та продовольства України, а також може бути використаний студентами економічних спеціальностей з напрямів 6.030504 «Економіка підприємств», 6.030508 «Фінанси і кредит», 6.030509 «Облік і аудит», 6.030601 «Менеджмент» у цих самих навчальних закладах.

# ЧАСТИНА І
# ТРАКТОРИ І АВТОМОБІЛІ

## РОЗДІЛ І
## ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

### 1.1. Загальні відомості про трактори і автомобілі

Трактор і автомобіль є складними машинами, до складу яких входить багато механізмів, агрегатів і систем, що певним чином взаємодіють між собою. Незважаючи на відмінність у технологічному призначенні та конструктивному виконанні тракторів і автомобілів, їх обладнання і робота однотипні.

Трактор у сільському господарстві виконує весь комплекс робіт з підготовки грунту до сівби та садіння сільськогосподарських культур, догляду за рослинами, збирання і транспортування врожаю тощо. Автомобіль використовується для перевезення пасажирів, вантажів або спеціального обладнання.

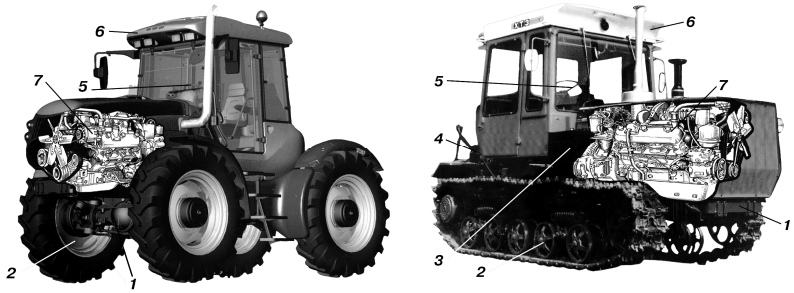
**Трактор** – це самохідна машина на колісному або гусеничному ходу для приведення в рух причіпних або начіпних на неї машин і знарядь, для приведення в рух стаціонарних машин, буксування причепів. Трактор складається із взаємозв'язаних механізмів, що за призначенням поділяються на такі групи (або агрегати): двигун, силова передача, ходова частина, органи керування, робоче, допоміжне і електричне обладнання.

**Автомобіль** – транспортна безрейкова машина головним чином на колісному ходу, яка приводиться в рух власним двигуном, призначена для перевезення пасажирів, вантажів або спеціального обладнання.

Основні механізми тракторів і автомобілів залежно від функціонального призначення поділяють на групи (рис. 1.1).

***Двигун*** внутрішнього згоряння – це джерело механічної енергії.

***Трансмісія*** призначена для передавання і трансформування обертального моменту від двигуна до ведучих коліс трактора й автомобіля. Вона складається з муфти зчеплення, коробки передач, головної передачі, диференціала і кінцевої передачі.




а б

**Рис. 1.1. Основні частини трактора:**
а – колісного; б – гусеничного; 1 – рама; 2 – ходова частина; 3 – коробка передач; 4 – робоче обладнання; 5 – механізми керування; 6 – допоміжне обладнання; 7 – двигун

***Муфту зчеплення*** застосовують для сполучення валів двигуна і коробки передач, короткочасного роз'єднання валів під час перемикання передач, короткочасних зупинок і плавного початку руху трактора та автомобіля з місця.

***Коробка передач*** призначена для зміни передаточного числа трансмісії, забезпечення руху трактора і автомобіля заднім ходом, роз'єднання трансмісії і працюючого двигуна під час тривалих стоянок трактора і автомобіля. Зміна передаточного числа трансмісії забезпечує отримання різних швидкостей руху трактора і автомобіля та тягових зусиль на гаку.

***Головна (центральна) передача*** необхідна для передавання крутного моменту півосям ведучих коліс і збільшення загального передаточного числа трансмісії. Найчастіше це пара конічних шестерень, що розміщена в корпусі ведучого мосту трактора й автомобіля.

***Диференціал*** забезпечує рівномірний розподіл крутного моменту між правим і лівим ведучими колесами і незалежне обертання їх з різною частотою під час поворотів трактора і автомобіля. У гусеничних тракторах з цією метою застосовують механізми повороту.

***Кінцева передача*** призначена для збільшення передаточного числа трансмісії і можливі зміни дорожнього просвіту. Вона є одно- або двоступінчастим (часто планетарним) редуктором з постійним зачепленням шестерень, який встановлений з обох боків від ведучого мосту.

***Ходова частина*** призначена для перетворення обертального руху ведучих коліс на поступальний рух трактора й автомобіля, а також для підтримання його остова. Ходова частина колісних тракторів і автомобілів вміщує ведучі і напрямні колеса, а також елементи, що з'єднують колеса з остовом трактора й автомобіля (підвіски). Ходова частина гусеничних тракторів складається з гусениць, ведучих і напрямних коліс, опорних і підтримувальних котків та підвіски.

***Механізми керування*** застосовують з метою зміни напрямку руху, зупинки та утримання трактора й автомобиля в нерухомому стані. До них належать кермове керування, механізми повороту і гальма.

***Електрообладнання*** призначене для пуску двигуна, запалювання робочої суміші в карбюраторних двигунах, освітлення шляху і робочого місця, забезпечення роботи сигнальних приладів. До нього входять джерела електричної енергії (акумуляторна батарея та електрогенератор), прилади запалювання, освітлення, контрольні прилади тощо.

***Робоче обладнання*** призначене для сполучення трактора із знаряддями і робочими машинами, керування ними і приведення в дію їхніх робочих органів від двигуна. У нього входять гідроначіпна система, причіпне обладнання, вал відбору потужності (ВВП) та інші. На автомобілі робочого обладнання немає.

***Допоміжне обладнання*** складається з кабіни зі сидінням та установками мікроклімату, капота, крил тощо. До допоміжного обладнання автомобіля відносять лебідку, тягово-зчіпне обладнання та інше.

***Остов (кістяк)*** є основою для монтажу всіх агрегатів, що складають трактор і автомобіль. Остов виконують у вигляді клепаної або зварної рами, піврами, з'єднаної з корпусом трансмісії; двох піврам, з'єднаних шарнірно.

Трактор і автомобіль за призначенням мають принципові відмінності, тобто реалізація потужності тракторного двигуна здійснюється за знижених швидкостей руху і підвищеної тяги, автомобільного – за підвищених швидкостей руху і зниженої тяги. Цим і зумовлено призначення трактора як тягового самохідного засобу, а автомобіля як легко рухомої транспортної машини.

## 1.2. Класифікація і типаж тракторів і автомобілів

Для забезпечення ефективного використання тракторів на сільськогосподарських роботах у різних ґрунтово-кліматичних зо-

нах та галузях господарства потрібно, щоб їх конструкції були різноманітними.

Трактори класифікують за такими основними ознаками (рис. 1.2): призначенням, типом ходової частини та остова, номінальним тяговим зусиллям.

За призначенням сільськогосподарські трактори поділяють на універсально-просапні, орно-просапні, спеціалізовані та трактори загального призначення.

***Трактори загального призначення*** застосовують для енергоємних сільськогосподарських робіт: оранки середніх і важких ґрунтів, сівби, культивації, дискування, боронування, збирання врожаю та виконання транспортних, землерийних, будівельних, шляхових і навантажувальних робіт. Ці трактори мають тягове зусилля від 20 до 60 кН, робочу швидкість 5…15 км/год; потужність двигуна 60…220 кВт; дорожній просвіт (кліренс) 250…350 мм; шини або гусениці з шириною 390…530 мм.

***Універсально-просапні трактори*** застосовують для сівби та догляду за просапними культурами; збирання технічних, зернових культур, картоплі, овочів; оранки легких і середніх ґрунтів; суцільної культивації і боронування; виконання землерийних, транспортних і навантажувальних робіт тощо.

Характерні особливості універсально-просапних тракторів:

- тягове зусилля 2, 6, 9, 14 і 20 кН; збільшено відстань до 600…800 мм між поверхнею ґрунту і найближче розташованими деталями між колесами або гусеницями (кліренс);
- невеликий радіус повороту (3…4 м); змінна колія; мінімально можлива ширина гусениць; робоча швидкість до 15 км/год; транспортна швидкість 25…35 км/год;
- потужність двигуна від 14 до 74 кВт.

***Орно-просапні трактори*** використовуються для виконання всього комплексу обробітку ґрунту (оранки, культивації, сівби, збирання врожаю), а також для виконання спеціальних робіт.

***Спеціалізовані трактори*** монтують на основі конструкцій існуючих тракторів для роботи в специфічних умовах (болотиста або гірська місцевість), а також для виконання спеціальних робіт.

Конструктивні особливості спеціалізованих тракторів: у болотних – широкі гусениці для зменшення тиску на поверхню ґрунту; у гірських – горизонтальне положення остова під час роботи поперек схилу; у бавовницьких – триколісна ходова частина зі збільшеним кліренсом та змінною колією ведучих коліс.

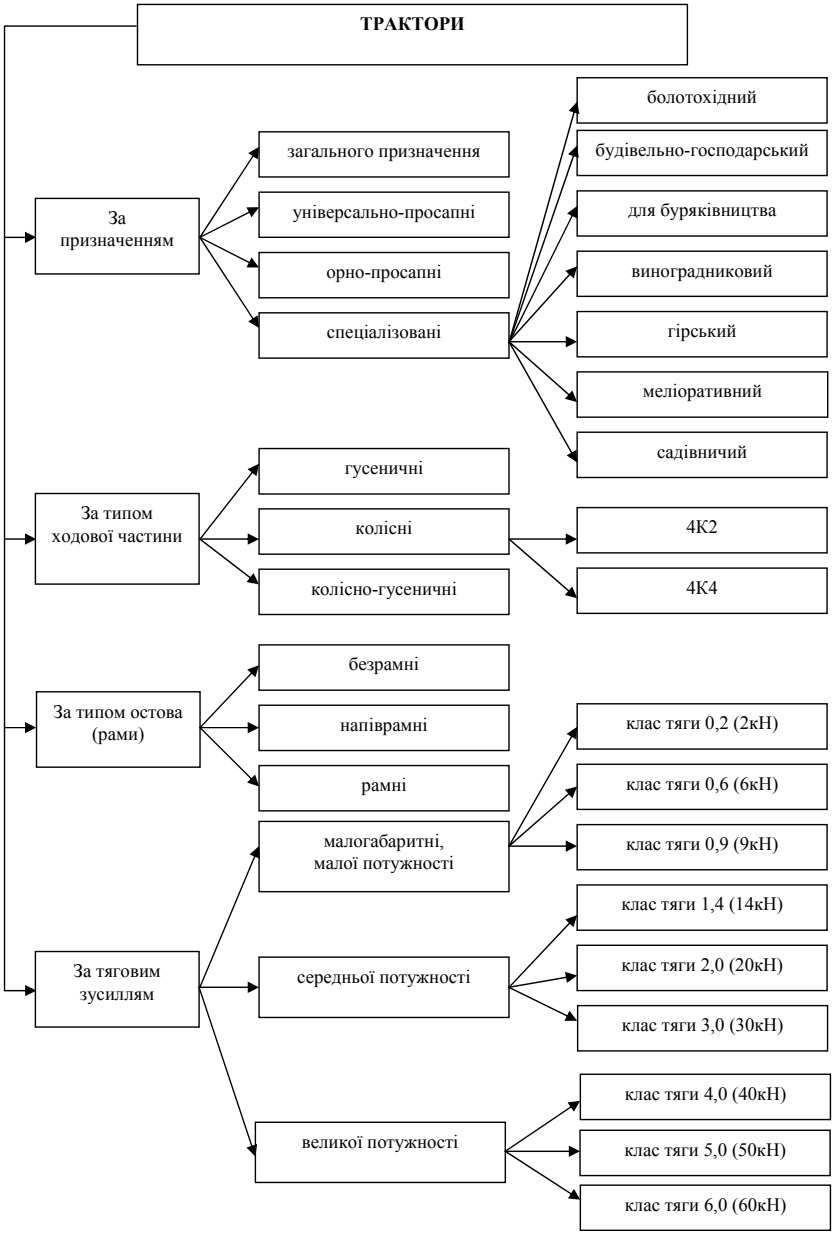



**Рис. 1.2. Класифікація тракторів**

За типом ходової частини розрізняють гусеничні, колісні і колісно-гусеничні трактори.

***Гусеничні трактори*** мають невеликий тиск рушіїв на грунт (0,035…0,050 МПа), порівняно невеликі витрати на буксування, підвищене зчеплення ходової частини з ґрунтом та поліпшену прохідність.

***Колісні трактори*** вирізняються порівняно невеликими витратами потужності на самопересування, підвищеними швидкостями під час виконання транспортних робіт, меншою металомісткістю, але мають підвищене буксування.

***Колісно-гусеничні трактори*** мають спрощений гусеничний рушій, кожний з яких складається з ведучого колеса, опорного котка та полегшеної гусениці.

За типом остова розрізняють рамні, напіврамні та безрамні трактори.

***У рамних тракторів*** остовом є рама, до якої кріпляться всі частини і механізми. Рамний остов відрізняється підвищеною жорсткістю взаємного положення механізмів та вузлів, що особливо важливо для забезпечення співвісності валів силової передачі.

Остов ***напіврамних тракторів*** складається з корпусу трансмісії, до якого кріпляться дві поздовжні балки, зв'язані в передній частині поперечною балкою.

Остов ***безрамних тракторів*** складається із корпусів окремих механізмів.

Головною класифікаційною ознакою трактора є номінальне тягове зусилля. Це найбільше тягове зусилля, яке забезпечує трактор на стерні середньої щільності та нормальної вологості ґрунту за допустимого буксування. Для колісних тракторів 4К2 допустиме буксування не повинне перевищувати 16%, колісних тракторів 4К4 – 14%, гусеничних – 3%.

***Типаж тракторів*** – технологічно і економічно обґрунтована сукупність їх моделей. Виділяють класи, в кожному з яких є базова модель або її модифікація. Складається типаж з певного числа базових моделей та достатньої кількості модифікацій для забезпечення ефективної роботи тракторів у специфічних умовах сільськогосподарського виробництва.

Моделі та модифікації сільськогосподарських тракторів різних класів тяги.

***Малогабаритні трактори і мотоблоки класу тяги 0,2*** призначені для роботи у дрібноконтурних, садових, парникових та селекційних господарствах. Їх агрегатують зі спеціальними плугами, культиваторами, жатками, окучниками та знаряддями, спеціально виготовленими для них.

***Трактори малої потужності та самохідні шасі класу тяги 0,6*** призначені для виконання малоенергомістких робіт у тваринництві, садівництві, овочівництві, передпосівного обробітку ґрунту, сівби, догляду за посівами, транспортних робіт та приведення в дію стаціонарних машин.

***Самохідні шасі*** – різновидність трактора, на рамі якого змонтовано платформу для перевезення вантажу або начіпки робочих органів сільськогосподарських машин і знарядь.

***Трактори класу тяги 0,9*** використовують на сільськогосподарських роботах: передпосівний обробіток ґрунту, сівба, хімзахист рослин і садів, міжрядний обробіток і збирання просапних, технічних, овочевих культур, оранка легких ґрунтів на малій площі; транспортних перевезеннях і для приведення в дію стаціонарних машин.

***Трактори класу тяги 1,4*** широко і ефективно використовуються для обробітку і збирання технічних та овочевих культур. В агрегаті з сільськогосподарськими машинами і знаряддями вони служать для виконання широкого спектра робіт в рослинництві і тваринництві: оранка, культивація, передпосівний обробіток, внесення сипучих і рідких добрив, транспортні перевезення та приведення в дію через ВВП начіпних і стаціонарних машин.

Усі базові моделі та їх модифікації в тягових класах 0,6; 0,9 і 1,4 належать до універсально-просапних тракторів.

***Трактори класу тяги 2*** використовують для виконання всіх операцій основного обробітку ґрунту, вирощування просапних культур особливо для механізації робіт на бурякових плантаціях, у садах і виноградниках.

***Трактори класу тяги 3*** – колісні та гусеничні сільськогосподарські трактори загального призначення застосовують для енергоємних сільськогосподарських робіт та виконання транспортних, землерийних, будівельних, шляхових і навантажувальних робіт; опорно-просапні трактори застосовують для оранки середніх і важких ґрунтів, сівби, культивації, дискування, боронування та збирання врожаю.

***Трактори класу тяги 4*** призначені для виконання енергомістких робіт загального призначення на полях великої площі.

***Трактори класу тяги 5*** застосовуються для виконання оранки, культивації, лущення стерні, сівби на великих площах і для транспортування вантажів.

***Трактори класу тяги 6*** використовують на полях великої площі під час виконання енергомістких сільськогосподарських і меліоративних робіт.

## 1.3. Класифікація та кодування автомобілів

Автомобілі підрозділяють на класи (за літражем двигуна або загальною масою автомобіля), види (за експлуатаційним призначенням), моделі, модифікації моделей.

Відповідно до зазначеної класифікації, всі вітчизняні моделі автомобілів мають умовне цифрове позначення, що містить до шести цифр.

***Перша*** цифра позначає клас автомобіля.

Легкові автомобілі мають 4 класи за літражем двигуна:

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|
| до 1,2 *л* | 1,2-1,8 *л* | 1,8-3,5 *л* | понад 3,5 *л* |

Вантажні автомобілі розділяють на 7 класів за загальною масою автомобілів:

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| до 1,2 т | 1,2-2 т | 2-8 т | 8-14 т | 14-20 т | 20-40 т | понад 40 т |

***Друга*** цифра позначає вид експлуатаційного призначення.

Існує 9 видів експлуатаційного призначення:

1 – легкові;
2 – автобуси;
3 – вантажні (бортові);
4 – тягачі
5 – самоскиди;
6 – цистерни;
7 – фургони;
8 – електромобілі;
9 – спеціальні.

***Третя і четверта*** цифри позначають моделі автомобілів.

***П'ята*** цифра позначає модифікацію автомобіля.

***Шоста*** цифра позначає експортне або «тропічне» виконання.

***Вантажні автомобілі*** поділяють за вантажністю:

- особо малою до 0,8 т;
- малою 0,8...2,5 т;
- середньою 2,5…5 т;
- великою 5…10 т;
- особливо великою – понад 10 т.

***Автобуси*** класифікують за кількістю місць для пасажирів:

- легкої (до 25), середньої (25…45), великої (понад 45) місткості;

- за призначенням – міські, міжміські, приміські, спеціальні.
- За прохідністю автомобілі підрозділяють на 2 групи:
- нормальної прохідності;
- високої прохідності.

За типом двигуна автомобілі можуть бути розділені на 2 групи:

- з тепловими двигунами;
- з електродвигунами.
- Легкові автомобілі випускають:
- з закритими кузовами (купе, седан, лімузин);
- з відкритими (фаетон);
- з кузовами, що відкриваються (кабріолет).
- За колісною формулою:
- автомобілі з одною ведучою віссю – 4х2;
- автомобілі з двома ведучими осями – 4х4, 6х4 тощо.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Призначення тракторів.
2. Призначення автомобілів.
3. Призначення двигуна.
4. Призначення трансмісії
5. Призначення коробки передач.
6. Призначення ходової частини.
7. Призначення муфти зчеплення.
8. Призначення електрообладнання.
9 . Що таке типаж тракторів?
10. Які трактори належать до 3-го тягового класу?
11. Як класифікують трактори?
12. Як класифікують автомобілі?
13. Як кодують автомобілі?
14. Призначення диференціала.
15. Призначення механізму керування.
16. Призначення допоміжного обладнання.
17. Які трактори належать до 2-го тягового класу.
18. До якого тягового класу належать трактори серії МТЗ?
19. Назвіть дев’ять видів експлуатаційного призначення автомобілів?
20. Скільки тягових класів тракторів?

# РОЗДІЛ II
# АВТОТРАКТОРНІ ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

## 2.1. Загальні відомості, класифікація двигунів

Двигун внутрішнього згоряння, що встановлюється на автомобілі або тракторі, повинен мати досить високі техніко-економічні показники.

Основні вимоги до двигунів внутрішнього згоряння:

- простота конструкції і надійність роботи на різних експлуатаційних режимах;
- мінімальні габаритні розміри та маса за необхідної потужності, надійності, довговічності;
- висока економічність щодо витрат палива і мастил під час роботи на різних експлуатаційних режимах та в різних кліматичних умовах;
- високий ресурс до капітального ремонту, протягом якого двигун повинен працювати надійно й економічно;
- надійний пуск за різних температурних умов;
- найповніше зрівноваження сил та моментів рухомих мас та забезпечення заданого ступеня нерівномірності обертання колінчатого вала;
- низький рівень викидів токсичних компонентів, шуму;
- безпечність в усіх умовах експлуатації.

Двигуни внутрішнього згоряння класифікуються за такими основними ознаками (рис. 2.1):

- кількістю циліндрів – одноциліндрові та багатоциліндрові;
- способом розташування циліндрів – однорядні (лінійні) та дворядні (V-подібні з кутом розташування рядів до $90^{o}$ й опозитні з кутом розташування рядів $180^{o}$);
- способом здійснення робочого процесу – двотактні та чотиритактні;
- способом сумішоутворення – із зовнішнім та внутрішнім;
- способом запалювання робочої суміші – із примусовим запалюванням та самозапалюванням;
- видом палива – рідинне (бензин, дизельне паливо) та газоподібне;
- способом охолодження циліндрів – рідинне та повітряне;
- способом повітрозабезпечення – без наддуву («атмосферні») та з наддувом (механічним, газотурбінним, комбінованим).

Поршневий двигун внутрішнього згоряння складається (рис. 2.2) з кривошипно-шатунного механізму 2, газорозподільного механізму 3, системи живлення 4а і 4б, системи запалювання (є лише у карбюраторних двигунів), системи мащення 5, охолодження 6 і пуску.

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) призначений для перетворення прямолінійного зворотно-поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала і сприймання тиску газів, які утворюються в процесі згоряння робочої суміші. Крім того, за допомогою кривошипно-шатунного механізму відбувається виштовхування відпрацьованих газів із циліндрів двигуна, всмоктування та стискання свіжої пальної суміші або повітря.

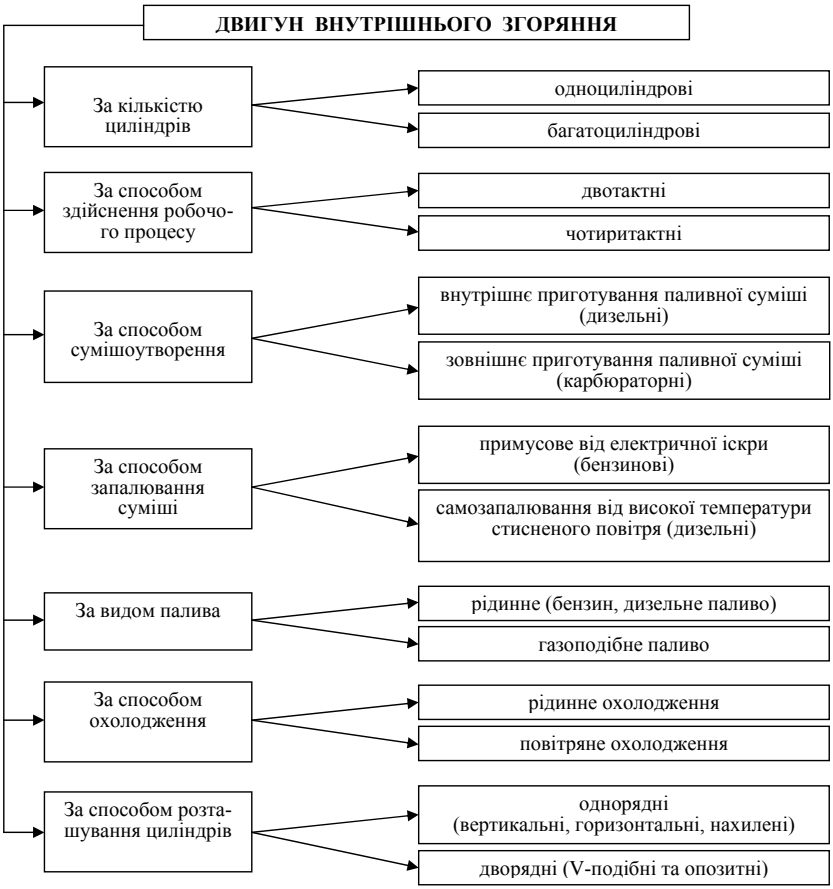



**Рис. 2.1. Класифікація двигунів внутрішнього згоряння**

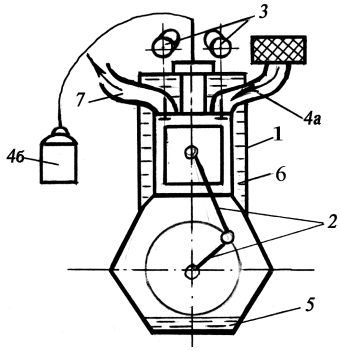



**Рис. 2.2. Схема одноциліндрового двигуна:**
1 – блок циліндрів; 2 – кривошипно-шатунний механізм; 3 – механізм газорозподілу; 4а – система живлення повітрям ; 4б – система живлення паливом; 5 – система мащення; 6 – система охолодження циліндрів; 7 – система випуску відпрацьованих газів

Газорозподільний механізм (ГРМ) забезпечує своєчасний впуск у циліндри свіжої пальної суміші або повітря і випуск відпрацьованих газів.

Система живлення призначена для зберігання, очищення і подачі палива та повітря у циліндри, приготування пальної суміші певного складу і в необхідній кількості залежно від режиму роботи двигуна.

Система запалювання в карбюраторних двигунах забезпечує своєчасне і безперебійне запалювання робочої суміші.

Система мащення забезпечує змащення вузлів і деталей двигуна, часткове охолодження їх тертьових поверхонь та виведення продуктів спрацювання.

Система охолодження забезпечує відведення частини теплоти, що виділяється під час згоряння палива, а також підтримує оптимальний тепловий режим роботи двигуна.

Система пуску призначена для надійного пуску двигуна у всіх експлуатаційних умовах.

## 2.2. Основні визначення

Основні визначення двигуна наведені на рис. 2.3.

Пальна суміш – суміш повітря з паливом у певній пропорції. Пальна суміш, яка заповнює циліндр і змішується з рештою продуктів згоряння з попереднього циклу, називається робочою сумішшю.

Верхня мертва точка (ВМТ) – положення поршня, за якого відстань його від днища до осі колінчастого вала найбільша.

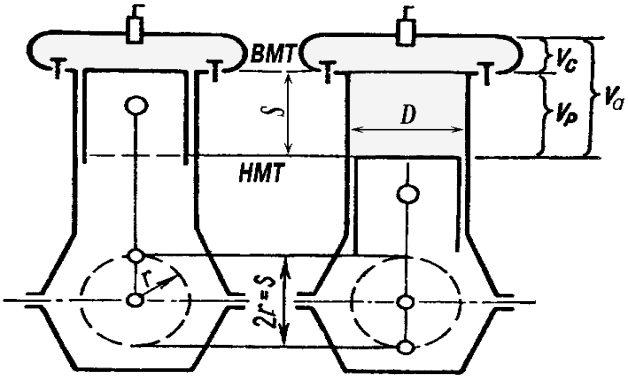



**Рис. 2.3. Основні визначення двигуна:**
ВМТ – верхня мертва точка; НМТ – нижня мертва точка; S – хід поршня; Vc – об'єм камери стиску; Vp – робочий об'єм; Va – повний об'єм циліндра

Нижня мертва точка (НМТ) – положення поршня, при якому відстань від днища до осі колінчастого вала найменша.

Шлях, що проходить поршень між суміжними мертвими точками, називається ходом поршня *S*.

Об'єм камери стиску $V_c$ – це об'єм над днищем, коли поршень перебуває у ВМТ.

Робочий об'єм $V_h$ – це об'єм, що звільняє поршень під час переміщення від ВМТ до НМТ.

Повний об'єм циліндра $V_a$ – це сума об'ємів камери стиску і робочого об'єму:

$$V_a = V_c + V_h. \tag{2.1}$$

Відношення повного об'єму циліндра до об'єму камери стиску називається ступенем стиску:

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_c + V_h}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}. \tag{2.2}$$

Ступінь стиску показує, у скільки разів зменшується об'єм робочої суміші (або повітря) під час руху поршня від НМТ до ВМТ. У сучасних дизелях ступінь стиску становить 15…20, а в карбюраторних двигунах відповідно 6…9.

Сума робочих об’ємів всіх циліндрів двигуна називається його літражем $V_л$.

Робочий цикл – сукупність послідовних процесів, які проходять у циліндрах, повторюючись та зумовлюють роботу двигуна. Робочі цикли періодично повторюються в кожному циліндрі працюючого двигуна.

Частина робочого циклу, яка проходить за час переміщення поршня між мертвими точками, називається тактом.

Чотиритактними називаються такі двигуни, у яких робочий цикл відбувається за чотири ходи поршня – такти (два оберти колінчастого вала), двотактними – за два ходи (один оберт).

### 2.3. Робочий цикл двигуна внутрішнього згоряння

До процесів, послідовність яких становить робочий цикл, входять: впуск (наповнення циліндра свіжим зарядом пальної суміші або повітря); стиск газів; розширення газів або робочий хід; випуск відпрацьованих газів.

Якщо робочий цикл відбувається за два оберти колінчастого вала або чотири ходи поршня, то це двигун чотиритактний. Якщо робочий цикл відбувається за один оборот колінчастого вала або два ходи поршня, то це двигун двотактний.

#### 2.3.1. Робочий цикл чотиритактного дизельного двигуна

Робочий цикл чотиритактного дизельного двигуна (рис. 2.4) здійснюється у чіткій послідовності.

Перший такт – впуск. Під час переміщення поршня від ВМТ до НМТ у циліндрі створюється розрідження. Впускний клапан відкривається – і циліндр наповнюється повітрям, що попередньо проходить через очисники повітря. У циліндрі повітря змішується з невеликою кількістю газів, що відпрацювали. Тиск повітря в циліндрі (у прогрітого двигуна) за такту впуску становить 0,08…0,09 МПа, а температура досягає 320…340 К.

Другий такт – стиск. Поршень рухається від НМТ до ВМТ, впускний і випускний клапани закриті, об'єм повітря зменшується, а його тиск і температура збільшується. Наприкінці стиску тиск повітря усередині циліндра підвищується до 4…5 МПа, а температура до 750…950 К. Для надійної роботи двигуна температура стиснутого повітря в циліндрі має бути значно вищою температури самозаймання палива.

Третій такт – розширення газів або робочий хід. Обидва клапани закриті. За положення поршня біля ВМТ у сильно нагріте і

стиснене повітря з форсунки впорскується дрібнорозпилене паливо під великим тиском (13,0…18,5 МПа), створеним паливним насосом. Паливо перемішується з повітрям, нагрівається, випаровується і спалахує. Частина палива згоряє під час проходження поршня до ВМТ, тобто наприкінці такту стиску, а інша частина – під час проходження поршня донизу на початку такту розширення.

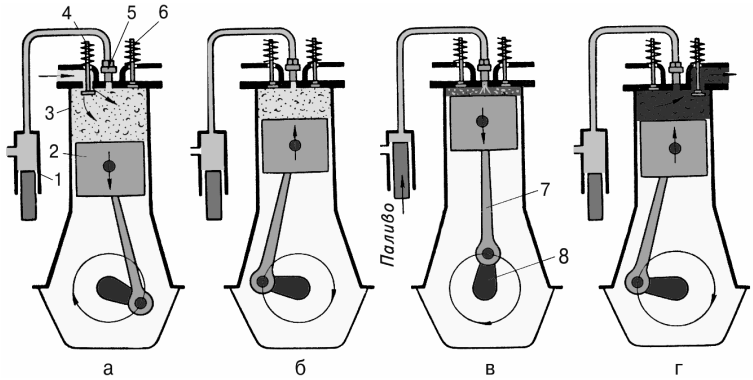


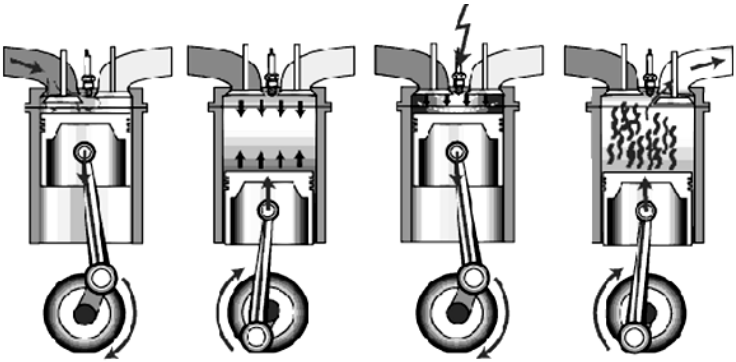

**Рис. 2.4. Робочий цикл одноциліндрового чотиритактного дизельного двигуна:**
а – впуск, б – стиск, в – згоряння, г – випуск; 1 – паливний насос високого тиску; 2 – поршень; 3 – циліндр; 4 – впускний клапан; 5 – форсунка; 6 – випускний клапан; 7 – шатун; 8 – колінчастий вал

Гази під час згоряння палива збільшують усередині циліндра двигуна тиск до 6,0…8,0 і температуру до 1900…2400 К. Гарячі гази розширюються і штовхають поршень, що переміщується від ВМТ до НМТ, роблячи робочий хід.

Четвертий такт – випуск. Поршень переміщується від НМТ до ВМТ і через відкритий випускний клапан витісняє відпрацьовані гази з циліндра. Тиск і температура наприкінці випуску дорівнюють у дизельних двигунах відповідно 0,11…0,12 МПа і 650…900 К. Після такту випуску робочий цикл двигуна повторюється в розглянутій вище послідовності.

### 2.3.2. Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна

Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна (рис. 2.5) здійснюється у чіткій послідовності.



а б в г

**Рис. 2.5. Робочий цикл одноциліндрового чотиритактного карбюраторного двигуна:**

а – впуск, б – стиск, в – згоряння, г – випуск

Перший такт – впуск. Поршень рухається від ВМТ до НМТ, створюючи розрідження в порожнині циліндра над собою. Впускний клапан при цьому відкритий, циліндр через впускний трубопровід і карбюратор з'єднується з атмосферою. Під впливом різниці тисків повітря спрямовується до циліндра. Проходячи через карбюратор, повітря розпилює паливо і, змішуючись з ним, утворює пальну суміш, що надходить до циліндра. Після закінчення впуску впускний клапан закривається

На початку такту впуску, коли поршень був у ВМТ, над поршнем в об'ємі камери стиску були відпрацьовані залишкові гази від попереднього циклу. Пальна суміш, заповнюючи циліндр, перемішується із залишковими газами й утворює робочу суміш. Тиск наприкінці такту впуску – 0,07...0,09 МПа, а температура робочої суміші – 330…390 К.

Другий такт – стиск. За подальшого повороту колінчастого вала поршень іде від НМТ до ВМТ. У цей час впускний і випускний клапани закриті, тому поршень під час свого руху стискає в циліндрі робочу суміш.

Тиск наприкінці такту стиску збільшується до 0,9...1,2 МПа, а температура до 500…700 К. Наприкінці такту стиску між електродами свічі виникає електрична іскра, від якої робоча суміш запалюється. У процесі згоряння палива виділяється велика кількість теплоти, тиск підвищується до 3,0...4,5 МПа, а температура газів – до 2700 К.

Третій такт – розширення. Обидва клапани закриті. Під тиском газів, що розширюються, поршень рухається від ВМТ до НМТ і

за допомогою шатуна обертає колінчастий вал, звершуючи корисну роботу.

Четвертий такт – випуск. Коли поршень підходить до НМТ, відкривається випускний клапан, тиск зменшується до 0,2…0,4 МПа, а температура газів – до 1200...1500 К. Під дією надлишкового тиску відпрацьовані гази починають виходити з циліндра в атмосферу через випускну трубу. Далі поршень рухається від НМТ до ВМТ і виштовхує відпрацьовані гази з циліндра. До кінця такту випуску тиск у циліндрі становить 0,11...0,12 МПа, а температура 700…1100 К.

Процеси циклу наочно ілюструються індикаторною діаграмою (рис. 2.6).

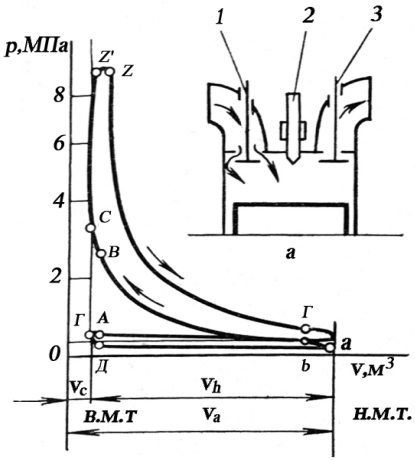



**Рис. 2.6. Індикаторна діаграма карбюраторного двигуна:**
a–c – стиск; c–z – підведення теплоти; z'–b – розширення; b–a – відведення теплоти – реальний процес чотиритактного двигуна; 1 – впускний клапан; 2 – свіча запалювання; 3 – випускний клапан

Індикаторна діаграма – це залежність між тиском газів і об'ємом циліндра, яка може бути отримана експериментально (з допомогою приладу – «індикатора»).

### 2.3.3. Робочий цикл двотактного карбюраторного двигуна

Робочий цикл двотактного карбюраторного двигуна (рис. 2.7) здійснюється таким чином: поршень 2 рухається від НМТ до ВМТ, перекриваючи на початку ходу продувне вікно 11, а потім випускне

5. Після цього в циліндрі починається стиск раніше ніж у нього надійшла пальна суміш. Водночас у кривошипній камері створюється розрідження, і як тільки нижня крайка поршня відкриє впускне вікно 6, через нього з карбюратора 7 у кривошипну камеру засмоктуватиметься пальна суміш.

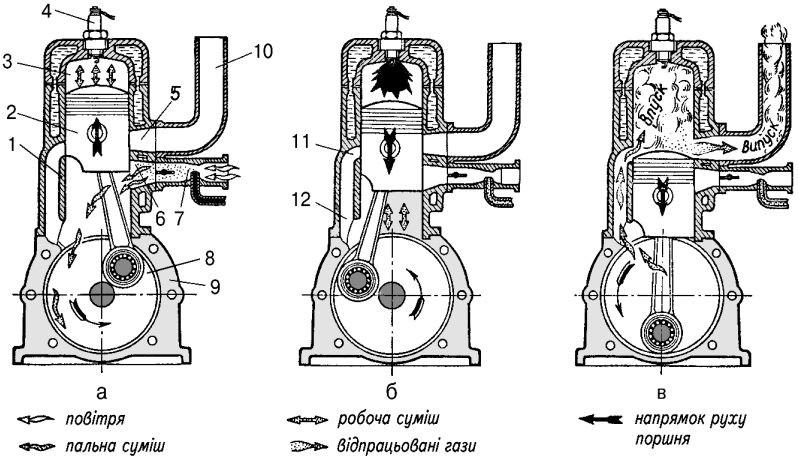



**Рис. 2.7. Схема роботи двотактного карбюраторного двигуна:**
1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – камера стиску; 4 – свічка запалювання; 5 – випускне вікно; 6 – впускне вікно; 7 – карбюратор; 8 – кривошипна камера; 9 – картер; 10 – випускна труба; 11 – продувне вікно; 12 – продувний канал

За положення поршня, близького до ВМТ, стиснута пальна суміш запалюється електричною іскрою від свічі запалювання 4.

Під час згоряння суміші тиск газів різко зростає. Під тиском газів поршень переміщується до НМТ. Як тільки він закриє впускне вікно 6, у кривошипній камері 8 починається стиск пальної суміші, що раніше надійшла до циліндра.

Наприкінці ходу поршень 1 відкриє випускне вікно 5, а потім і продувне вікно 11. Через відкрите випускне вікно 5 відпрацьовані гази з великою швидкістю виходять в атмосферу. Тиск швидко знижується в циліндрі. До моменту відкриття продувного вікна тиск стиснутої пальної суміші в кривошипній камері стає вищим, ніж тиск відпрацьованих газів у циліндрі. Тому пальна суміш із кривошипної камери каналом 12 надходить до циліндра 1 і, запов-

нюючи його, виштовхує залишки відпрацьованих газів через випускне вікно 5 назовні.

Надалі всі процеси повторюються в тій самій послідовності.

## 2.4. Кривошипно-шатунний механізм

Кривошипно-шатунний механізм призначений для перетворення зворотно-поступального руху поршнів в обертальний рух колінчастого вала. Він складається з колінчастого вала, маховика, шатунів, корінних і шатунних підшипників, поршнів, поршневих кілець і пальців.

Поршень складається (рис. 2.8) з днища 14, ущільнювального пояса 18 і напрямної частини 16.

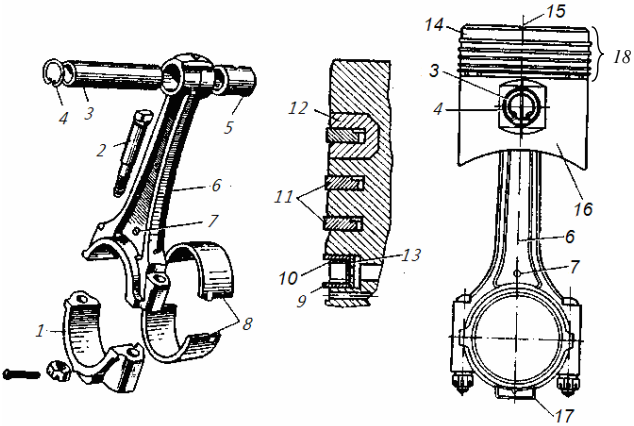



**Рис. 2.8. Шатун, поршневі кільця, поршень бензинового двигуна:**
1 – кришка; 2 – шатунний болт; 3 – поршневий палець; 4 – стопорне кільце; 5 – втулка; 6 – шатун; 7 – позначка на стрижні шатуна; 8 – вкладиші; 9 – сталеві кільця; 10 і 13 – осьовий і радіальний розширювачі; 11 – компресійні кільця; 12 – чавунна вставка; 14 – днище поршня; 15 – лиска на днищі поршня; 16 – напрямна частина поршня; 17 – бобишка на кришці; 18 – ущільнювальний пояс

На внутрішньому боці напрямної частини є два масивних припливи – бобишки. Вони з'єднуються ребрами з днищем, збільшуючи цим жорсткість поршня. У бобишках зроблені отвори для встановлення пальця 3, у яких виконані кільцеві канавки для стопорних кілець 4. Днище й ущільнювальний пояс утворюють головку поршня. На зовнішніх поверхнях головки і спідниці виконані кана-

вки для встановлення, відповідно, компресійних 11, сталевих 9 кілець з осьовими 10 і радіальними 13 розширювачами.

Компресійні поршневі кільця обмежують прорив газів через зазор між стінками поршня і циліндра. У стінках канавок просвердлені наскрізні отвори для відведення масла до картера двигуна.

Циліндр і поршень підбирають один до одного в холодному стані з невеликим зазором. Зазор між циліндром і спідницею поршня вздовж діаметра знаходиться в межах 0,05…0,10 мм, якщо спідниця має овальний профіль або розріз, і 0,18…0,26 мм, якщо вона циліндричної форми і без розрізу.

Зазор навколо верхньої частини поршня значно більший, оскільки вона більше нагрівається і розширюється під час роботи двигуна.

Найбільше поширення як матеріал для поршнів сучасних тракторних і автомобільних двигунів одержали алюмінієві сплави з кремнієм.

Щоб забезпечити підбір поршнів до циліндрів і поршневих пальців за отворами у бобишках з необхідними зазорами, поршні сортуються на розмірні групи. Позначку розмірної групи наносять на днище поршня.

Відповідно сортують на розмірні групи циліндри і поршневі пальці. Для полегшення підбирання однакових за масою поршнів на днищі ставлять ще й позначку вагової групи.

Поршневі кільця за призначенням поділяються на компресійні і маслознімні. Їх виготовляють з легованого чавуну або сталі.

Компресійні кільця 11 (рис. 2.8) служать ущільненням між поршнем і стінкою циліндра, запобігаючи надмірному прориву газів із простору над поршнем у картер. Одночасно компресійні кільця відводять тепло від голівки поршня до стінок циліндрів. Щоб забезпечити належну герметичність надпоршневого простору, у двигунах встановлюють два-три компресійних кільця. Втім, кількість їх має бути мінімальною, оскільки вони створюють більшу частину тертя в двигуні.

Компресійні кільця мають прямокутну або більш складну (трапецеїдальну, конічну, з вирізами) форму поперечного перерізу.

Основний матеріал компресійних кілець – сірий перлітний хромотитано-медистий чавун, легований молібденом, ванадієм або вольфрамом. Робочу поверхню верхніх компресійних кілець для підвищення зносостійкості покривають тонким пористим шаром хрому. Робоча температура компресійних кілець не повинна перевищувати 495 К, щоб не коксувалося масло.

Маслознімні кільця, які складаються з двох сталевих кілець 9, між якими встановлено осьові 10 і радіальні 13 розширювачі

(рис. 2.8) необхідні для зняття надлишків масла зі стінок циліндрів. Вони бувають як чавунні коробчасті або скребкові, так і сталеві кручені. Для підвищення довговічності чавунних маслознімних кілець їх робочі поверхні хромують.

Поршневий палець 3 (рис. 2.8) служить для шарнірного з'єднання поршня із шатуном. Він є гладким циліндричним стрижнем з внутрішньою, такою самою порожниною. Зовнішню поверхню пальця, що виготовляється з високоякісної сталі (наприклад, 12ХН3А), цементують або гартують, а потім шліфують і поліруються. Залежно від способу кріплення розрізняють поршневі пальці трьох типів: закріплені в бобишках поршня, закріплені у верхній голівці шатуна і так звані плаваючі.

Шатун 6 (рис. 2.8) сприймає від поршня і передає колінчастому валові силу тиску газів під час робочого ходу, а також переміщує поршень за допоміжних процесів циклу. Для зменшення бічної сили поршня довжина шатуна повинна бути значно більшою за радіус кривошипа.

Шатуни сучасних двигунів виготовляють з вуглецевих або легованих сталей методом гарячого штампування з наступною механічною обробкою робочих поверхонь. Для досягнення високої міцності їх піддають термообробці – нормалізації, загартуванню і відпуску.

Шатунні підшипники мають забезпечувати обертання шатуна відносно пальця і колінчастого вала, а корінні підшипники – обертання цього вала відносно блоку циліндрів двигуна з мінімальним тертям і зносом. Ці підшипники звичайно є підшипниками ковзання у виді змінних тонкостінних розрізних вкладишів, які з натягом установлюють у точно оброблені циліндричні гнізда кривошипної головки шатуна і блоку циліндрів двигуна. Верхній підшипник шатуна нерозрізний.

Втулка верхнього підшипника шатуна зазвичай сталева або бронзова, іноді з робочим шаром зі свинцевого сплаву.

Колінчастий вал належить до найбільш навантажених і дорогих деталей двигуна, які визначають його працездатність. Вал перетворює рух шатунів у обертання і передає його робочій машині, яка з'єднана з двигуном, а також іншим механізмам самого двигуна. Колінчасті вали штампують зі сталі (середньовуглецевої, марганцевої та легованої) або відливають зі спеціальних чавунів. Конструкція литих валів є більш раціональною з міркувань розподілу напружень.

Колінчастий вал складається з таких основних елементів: корінних шийок, якими вал спирається на корінні підшипники, розташовані в блоці-картері; шатунних шийок; щік, що зв'язують ко-

рінні і шатунні шийки; носка (переднього кінця) і хвостовика (заднього кінця). Перехід від робочої поверхні шийки до щоки, так званий галтель, має бути плавним для зниження місцевих напружень. Для розвантаження корінних підшипників від дії відцентрових сил інерції на щоках колінчастого вала встановлюють противаги . Подовжнє переміщення колінчастого вала обмежене чотирма підпірними півкільцями. Подавання масла до підшипників здійснюється через систему отворів і каналів, де масло може додатково очищуватися відцентровою силою, але вони послаблюють міцність і надійність вала.

### 2.5. Газорозподільний механізм

Газорозподільний механізм забезпечує своєчасне впускання в циліндри двигуна свіжого заряду і випуск відпрацьованих газів.

Залежно від типу органів, за допомогою яких об'єми циліндрів поршневого двигуна з'єднуються з навколишнім середовищем, газорозподільні механізми поділяються на клапанні, золотникові та комбіновані.

Найбільше поширення в тракторних і автомобільних двигунах отримали клапанні механізми (рис. 2.9), зокрема, газорозподільні механізми з однорядним розташуванням двох клапанів у головці циліндра.

У двигунах з більш великими циліндрами та більш сучасних конструкцій застосовують по чотири клапани, розташовані в головці циліндра, що значно покращує газообмін, хоча ускладнює конструкцію головок циліндрів.

За способом керування клапанами клапанні газорозподільні механізми поділяють на механізми з верхніми і нижніми розподільними валами.

У двотактних двигунах застосовують золотникові та комбіновані газорозподільні механізми, де функцію золотника виконує поршень, який під час руху в циліндрі відчиняє та зачиняє вікна – отвори, що зроблені у стінці циліндра для впуску і випуску газів.

Деталі клапанної групи (рис. 2.9) – клапани впускні 3, випускні 9, напрямні втулки, пружини 10 і 11 з деталями кріплення і вставні сідла клапанів, які можуть бути відсутніми.

Клапан 3 контактує безпосередньо з гніздом, виконаним у головці циліндра та складається зі стрижня і голівки або тарілки. Для зменшення опору під час впуску і випуску, а також кращого розподілу напружень зроблено плавний перехід від стрижня до головки клапана. Клапани під час відкриття та закриття рухаються з високими прискореннями, тому маса клапанів має бути обмеженою,

що легше досягається в разі застосування чотирьох клапанів на циліндр. Напрямну частину клапана (циліндричну поверхню стрижня) шліфують. До хвостовика стрижня клапана 3 і 9 кріпиться пружина 11, для цього на ньому зроблена кільцева проточка для сухарика 6 або конічна поверхня. Торець стрижня клапана загартований і сприймає поштовхи від коромисла 20.

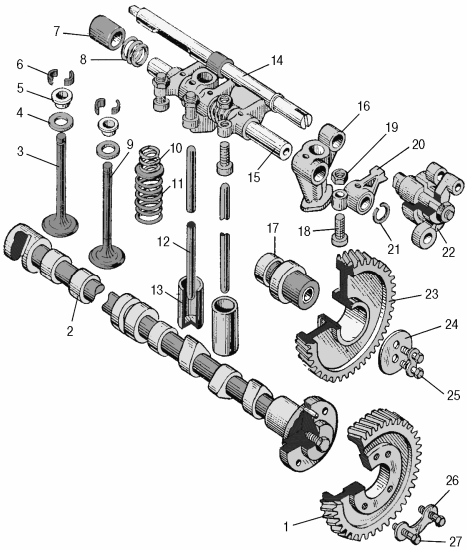



**Рис. 2.9. Газорозподільний механізм дизеля:**
1 – приводна шестерня; 2 – розподільний вал; 3 – впускний клапан; 4 – тарілка клапанної пружини; 5 – втулка; 6 – сухарик клапана; 7 – втулка валика коромисел; 8 – розтискна пружина; 9 – випускний клапан; 10, 11 – внутрішня і зовнішня пружини клапана; 12 – штанга; 13 – штовхач; 14 – валик механізму декомпресії; 15 – валик коромисел; 16 – стояк валиків коромисел і механізму декомпресії; 17 – палець проміжної шестерні; 18, 19 – регулювальний гвинт і його контргайка; 20 – коромисло; 21 – стопорне кільце валика коромисел; 22 – корпус механізму декомпресії; 23 – проміжна шестірня; 24, 25 – шайба і болти кріплення проміжної шестерні до пальця; 26, 27 – стопорна шайба і болти кріплення розподільної шестерні до розподільного вала

Сідла або гнізда є опорами для головок клапанів. За закритого клапана його фаска щільно прилягає до фаски сідла або гнізда, створюючи надійне ущільнення об'єму циліндра. Для випускних клапанів найчастіше застосовують уставні сідла з легованого чавуна

або жаротривкої сталі, запресовані в циліндричні гнізда головок циліндрів (або зафіксовані в цих гніздах пружними кільцями), а для впускних клапанів – як уставні сідла, так і конічні гнізда, виконані безпосередньо в головці циліндра. Хоча застосування сідел спрощує ремонт газорозподільного механізму, це утруднює збільшення діаметра клапанів.

Клапанні пружини призначені для щільного закриття клапанів. Зазвичай, на впускні та випускні клапани встановлюють однакові пружини, по одній або по дві пружини. За наявності двох пружин зменшується їхня довжина, підвищується надійність роботи двигуна. Напрям витків зовнішньої і внутрішньої пружин робиться різним, щоб у разі поломки однієї з них її витки не могли потрапити між витками іншої.

***Фази газорозподілу*** – це періоди від моменту відкриття клапанів до моменту їхнього закриття, виражені в градусах кута повороту колінчастого вала. Моменти відкриття і закриття клапанів визначаються профілем кулачків розподільного вала, встановленням його щодо колінчастого вала і величиною зазорів між клапанами та штовхачами або коромислами. Фази газорозподілу зображують у вигляді кругової діаграми (рис. 2.10).

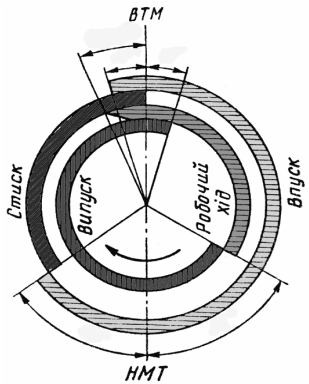



**Рис.2.10. Діаграма фаз газорозподілу**

Розподільний вал 2 (рис. 2.9) служить для керування рухом клапанів. Він складається з кулачків і опорних шийок. Розподільні вали штампують із середньовуглецевих і легованих сталей, а також відливають із сірого легованого чавуну. Робочі поверхні кулачків і опорних шийок гартують, шліфують і полірують. У карбюраторних автомобільних двигунах на розподільних валах є ексцентрики приводу паливного насоса, а також шестірні приводу розподіль-

ника запалювання і масляного насоса. Осьове зусилля, що створюється приводом розподільного вала косозубою передачею, сприймається упорними фланцями або гвинтами.

Штовхач 13 (рис. 2.9) передає рух від кулачка 2 розподільного вала до клапанів 3 і 9 через штангу 12 і коромисло 20, сприймаючи при цьому значне бічне зусилля. Застосовують циліндричні, грибоподібні та хитні штовхачі з плоскою або сферичною робочою поверхнею, а також ці самі штовхачі, обладнані роликами для зниження тертя і зносу кулачків. У швидкохідних двигунах перспективними є штовхальники з гідравлічним пристроєм автоматичного регулювання зазору в приводі клапанів, але вони чутливі до якості масла. Ролики і осі хитання хитних штовхальників спираються на втулки ковзання або голчасті підшипники, які змащуються під тиском.

Штанги 12 (рис. 2.9) передають зусилля від штовхача до коромисла і повинні бути легкими і достатньо жорсткими. Їх роблять трубчастими, суцільними або складеними (комбінованими). Трубчасті штанги виготовляють зі сталевих стрижнів, у які запресовують сталеві, термічно оброблені сферичні опори. Суцільні сталеві штанги зі сферичними опорами найчастіше виготовляють холодним штампуванням, а потім піддають термічній обробці.

Коромисла 20 (рис. 2.9) приводу клапанів виконують у вигляді одно- і двоплечових важелів.

За одночасного приведення в дію двох клапанів застосовують траверси. Ці деталі зазвичай литі сталеві, з термообробленими робочими поверхнями, і спираються на підшипники ковзання, які змащуються під тиском.

## 2.6. Системи живлення бензинових і дизельних двигунів

Система живлення бензинових двигунів призначена для збереження запасу палива на автомобілі, очищення палива і повітря, утворення пальної суміші, підведення її в циліндри двигуна та відведення з них відпрацьованих газів. Вона повинна забезпечувати високу економічність і надійність роботи автомобіля в різних умовах експлуатації, мінімальну кількість шкідливих домішок у відпрацьованих газах, простоту в технічному обслуговуванні та безпеку в пожежному відношенні. Одна з умов високої економічності роботи бензинового двигуна і мінімальної токсичності відпрацьованих газів – утворення однорідної паливно-повітряної пальної суміші, тобто рівномірний розподіл парів палива в повітрі. Це висуває підвищені вимоги як до процесу сумішоутворення, так і до якості застосовуваного палива.

У сучасних двигунах на процес сумішоутворення приділяється мало часу (0,01…0,02 с). Крім того, складність одержання однорідної паливно-повітряної суміші за зовнішнього сумішоутворення полягає в тому, що паливо починає змішуватися з повітрям за двофазного стану, тобто коли одна частина палива знаходиться у виді пари, а інша – у виді рідини. Тому для прискорення випару палива, що впорскується в повітряний потік, його струмінь має бути роздрібнений на дрібні краплі, з поверхні яких відбувається дифузія палива, що випарувалося, у повітря.

Залежно від типу двигунів розрізняють такі види зовнішнього сумішоутворення: карбюрація, упорскування легкого палива у впускний трубопровід чи безупинно порціями – у період, коли відкритий впускний клапан: форкамерно-смолоскипове; газове.

Найбільше поширення в двигунах з іскровим запалюванням одержала карбюрація. Дозування палива і повітря карбюратором до надходження пальної суміші в циліндр – це початкова фаза сумішоутворення. Процес сумішоутворення завершується в циліндрі у періоди впуску і стиску. Особливість процесу карбюрації – одночасне протікання різних взаємодіючих фізичних процесів.

Система живлення карбюраторного двигуна складається (рис. 2.11) з паливного бака 6, паливного фільтра-відстійника 7, паливопідкачувального насоса 10, карбюратора 2, повітряного фільтра 1, випускного трубопроводу 9, глушника 8, педалі керування дросельною заслінкою 5, рукоятки керування повітряною 3 і дросельною 4 заслінками карбюратора.

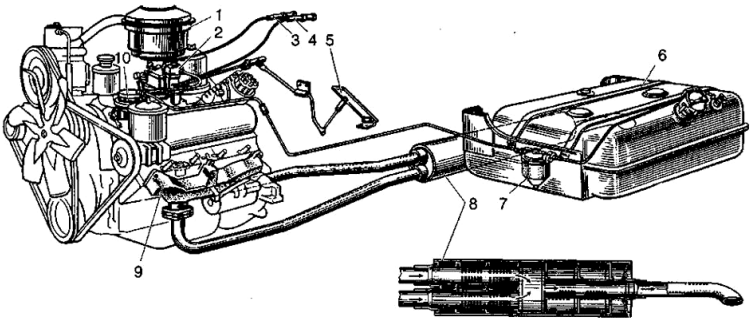



**Рис. 2.11. Система живлення карбюраторного двигуна:**
1 – повітряний фільтр; 2 – карбюратор; 3, 4 – рукоятки ручного керування, відповідно, повітряною і дросельною заслінками; 5 – педаль керування дросельною заслінкою; 6 – бак; 7 – фільтр-відстійник; 8 – глушник; 9 – випускний трубопровід; 10 – паливопідкачувальний насос

Під час роботи двигуна паливо з бака 6 примусово за допомогою паливного насоса 10 потрапляє до поплавкової камери карбюратора 2, попередньо очистившись у фільтрі відстійника 7 і фільтрі тонкого очищення. Одночасно в карбюратор надходить повітря, попередньо очищене у повітряному фільтрі 1.

У карбюраторі паливо змішується з повітрям у заданій пропорції й утворюється пальна суміш, що через впускний трубопровід надходить до циліндрів двигуна, де стискується, спалахує і згоряє, виділяючи теплову енергію, що перетворюється в механічну й у вигляді крутного моменту передається на колеса автомобіля, приводячи його в рух.

Найпростіший карбюратор (рис. 2.12) складається з двох основних частин: сумішоутворювального пристрою і поплавкового механізму. У сумішоутворювальному пристрої відбувається готування пальної суміші, а поплавкова камера – це резервуар, звідкіля паливо подається для перемішування з повітрям.

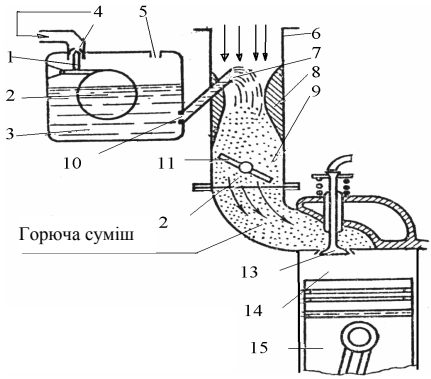



**Рис. 2.12. Схема найпростішого карбюратора:**
1 – голка; 2 – поплавок; 3 – поплавкова камера; 4 – голчастий клапан; 5 – отвір; 6 – повітряний патрубок; 7 – розпилювач; 8 – дифузор; 9 – змішувальна камера; 10 – жиклер; 11 – дросельна заслінка; 12 – вхідний патрубок; 13 – впускний клапан; 14 – циліндр; 15 – поршень

Сумішоутворювальний пристрій (рис. 2.12) містить у собі вхідний повітряний патрубок 6, дифузор 8, змішувальну камеру 9, дросельну заслінку 11, вхідний патрубок 12. Вхідний патрубок закінчується фланцем, яким карбюратор кріпиться до впускного трубопроводу. На впускному патрубку кріпиться повітряний фільтр.

Дифузор 8 – це місцеве зменшення перетину сумішоутворювального пристрою, що поліпшує умови розпилювання палива, тому що під час роботи двигуна у найвужчому перетині дифузора створюється максимальна швидкість повітряного потоку. У цьому місці встановлюють розпилювач 7, що являє собою трубку, виведену в дифузор. Через розпилювач надходить і розпилюється паливо.

Поплавковий механізм (рис. 2.12) складається з поплавкової камери 3, поплавка 2 і голчастого клапана 4. Поплавок 2 закріплений шарнірно на стінці поплавкової камери 3. На важіль поплавка 2 спирається запірна голка 1 голчастого клапана 4. Під час подавання палива через штуцер до поплавкової камери 3 поплавок 2 спливає і голчастий клапан 4 закриває отвір у штуцері. Як тільки рівень палива в поплавковій камері 3 досягне заданої межі, голчастий клапан 4 цілком закриється і надходження палива в камеру припиниться.

У разі витрати палива з поплавкової камери 3 поплавок 2 опускається і відкриває голчастий клапан 4. У поплавкову камеру 3 знову починає надходити паливо до заданого рівня. У нижній частині поплавкової камери 3 розташовують жиклер 10, його основне призначення – дозування палива для одержання пальної суміші потрібного складу. Жиклер – це пробка з центральним каліброваним отвором. Діаметр отвору вибирають залежно від необхідної витрати палива. Під час обертання колінчастого вала двигуна під час тактів впуску і за відкритої дросельної заслінки 11 через змішувальну камеру 9 карбюратора проходить повітря. Усередині дифузора 8 швидкість потоку повітря значно зростає і на виході розпилювача 7 створюється розрідження, але в поплавковій камері через отвір 5 тиск завжди вирівнюється з атмосферним. Через різницю тисків у поплавковій камері й у розпилювачі паливо починає перетікати через жиклер 10 у розпилювач 7 у виді фонтанчика, потрапляючи в горловину дифузора. Тут струмінь повітря, що надходить, розпилює паливо, що витікає, на дрібні крапельки, які перемішуються з повітрям, випаровуються й утворять пальну суміш, що характеризується співвідношенням мас палива і повітря. Для повного згоряння 1 кг бензину теоретично необхідно 14,7 кг повітря. За такого співвідношення пальну суміш називають нормальною або стехіометричною. Відношення кількості суміші, що дійсно надійшла до циліндра, до кількості, теоретично необхідної для згоряння 1 кг палива, називають коефіцієнтом надлишку (або надміру) повітря. Для нормальної суміші коефіцієнт надлишку повітря дорівнює 1. Пальну суміш, у якої коефіцієнт надлишку повітря 0,6...0,85 (1 кг бензину на 9...12 кг повітря) умовно називають багатою. За коефіцієнта надлишку повітря 0,85...0,95 (13...14,5 кг повітря) суміш вважа-

ють збагаченою, за коефіцієнта надлишку повітря 1,05...1,15 (16...17 кг повітря) – збідненою, а за коефіцієнта надлишку повітря 1,15...1,2 (17...19 кг повітря) – бідною.

Недоліки однокамерних карбюраторів:

- наповнювання циліндрів неоднакове (нерівномірне);
- склад суміші в різних циліндрах різний;
- розпилювання палива погіршується на малих частотах обертання колінчастого вала.

Усе це призводить до зменшення потужності та погіршення економічності двигуна. Для усунення цих недоліків на сучасних автомобілях установлюють багатокамерні карбюратори. Вони можуть бути з рівнобіжним чи послідовним включенням камер. Багатокамерні карбюратори мають загальну поплавкову камеру з поплавком і повітряною заслінкою. Кожна камера має свою головну дозувальну систему.

Двокамерні карбюратори з рівнобіжним включенням камер застосовують на багатоциліндрових двигунах вантажних автомобілів, до того ж кожна камера обслуговує свій ряд циліндрів.

У двигунах легкових автомобілів установлюють двокамерні карбюратори з послідовним ввімкненням камер. У разі зменшення частоти обертання колінчастого вала зменшується швидкість повітря в карбюраторі, отже, погіршується перемішування палива з повітрям, тобто сумішоутворення. Швидкість повітря також залежить від діаметра дифузора. Чим менший діаметр, тим більша швидкість повітря. Під час роботи двигуна на режимі малих навантажень відкривається дросельна заслінка тільки першої камери. У міру переходу на режими середніх і великих навантажень відкривається друга дросельна заслінка і вступає в роботу друга камера, тому що частота обертання двигуна на цих режимах висока, швидкість повітря в обох дифузорах висока і забезпечується гарне перемішування палива з повітрям, утворюючи пальну суміш.

## 2.7. Система живлення двигунів від газобалонних установок

У разі переведення двигуна на живлення газом його обладнують газобалонною установкою. Двопаливні системи живлення застосовують у стандартних бензинових двигунах газової модифікації, які обладнані газобалонною установкою і карбюратором змішувачем. При цьому зберігається можливість роботи двигуна на бензині і на газі. Під час роботи на бензині двигун зберігає повну потужність, а на газі потужність його зменшується (на 5…7% у разі вико-

ристання скраплених пропан-бутанових сумішей і на 16…20% – на стисненому природному газі).

У разі живлення тільки газом (однопаливні газові двигуни) розробляють спеціальний газовий двигун, що розвиває повну потужність лише на газоподібному паливі.

Якщо переобладнують бензиновий двигун на газовий, то встановлюють газовий змішувач і підвищують ступінь стиску до 8…9, як результат такий двигун має поліпшені показники потужності та економічності.

У разі переустаткування дизеля на газовий двигун дещо знижується ступінь стиску в циліндрах (до 8…9) і при цьому встановлюється система запалювання та газобалонне обладнання. У такому разі він працює як карбюраторний і робота двигуна на дизельному паливі виключається. Недоліком цього способу є серйозні конструктивні зміни двигуна.

Газорідинний (газодизельний) спосіб припускає одночасне використання дизельного і газоподібного палива. Газ через змішувач подається до впускного трубопроводу і в суміші з повітрям всмоктується в циліндри. Газ порівняно з дизельним паливом має вищу температуру самозаймання (750…900 К), тому на дизелях за реальних для них ступенів стиску самозаймання газоподібних палив здійснити не можна. У зв'язку з цим робочу суміш у циліндрі газодизеля запалюють від дози дизельного палива. Наприкінці такту стиску до циліндра впорскується дизельне паливо, що виконує роль іскри запалювання, його кількість не перевищує 20% витрати у звичайному дизельному процесі. У подальшому двигун працює як дизель. Цей спосіб переустаткування не потребує докорінної зміни конструкції двигуна і дає змогу одержувати високі потужність та економічність, різко знизити вміст сажі у відпрацьованих газах.

Газобалонні установки, якими обладнують двигуни в разі переведення на живлення газом, поділяють на три типи: для скрапленого нафтового газу СНГ (пропан-бутан), стисненого природного газу (СПГ), скрапленого природного газу (СкПГ). Останні менш поширені, оскільки їх складно добувати і зберігати. Незалежно від виду газу, що застосовується, газобалонна установка складається з балонів для зберігання і транспортування газу, випарного або підігрівного обладнання, газового редуктора, дозувального обладнання, змішувача, трубопроводів та контрольних приладів.

СПГ зберігають за високого тиску (до 20 МПа) у товстостінних місткостях. СкПГ за температури кипіння (434 К) тримають в ізотермічних посудинах. СНГ має максимальний робочий тиск 1,6 МПа, для його зберігання і транспортування на автомобілях використовують балони місткістю до 300 *л*.

Газобалонні установки зі стисненими і скрапленими газами застосовують на автомобілях ГАЗ, ЗІЛ, КамАЗ, МАЗ, КрАЗ, ГАЗ-24, автобусах РАФ КАвЗ, ПАЗ, ЛАЗ, ЛіАЗ, Ікарус та інших.

Автомобільні газобалонні установки для стиснених і скраплених газів. Схему газобалонної установки для роботи на СНГ наведено на рис. 2.13.

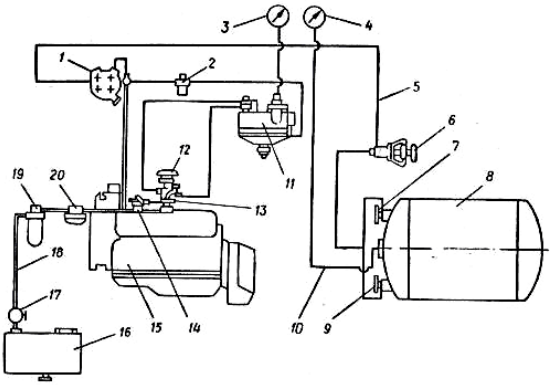



**Рис. 2.13. Принципова схема газового обладнання автомобіля**
1 – випарник; 2 – магістральний фільтр; 3 – манометр низького тиску; 4 – показчик рівня стиснутого нафтового газу; 5 – газопровід високого тиску; 6 – магістральний вентиль; 7 і 9 – вентилі; 8 – газовий балон; 10 – електропровід; 11 – газовий редуктор низького тиску; 12 – змішувач; 13 – підставка під змішувач; 14 – газовий змішувач з полум'ягасником; 15 – двигун; 16 – бензобак; 17 – краник бензонасоса; 18 – бензопровід; 19 – паливний фільтр; 20 - бензонансос.

Установка містить балон 8 для зберігання СНГ в рідкій і паровій фазі, випарник 1, газовий редуктор низького тиску 11 і змішувач 12 з повітряним фільтром. Газовий балон 8 обладнаний двома вентилями – 7 і 9. Вентиль 7 призначений для відбирання рідкої фази СНГ, а вентиль 9 – для парової фази. Максимальний робочий тиск газу в балоні становить 1,6 МПа, мінімальний, за якого забезпечується роботоздатність газової апаратури і двигуна – 0,07 МПа.

Система живлення забезпечує нормальну роботу двигуна за умови подавання газу в редуктор 11 у пароподібному стані. Випаровування зрідженого газу в системі живлення відбувається за рахунок теплоти системи охолодження двигуна (або системи мащення в двигунах з повітряним охолодженням) у випарнику, що з'єднаний з редуктором 11 і газовим балоном 8 трубопроводом через магістральний вентиль 6, розміщений у кабіні водія.

Під час пуску й прогрівання двигуна незначний перепад температур між рідиною в системі охолодження і газом не забезпечує

його випаровування. В цьому разі двигун 15 постачається газом у паровій фазі через вентиль 9. Після прогрівання двигуна його живлення здійснюється газом у рідкій фазі через вентиль 7.

Газовий редуктор 11 з'єднаний з дозувальним економайзерним обладнанням і сполучається спеціальним каналом з газовим змішувачем 12. На щитку приладів у кабіні водія розміщені покажчики рівня рідкої фази в балоні 8 і тиску газу в першому ступені редуктора 11.

Бензинова резервна система живлення складається з бака 16, краника бензонасоса 17, бензопроводу 18, паливного фільтра 19, бензонасоса 20, газового змішувача 14 з гасителем полум'я у вигляді металевої сітки. Однокамерний безпоплавковий карбюратор горизонтального типу сполучається з основною системою живлення приставкою, розміщеною між газовим змішувачем 14 і впускним трубопроводом. Принцип роботи бензинової резервної системи живлення аналогічний принципу роботи традиційної карбюраторної системи живлення. Для припинення подавання бензину до резервної системи живлення у бак 16 встановлений кран.

Пускова система для забезпечення пуску холодного двигуна складається з електромагнітного клапана, трубопроводів, що з'єднують перший ступінь редуктора через клапан зі змішувачем 12, і кнопки вмикання.

Працює паливна система так. Скраплений газ з балона 8 надходить через відкритий магістральний вентиль 6 у випарник 1. У випарнику циркулює гаряча вода, яка подається з системи охолодження шлангами. Пройшовши випарник, скраплений газ переходить у пароподібний стан і надходить у фільтр з повстяними кружками, де він очищується від механічних домішок і смолистих речовин, а також у сітчастий фільтр. Після остаточного очищення газ подається до редуктора 11, де його тиск знижується до тиску, близького до атмосферного. Режим роботи редуктора визначається розрідженням у впускному трубопроводі двигуна, що передається до нього з'єднувальною трубкою. З редуктора через дозувальне економайзерне обладнання і спеціальний канал газ спрямовується до змішувача 12, де змішується з повітрям. Крім того окремою трубкою газ з редуктора, обминаючи економайзерне дозувальне обладнання, надходить до системи холостого ходу. Із змішувача паливна суміш всмоктується циліндрами двигуна.

На рис. 2.14 наведено схему газобалонної установки для роботи на скрапленому природному газі СПГ (двопаливна система живлення).

Газобалонна установка такого типу містить від чотирьох (вантажні автомобілі ГАЗ) до 10 (автомобілі КамАЗ) балонів. Балони закріплені на рамі автомобіля під вантажною платформою і ском-

плектовані у дві секції 13 і 14. Секції з'єднані між собою трубками 12, а балони – трубками 11. Секції мають витратний 8 і наповнювальний 9 вентилі. Газ з балонів через трубку 7, магістральний вентиль, розміщений на щитку приладів у кабіні водія, надходить до редуктора високого тиску 17, в якому тиск газу знижується з 20 до 0,9…1,2 МПа.

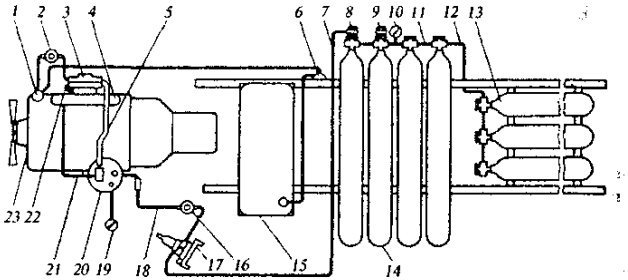



**Рис. 2.14. Схема живлення скрапленим природним газом:**
1 – бензиновий насос; 2 – фільтр тонкого очищення бензину з електромагнітним клапаном; 3 – карбюратор-змішувач, 4 – впускна труба; 5 – трубка подавання газу до карбюратора-змішувача; 6 – бензиновий фільтр грубого очищення; 7 – трубка, що сполучає балон з редуктором високого тиску; 8 – витратний вентиль; 9 – наповнювальний вентиль; 10 – манометр високого тиску; 11 – з'єднувальна трубка балонів; 12 – з'єднувальна трубка секцій; 13 – задня секція балонів; 14 – передня секція балонів; 15 – бензиновий бак; 16 – фільтр газу з електромагнітним клапаном; 17 – редуктор високого тиску; 18 – трубка, що сполучає фільтр з редуктором низького тиску; 19 – манометр низького тиску; 20 – редуктор низького тиску; 21 – вакуумна трубка; 22 – трубка холостого ходу; 23 – двигун

Для усунення можливості замерзання пари води в разі різкого зниження тиску газу (обмерзання редуктора) його розміщують у підкапотному просторі автомобіля. Взимку редуктор 17 додатково нагрівається рідиною, що циркулює у системі охолодження двигуна. Після редуктора газ надходить до фільтра 16 з електромагнітним клапаном. У разі вмикання клапана газ подається до двоступінчастого редуктора низького тиску 20, де тиск додатково знижується до значення, близького до атмосферного. Редуктор має дозувальне економайзерне обладнання, що забезпечує подавання газу в необхідній кількості через трубку 5 під впливом розрідження у впускному трубопроводі двигуна до двокамерного карбюратора-змішувача 3, який має дві самостійні системи холостого ходу для роботи на газі й бензині. У систему холостого ходу газ подається через трубку 22. У карбюраторі-змішувачі газ перемішується з по-

вітрям і надходить до впускного трубопроводу двигуна. Роботу газової системи контролюють за показами манометрів високого 10 і низького 19 тиску.

До бензинової системи живлення входять бензиновий бак 15, фільтр тонкого очищення з електромагнітним клапаном 2. Електромагнітний клапан призначений для відключення подавання бензину під час роботи двигуна на газі.

В однопаливних (суто газових) системах живлення замість карбюратора-змішувача встановлюють спеціальний змішувач газу й повітря.

Газодизельні (газорідинні) системи живлення. Газодизельні двигуни обладнують газовою і дизельною системами живлення, які забезпечують можливість роботи як на суміші газу й дизельного палива, так і виключно на дизельному паливі.

Газова система живлення (рис. 2.15) складається з восьми або десяти балонів високого тиску 18, з'єднаних між собою товстостінними безшовними трубками і поділених на дві секції. Кожна секція має свій витратний вентиль – 11 і 14. Заповнення балонів відбувається через наповнювальний вентиль 13.

Під час відкривання витратного вентиля газ із балонів через магістральний вентиль 12 надходить до підігрівника 10, де нагрівається гарячою водою з системи охолодження двигуна. З підігрівника газ спрямовується до редуктора високого тиску 7, де тиск СПГ знижується до 0,95…1,1 МПа. Далі газ подається до електромагнітного клапана з фільтром 6 і під час відкривання клапана надходить від нього до двоступінчастого редуктора низького тиску 17, в якому тиск знижується до атмосферного. З редуктора 17 газ надходить у дозатор 5, що забезпечує подавання необхідної кількості газу до змішувача 20, розміщеного у впускному тракті двигуна після повітряного фільтра. У змішувачі газ змішується з повітрям, що надходить з повітряного фільтра. Газоповітряна суміш, що утворилася, надходить до циліндрів двигуна, стискається поршнем, і наприкінці такту стиску до неї впорскується через серійну форсунку запалювальна доза дизельного палива. Запалювальну дозу палива подають до циліндра з необхідним випередженням таким чином, щоб вона займалася раніше, ніж газ, і підпалювала всю масу газоповітряної суміші.

Роботу газової апаратури контролюють два манометри: тиск у балонах – манометром 15, тиск після першого ступеня редуктора низького тиску – манометром низького тиску, розміщеним у кабіні водія. Цей тиск має становити 0,20…0,22 МПа.

Дизельна система живлення включає паливний насос високого тиску 3. На ньому закріплений механізм установлення запалюва-

льної дози палива, обладнаний електромагнітним приводом. У разі переведення живлення двигуна на газове паливо він переключає паливний насос на режим подавання запалювальної дози дизельного палива для запалювання газоповітряної суміші.

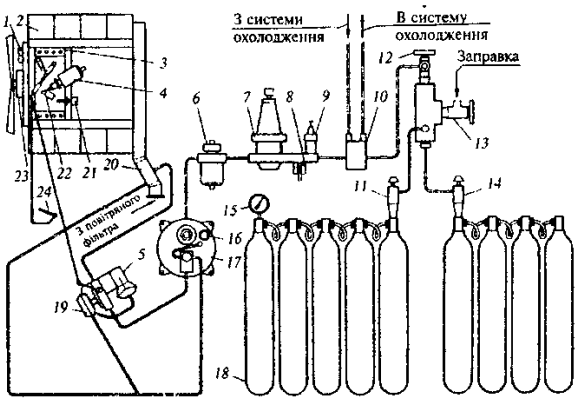



**Рис. 2.15. Схема газодизельної системи живлення автомобіля КамАЗ:** 1 – індуктивний датчик частоти обертання; 2 – двигун; 3 – паливний насос високого тиску: 4 – механізм установлення запалювальної дози палива; 5 – дозатор газу; 6 – електромагнітний клапан з фільтром; 7 – редуктор високого тиску; 8 – запобіжний клапан; 9 – сигналізатор аварійного вироблення газу; 10 – підігрівник газу; 11, 14 – витратні вентилі; 12 – магістральний вентиль; 13 – наповнювальний вентиль; 15 – манометр; 16 – датчик тиску; 17 – двоступінчастий редуктор низького тиску; 18 – балони; 19 – триходовий електромагнітний клапан; 20 – змішувач; 21 – датчик блокування; 22 – рухомий упор; 23 – зубчастий вінець; 24 – акселератор

Крім зазначених елементів до складу дизельної системи живлення газодизеля входять усі інші елементи традиційної дизельної системи живлення.

До складу газодизельної системи живлення входить система обмеження максимальної частоти обертання колінчастого вала, що зменшує подавання газу, коли колінчастий вал двигуна досягає максимальної частоти обертання. Для цього призначені зубчастий вінець 23, індуктивний датчик частоти обертання, електромагнітне реле, триходовий електромагнітний клапан 19, що з'єднує змішувач 20 з мембранним механізмом обмеження подавання газу і зв'язаний з віссю заслінок дозатора газу 5.

За максимальної частоти обертання колінчастого вала двигуна сигнал від датчика частоти обертання 1 подається до електронного реле, що відкриває триходовий клапан, з'єднуючи порожнину дифузора змішувача з мембранним механізмом дозатора газу 5. Під дією вакууму останній прикриває заслінку дозатора газу. Якщо частота обертання зменшується, датчик знову подає сигнал реле, триходовий клапан закривається, вісь дросельної заслінки під дією пружини знову повертається, відкриваючи подавання газу.

У газодизельній системі живлення передбачене блокування, що запобігає одночасному подаванню газу і повної дози дизельного палива. До неї входять рухомий упор 22 і датчик блокування 21. Блокування працює таким чином. Під час роботи газодизеля на режимі дизеля рухомий упор 22 максимально віддаляється від механізму встановлення запалювальної дози палива 4 (не роз'єднує за допомогою реле коло живлення електромагнітного клапана 6) і газ не надходить до двигуна. Під час роботи двигуна в газодизельному режимі рухомий упор 22 переміщується механізмом 4 в положення, за якого подавання дизельного палива обмежується. При цьому рухомий упор 22 впливає на датчик блокування 21, останній розмикає коло живлення реле, що включає електромагнітний клапан 6 подавання газу, і газ надходить до двигуна. Блокування виключає можливість руйнування двигуна в результаті одночасного повного подавання газу і дизельного палива.

У системі живлення газодизеля передбачений також автоматичний перехід з газодизельного режиму на дизельний у разі раптового припинення подавання газу (витрачання газу, пошкодження газової магістралі тощо). Для цього в системі підведення газу передбачений датчик тиску 16, що спрацьовує за тиску газу нижче 0,45 МПа і відключає механізм установлення запалювальної дози 4. При цьому відключається електромагнітний клапан 6, перекривається подавання газу і система живлення двигуна переходить на режим подавання дизельного палива. У цьому випадку дизельна паливна апаратура працює у звичайному для неї режимі.

Система керування, регулювання та захисту двигуна забезпечує його роботу в широкому діапазоні швидкісних і навантажувальних режимів у дизельному й газодизельному режимах без аварійних ситуацій.

### 2.8. Система впорскування палива

Двигуни внутрішнього згоряння виділяють енергію під час згоряння палива, змішаного з повітрям. У бензинових двигунах співвідношення в пальній суміші повітря й палива або «суміші» –

критично важливо під час згоряння, від цього залежить потужність двигуна й ходові якості автомобіля. Тому що кількість повітря, необхідного двигуну, змінюється зі збільшенням частоти обертання й зміною навантаження, то змінюється і необхідна кількість палива.

Завдання систем впорскування є забезпечення двигуна найкращою сумішшю – оптимальним співвідношенням компонентів пальної суміші – за умови експлуатації двигуна, що постійно змінюються. Дросель бензинового двигуна регулює тільки потік повітря у двигун. Використовуються спеціальні механізми, що вимірюють кількість палива, яке проходить у потоці повітря. Назвемо це системою подачі палива. Система подачі палива може бути будь-якого типу може управлятися дроселем і регулюватися для безперервної подачі пальної суміші з повітря й палива у двигун. Система впорскування палива – точний і складний варіант системи подачі палива.

У бензинових двигунах є два основних види систем подачі палива: карбюраторна і впорскування. Ці системи змішують паливо і повітря, але виконується це по-різному.

Карбюратори. У карбюраторах використовується переважно принцип дифузора. Цей принцип полягає в тому, що за збільшення повітряного потоку спостерігається зменшення тиску. Повітряний потік, проходячи через звуження в карбюраторі, створює розрідження, що дозволяє засмоктати паливо у впускний повітряний потік, де воно розпилюється, щоб сформувати пальну суміш. Відкриваючи ширше дросель, пропускається більша кількість палива. Аналогічно, менше відкриття дроселя створює менший потік палива. Ця порівняно проста й недосконала система постачає паливом бензинові двигуни із прийнятним рівнем продуктивності протягом багатьох десятиліть. У недавньому минулому таким чином досягалися досить непогані результати. Більша продуктивність вимагає більш точного керування виміром палива. Карбюратори, хоча й добре налагоджені в останні десятиліття, обмежені за їхньою здатністю точного виміру палива, особливо за надзвичайних навантажень, навіть із їхньою безліччю паливних ланцюгів, жиклерів.

Система впорскування палива. Системи впорскування подають паливо під тиском у вхідний повітряний потік, вимірюючи витрату. Оскільки кількістю палива можна керувати, це дозволяє задовольнити потреби двигуна за надзвичайних експлуатаційних умов, що призводить до більшої ефективності в більш широкому діапазоні дії.

Переваги систем упорскування бензину**.** Основними перевагами систем упорскування в порівнянні з карбюраторними системами є наступні:

- відсутність додаткового опору потоку повітря на впуску у вигляді карбюратора з дифузорами сприяє поліпшенню наповнення циліндрів і одержанню більш високої літрової потужності двигуна;
- поліпшення продування камер згоряння за рахунок використання можливості більшого перекриття клапанів (коли відкриті одночасно обидва клапани) і продування камер згоряння чистим повітрям, а не сумішшю, що поліпшує якість робочої суміші.
- більш точний за розподіленого впорскування розподіл палива по циліндрах (за розподіленого впорскування склад суміші в циліндрах може різнитися на 5…7%, а у разі живлення від карбюратора на 11...17%);
- більш оптимальний склад пальної суміші на всіх режимах роботи двигуна з урахуванням його стану, за рахунок чого зростає паливна економічність двигуна й одночасно знижується токсичність газів.

Основним недоліком систем впорскування бензину є їх більш висока, порівняно з карбюраторними, складність через велику кількість прецизійних деталей і електронних елементів, тому вони мають більш високу вартість і вимагають більш кваліфікованого обслуговування під час експлуатації.

### 2.9. Система живлення дизельного двигуна

**Система живлення** (рис. 2.16) дизельного двигуна служить для подачі в циліндри двигуна очищеного повітря і розпиленого палива.

Робота системи живлення дизельного двигуна проходить у такій послідовності. Паливо з бака 1 через фільтр 4 грубого очищення засмоктується підкачувальним насосом 5, потім, пройшовши фільтр 8 тонкого очищення, подається до паливного насоса високого тиску (ПНВТ) 6. Паливо надходить під високим тиском до форсунок 10 із секції ПНВТ і впорскується в циліндри.

Паливні баки. Паливо для живлення двигуна трактора заливають у паливний бак, місткість якого розрахована на роботу трактора без дозаправки не менше 10 год. Паливні баки виготовляють з листової сталі, форма їх залежить від місця встановлення і має відповідати сучасним вимогам компонування механізмів і вузлів трактора.

Фільтри грубого і тонкого очищення палива. Робота паливної апаратури значною мірою залежить від якості фільтрації палива. Його необхідно старанно очищати від води і механічних домішок, які погіршують роботу прецизійних пар, знижують їх щільність, порушують подавання палива і чіткість відсікання форсунки, ускла-

днюють розпилення палива. Наявність води у паливі спричинює корозію деталей, зависання голок розпилювачів форсунок, плунжерів у гільзах і поломку пружин. Для захисту від механічних домішок і води на тракторних і комбайнових дизельних двигунах застосовують фільтри грубого і тонкого очищення.

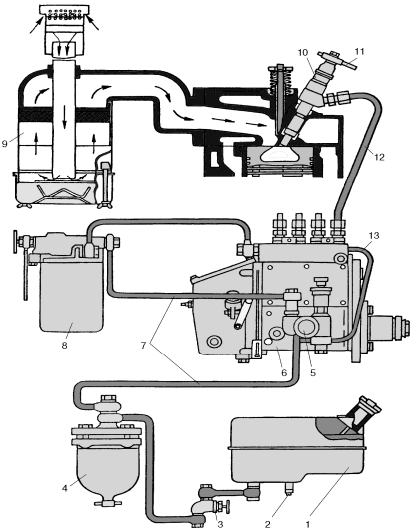



**Рис. 2.16. Схема системи живлення дизельного двигуна:**
1 – паливний бак; 2 – зливний кран; 3 – витратний кран; 4 – фільтр грубого очищення палива; 5 – паливопідкачувальний насос; 6 – паливний насос високого тиску; 7 – паливопроводи низького тиску; 8 – фільтр тонкого очищення палива; 9 – повітроочисник; 10 – форсунка; 11 – зливна трубка; 12 – паливопровід високого тиску; 13 – трубка для перепускання надлишків палива

Фільтри грубого очищення призначені для видалення з палива домішок розміром понад 0,05...0,07 мм і води. Це забезпечує тривалу і безперебійну роботу паливного насоса і форсунок. На сучасних тракторних дизельних двигунах установлюють фільтри типу ФГ, які відрізняються лише розмірами і пропускною здатністю. За конструкцією усі фільтри ФГ однакові (рис. 2.17).

Фільтри тонкого очищення призначені для очищення палива від дрібних механічних частинок. Найпоширеніші фільтри з паперовими фільтрувальними елементами, які забезпечують високий ступінь очищення (рис. 2.18).

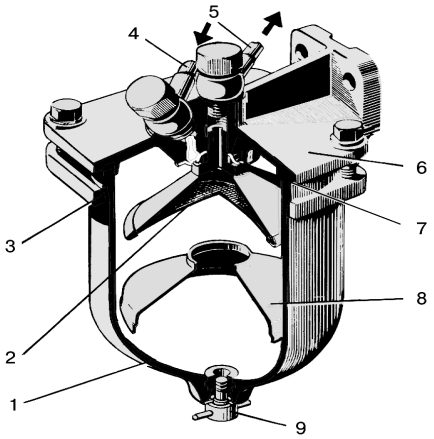



**Рис. 2.17. Фільтр грубого очищення палива:**
1 – стакан; 2 – фільтрувальний елемент; 3 – кільце натискне; 4, 5 – паливопроводи; 6 – корпус фільтра; 7 – розподільник; 8 – заспокоювач; 9 – пробка отвору для зливу відстою палива

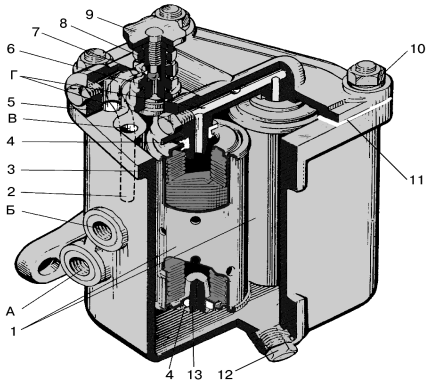



**Рис. 2.18. Фільтр тонкого очищення палива:**
1 – фільтрувальні елементи; 2 – трубка для відведення повітря; 3 – корпус; 4 – кільце ущільнювальне; 5 – кришка; 6 – штуцер вентиля; 7 – кульковий клапан; 8, 10 – гайка; 9 – вентиль; 11 – прокладка; 12 – пробка зливного отвору; 13 – ущільнювач; А – отвір для відведення очищеного палива; Б – отвір для підведення неочищеного палива; В – канал для підведення неочищеного палива; Г – канал для відведення очищеного палива

Паливопідкачувальні насоси (рис. 2.19). Для забезпечення рівномірного подавання палива з бака до паливного насоса і подолання гідравлічного опору фільтрів і паливопроводів застосовують підкачувальний насос («помпу»).

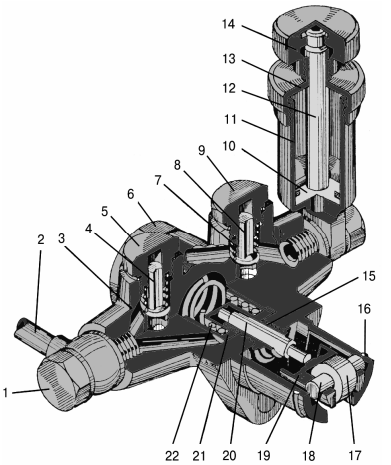



**Рис. 2.19. Паливопідкачувальний насос:**
1 – болт поворотного кутника; 2 – трубка відведення палива; 3 – корпус; 4 – клапан випускний; 5 і 9 – пробки клапанів; 6 – пробка пружини; 7 – пружина клапана; 8 – клапан впускний; 10, 21 – поршні;11 – циліндр ручного насоса; 12, 20 – шток поршня; 13 – кришка циліндра;14 – рукоятка насоса; 15 – втулка штока; 16 – кільце; 17 – ролик штовхача; 18 – вісь штовхача; 19 – штовхач поршня; 22 – пружина поршня

Для видалення повітря із системи живлення перед пуском і для заповнення системи паливом після складання помпу обладнано ручним підкачувальним насосом. На тракторних дизельних двигунах застосовують поршневі насоси, приведення яких в дію здійснюється від ексцентрика кулачкового вала ПНВТ.

Підсистема очищення повітря обмежує потрапляння в циліндри двигуна пилу, кількість якого у повітрі визначається багатьма факторами, у тому числі і видом сільськогосподарських робіт, машинно-тракторним агрегатом, типом тракторного рушія і кліматичними умовами праці. Тракторні повітроочисники (рис. 2.20) розраховані на очищення повітря підвищеної запиленості. Вони мають багатоступінчасте очищення повітря і збільшену висоту розміщення повітрозабирача.

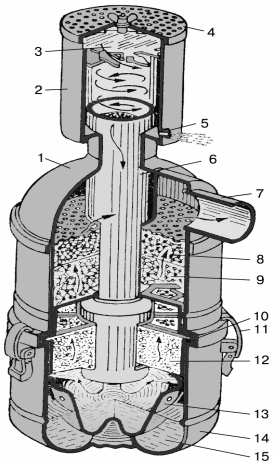



**Рис. 2.20. Комбінований повітроочисник:**
1 – корпус повітроочисника; 2 – корпус інерційної головки; 3 – крильчатка; 4 – сітка; 5 – отвори для видалення пилу; 6 – центральна труба; 7 – патрубок; 8,9 – фільтрувальні елементи; 10 – ущільнювальне кільце; 11 – защіпка; 12 – капроновий фільтрувальний елемент; 13 – напрямна чаша; 14 – піддон; 15 – масляна ванна

**Турбокомпресори**. Потужність двигуна можна підвищити до 30%, якщо в його циліндри додатково подавати стиснуте повітря і відповідну кількість палива, яке до останку згорить, виділивши більшу енергію. На тракторних дизельних двигунів установлюють турбокомпресори, призначені для нагнітання повітря під тиском у циліндри двигуна.

Турбокомпресори для двигунів внутрішнього згоряння класифікують за двома ознаками за типом лопаткових машин. Для наддуву автотракторних дизельних двигунів використовують турбокомпресори з відцентровим компресором і радіальною доцентровою турбіною (умовне позначення агрегату – ТКР), а також консольним розташуванням робочим коліс відносно опор (підшипників).

Турбокомпресор (рис. 2.21) складається з відцентрового компресора і газової турбіни. Відпрацьовані гази випускним трубопроводом потрапляють до камери газової турбіни, потім на лопаті робочого колеса 20 і примушують його обертатися разом з валом 26. Далі відпрацьовані гази викидаються в атмосферу через випускну грубу. На валу 26 з протилежного боку закріплено колесо компресора 28, яке всмоктує повітря з атмосфери через повітроочисник і під надлишковим тиском 0,045...0,085 МПа нагнітає через випускний трубопровід у циліндри двигуна, збільшуючи наповнення їх

повітрям. Колеса турбіни і компресора на номінальному режимі роботи двигуна обертаються з частотою 45000...90000 хв$^{-1}$.

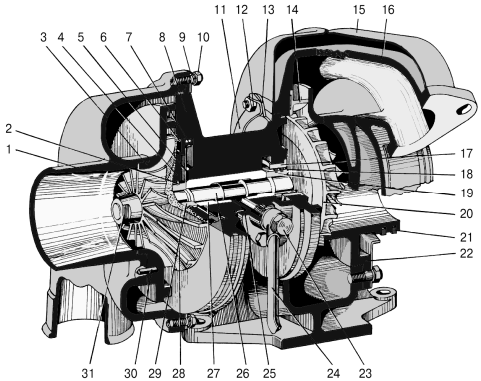



**Рис. 2.21. Турбокомпресор:**
1 – корпус; 2,18 – кільця ущільнювальні; 3 – вставка компресора; 4 – диск ущільнення; 5 – щиток; 6 – кільце стопорне; 7 – кільце гумове; 8 – середній корпус; 9 – шайба; 10,12 – гайка; 11 – шайба замкова; 13 – планка; 14 – вінець сопловий; 15 – кожух корпусу турбіни; 16 – корпус турбіни; 17 – втулка; 19 – втулка ущільнювальна; 20 – колесо турбіни; 21 – кільце ущільнювальне; 22 – вставка турбіни; 23 – гайка накидна; 24 – трубка для підведення масла; 25 – фіксатор підшипника; 26 – вал ротора; 27 – підшипник; 28 – колесо компресора; 29 – масловідбивач; 30 – штифт; 31 – спеціальна гайка

Турбокомпресори ТКР-8,5 відрізняються від турбокомпресорів ТКР-11 меншими розмірами, масою і частотою обертання ротора. Для підвищення потужності тракторних і комбайнових дизельних двигунів застосовують проміжне охолодження наддувного повітря. Необхідність використання проміжного охолодження зумовлена нагріванням повітря до 390...400 К після стиску у компресорі до 0,15...0,16 МПа. У разі подальшого підвищення тиску після компресора (під час форсування дизелів) до 0,19...0,21 МПа температура повітря значно зростає, а питома вага знижується. Для охолодження наддувного повітря і збільшення його заряду в циліндрах застосовують повітряний радіатор. Він складається з осердя з горизонтальним дворядним розміщенням плоскоовальних латунних трубок і двох бокових баків із змінною площею перерізу.

Паливні насоси високого тиску (ПНВТ), що використовуються на автотракторних дизельних двигунах блочні, секційні, плунжерно-золотникового типу, із загальним на всі секції кулачковим ва-

лом. Окремі вузли ПНВТ у сукупності виконують такі основні функції: забезпечення високого тиску палива, що подається у циліндри двигуна; подавання визначеної, залежно від режиму роботи двигуна, дози палива за робочий цикл (дозування паливоподачі); подавання палива в певний момент фази розвитку робочого циклу двигуна за кутом повороту його колінчастого вала (фазування паливоподачі); забезпечення визначеного закону паливоподачі – характеристика впорскування (залежність кількості палива, що проходить через розпилювач форсунки, від часу або кута повороту колінчастого вала); забезпечення ідентичності показників процесу паливоподачі циліндрами двигуна.

Основним конструктивним вузлом ПНВТ, що забезпечує більшість перелічених функцій є паливна секція. За кількістю секцій розрізняють багатосекційні насоси (рис. 2.22) і насоси розподільного типу (рис. 2.23).

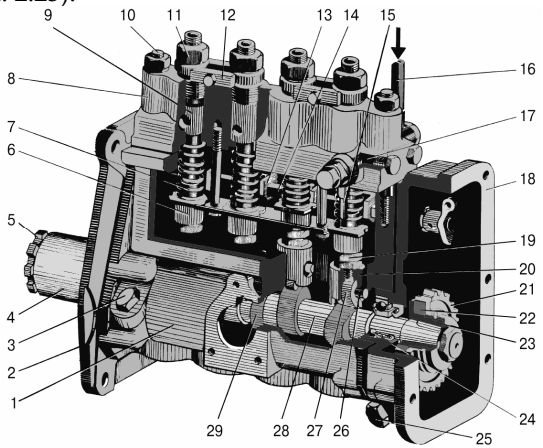



**Рис. 2.22. Рядний паливний насос високого тиску:**
1 – корпус; 2 – плита кріплення паливного насоса до дизельного двигуна; 3 – пробка заливного отвору; 4 – фланець встановлювальний; 5 – шліцьова втулка; 6 – тарілка; 7 – пружина; 8 – головка насоса; 9 – гільза; 10 – шпилька; 11 – штуцер; 12 – накладка; 13 – хомут; 14 – рейки; 15 – трубопровід перепускання надлишків палива з головки насоса у підкачувальний насос; 16 – трубопровід підведення палива до паливного насоса від фільтра тонкого очищення; 17 – клапан П-подібний; 18 – фланець кріплення регулятора; 19 – болт регулювальний; 20 – корпус штовхача; 21 – шестірня приводу регулятора; 22 – гумовий сухарик втулки привода; 23 – втулка; 24-шарикопідшипник; 25 – пробка зливного отвору; 26 – вісь штовхача; 27 – ролик; 28 – кулачковий вал; 29 – ексцентрик приводу підкачувального насоса

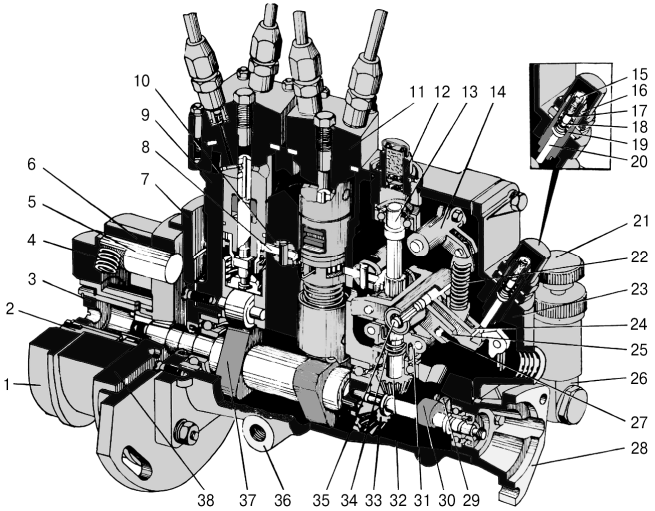



**Рис. 2.23. Паливний насос високого тиску типу НД:**
1 – півмуфта ведуча; 2 – втулка ведучої півмуфти; 3 – палець упорний; 4 – пружина муфти; 5 – вісь тягаря; 6 – тягар автоматичної муфти; 7 – встановлювальний фланець; 8 – проміжна шестірня приводу обертання плунжера; 9 – корпус паливного насоса; 10 – кронштейн проміжної шестерні; 11 – секція високого тиску; 12 – сапун; 13 – вал регулятора; 14 – важіль пружини регулятора; 15 – обмежувач штока коректора; 16 – гайка; 17 – гвинт коректора; 18 – пружина коректора; 19 – корпус коректора; 20 – шток коректора; 21 – рукоятка насоса ручного прокачування палива; 22 – пружина регулятора; 23 – кришка регулятора; 24 – важіль коректора; 25 – вилчастий важіль регулятора; 26 – паливопідкачувальний насос; 27, 35 – вісь; 28 – корпус приводу тахоспідометра; 29 – штовхач паливопідкачувального насоса; 30 – ексцентриковий вал; 31 – маточина регулятора; 32, 33 – шестерні приводу; 34 – пружина демпфера; 36 – отвір для зливу масла із корпусу паливного насоса; 37 – кулачковий вал; 38 – півмуфта ведена

Складовими паливної секції є плунжер і втулка (плунжерна пара), які у сукупності є прецизійним сполученням. Саме за рахунок прецизійних циліндричних поверхонь плунжера і втулки забезпечується висока гідрощільність поміж ними і, як наслідок, високий тиск палива під час нагнітального ходу плунжера.

Рівень тиску нагнітання істотно залежить від величини витоків палива за діаметральним зазором в парі. У разі зменшення частоти обертання колінчастого вала (пускові режими і режими, що близькі до холостого ходу за мінімальної частоти обертання) вплив вито-

ків зростає – параметри впорскування палива погіршуються. Тому під час виготовлення плунжера та втулки використовують технологічні методи, що забезпечують зменшення зазору в плунжерній парі до мінімально можливого. Серед них основні: висока точність виготовлення циліндричних поверхонь плунжерів і втулок (технічні вимоги до овальності, конусності, корсетності та ін.) і такий технологічний захід, як селективне збирання плунжерної пари. За селективного збирання плунжери і втулки за величиною їх діаметра поділяють на групи через 1,0 і 0,5 мкм та відповідно до цього комплектують плунжерні пари із зазором 0,9…1,4 мкм. Контроль якості збирання так само, як і подальший технічний стан плунжерних пар, проводиться за показниками щільності, що встановлюються методом опресовування.

Плунжерні пари насосних секцій також виконують функції дозування і фазування паливоподачі.

**Форсунки** дизельних двигунів забезпечують безпосереднє впорскування палива до камери згоряння дизельного двигуна, розпилювання та створення паливних факелів з урахуванням форми камери згоряння. Усі форсунки, що використовуються в роздільних системах паливоподачі, – закритого типу гідрокеровані, тобто сопловий отвір розпилювача перекритий голчастим клапаном, що притиснутий до сідла пружиною, а подавання палива до сопел розпилювача і далі до камери згоряння має місце тільки за певного тиску, що забезпечується ПНВТ.

За конструкцією розпилювача форсунки поділяються на два типи. Перший – це багатосоплові, які використовуються у дизельних двигунах з напіврозділеними та відкритими камерами згоряння. За роздільного способу сумішоутворення застосовують форсунки іншого типу – одноотворні, штифтові.

На тракторних дизельних двигунах встановлені безштифтові форсунки ФД-22 закритого типу (рис. 2.24а).

Форсунка складається з корпусу 4, у нижній частині якого гайкою 3 закріплено розпилювач. У корпусі розпилювача 1 є чотири несиметрично розміщені розпилювальні отвори. Розміщено їх з розрахунком рівномірного розподілу палива у камері згоряння. Тому корпус розпилювача фіксується відносно корпусу форсунки у певному положенні двома штифтами 17. Голка 2 розпилювача притискується до замикаючого конуса корпуса пружиною 6 і штангою 5. Зусилля пружини регулюється гвинтом 9 у стакані 8. Регулювальний гвинт утримується від прокручування контргайкою 10. Ущільнення між корпусом форсунки 4 і ковпаком 11 забезпечується прокладкою 7. Корпус форсунки має фланець з двома отворами під шпильки кріплення.

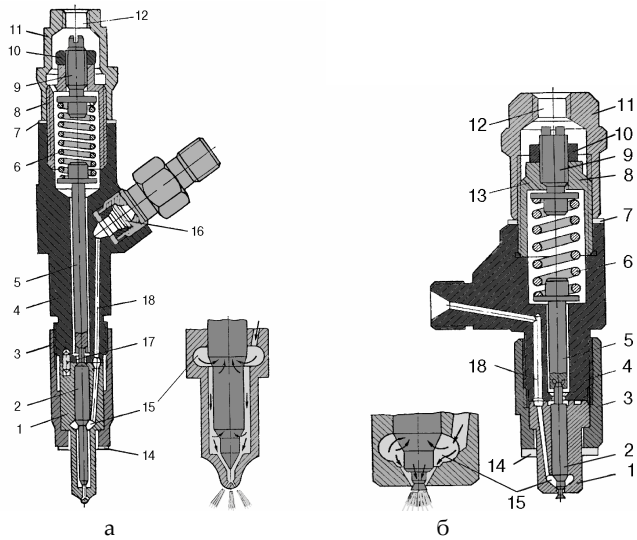



**Рис. 2.24. Форсунки і схема роботи розпилювачів:**
а – безштифтова багатодіркова; б – штифтова однодіркова;
1 – корпус розпилювача; 2 – запірна голка; 3 – гайка розпилювача; 4 – корпус форсунки; 5 – штанга; 6 – пружина; 7 і 14 – прокладки; 8 – стакан пружини; 9 – регулювальний гвинт; 10 – контргайка; 11 – ковпак; 12 і 13 – отвори для зливання палива; 15 – паливна камера; 16 – сітчастий фільтр; 17 – штифт; 18 – паливний канал

Форсунку з однодірчастим розпилювачем, голка якого на кінці має конусний штифт, показано на рис. 2.24б. Завдяки певному конусу штифта струмінь впорскуваного палива має бажаний конус розпилювання. Такі форсунки називають штифтовими.

Від паливного насоса до форсунок дизелів паливо подається під високим тиском і для цього застосовують паливопроводи високого тиску. Для їх виготовлення використовують труби зі сталі 20А, зовнішній діаметр яких становить 7 мм, внутрішній – 2 мм. У місцях з'єднання поверхню паливопроводів ущільнюють з кутом конуса 60°. Для цього кінці обвальцовують, щоб одержати головки спеціальної форми. Кріплять паливопроводи високого тиску накидними гайками.

Довжину паливопроводів вибирають за максимальною відстанню від паливного насоса до четвертого і восьмого циліндра у рядних дизельних двигунах і до першого та четвертого циліндра в V-подібних. Паливопроводи решти циліндрів, розташованих ближче до паливного насоса, мають компенсатори за такої самої довжини.

Паливопроводи низького тиску виготовляють із стальної трубки (зовнішній діаметр 10 мм, внутрішній – 8 мм) та спеціального масло-бензостійкого шланга. Поворотні кутники виготовляють окремо і встановлюють у трубку за допомогою спеціальних обтискних кілець.

Паливопроводи для зливу палива з форсунок виготовляють із стальної трубки діаметром 6 мм і товщиною 1 мм. Поворотні кутники, одинарні або подвійні, припаяні до трубки латунню.

## 2.10. Система мащення

**Система мащення** (рис. 2.25) у двигунах внутрішнього згоряння призначена для зменшення частки механічних втрат на тертя, яке виникає поміж тертьовими поверхнями його деталей, для охолодження цих поверхонь та очищення їх від продуктів спрацьовування. Мастильне масло також підвищує щільність у рухомих з'єднаннях та захищає деталі двигуна від корозії.

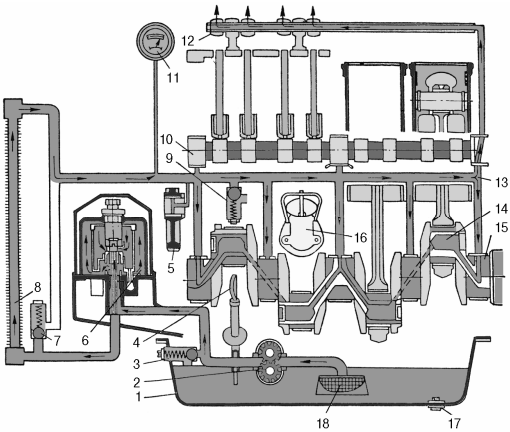



**Рис. 2.25. Схема системи мащення дизельного двигуна:**
1 – масляний піддон; 2 – масляний насос; 3, 7, 9 – редукційні клапани; 4 – масломірна лінійка (стрижень); 5 – проміжна шестірня; 6 – масляний фільтр (центрифуга); 8 – масляний радіатор; 10 – розподільний вал; 11 – манометр; 12 – валик коромисел; 13 – головний масляний канал; 14 – порожнина шатунної шийки; 15 – колінчастий вал; 16 – маслозаливна горловина; 17 – пробка зливного отвору; 18 – маслоприймач

Зменшення тертя, а тому і спрацьовування тертьових поверхонь деталей здійснюється шляхом безперервного подавання до

них мастильних матеріалів під тиском і в кількості, що має забезпечувати для певних сполучень оптимальні режими мащення. Мінімальні витрати на тертя отримуються за рідинного режиму мащення. Але внаслідок конструктивних особливостей окремих вузлів тертя, рівня їх силових і теплових навантажень, здійснити рідинний режим мащення не завжди вдається.

За способом підведення мастильного масла до тертьових поверхонь змащувальні системи поділяються на циркуляційні під тиском та системи з розбризкуванням. На двигунах автотракторного типу у більшості використовують комбіновану систему, де окремі вузли та деталі змащуються під тиском, а окремі – розбризкуванням.

Під тиском масло подається до найбільш навантажених тертьових сполучень (корінні та шатунні підшипники колінчастого вала, розподільний вал, натискні важелі клапанів, проміжні шестерні, деталі приводу масляного і паливного насосів, підшипники турбокомпресора та інші) змащуються розбризкуванням. Відмінністю такого способу є достатня простота конструкції системи взагалі та окремих її складових, що, в свою чергу, реалізує низку вимог до надійності роботи як системи мащення, так і двигуна загалом.

Номінальний тиск масла на вході у головну масляну магістраль має обмежуватися 0,25…0,45 МПа. Підвищення тиску понад наведені значення не доцільне через те, що режим протікання масла через тертьові сполучення за малих зазорів (0,08…0,12 мм) практично не залежить від тиску, але істотно підвищує витрати на привід насоса та збільшує силові напруження на ділянках системи. Під час роботи прогрітого двигуна на холостому ході тиск масла має становити не нижче за 0,07…0,1 МПа.

Ефективність роботи системи мащення і, як наслідок, надійність та довговічність двигуна взагалі характеризується мірою реалізації таких заходів:

- використання мастильного масла, властивості якого відповідають типу двигуна та умовам його експлуатації;
- забезпечення необхідного рівня робочих параметрів системи та її складових за визначеними ознаками (тиск і температура масла, глибина його очищення та інші);
- своєчасне проведення комплексу робіт з технічного обслуговування системи мащення.

### 2.11. Система охолодження

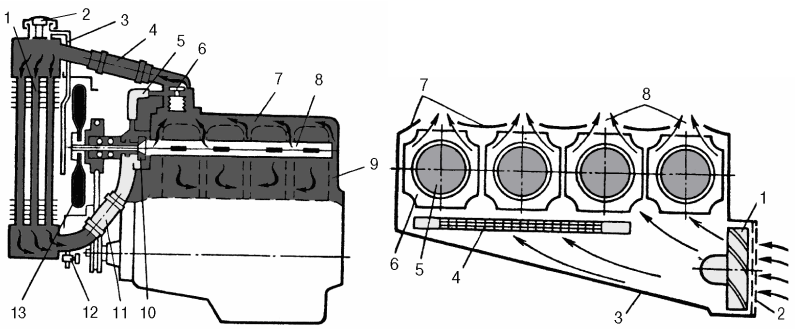
**Система охолодження** призначена для підтримки нормального теплового режиму двигуна, за допомогою безперервного відведення теплоти через стінки циліндрів, їхніх голівок і від інших на-

грітих поверхонь у потік охолоджувального середовища. Система охолодження складається з комплексу пристроїв, які забезпечують примусове відведення теплоти від деталей двигуна та підтримання їх температур у припустимих межах, які обумовлені особливостями організації робочого циклу, жаростійкістю матеріалів, а також властивостями мастильних масел.

За способом відведення теплоти системи охолодження поділяють на рідинні та повітряні.

Найбільш поширеними в автотракторних двигунах є системи рідинного охолодження (СРО), де застосовуються різні охолодні рідини (ОР): м'яка вода, низькозастигаючі рідини (антифризи). У спеціальних випадках деталі двигунів можуть незалежно чи додатково охолоджуватися висококиплячими рідинами (паливом, маслом, натрієм).

Система рідинного охолодження (рис. 2.26а) виконана у вигляді замкненого контуру циркуляції охолоджувальної рідни (теплоносія), яка, в свою чергу, охолоджується у теплообмінниках (переважно повітряохолодного типу). У більшості двигунів циркуляція теплоносія здійснюється примусово окремим насосом. Іноді, а саме для охолодження допоміжних пускових двигунів використовується термосифонна система, у якої відведення теплоти від гарячих деталей двигуна здійснюється за рахунок конвективного масообміну рідини у його контурах.




а б

**Рис. 2.26. Схема системи охолодження дизельного двигуна:**
а – рідинної: 1 – радіатор; 2 – пароповітряний клапан; 3 – трубка; 4, 11 – патрубок; 5 – відвідна трубка; 6 – термостат; 7 – головка блока циліндрів; 8 – розподільна труба; 9 – блок циліндрів; 10 – насос; 12 – краник; 13 – вентилятор; б – повітряної: 1 – вентилятор; 2 – захисна сітка; 3 – кожух; 4 – масляний радіатор; 5 – циліндр; 6 – ребра циліндра; 7 – щитки-дефлектори; 8 – вікна

Залежність показників роботи і надійності двигуна від якості ОР є недоліком рідинного охолодження. Охолодження твердою водою (що містить більше 1 ммоль/кг солей твердості) веде до відкладення тонкого шару нерозчинних солей («накипу») на охолоджуваних деталях двигуна та їх перегріву. Використання концентрату антифризу, не розведеного чистою водою, або дизельного палива в СРО може призвести до перегріву деталей двигуна, розбуханню гумових деталей і ущільнень, навіть пожежі (унаслідок витоку пальної рідини).

У системах повітряного охолодження (рис. 2.26б) використовують у більшості осьові вентилятори з направляючими та спрямовуючими апаратами, а у деяких випадках – відцентрові вентилятори.

Напрямний апарат, що розміщений спереду робочого колеса, забезпечує закручування потоку охолодного повітря у напрямі, протилежному напряму обертання робочого колеса. Це дозволяє істотно підвищити напір повітря, яке нагнітається.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Призначення і пристрій головки циліндрів.
2. Переваги і недоліки чавунних і алюмінієвих блоків, головок блоку.
3. Призначення поршня, назви основних його частин.
4. Основні частини колінчастого вала, особливості колінчастих валів різних двигунів.
5. Як ущільнюються гільзи циліндрів у нижній частині?
6. Як до поршня підібрати палець і кільця?
7. Можливі несправності КШМ, що сприяють підвищеній витраті масла на вигар.
8. Призначення поршневого пальця. Способи з'єднання його з поршнем і шатуном, фіксація від осьового переміщення.
9. Типи циліндрів, що застосовуються у двигунах, їхні переваги і недоліки.
10. Для чого верхні компресійні кільця піддають пористому хромуванню?
11. Для чого потрібний зазор у стику поршневого кільця?
12. Для чого і у яких двигунах поршневий палець установлюється в поршні з осьовим зсувом.
13. Призначення газорозподільного механізму.

14. Що називається фазами газорозподілу, від чого вони залежать?
15. З якою метою клапани відкриваються з випередженням і закриваються з запізненням?
16. Для чого встановлюються зазори в газорозподільному механізмі?
17. Які клапани, впускні або випускні, мають більший діаметр тарілки і чому?
18. Основні несправності газорозподільного механізму.
19. Для чого потрібний штовхач?
20. Типи штовхачів, що застосовуються в двигунах внутрішнього згоряння?
21. Для чого потрібні клапанні пружини? Чому вони здвоєні?
22. Призначення розподільного вала. Спосіб фіксації в осьовому напрямку.
23. Яке відношення числа обертів колінчастого вала до числа обертів розподільного вала?
24. Призначення коромисел у газорозподільному механізмі.
25. Ознаки і наслідки збільшення зазорів у приводі клапанів.
26. Чому в колінчастих валах роблять шатунні шейки порожніми?
27. Які гільзи називають сухими, які мокрими?
28. Конструкція масляного насоса.
29. У чому полягає принцип комбінованого змащення вузлів двигуна?
30. Конструкція рідинного насоса.

# РОЗДІЛ III
# ТРАНСМІСІЯ, ХОДОВІ ЧАСТИНИ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Трансмісія є складовою частиною шасі. Шасі – це остів машини разом з ходовою частиною, трансмісією й механізмами керування.

**Трансмісія** – це сукупність агрегатів і механізмів, які передають крутний момент двигуна ведучим колесам, змінюючи як його чисельне значення, так і напрямок.

Трансмісія призначена для передачі енергії від двигуна до рушія трактора і автомобіля, а також до активних робочих органів, агрегатованих з трактором сільськогосподарських машин.

Крім перерахованих функцій трансмісія повинна забезпечити можливість часткового або повного відокремлення рушія від двигуна, а також їхнього плавного з'єднання.

## 3.1. Конструкції трансмісій

Механічна трансмісія (рис. 3.1) складається тільки з механічних передач. Джерело енергії – двигун 1, від якого через зчеплення 2, коробку передач 3 і карданну передачу 7 вона надходить до роздавальної коробки 4 і далі – до переднього 6 і заднього 5 мостів з ведучими колесами 8.

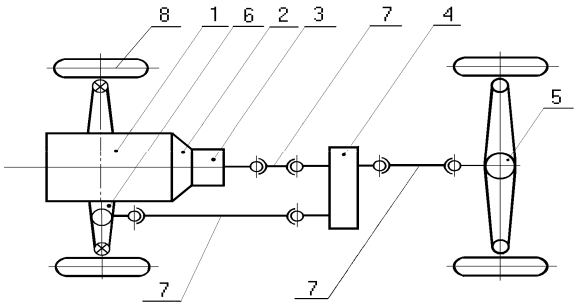



**Рис. 3.1. Схема механічної трансмісії автомобіля:**
1 – двигун; 2 – зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – роздавальна коробка; 5 – задній міст із диференціалом; 6 – передній міст; 7 – карданні передачі; 8 – ведучі колеса

На тракторах і автомобілях цей вид трансмісії найпоширеніший. Переваги механічної трансмісії – високе значення коефіцієнта корисної дії (к.к.д.), недоліки – ступінчасте регулювання.

Як елементи механічної трансмісії, що трансформують крутний момент і швидкість, використовують шестеренні передачі.

Гідромеханічна трансмісія містить механічну і гідравлічну передачі. Цей вид трансмісії з'явився після механічної і також одержав поширення. Її перевага – частково безступінчасте регулювання і зниження динамічних навантажень на несталих режимах роботи. Гідромеханічна трансмісія, однак, складніша механічної і уступає їй за значенням к.к.д. За малих і середніх потужностей вона застосовується, здебільшого, для підвищення довговічності двигуна і механічної частини трансмісії, а також прохідності (на автомобілях – також і комфортабельності). За високих потужностей (до 27...550 кВт) її застосування зумовлене доцільністю заміни ступінчастої трансмісії безступінчастою.

Гідрооб'ємна трансмісія (рис. 3.2) складається з гідрооб'ємних перетворювачів: насоса 2, розміщеного на двигуні 1, і гідромоторів 4, розташованих у ведучих колесах 5.

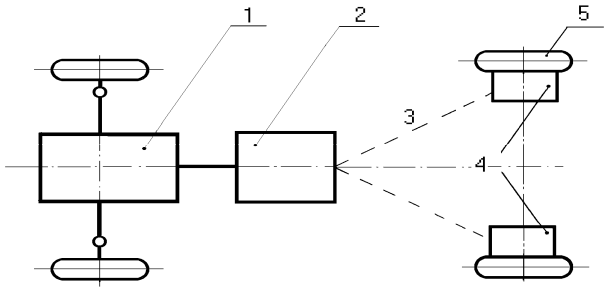



**Рис. 3.2. Схема гідрооб'ємної трансмісії трактора:**
1 – двигун; 2 – гідронасос; 3 – трубопроводи; 4 – гідромотори; 5 – ведучі колеса

Гідростатичний напір рідини, створюваний насосом, реалізується у вигляді крутного моменту на валах гідромоторів. Ведучі колеса з гідромоторами, встановлені в них, називаються гідромоторами-колесами. У разі застосування швидкохідних гідромоторів у ведучих колесах використовують зубчасті знижувальні передачі – колісні редуктори. Позитивні якості цього виду трансмісії – дистанційність передачі енергії і безступінчастість регулювання. Досвід

створення і застосування гідрооб'ємної трансмісії на автомобілях і тракторах ще досить малий. Гідрооб'ємний привод застосовується в першу чергу для передачі енергії від трактора активним робочим органам, що агрегатуються.

### 3.2. Зчеплення

**Зчеплення** тракторів і автомобілів служить для короткочасного роз'єднання двигуна і трансмісії, плавного з'єднання їх, а також для запобігання надмірним перевантаженням, що виникають внаслідок коливального процесу в машинному агрегаті.

Зчеплення встановлюють між двигуном і коробкою передач. Плавне з'єднання двигуна й трансмісії необхідно для того, щоб під час перемикання передач, тобто зміни передатного числа, двигун не заглух, а також для перемикання без ривків, особливо під час рушання машини з місця. Зчеплення можуть бути фрикційними, гідродинамічними або електромагнітними.

Фрикційні муфти зчеплення класифікують за такими ознаками:

- за способом включення: постійно-замкнуті та непостійно-замкнуті;
- за типом натискного механізму: пружинні (з периферійним розташуванням декількох циліндричних пружин; з центральним розташуванням однієї циліндричної, конічної або тарілчастої пружини), важільні;
- за кількістю ведених дисків: одно-, дво-, багатодискові;
- за видом тертя дисків: сухого тертя й працюючі в мастилі;
- за кількістю переданих потоків потужності: однопотокові та двопотокові передачі (крутний момент передається не тільки коробці передач, але й механізму відбору потужності).

На вітчизняних тракторах і автомобілях найбільше поширення одержало фрикційне зчеплення, у якому крутний момент від ведучих деталей передається до ведених через поверхні тертя дисків.

Фрикційне зчеплення (рис. 3.3) складається з деталей: ведучих (упорного диска 1, натискного диска 3 і кожуха 5); ведених (диска із фрикційними накладками 2, вала зчеплення 8, а в автомобілів – первинного вала коробки передач); натискного пристрою (натискних пружин 4, механізму вимикання муфти з підшипником 7).

Крім того, для керування зчепленням служить привод керування, у який входить педаль 11, зв'язана системою передавальних механізмів 9 і 10 з вилкою муфти вимикання.

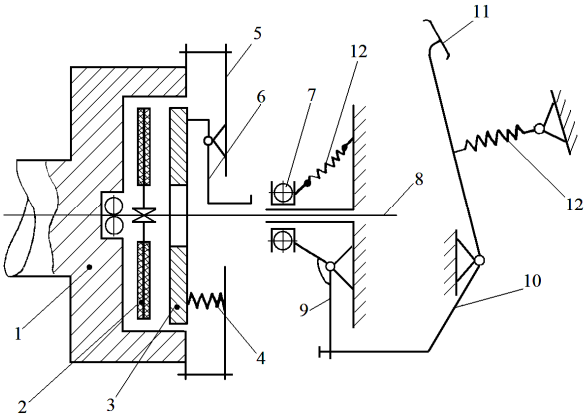



Рис. 3.3. Схема однодискового фрикційного зчеплення:
1 – упорний диск маховика; 2 – ведений диск; 3 – натискний диск; 4 – натискні пружини; 5 – кожух зчеплення; 6 – відтискні важелі; 7 – натискний підшипник; 8 – вал зчеплення; 9 – відводка; 10 – тяга; 11 – педаль; 12 – відтяжна пружина

Пружини притискають натискний диск і диск зчеплення до маховика і виникаючі сили тертя передають крутний момент від маховика через диск зчеплення на первинний вал коробки передач. При стиску пружин зчеплення відключається.

Крутний момент, переданий дисковим зчепленням визначається за формулою:

$$M_{дв} \cong 4 \cdot \mu \cdot P_0 \cdot i \cdot D_{сц}, \qquad (3.1)$$

де $\mu$ – коефіцієнт тертя; нормальний коефіцієнт тертя $\mu$ = 0,3, але в разі замаслювання диска його величина може зменшитися до 0,1...0,05;

$P_0$ – тиск натискного диска обмежується міцністю фрикційних матеріалів ($P_0$ = 0,15...0,25МПа); залежить від пружності пружин;

$i$ – кількість пар тертя;

$D_{сц}$ – зовнішній діаметр диска, м.

Чим потужніший двигун, тим більшими мають бути $D_{сц}$ та $i$.

Переданий момент може знизитися в разі зменшення тиску натискного диска й особливо коефіцієнта тертя. Отже, для забезпечення надійного зчеплення необхідно реалізувати заходи, що забезпечують притиснення дисків, високий коефіцієнт тертя і його стабільність.

### 3.3. Коробки передач

**Коробка передач** необхідна для зміни передатного числа трансмісії щоб трактор (автомобіль) зміг розвивати силу тяги і швидкість, які відповідають різним умовам роботи. В автомобільних двигунах зі зменшенням частоти обертання колінчастого вала крутний момент незначно зростає, досягає максимального значення і за подальшого зниження частоти обертання також зменшується. Крім того, коробку передач використовують для руху заднім ходом і для зупинки з працюючим двигуном.

За способом перетворення крутного моменту, переданого через трансмісію, коробки передач поділяють на: механічні, гідравлічні та електричні.

За характером зміни передатного числа коробки передач є ступінчасті та безступінчасті.

За методом перемикання передач коробки є із розривом потоку потужності та без розриву потоку потужності (перемикання передач на ходу). Найбільше поширення одержали механічні шестерні ступінчастих коробок передач.

Ступінчасті коробки передач підрозділяють за числом передач (ступенів), способом зачеплення шестерень, числом основних валів та їхнім розташуванням, за кількістю елементів, що пересувають, (дво- ,три- , чотириходові).

*Двовальні коробки передач*. У цих коробках передач енергія передається через пару шестерень від первинного вала до вторинного вала (виключення становлять передачі заднього ходу). Використовуються в передньоприводних автомобілях.

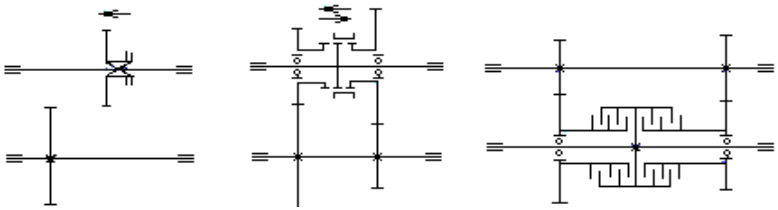
*Тривальні коробки передач*. Характеризуються наявністю трьох основних валів (первинного, вторинного і проміжного). Вторинний вал може розташовуватися як співвісно з первинним валом, так і паралельно йому.

*Складені коробки передач*. Застосовують за необхідності одержання великої кількості передач. Ці конструкції є комбінацією із двох послідовно розташованих коробок, які монтуються або в загальному картері або в окремому.

Класифікація здійснюється також за типом зубчастих передач – з нерухомими осями валів і планетарні; за конструктивним оформленням – в окремому знімному і у загальному корпусі з іншими механізмами, за призначенням – основна, роздавальна, знижувальний або підвищувальний редуктор, ходозменшувач.

За способом зачеплення шестерень коробки передач можуть бути з ковзними шестернями постійного зачеплення, до того ж в автомобільних вальних коробках передач використовують шестерні

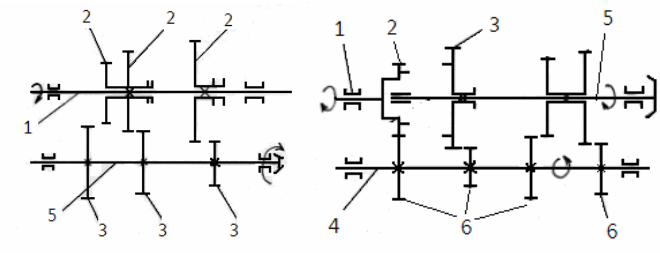
постійного зачеплення (за винятком шестерні першої передачі та заднього ходу). Для перемикання передач використовують зубчасті муфти, ковзані шестерні, синхронізатори, гідропідтискні муфти. В автомобільних коробках із шестернями постійного зачеплення передачі перемикаються за допомогою зубчастих муфт, обладнаних синхронізувальними пристроями. Синхронізатори призначені для вирівнювання кутових швидкостей зубчастого колеса за рахунок тертя поверхонь зубчастих коліс і блокувальних кілець. У них використовуються шестерні постійного зачеплення, вільно посаджені на первинному або вторинному валу, кожна з яких може з'єднуватися з валом через багатодискову фрикційну муфту. Різні способи перемикання показані на рис. 3.4.



а б в

**Рис. 3.4. Схема перемикання передач різними способами:**
а – перемикання за допомогою ковзної шестірні; б – перемикання зубчастою муфтою; в – перемикання фрикційною муфтою

Напрям руху трактора змінюють шляхом послідовного включення в силовий ланцюг додаткової шестірні, що має напрямок обертання вторинного вала коробки передач. Приклади кінематичних схем коробка передач наведено на рис. 3.5.




а б

**Рис. 3.5. Кінематична схема:**
а – найпростіша двовальна триступінчаста коробка передач; б – тривальна чотириступінчаста коробка передач з прямою передачею: 1 – первинний вал; 2 – шестірня первинного вала; 3 – шестерні вторинного вала; 4 – проміжний вал; 5 – вторинний вал; 6 – шестерні проміжного вала

Механізм керування коробки передач, впливаючи на пересувні елементи (каретки, обойми зубчастих муфт, натискні муфти), має вмикати тільки одну передачу.

При цьому всі інші передачі мають бути неодмінно вимкнені та встановлені в нейтральному положенні. Щоб виключити самовимикання, положення рухливих елементів включеної передачі має бути надійно зафіксованим. На багатьох тракторах механізм перемикання передач зблокований з механізмом керування муфтою зчеплення, що виключає можливість включення передач у разі не до кінця вимкненої муфти зчеплення.

Приводи керування механічними коробками передач є механічні, з керуючими елементами і автоматичні. Механічний привід здійснюється за допомогою важеля. Приводи з керуючими елементами – спеціальні пристрої з гідро- або електроприводом. Автоматичний привід забезпечує перемикання передач без участі водія залежно від завантаження двигуна і швидкості руху. Самовільне включення або вимикання передач попереджають фіксатори, які закріплюють валики, на яких установлені вилки перемикання у включеному або виключеному положенні. Одночасне включення двох передач запобігається кулісами, установкою між валиками або повзунами нерухомих пластин, а також установкою між ними штифтів.

Щоб уникнути поломки зубів під час включення передач за ввімкненої або не до кінця вимкнутої муфти зчеплення, більшість тракторних коробок передач має блокувальний механізм, що управляє фіксаторами.

Для безударного ввімкнення зубчастих муфт і скорочення часу перемикання застосовуються синхронізатори. Синхронізатор зрівнює (за допомогою поверхні тертя) швидкості з'єднання деталей, не дозволяючи (за допомогою пристрою, що блокує) зубам двох частин зубчастої муфти ввійти в зіткнення доти, поки частоти обертання деталей, що з'єднують, не стануть рівними, після чого включається зубчаста муфта. У механізмах перемикання східчастих коробок передач застосовують допоміжний пристрій: фіксатори ввімкненого або вимкнутого положення, що усуває можливість самовільного вимикання або ввімкнення передач під час руху автомобіля. Щоб одержати безперервну зміну передатного відношення в широких межах, ступінчасті коробки застосовують разом з гідротрансформаторами. Це поліпшує тягові якості машин.

Кількість передач у тракторних коробках коливається від 5 до 24, що забезпечує зміну швидкості руху від 0,1 до 35 км/год. Така кількість передач зумовлена більшою розмаїтістю умов роботи і виконуваних технологічних процесів.

Автомобільні коробки, зазвичай, мають від 4 до 10 передач, внаслідок більше вузькоцільового їхнього призначення.

Передачі тракторів можна розділити на три групи:

- основні передачі використаються під час обробітку грунту і збирання основних сільськогосподарських культур та забезпечують швидкості руху 5…15 км/год, їх кількість 4-7;
- транспортні передачі використовують для переїздів, транспортування, їх кількість у колісних тракторів – 3-4, у гусеничних – 1-2;
- уповільнені передачі (близько 0,1 км/год) використовуються під час роботи з розсадосадильними, меліоративними та іншими машинами, їх кількість 2-4.

Коробки передач тракторів і автомобілів в експлуатації повинні відповідати таким вимогам:

- високий коефіцієнт корисної дії на передачах переднього ходу;
- безшумність у роботі;
- роботоздатність у широкому діапазоні зовнішніх температур (від 40 до $60^0$С);
- надійна фіксація ввімкненої передачі від самовимикання;
- неможливість одночасного вмикання двох передач;
- компактність;
- довговічність (до капітального ремонту) тракторних коробок 8000…10000 мотогодин, автомобільних – 300000…400000 км пробігу;
- зручність і простота технічного обслуговування;
- раціональний вибір передатних чисел на окремих передачах, що забезпечує більш повне використання потужності двигуна машини під час роботи в різних умовах.

### 3.4. Розподільні коробки

Крім основної коробки передач у трансмісії можуть установлюватися додаткові та розподільні коробки.

**Розподільні коробки** служать для розподілу крутного моменту між ведучими мостами і можуть бути виготовлені за двома схемами:

- розподільні коробки з блокованим приводом;
- розподільні коробки з диференціальним приводом.

У найпростішої розподільної коробки (рис. 3.6) із блокованим приводом крутний момент від коробки передач підводиться до ведучого вала 1. Вал 5 постійно з'єднаний з головною передачею ведучого заднього мосту автомобіля. Під час руху на повороті передні керовані колеса проходять більший шлях і мають обертатися шви-

дше, ніж задні некеровані. Тому за жорсткого з'єднання валів 5 і 8, за так званого блокованого приводу, неминуче проковзування коліс відносно дороги, внаслідок чого зростає витрата палива і відбувається перевантаження деталей трансмісії. Для усунення цих шкідливих явищ передній міст вимикають під час руху на дорогах з твердим покриттям і вмикають тільки на важких ділянках дороги.

Усунути перераховані негативні явища можна шляхом застосування у розподільній коробці міжосьового диференціала (рис. 3.6бв). Він дозволяє валам 5 і 8 обертатися з неоднаковими частотами. Розподіл крутного моменту між валами 5 і 8 буде завжди однаковим – 1:1 для симетричного диференціала 9 (рис. 3.6б), а у несиметричного диференціала 10 (рис. 3.6, в) більший момент буде підводитися до вала 5. Для підвищення прохідності автомобіля міжосьові диференціали іноді виготовляють з примусовим блокуванням або з самоблокуванням.

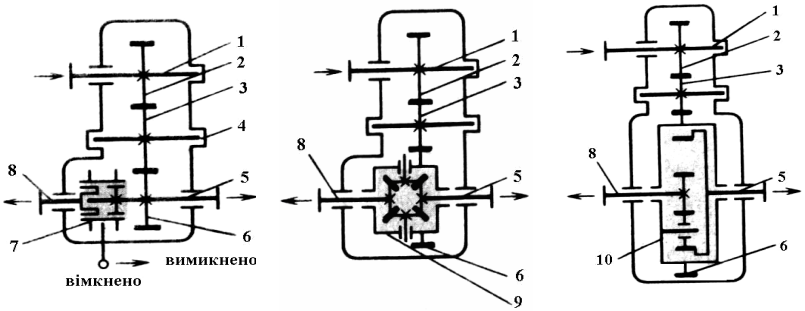



**Рис. 3.6. Схеми розподільних коробок:**
а – з блокованим приводом; б, в – з диференційним приводом; 1 – ведучий вал; 2, 3, 6 – шестерні постійного зачеплення; 4 – проміжний вал; 5 – вал приводу заднього моста; 7 – привід переднього моста; 8 – вал приводу переднього моста; 9 – симетричний диференціал; 10 – несиметричний диференціал

У такий спосіб розподільна коробка може також виконувати функції додаткової коробки передач, диференціала, а якщо передатне число її вищої передачі більше одиниці, то й головної передачі.

За блокованого приводу всі вихідні (ведені) вали мають однакову кутову швидкість. У розподільних коробках з диференціальним приводом крутний момент передається від провідного вала до ведених валів через диференціал. Вихідні вали цих коробок можуть обертатися із різними кутовими швидкостями.

## 3.5. Проміжні з’єднання і карданні передачі

**Карданні передачі** служать для передавання крутного моменту між валами, осі яких не лежать на одній прямій або перебувають під деяким кутом один до одного або кут між якими безупинно міняється.

Карданні передачі або проміжні з'єднання встановлюються для передачі крутного моменту між:

- муфтою зчеплення і коробкою передач;
- коробкою передач і заднім мостом;
- коробкою передач і роздавальною коробкою;
- роздавальною коробкою і привідними мостами.

У загальному випадку карданна передача складається з карданних шарнірів 1, 4, 6 (рис. 3.7), карданних валів 2 і 5, проміжної опори 3 і компенсуючого з'єднання 7.

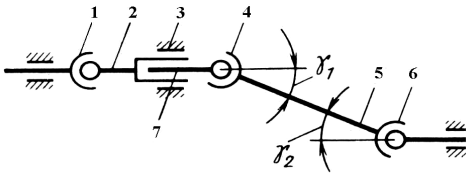



**Рис. 3.7. Загальна схема карданної передачі:**
1, 4, 6 – карданні шарніри; 2, 5 – карданні вали; 3 – проміжна опора; 7 – компенсуюче з'єднання

Карданна передача має забезпечити максимальну рівномірність обертання з'єднувальних валів, відсутність вібрації, мінімальні втрати на тертя і зношування, легкість монтажу і демонтажу, можливість осьового переміщення.

**Класифікація карданних передач**. За величиною допустимого нахилу карданного вала розрізняють кардани повні і напівкардани (рис. 3.8). Повні кардани допускають нахил вала до 20...25°, а деякі їхні конструкції до 40...45°. Напівкардани можуть передавати обертання за незначного нахилу вала, вимірюваного декількома градусами.

За конструктивною ознакою напівкардани (проміжні з'єднання) поділяють на жорсткі та пружні. У жорсткому напівкардані необхідний кут (γ=2°) виходить за рахунок зазорів між деталями, а в пружному – за рахунок деформації деталей кардана (γ=6…8°). Проміжне з'єднання має одну сполучну муфту або складається з вала і двох сполучних муфт. Пружна сполучна муфта складається із двох

вилок, зв'язаних одна з одною через сполучні елементи. Пружні сполучні муфти зм'якшують удари і гасять вібрацію.

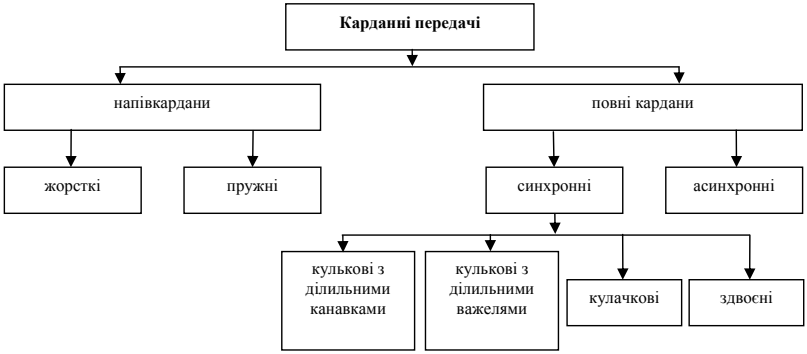



**Рис. 3.8. Класифікація карданних передач**

Повні кардани за кінематичною ознакою поділяють на кардани нерівних (асинхронні (рис. 3.9) і рівних (синхронні) кутових швидкостей.

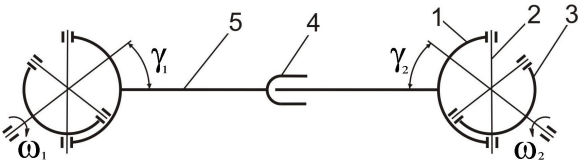



**Рис. 3.9. Схема асинхронної передачі:**
1,3 – вилки, 2 – хрестовина, 4 – шліцьове з'єднання, 5 – карданний вал

Синхронні кардани за конструкцією поділяють на кулькові з ділильними канавками ($\gamma$=32°), кулькові з ділильними важелями ($\gamma$=35°), кулачків і подвійні (складається із двох компактно розміщених в одному картері асинхронних карданів з центруючими пристроями, $\gamma$=40º).

### 3.6. Ведучі мости

**Мостом** називають вузол трактора чи автомобіля, що з'єднує колеса однієї осі між собою і через підвіску – з несівною системою. Міст сприймає від коліс сили і моменти, що виникають у результаті взаємодії коліс з дорогою, і передає їх підресореній частині.

Функціонально мости поділяють на ведучі, керовані та підтримувальні.

Ведучі мости призначені для передачі крутного моменту від вторинного вала коробки передач до рушія трактора чи автомобіля, а також для збільшення передатного числа трансмісії.

Керовані мости служать для керування напрямком руху колісного трактора чи автомобіля, а керовані ведучі мости також і для передавання крутного моменту від коробки передач до ведучих керованих коліс.

Підтримувальні мости використовують як задні чи проміжні з метою підвищення вантажність автомобіля. Мости мають задовольняти такі вимоги:

- забезпечувати передатні числа, що відповідають оптимальним тяговим властивостям і паливній економічності трактора чи автомобіля;
- мати низький рівень шуму;
- не створювати коливань кутової швидкості в трансмісії;
- мати невеликі габаритні розміри для здійснення простого компонування і забезпечення належного дорожнього просвіту;
- керовані мости мають забезпечувати стабілізацію і розвал керованих коліс.

В автомобілях підвищеної прохідності, а також у тракторах з усіма ведучими колесами передній міст комбінований, тобто водночас є ведучим і керованим.

**Типові схеми мостів. Принцип роботи.** Ведучі мости колісних тракторів і автомобілів (рис. 3.10) складаються з головної передачі 4, диференціала 5, валів ведучих коліс 1 і кінцевих передач 2.

У гусеничному тракторі замість диференціала встановлено механізм повороту.

Головна передача призначена для зміни напрямку передачі силового потоку з поздовжнього на поперечний (пари конічних шестерень), зниження частоти обертання і підвищення крутного моменту (знижувальна шестеренна передача).

Головну передачу з однією парою зубчастих коліс називають одинарною, з двома парами – подвійною.

Одинарну головну передачу (рис. 3.11), що складається з пари зубчастих коліс, які знаходяться в постійному зачепленні, застосовують переважно на легкових автомобілях, тракторах і вантажних автомобілях малої та середньої вантажності.

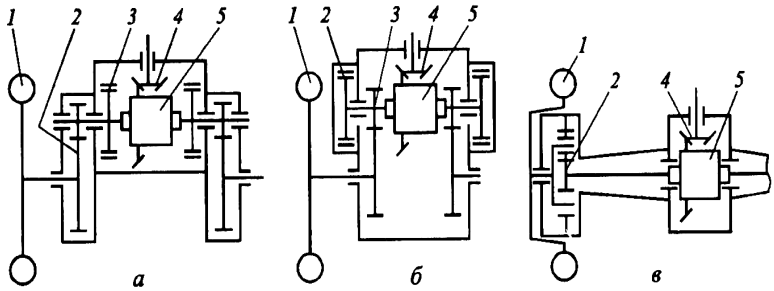



**Рис. 3.10. Кінематичні схеми задніх ведучих мостів колісних тракторів:**
а – рознесена; б – суміщена; в – планетарна; 1 – ведуче колесо; 2 – кінцева передача; 3 – гальмо; 4 – головна передача; 5 – міжколісний диференціал

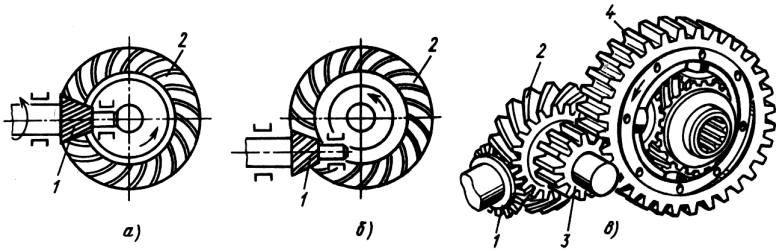



**Рис 3.11. Головні передачі:**
а – конічна зі спіральними зубчастими колесами; б – гіпоїдна; в – подвійна; 1 – 4 – відповідні ведуче і ведене конічні (1, 2) та циліндрічні (3, 4) зубчасті колеса

В одинарних головних передачах ведуча шестерня з'єднана з карданною передачею, а ведене колесо – з коробкою диференціала і через диференціал – з півосями. Одинарна головна передача буває зі звичайними конічними (рис.3.11а) і гіпоїдними (рис. 3.11б) зубчастими колесами. У гіпоїдній передачі вісь ведучої конічної шестерні зміщена вниз відносно осі веденої. Така передача працює надійніше, плавніше і безшумніше, ніж передача зі звичайними конічними зубчастими колесами зі спіральними зубами, але внаслідок підвищеного проковзування зубів для її змащування слід використовувати особливо якісну оливу з протизадирною присадкою.

Подвійні головні передачі встановлюють на автомобілях великої і на деяких автомобілях середньої вантажності, для яких потрібно мати підвищене передатне число трансмісії. У подвійній передачі (рис. 3.11в) крутний момент збільшується послідовно двома

парами зубчастих коліс, одна з яких – конічна, інша – циліндрична. Загальне передатне число подвійної передачі дорівнює добутку передатних чисел складових пар.

Диференціал забезпечує розподіл крутного моменту між ведучими колесами. Це дає їм змогу обертатися з різними частотами, що потрібно під час руху за криволінійною траєкторією і нерівним шляхом, коли праве і ліве ведучі колеса за однаковий проміжок часу проходять різні відстані та за різних зношень протекторів і тиску в шинах коліс однієї ведучої осі.

Під час повороту колісного трактора чи автомобіля (рис. 3.12) внутрішнє колесо проходить коротший шлях, ніж зовнішнє.

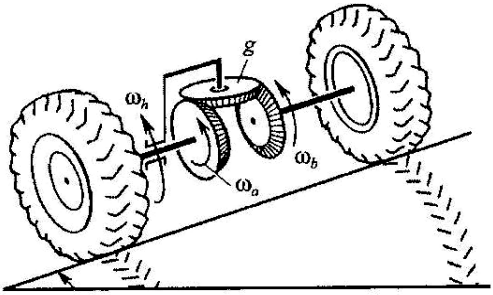



**Рис. 3.12. Схема повороту заднього моста колісного трактора чи автомобіля**

У цьому разі зовнішнє колесо має обертатися швидше за внутрішнє, тобто $\omega_b > \omega_a$, де $\omega_b$ і $\omega_a$ – кутові швидкості правої і лівої півосей. За такої схеми повороту шестерні півосей утворюють із сателітом g шестеренний редуктор – диференціал із приводом від водила, що обертається з кутовою швидкістю $\omega_h$. Під час руху трактора або автомобіля прямолінійно на рівному шляху шестерні півосей обертаються з такою самою кутовою швидкістю, як і водило. На повороті чим швидше обертається одне колесо, тим повільніше обертається друге. У разі зупинки одного з коліс друге обертається вдвічі швидше, ніж водило. Якщо момент опору руху на одному колесі виявляється більшим, ніж на другому, то перше колесо зупиняється й обертається тільки друге колесо. Внаслідок цього істотно знижуються тягові властивості та прохідність тракторів чи автомобілів.

Щоб запобігти цьому, диференціал блокують, тобто примусово з'єднують будь-які дві рухомі ланки (найчастіше півосі або піввісь і корпус диференціала), після чого диференціал обертається як одне ціле з півосями незалежно від моментів опору руху на колесах.

Ведучі колеса одного моста також можуть проходити різний шлях під час руху нерівною дорогою, коли одне колесо котиться на рівній ділянці шляху, а друге перекочується через горбик чи ямку і відповідно проходить більшу відстань. Аналогічне явище спостерігається, коли ведучі колеса мають неоднакові діаметри, що цілком можливо за нерівномірного розподілу навантаження в кузові автомобіля, неоднакового зношення шин або різного внутрішнього тиску в шинах.

Щоб забезпечити різну частоту обертання ведучих коліс, їх кріплять не на одному спільному валу, а на двох півосях, з'єднаних між собою міжколісним диференціалом, що підводить до півосей крутний момент від головної передачі. Міжколісний диференціал буває симетричним або несиметричним і відповідно розподіляє крутний момент між півосями порівну або непорівну. На автомобілях і тракторах, зазвичай, застосовують міжколісні симетричні диференціали (рис. 3.13).

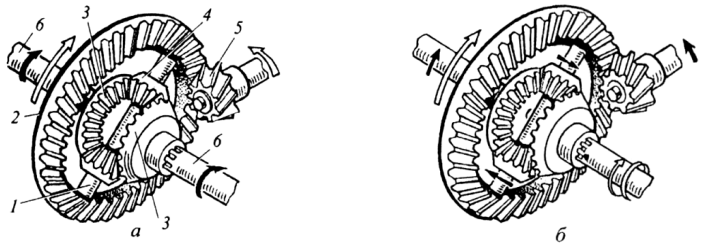



**Рис. 3.13. Робота диференціала під час прямолінійного руху (а) та повороту (б) трактора:**

1 – вісь сателіта; 2, 5 – відповідно ведена і ведуча шестерні головної передачі; 3 – шестерні півосі; 4 – сателіт; 6 – піввісь.

Під час руху трактора чи автомобіля на рівному шляху прямолінійно (рис. 3.13а) обидва ведучих колеса зазнають однакового опору коченню і проходять однакові відстані. Тому сателіти 4, обертаючись разом із хрестовиною і корпусом диференціала, надають шестерням 3 півосей 6 однакової частоти обертання і не повертаються відносно власних осей. При цьому сателіти начебто заклинюють півосьові шестерні, тобто з'єднують праву і ліву півосі.

У разі повороту трактора чи автомобіля (рис. 3.13б) піввісь і півосьова шестерня, що зв'язані з внутрішнім колесом, обертатимуться повільніше. При цьому шестерні-сателіти 4, обертаючись на осях 1, перекочуються на шестерні 3 півосі, яка сповільнила обертання, що спричинює підвищення швидкості обертання шестерні іншої півосі. Отже, ведучі колеса трактора чи автомобіля під час

повороту можуть проходити за один і той самий час різні шляхи без юза і пробуксовування.

Диференціали легкових автомобілів, зазвичай, мають два сателіти, а тракторів і вантажних автомобілів – чотири (рис. 3.14).

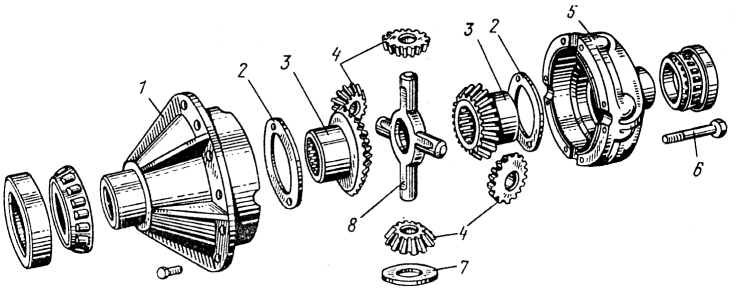



**Рис. 3.14. Деталі диференціала:**
1, 5 – чашки диференціала; 2, 7 – шайби; 3 – півосьові зубчасті колеса; 4 – сателіти; 6 – болти кріплення чашок диференціала; 8 – хрестовина

У цьому диференціалі дві чашки 1 і 5 стягнуті болтами 6. На коробці диференціала закріплене ведене колесо головної передачі, що приводить коробку в обертання. Між чашками диференціала встановлена хрестовина 8, на шипах якої вільно посаджені з можливістю обертання прямозубі конічні зубчасті колеса, так звані сателіти 4, що знаходяться в зачепленні з двома конічними півосьовими зубчастими колесами 3. Останні внутрішніми шліцами з'єднані зі шліцьовими кінцями півосей, що вільно проходять крізь отвори в коробці диференціала. На зовнішніх кінцях півосей установлені ведучі колеса. Для зменшення тертя під торцеві поверхні сателітів і півосьових зубчастих коліс підкладені шайби 2 і 7.

На тракторах і автомобілях диференціал блокується зубчастими або кулачковими (рис. 3.15) муфтами чи автоматично фрикційними муфтами (муфтами тертя, рис.3.16.).

За цієї схеми блокування диференціала за однакових опорів коченню і частот обертання коліс трактора сателіти 2 не обертаються на осях 3 і крутний момент рівномірно розподіляється між шестернями 7. За різного опору коченню коліс сателіти починають обертатися на осях. У зубчастому зчепленні виникають осьові сили, внаслідок чого плаваючі осі 3 зміщуються в напрямі пакетів ведучих і ведених дисків.

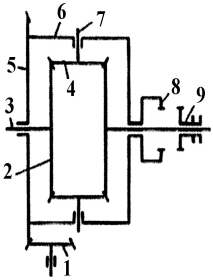



**Рис. 3.15. Схема диференціала з блокуванням зубчастою муфтою:**
1 – ведуча шестірня головної передачі; 2 – конічні півосьові шестерні; 3 – півосі; 4 – сателіти; 5 – ведена шестірня головної передачі; 6 – корпус диференціала; 7 – вісь сателіта; 8, 9 – зубчаста муфта блокування

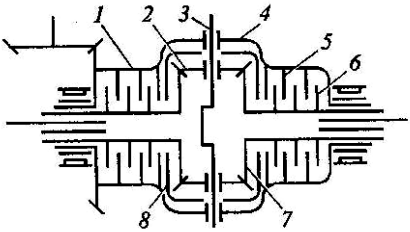



**Рис. 3.16. Схема диференціала, що самоблокується дисками тертя:**
1, 4 – корпус; 2 – сателіт; 3 – вісь; 5, 6 – ведені та ведучі диски; 7 – конічні півосьові шестірні; 8 – натискні чашечки

Зусилля передається бічними поверхнями півосьових шестерень через чашки 8 на фрикційні диски 5 і 6, між якими виникає сила тертя. В результаті крутний момент збільшується для шестірні (півосі), що відстає, і зменшується для тієї, що забігає. Так конічні шестірні за рахунок сил тертя з'єднуються з корпусом диференціала. Сила блокування пропорційна різниці опору коченню ведучих коліс.

Кінцева передача призначена для збільшення загального передатного числа трансмісії і забезпечення потрібного дорожнього просвіту (кліренсу).

Кінцеві передачі передають крутний момент від півосей до ведучих коліс трактора чи автомобіля і для розвантаження елементів трансмісії мають велике передатне число (рис. 3.17).

У планетарній кінцевій передачі крутний момент від головної передачі (конічних півосьових шестерень диференціала) передається на півосі 1, що підводять момент до ведучих (сонячних) шесте-

рень 2 кінцевої передачі. Від сонячної шестірні обертання передається на три сателіти 3, що обертаються на осях 4 в бік, протилежний напрямі обертання сонячної шестірні. Від сателітів крутний момент передається на ведену (епіциклічну) шестірню 6, але оскільки вона через перехідну маточину 7 з'єднана з рукавом ведучого моста, то не обертається. Сателіти 3 через осі 4 обертають водило, приєднане до маточини колеса.

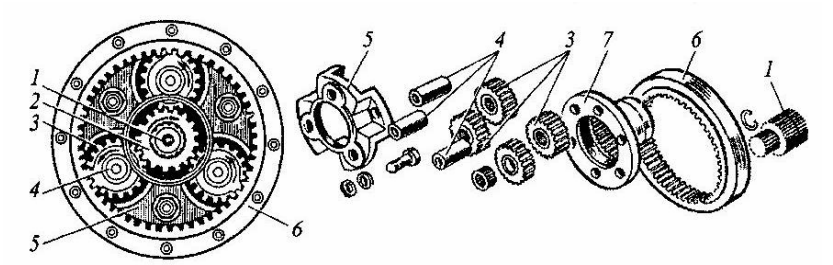



**Рис. 3.17. Кінцева передача планетарного типу:**
1 – піввісь; 2 – ведуча (сонячна) шестірня; 3 – сателіти; 4 – осі; 5 – водило; 6 – ведена (епіциклічна) шестірня; 7 – перехідна маточина

Передатне число кінцевої передачі планетарного типу визначається відношенням числа зубців епіциклічної шестерні до числа зубів шестерень кінцевої передачі.

### 3.7. Ведучі мости гусеничних тракторів

Задній міст гусеничного трактора, так само як і колісного, є комплексом механізмів трансмісії, за допомогою яких збільшується крутний момент, що передається від коробки передач до ведучих зірочок і приводить у рух гусеничний рушій, а також здійснюється поворот трактора та його гальмування. Відмінною ознакою заднього моста є наявність у ньому механізмів повороту, принцип дії яких ґрунтується на зміні крутних моментів, що підводяться до ведучих зірочок правого і лівого гусеничного рушія – гусениць трактора, внаслідок чого змінюється швидкість їх перемотування.

Гальма гусеничного трактора як складова частина входять у механізм його повороту. Крім функції гальмування під час руху або стоянки гальма слугують для здійснення крутих поворотів.

Головна передача гусеничного трактора так само, як і головна передача колісного, слугує для збільшення крутного моменту, що передається, а також для зміни напрямку обертання під прямим

кутом. Її встановлюють у середньому відділенні корпусу заднього моста і монтують у вигляді пари конічних шестерень. Конструктивно головні передачі гусеничних і колісних тракторів однакові і до них ставлять ідентичні вимоги.

Механізм повороту призначений для забезпечення руху гусеничного трактора за заданою траєкторією потрібного радіуса регулюванням швидкостей перемотування гусениць.

Поворот машини може бути нерегульованим і регульованим. За нерегульованого повороту одна з гусениць від'єднується від трансмісії, за регульованого – змінюється частота перемотування однієї з гусениць.

Механізми повороту мають забезпечувати:

- плавний і швидкий перехід від прямолінійного руху до криволінійного (найбільшою мірою цій вимозі відповідають безступінчасті передачі);
- мінімальне перевантаження двигуна під час повороту;
- стійкість прямолінійного руху;
- потрібний для повороту момент.

На гусеничних тракторах застосовують механізми повороту з фрикційними муфтами і планетарними механізмами.

Фрикційні муфти повороту. У фрикційному механізмі повороту (рис. 3.18) на поперечному валу 1 заднього моста трактора на бортах установлені багатодискові фрикційні муфти повороту М, що зв'язують вал 1 із ведучими шестернями 7 кінцевої передачі.

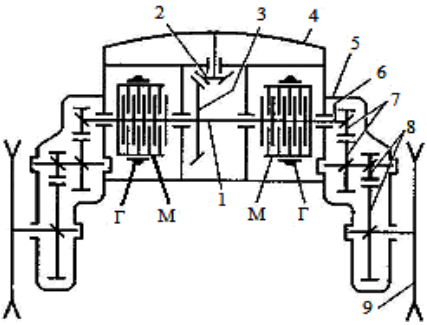
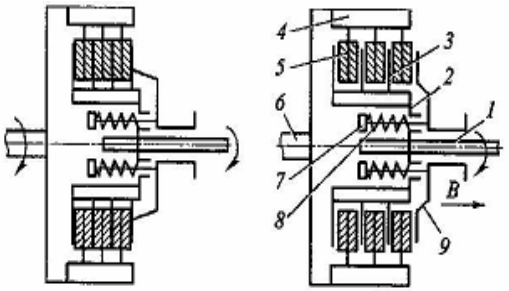



**Рис. 3.18. Кінематична схема заднього моста гусеничного трактора з фрикційним механізмом повороту:**
1 – вал заднього моста; 2, 3 – відповідно ведуча та ведена шестірні головної передачі; 4 – корпус заднього моста; 5-8 – відповідно корпус, ведучій вал, ведучі та ведені шестерні кінцевої передачі; 9 – ведуча зірочка; Г – гальмо; М – муфта повороту

Ведучою частиною фрикційної муфти (рис. 3.19) є вал 1 головної передачі з розміщенням на його шліцах ведучого барабана 2. На зовнішній циліндричній поверхні барабана зроблено подовжні канавки, в яких установлено внутрішніми зубцями тонкі сталеві диски 3.




а б

**Рис. 3.19. Схема фрикційного механізму повороту з увімкненою (а) і вимкненою (б) муфтами:**
1 – ведучий вал; 2 – ведучий барабан; 3 – диск ведучого барабана; 4 – ведений барабан; 5 – диск веденого барабана із зовнішніми зубцями; 6 – ведучий вал кінцевої передачі; 7 – шпилька; 8 – пружина; 9 – натискний диск

Ведена частина муфти – барабан 4, укріплений на ведучому валу 6 кінцевої передачі. На внутрішній поверхні барабана зроблено канавки, у які входять зовнішні зубці дисків 5 з наклепаними фрикційними накладками. Ведучі та ведені диски зібрані через один. На валу 1 установлено натискний диск 9, що обертається разом із валом, але він також може переміщуватись уздовж його осі. В диск 9 угвинчені шпильки 7, що проходять крізь отвори барабана 2. На шпильки встановлено пружини 8, що упираються з одного боку в диск 9, а з іншого – в укріплені на шпильках 7 шайби. Пружини стискають диски 3 і 5 і муфта, знаходячись у замкненому стані, створює необхідний момент тертя. При цьому крутний момент від головної передачі передається правою і лівою муфтами на кінцеві передачі – трактор рухається прямолінійно.

Для повороту трактора потрібно від'єднати відповідну гусеницю від силової передачі, тобто вимкнути одну з муфт повороту. Для вимкнення муфти потрібно перемістити важіль у кабіні трактора. При цьому диск 9 (рис. 3.19б) переміщується в напрямі стрілок В, пружини 8 стискуються додатково, а диски 3 і 5 звільняються

від стискального зусилля, сила тертя між ними зникає і крутний момент на ведений барабан і ведучу зірочку не передається. Водночас друга муфта залишається увімкненою, внаслідок чого трактор повертається навколо вимкненої гусениці. За потреби повороту трактора на місці крім вимкнення однієї з муфт керування (рис. 3.19) вмикають гальмо Г цієї муфти.

Планетарний механізм повороту (рис. 3.20) складається з двох симетрично розміщених однакових планетарних механізмів керування правою і лівою гусеницями.

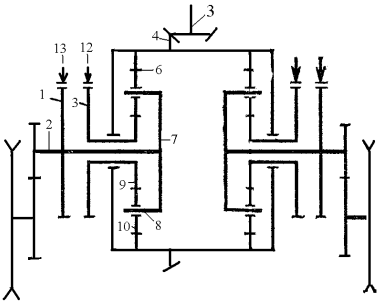



**Рис. 3.20. Кінематична схема планетарного механізму повороту:**
1 – гальмовий шків півосі (водила); 2 – піввісь; 3 – гальмовий шків сонячної шестірні; 4 – ведена шестерня головної передачі; 5 – корпус планетарного механізму; 6 – коронна шестірня; 7 – водило; 8 – вісь сателіта; 9 – сонячна шестірня; 10 – сателіт; 11 – пружина гальмової стрічки; 12, 13 – гальмові стрічки гальма сонячної шестірні та півосі

Планетарний механізм збирають в окремому корпусі 5, до зовнішньої поверхні якого кріплять ведену шестірню 4 головної передачі (рис. 3.21). Усередині корпусу 5 є два зубчасті вінці 6 (коронна шестірня). На осях 8, закріплених на водилі 7, вільно встановлені сателіти 10, які знаходяться в зачепленні з коронною 6 й одночасно із сонячною 9 шестірнями. Маточина шестірні 9 спирається на підшипники, розміщені в перегородці корпусу заднього моста. Виготовлена вона як одне ціле з гальмівним шківом. Водило 7 прикріплене до півосі 2, на якій розміщені гальмівний шків 1 і ведуча шестірня кінцевої передачі.

Керування планетарним механізмом здійснюється за допомогою гальм 12 і 13 сонячної шестірні та півосі (водила), керованих важелем 17 і педаллю 16. За прямолінійного руху трактора педалі 16 і важелі 17 відпущені, при цьому гальмівні шківи 1 півосей 2 вільні, а шківи 3, затягнуті гальмівними стрічками 12 за допомогою пружин 11, разом із сонячними шестірнями перебувають у нерухомому стані. Шестірні 4 головної передачі обертають корпус 5,

який своїми коронними шестернями 6 приводить в обертання сателіти 10, змушуючи їх обкочуватися на нерухомих сонячних шестірнях 9. Водила 7 відштовхуються осями 8 сателітів і передають обертання півосям 2 і далі через кінцеві передачі ведучим зірочкам гусениць. Для повороту трактора в той чи інший бік переміщують важіль 17 «на себе». При цьому гальмівна стрічка 12 відпускає гальмівний шків 3 і сонячна шестірня вивільняється; сателіти 10 починають обертати сонячну шестірню 9 у напрямі, протилежному напряму обертання водила 7.

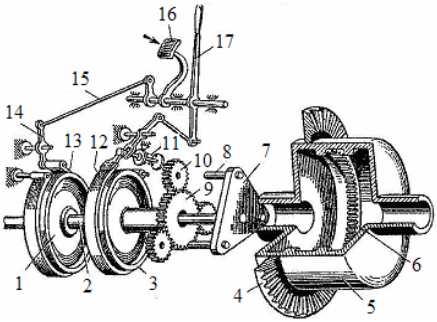



**Рис.3.21. Схема планетарного механізму повороту:**
1 – гальмовий шків півосі (водила); 2 – піввісь; 3 – гальмовий шків сонячної шестірні; 4 – ведена шестірня головної передачі; 5 – корпус планетарного механізму; 6 – коронна шестірня; 7 – водило; 8 – вісь сателіта; 9 – сонячна шестірня; 10 – сателіт; 11 – пружина гальмової стрічки; 12, 13 – гальмові стрічки гальма сонячної шестірні та півосі; 14 – важіль; 15 – тяга; 16 – педаль гальма півосі; 17 – важіль гальма сонячної шестірні

Зусилля на водило 7 не передається і воно від'єднується від трансмісії. Друга гусениця продовжує рухатися і повертає трактор. Для більш крутого повороту після переміщення важеля 17 натискають на педаль 16. При цьому тяга 15, повертаючи важіль 14, затягує гальмівну стрічку 13 на гальмівному шківі 1 і піввісь 2 загальмовується.

### 3.8. Ходова частина

**Ходова частина автомобіля** складається з несучої системи (рамна, напіврамна і безрамна), мостів, підвіски і коліс. Вона є візком, на якій розміщуються всі елементи трактора чи автомобіля. Ходова частина призначена для перетворення крутного моменту, створеного двигуном і збільшеного механізмами силової передачі, в зусилля, яке дає можливість здійснювати поступальний рух автомобіля крім того, ходова частина сприймає вагу автомобіля і забез-

печує необхідне для пересування автомобіля, зчеплення з дорожнім покриттям або ґрунтом.

### 3.8.1. Рушії колісних машин

Колеса автомобіля забезпечують зв'язок і взаємодію автомобіля з дорогою. Залежно від виконуваних функцій колеса розділяються на ті, що ведуть, керовані, комбіновані (що ведуть і керовані) і підтримувальні. Ведучі колеса перетворюють крутний момент двигуна в силу тяги і власний обертальний рух у поступальний рух машини.

Підтримувальні колеса не передають крутний момент, а сприймають тільки вертикальні навантаження від остова. Керовані колеса виконують функції підтримувальних і забезпечують поворот коліс для маневрування автомобіля.

Автомобільне колесо в зборі складається з пневматичної шини, обода, диска і маточини з підшипниками. Диск або маточина можуть бути відсутніми.

Найважливіший елемент – пневматична шина – забезпечує згладжувальну дію нерівностей дороги на автомобіль, спільно з підвіскою пом'якшує і поглинає поштовхи і удари з боку дороги, зменшує опір руху автомобіля з боку дороги, забезпечує добре зчеплення з дорогою, знижує рівень шуму і руйнувальну дію колеса на дорогу. Це відбувається за рахунок того, що на відміну від жорсткого колеса, вісь якого копіює профіль дороги, еластична шина в місці контакту деформується. Тому невеликі нерівності спричинюють деформацію шини і не впливають на положення колеса. За значних нерівностей і поштовхів пневматична шина згладжує їх дію.

На легкових автомобілях, зазвичай, застосовують глибокий нерозбірний обід монтажний струмок (поглиблення), борти, похилі посадочні полиці та кільцеві виступи (горб або «хамп»), які попереджують самовільне осьове сповзання бортів шини (рис. 3.22а). Останнє дуже важливе у разі порушення герметизації безкамерної шини. Колеса легкових автомобілів закріплюються за допомогою 3-5 болтів або гайок. Для центрування колеса отвори під болти і гайки виконані у випуклому пружинячому буртіку диска і мають опорну конічну поверхню, що запобігає самовідгвинчуванню гайок або болтів.

Жорсткіші шини вантажних автомобілів не дозволяють вмонтовувати їх на нерозбірний обід. Тому колеса вантажних автомобілів виконують, як правило, з обіддям розбірної конструкції. Обід дискового колеса (рис. 3.22в) вантажного автомобіля складається з

підстави обода, знімного розрізного замково-посадочного кільця 3 і знімного бортового кільця 4. До підстави обода приварюють диск 2.

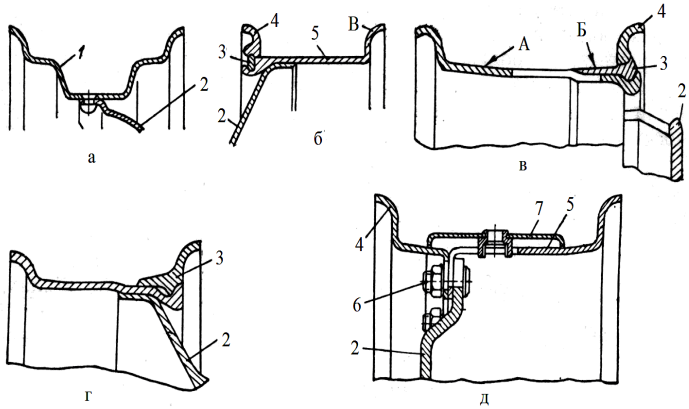



**Рис. 3.22. Типи ободів коліс:**
а – глибокий обід; б – плоский гладкий; в – плоский з конічними полицями і цільним бортовим кільцем; г – з конічними полицями і розрізним бортовим кільцем; д – роз'ємний; 1– глибокий обід; 2 – диск; 3 – замкове кільце; 4 – бортове кільце; 5 – плоский обід; 6 – болт; 7 – кільце розпору

Бездискові колеса мають подовжньо-розбірний обід і відрізняються від описаних вище конструкцій дискових коліс відсутністю диска.

На автомобілях високої прохідності застосовують колеса з роз'ємним фланцевим ободом, що складається з двох частин сполучених болтами 6 і гайками (рис. 3.22д).

Дискові колеса вантажних автомобілів кріплять на шпильки маточини гайками з конічною центруючою поверхнею на фасках кріпильних отворів диска.

Здвоєні колеса кріплять за допомогою звичайних 3 і ковпачкових гайок 2 (футорок) (рис. 3.23а). З лівого боку автомобіля для кріпильних деталей коліс використовується ліве різьблення, що запобігає ослабленню затягування різьбових з'єднань.

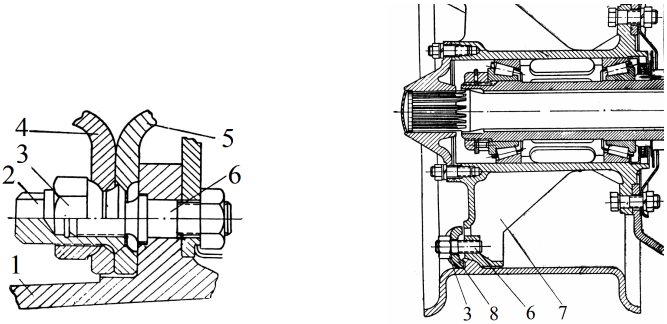
Позначення автомобільних коліс здійснюється таким чином. Наприклад, позначення 6J - 14H2 означає:

6 – ширина обода – 6 дюймів;

J – позначення борту обода, визначає його профіль і розміри;

14 – діаметр обода – 14 дюймів;

H2 – подвійний горб («хамп») – подвійний кільцевий виступ на ободі.




а б

**Рис. 3.23. Кріплення коліс до маточини:**
а – задніх здвоєних коліс; б – знімного цільного бездискового обода; 1 – маточина; 2 – ковпачкова гайка (футорка); 3 – гайка; 4, 5 – диски; 6 – шпилька; 7 – спиця; 8 – притиск

Автошини поділяють за призначенням на шини легкових автомобілів (застосовуються також для вантажних малої вантажності, мікроавтобусах і причепах до них) і шини вантажних автомобілів (застосовуються також на причепах і автобусах). Камерні шини складаються з таких елементів (рис. 3.24): покришки, камери 3 і обідної стрічки 12 (у шинах легкових автомобілів обідна стрічка відсутня). Покришка складається з таких основних елементів: протектора 6, шару (брекера) подушки 5, каркаса 8, боковин 9 і бортів 10 з сердечниками 1.

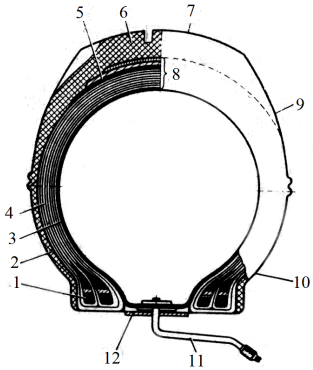



**Рис 3.24. Радіальний розріз шини:**
1 – сердечник; 2 – боковини; 3 – камера; 4, 8 – каркас; 5 – подушка (брекер); 6, 7 – протектор; 9 – боковина; 10 – бортова стрічка; 11 – вентель; 12 – обідна стрічка

Протектор 6 складається з міцної гуми і має рельєфну частину (малюнок) і підканавний шар. Рисунок протектора (дорожній, універсальний, підвищеної прохідності та інші) повинен забезпечувати добре зчеплення шини з дорогою.

Каркас 8 покришки складається з декількох шарів прогумованого корду завтовшки 1…1,5 мм, у радіальних шин зібраних навхрест; шини легкових автомобілів мають 4-6 шарів корду, шину вантажних автомобілів і автобусів 6-14 шарів. У радіальних шинах каркас має радіальне розташування ниток корду, а брекер – колове. Нитки корду є бавовняними, з віскози, синтетичних волокон (нейлон, капрон, перлон) або із сталевого дроту.

Брекер 5 завтовшки 3…7 мм пом'якшує ударні навантаження на каркас 8. У процесі роботи він сильно нагрівається, тому його виготовляють з теплостійких марок корду (віскозний, поліамідний). Боковини 2 оберігають каркас від пошкоджень. Для додання бортам механічної міцності застосовують сталеві дротяні кільця 1. Камери 3 виготовляють у вигляді кільцевої труби з високоміцної газонепроникної гуми з великим (до 40…50%) вмістом натурального або синтетичного каучуку. У камері закріплюється вентиль 11 із зворотним клапаном у золотнику.

Радіальні шини типу Р порівняно зі звичайними мають більший в 1,5-2 рази термін служби, менші втрати на кочення коліс (на 8…12%), сприятливіший температурний режим (температура шпильки зменшується на 20…30$^0$ С).

Недоліком камерних шин порівняно з безкамерними є те, що під час проколу камери повітря виходить з неї швидко, що може призвести до аварії; вони мають складнішу конструкцію шини. Камерні шини мають велику масу за рахунок камери і обідної стрічки; потребують зняття шини з обода під час дорожнього ремонту камери. Переваги камерних шин: не потрібен складний герметичний обід; не погіршується герметичність за низької температури; тривалий термін служби шини; простіше первинне накачування шини.

Основні відмінності безкамерної шини від камерної наступні: наявність замість камери герметизуючого шару, що покриває внутрішню поверхню покришки, дещо менший посадочний діаметр, інша форма і конструкція бортів, що покриваються ущільнювальною бортовою стрічкою з гуми або інших матеріалів.

Позначення розмірів шин. Розміри шини позначають в дюймах і міліметрах, зокрема застосовується подвійне або змішане позначення розмірів. Наприклад, шина з позначенням розмірів 260-508Р (9,00 R20) має позначення ширини В профілю шини 260 мм і

9,00 дюймів, позначення посадочного діаметра d шини 508 мм і 20 дюймів, P і R вказують, що шина радіальна.

Шина з позначенням розмірів 165/70 SR13 має позначення: ширини B профілю шини – 165 мм, посадочного діаметра d-13 дюймів; 70-відсоткове відношення висоти H профілю шини до ширини B; R – радіальна S – літера індексу максимальної швидкості – літері S відповідає максимальна швидкість руху автомобіля 180 км/ч.

Шина має також низку написів і знаків, які вказують заводвиготівник, дату випуску, порядковий номер шини, норму прошарків (НС) та інше.

### 3.8.2. Підвіски колісних машин

Пружні елементи підвіски автомобіля пом'якшують вертикальні динамічні навантаження, що виникають під час руху автомобіля на нерівній дорозі, покращуючи плавність ходу автомобіля. Гасильний пристрій (амортизатор) разом з тертям у підвісці забезпечує швидке згасання вертикальних коливань кузова і коліс.

За характером зв'язку між колесами підвіски ділять на залежні і незалежні. У залежної підвіски переміщення одного колеса викликає переміщення іншого колеса. У незалежної підвіски кожне колесо переміщається самостійно.

Залежна підвіска може бути простою або балансирною. У першому випадку колеса зв'язані між собою балкою моста і разом з нею підвішені до несучої системи. У другому випадку середній і задній мости, розташовані близько один від одного, об'єднують у візок, який підвішують до рами автомобіля так, щоб вертикальне навантаження розподілялося рівномірно по колесах візка.

Найчастіше ресорні підвіски застосовують на вантажних автомобілях. Передня підвіска яких (рис. 3.25) складається зазвичай з двох подовжніх ресор 3 і двох телескопічних амортиторів 7. Кожна ресора середньою частиною прикріплена двома стрем’янками 12 до балки переднього моста. Передні кінці ресор 3 за допомогою відокремлених вушок 14 і пальців 16 закріплені в кронштейнах 1 рами.

Передня підвіска забезпечена двома телескопічними гідравлічними амортизаторами 7 двосторонньої дії. Амортизатор верхнім вушком прикріплений до кронштейна рами, а нижнім – до передньої осі. Амортизатори гасять коливання, що виникають під час руху автомобіля на нерівностях дороги. Задні ресори 31 також напівеліптичні, одновушкові. Кріплення основної ресори 31 аналогічно кріпленню передньої. Для збільшення жорсткості задніх ресор за значних навантажень на автомобіль є додаткові ресори 29. Вони розташовані над

основними ресорами і разом з ними прикріплені до балок моста стрем'янками 27. Кінці додаткової ресори 29 ковзаючі, за підвищених навантажень упираються в кронштейни 26 на рамі. Змінна жорсткість передніх ресор досягається застосуванням гумового буфера 8, що зменшує робочу довжину ресори.

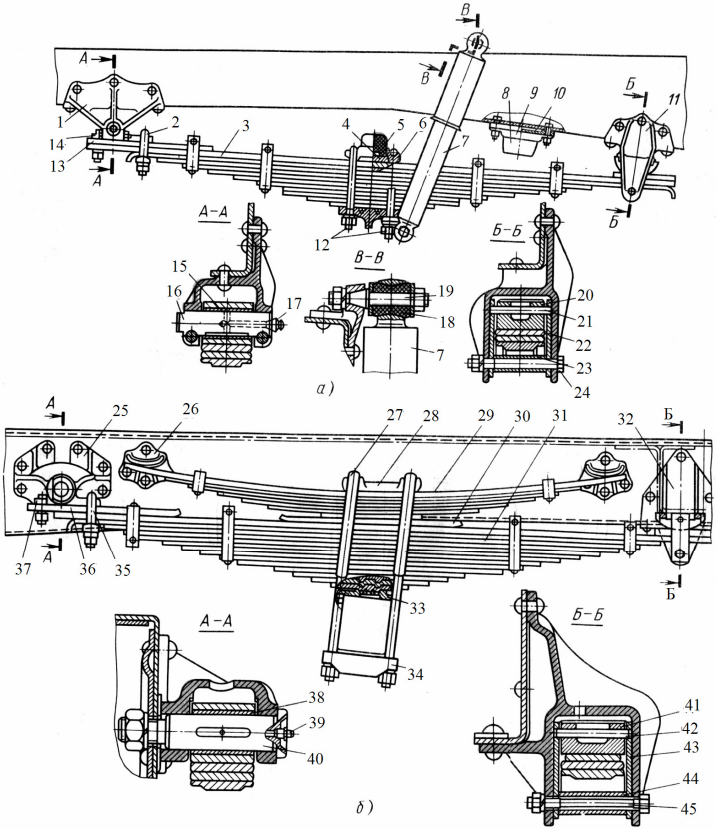



**Рис. 3.25. Підвіски вантажного автомобіля:**
а – передня, б – задня;
1 і 25 – передні кронштейни; 2, 12, 27 і 35 – драбинки; 3 – передня ресора; 4 – фіксатор накладки; 5 і 8 – буфера ресори; 6 і 28 – накладки; 7 – амортизатор; 9 – обойма: 10 і 33 – проставки 11 і 32 – задні кронштейни; 13 і 36 – підкладки вушок ресор; 14 і 37 – вушка ресор; 15 і 38 – втулки вушок; 16 і 40 – пальці ресор; 17 і 39 – масельнички; 18 – гумова втулка; 19 – палець амортизатори; 20 і 41– сухарі; 21 і 42 – пальці сухарів; 22 і 43 – вкладиші; 23 і 44 – втулки стяжних болтів; 24 і 45 – стяжні болти; 26 – кронштейн додаткової ресори; 29 – додаткова ресора; 30 – проміжний лист; 31 – задня ресора; 34 – підкладка драбинки

Окрім кріплення ресори до рами за допомогою вушка і гладкого металевого пальця та вільної установки заднього кінця ресори в кронштейнах 11 і 32 існують інші способи кріплення ресор до рами, коли ресори з'єднуються з рамою за допомогою гумових подушок і кронштейнів з кришками. Такі кріплення підвищують пружні властивості підвіски, безшумність її роботи, не потребують мастила.

Амортизатор (рис. 3.26) служить для гасіння коливань несучої системи, коліс та інших елементів автомобіля і підвищує плавність ходу, довговічність підвіски, керованість і стійкість автомобіля.

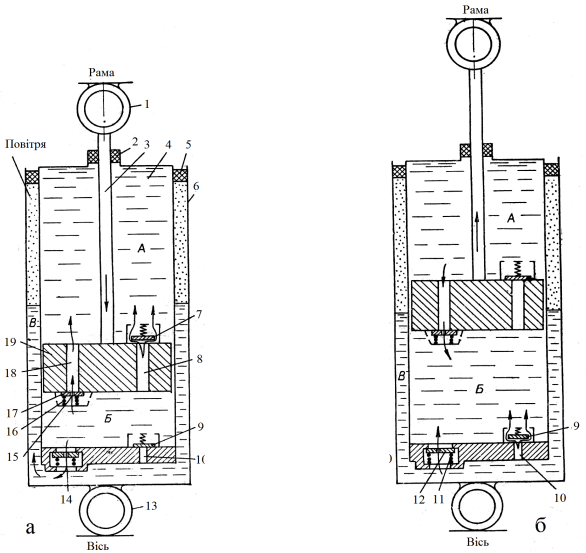



**Рис. 3.26. Принципова схема телескопічного амортизатора двосторонньої дії:**

а – робота під час ходу стиснення; б – робота під час ходу віддачі; 1, 13 – вушка; 2, 5 – сальники; 3 – шток; 4 – циліндр; 6 – корпус; 7, 9 – перепускні клапани; 8, 10, 18 – канали; 11 – пружина клапана стиснення; 12 – клапан стиснення; 14, 15 – отвори, що калібруються; 16 – пружина клапана віддачі; 17 – клапан віддачі; 19 – поршень

Гідравлічні амортизатори працюють за принципом витрати енергії коливань на витіснення робочої рідини з однієї порожнини амортизатора в іншу через малі прохідні отвори.

Амортизатор складається з корпусу 6, циліндра 4 з поршнем 19 і штоком 3, перепускних клапанів 7 і 9, клапана стиснення 12 і

клапана віддачі 17. Перепускні клапани навантажені дуже слабкими пружинами, а клапани стиснення і віддачі – сильними пружинами, клапани перекривають отвори в поршні та днищі циліндра. Клапани стиснення і віддачі мають калібровані отвори. Циліндр нерухомо закріплений у корпусі. До штока і корпусу приварені проушини, які з'єднають шток з рамою, а корпус – з балкою осі або з важелями підвіски. Шток в циліндрі і циліндр у корпусі ущільнюються сальниками. Простір циліндра і частково резервуар заповнені спеціальною рідиною. Дія роботи амортизаторів ґрунтується на тому, що під час проходження через маленький отвір рідина надає протитиск на деталі, які її виштовхують, і перешкоджає їх переміщенню, а, отже, і коливанню коліс щодо рами. Під час головного стиснення поршень опускається і витісняє рідину з порожнини Б в порожнину А через канал і перепускний клапан. Вся рідина, що витісняється з порожнини Б, не може перейти у порожнину А, оскільки об'єм А займає шток, тому кількість рідини, рівна об'єму вводиться в циліндр в частині штока, виштовхується в резервуар (порожнина Б) через калібрований отвір (перепускний клапан силами тиску рідини і пружини закритий), рівень рідини в резервуарі збільшується і тиск повітря в повітряній подушці, над рідиною також зростає. За плавних і невеликих коливань кузова швидкість переміщення поршня невелика і рідина проходить через калібровані отвори, майже не надаючи протитиску на поршень, тому гасильна дія амортизатора незначна. Невелика кількість рідини перетікає з порожнини Б до порожнини А через калібрований отвір і зазор між поршнем та циліндром.

У разі різкого стиснення тиск у порожнині Б значно підвищується і за певного тиску долається зусилля пружини клапана стиснення і клапан стиснення відкривається. Зростання опору амортизатора зменшується. Під час плавної віддачі поршень підіймається і рідина з порожнини А перетікає в порожнину Б через дросельний отвір. Деяка кількість рідини рівна об'єму частини штока, що виводиться з циліндра, за рахунок тиску повітря повітряної подушки резервуара виштовхується через клапан в порожнину Б. Невелика кількість рідини проходить в порожнину Б через отвір, що калібрується, і через зазор між поршнем і циліндром. За різкої віддачі збільшеним тиском відкривається клапан віддачі і отвір для проходу рідини з порожнина А в порожнину Б буде значно більше, опір амортизатора знижується. Таким чином клапани стиснення і віддачі виконують запобіжні функції, захищаючи амортизатори і деталі підвіски від перевантаження і поломки.

### 3.8.3. Рушій і підвіска гусеничних тракторів

Рамний остов гусеничного трактора (рис. 3.27) складається з рами з двома поздовжніми 4 і двома поперечними брусами 3 і 5 з цапфами. На рамі закріплено чотири цапфи для встановлення кареток з опорними котками. На передній рамі розміщено напрямні колеса 1, на задній – на кронштейнах кріпиться задня вісь 6, призначена для установлення причіпних і начіпних машин. Поздовжні бруси спереду замикаються важким литим брусом, який зрівноважує трактор під час роботи з начіпними машинами або знаряддям, начіпленими позаду.

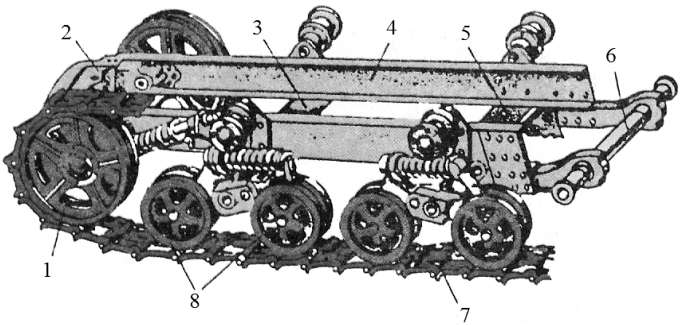



**Рис. 3.27. Ходова частина гусеничного трактора:**
1 – напрямне колесо; 2 – передній брус; 3, 5 – поперечні бруси; 4 – поздовжній брус; 6 – задня вісь; 7 – гусениця; 8 – опорні котки.

Гусеничні рушії бувають різних конструкцій (рис. 3.28) та складаються з гусениці 4, ведучого колеса (зірочки) 1, напрямного колеса 3 із натяжним амортизаційним пристроєм, опорних котків 2 і підтримувальних роликів 13, встановлених на рамі трактора.

Схема роботи гусеничного рушія. Під час руху трактора ведуча зірочка 1 (рис. 3.28) перемотує замкнутий гусеничний ланцюг, його ланки безперервно укладаються перед опорними котками. Грунт, який знаходиться під опорною поверхнею гусениці, «опирається» зсуву ланками ланцюга. Цей опір у вигляді штовхального зусилля передається остову трактора, примушуючи його переміщуватись. Ланки, якими уже пройшли опорні котки, безперервно піднімаються з поверхні ґрунту і спрямовуються до підтримувальних роликів.

Каретка складається з котків 2 і двох балансирів 10, з'єднаних шарніром 11. Зверху між балансирами затиснута розпірна пружина 12. Сила тяжіння від остова трактора передається на котки каре-

тки і через 11 балансири сприймається пружиною. У разі наїзду одного з котків на нерівність ґрунту тиск від котка через балансир також сприймається пружиною. Під дією таких поштовхів пружина постійно стискується і розтискується.

Напрямне колесо встановлене на колінчастій осі 5, з'єднане з механізмом натягування і амортизації. Гусеничний ланцюг натягують обертанням гайки 8, повертаючи колінчасту вісь вперед. Колесо 3, наштовхуючись на перешкоду, стискує пружину 6 і відходить назад. Удари по колесу амортизуються пружиною, пружність якої регулюють гайкою 7.

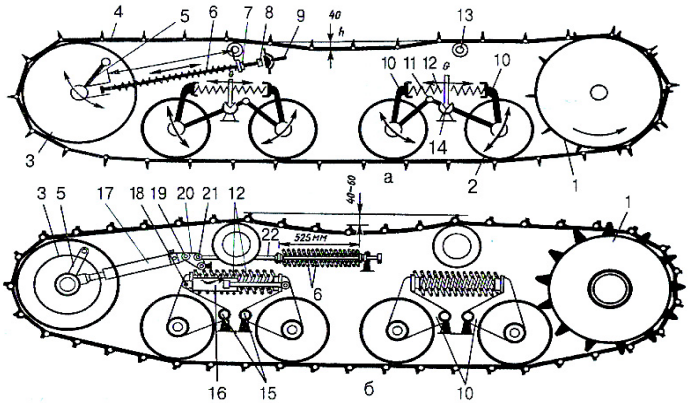



**Рис. 3.28. Схема гусеничного рушія трактора:**
а – з пружинним натягом ланцюга; б – з гідронатягом ланцюга; 1 – ведуча зірочка; 2 – опорний коток; 3 – напрямне колесо; 4 – гусеничний ланцюг; 5 – колінчаста вісь; 6 – амортизаційна пружина; 7 – гайка пружини; 8 – гайка натяжного гвинта; 9 – натяжний гвинт; 10 – балансири каретки; 11 – шарнір балансирів; 12 – пружина каретки; 13 – підтримувальний ролик; 14 – цапфа каретки; 15 – цапфи балансирів; 16 – гідроамортизатор; 17 – циліндр гідронатяжника; 18 – палець амортизатора; 19 – палець гідронатяжника; 20 – проміжна ланка; 21– палець натяжного болта; 22 – натяжний болт

Підтримувальні ролики охороняють гусеничний ланцюг від значного провисання і поперечних коливань. Нормальний натяг гусеничного ланцюга визначають за величиною *h* – провисання середньої частини гусениці.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Призначення трансмісії тракторів і автомобілів.
2. Види трансмісій тракторів і автомобілів.
3. З яких елементів складається механічна трансмісія?
4. Призначення муфти зчеплення?
5. З яких деталей складається зчеплення?
6. Призначення коробок передач.
7. Скільки передач мають автомобільні та тракторні коробки передач?
8. Призначення роздавальних коробок передач.
9. Які приводи мають роздавальні коробки передач?
10. Призначення проміжних і карданних передач.
11. Призначення ведучих мостів колісних тракторів і автомобілів.
12. З яких елементів складаються ведучі мости?
13. Призначення головних передач.
14. Які бувають головні передачі?
15. Які функції виконує диференціал?
16. Навіщо блокують диференціал?
17. Які функції виконують кінцеві передачі?
18. Призначення ведучих мостів гусеничних тракторів.
19. Як відбувається поворот гусеничного трактора?
20. Призначення ходової частини трактора.
21. З яких частин складається ходова частина трактора?
22. Які типи остова застосовуються на тракторах?
23. Перелічіть елементи, з яких складається ресорна підвіска.
24. Призначення амортизаторів. Які процеси відбуваються в амортизаторі?
25. Яку будову має пневматична шина?

# РОЗДІЛ IV
# ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

## 4.1. Класифікація систем електрообладнання

Трактори, автомобілі, самохідні комбайни та інша техніка, що застосовується в сільськогосподарському виробництві, обладнана складним електрообладнанням, яке за функціональним призначенням можна розділити (рис. 4.1) на:

- джерела електричного струму з відповідними перетворювачами і регуляторами;
- споживачі електричного струму: контрольні та світлові прилади, електрична мережа з комунікаційною апаратурою і засобами захисту та інші.

**Рис. 4.1. Класифікація електрообладнання тракторів**

Електрообладнання потребує правильного його використання під час експлуатації, оскільки на нього припадає від 15 до 25% всіх несправностей.

Системи електрообладнання класифікують:

- за струмом (постійний і змінний);
- за величиною номінальної напруги (12 і 24 В);
- за потужністю (сумарна потужність всіх електричних споживачів машини).

Найпоширенішим є електрообладнання постійного струму, що включає механічні та хімічні джерела струму – генератор змін-

ного струму з випрямлячем і акумуляторною батареєю, а також споживачі, які працюють на постійному струмі.

Номінальна напруга визначається електрохімічним джерелом струму – акумулятором. Як правило, застосовують батареї напругою 12 В і 24 В. На тракторах і автомобілях застосовують однопровідну систему електропостачання, де (–) є корпус машини. Такий спосіб спрощує та здешевлює конструкцію, а також за (–) на масу зменшується електрохімічна корозія сталевих деталей кузова.

## 4.2. Система електроспоживання

### 4.2.1. Акумуляторні батареї

Акумуляторні батареї тракторів і автомобілів призначені для електропостачання стартера під час пуску двигуна і електропостачання всіх споживачів за непрацюючого двигуна.

Акумуляторні батареї є зворотними електрохімічними джерелами струму, у яких під час зарядки від зовнішнього джерела постійного струму (генератора, випрямляча) отримана енергія витрачається на утворення хімічних сполук на пластинах акумулятора, а під час розрядження хімічна енергія перетворюється в електричну в результаті переходу хімічних сполук у їхній початковий стан. При всьому різноманітті існуючих конструкцій акумуляторів на сучасних автомобілях і тракторах застосовують свинцево-кислотні акумуляторні батареї (рис. 4.2).

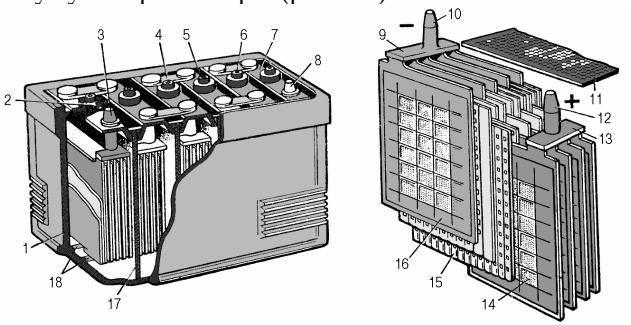



**Рис. 4.2. Будова свинцево-кислотної акумуляторної батареї:**
1 – бак; 2 – заливний отвір; 3, 8 – вивідні клеми акумуляторної батареї; 4 – перетинка; 5 – мастика; 6 – пробка; 7 – кришка; 9, 13 – баретки негативних і позитивних пластин; 10, 12 – клеми акумуляторів; 11 – запобіжний щиток; 14, 16 – позитивна і негативна пластини; 15 – сепаратор; 17 – перетинки; 18 – ребра

У водному розчині сірчаної кислоти $H_2SO_4$ електроліті, що налитий у кислотостійкий і температуростійкий посуд опущені дві пластини: свинцева Pb (–) і пластина із двоокису свинцю $Pb_2$ (+). Обидві пластини з'єднані за схемою (рис. 4.3). У акумуляторі струм іде від «–» до «+». Робочий процес заряду – розряду проводить за рівнянням:

$$PbO_2 + 2H_2SO_4 + Pb \underset{\text{розряд}}{\overset{\text{заряд}}{\rightleftarrows}} PbSO_4 + 2\,H_2O + PbSO_4 \qquad (4.1)$$

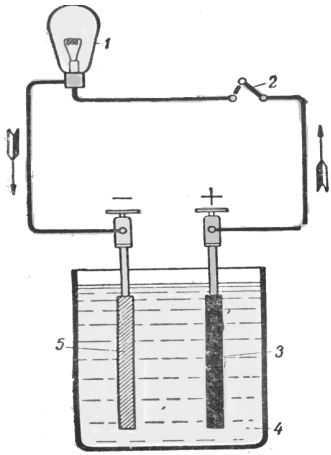



**Рис. 4.3. Схема роботи акумулятора:**
1 – лампа; 2 – вимикач; 3 – позитивна пластина; 4 – посудина з електролітом; 5 – негативна пластина

Найбільш важким режимом роботи свинцево-кислотної акумуляторної батареї є електропостачання стартера під час пуску двигуна, коли сила струму, залежно від потужності стартера і різних зовнішніх факторів (в'язкості моторного мастила за знижених температур, ступені стиску ДВЗ і кількості його циліндрів) досягає 1500 А і більше. Акумуляторні батареї, які здатні віддавати великий струм називають стартерними. Вони також здатні віддавати великий струм у короткий проміжок часу за незначного спаду напруги.

Крім них у різних галузях техніки використовують лужні акумулятори: нікель-кадмієві, нікель-залізні, нікель-цинкові, срібно-цинкові та інші. Однак, вони не можуть служити як стартерні, тому що не задовольняють вищезазначеним умовам для стартерних акумуляторів.

Технічні характеристики акумуляторів:

- електрорушійна сила (ЕРС) – (напруга) це різниця потенціалів між плюсовою і мінусовою клемами за розімкнутого ланцюга. Вона дорівнює 2,2 В на одну секцію акумулятора. Для збільшення ЕРС секції (банки) з'єднують послідовно;
- ємність – кількість електричного струму, що віддається акумулятором під час розряду за певний проміжок часу;
- саморозряд – здатність батареї за неробочого стану саморозряджатися (норма – 1 % на добу);
- термін служби становить 3…4 роки, або 60…90 тис. км пробігу. Залежить здебільшого від легкості запуску двигуна внутрішнього згоряння.

### 4.2.2. Акумуляторні батареї нового покоління

Акумуляторні батареї нового покоління цілком герметичні і тому не обслуговуються (рис. 4.4). Замість сурми застосовується кальцієвий свинець. Кальцій забезпечує підвищену провідність і невеликий внутрішній опір, що зумовлює підвищену стартову потужність. У герметично закритій батареї вода випаровується набагато повільніше, зменшується ймовірність потрапляння в електроліт сторонніх домішок із повітря або недостатньо чистої води. Кожну пластину розміщено в окремому конверті-сепараторі, мікропористий матеріал якого, абсолютно інертний щодо електроліту, підвищує стійкість пластин до вібрацій і перешкоджає наростанню активної маси. Надійно захищені пластини розташовуються ближче одна до одної, при цьому питома ємність підвищується, а сама батарея стає компактнішою.

Для «дихання» електроліту передбачено мікропористий полімерний полум`ягасник, що сполучає батарею з атмосферою.

Акумулятор має оптичний визначник зарядженості (сендикатор), який дає змогу діагностувати стан батареї за кольором «вічка». Зелене вічко означає нормальне заряджання, чорне – знижене (потрібне підзаряджання), жовте (світле) – необхідність заміни акумулятора.

Характерна риса необслуговуваних акумуляторних батарей – герметичний для рідини, пластиковий корпус з подвійною кришкою без заливних отворів і пробок. Газоутворення за рахунок присутності кальцію в матеріалі решіток пластин мінімальне і відводиться централізовано, через газопористі (атмосферні, термокомпенсаційні) канали або клапани. Падіння рівня електроліту нижче за припустиму норму може відбутися тільки через 5 років інтенсивної експлуатації, тобто до кінця робочого ресурсу акумуляторних батарей.

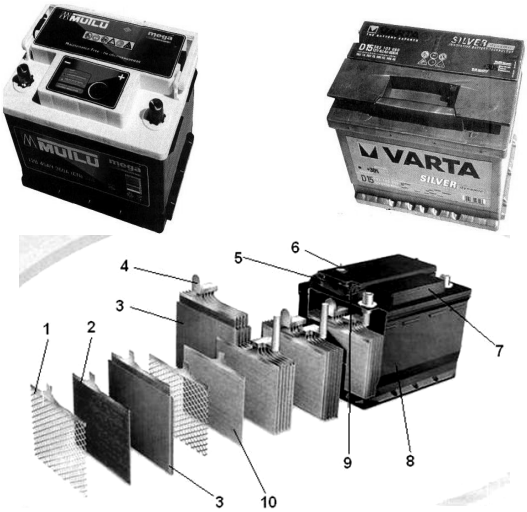



**Рис. 4.4. Акумуляторні батареї нового покоління:**
1 – решітки; 2 – пластини; 3, 10 – сепаратор; 4 – перетинка; 5 – газопористий клапан; 6 – визначник зарядженості; 7 – кришка; 8 – корпус; 9 – газопористий канал

Удосконалена сучасна технологія виготовлення всіх складників на межі технічних можливостей кожного компонента, застосування новітніх наукових розробок, нових хімічних матеріалів і дорогоцінних металів дозволили досягти дуже високих електротехнічних та експлуатаційних показників. Відповідно це позначилося і на кінцевій ціні цих батарей.

Основний недолік необслуговуваних акумуляторних батарей – їх висока залежність і чутливість до відхилень у зарядно-розрядних процесах. Так, у разі зарядження великими струмами і перезарядження (напругою заряду понад 14,4 В) виникають деформації дуже тонких решіток електродів. Це призводить до поступового зменшення площі й надійності контакту активної маси пластин з решіткою. За значного жолоблення пластин можливе механічне розшарування активної маси, її опливання, втрата електричного контакту і вихід акумуляторної батареї з ладу.

Необслуговувані акумуляторні батареї доцільно застосовувати на нових сучасних автомобілях, обладнаних індикатором напруги (наприклад, вольтметром з розтягнутою шкалою в інтервалі 8…16 В) і електронним регулятором напруги заряду акумуляторної батареї, що обмежує її на рівні 13,8…14,3 В, які щодня, тобто без

значних перерв, і постійно (більше в русі ніж у режимі чекання) працюють у нормальних, а не екстремальних умовах експлуатації.

### 4.2.3. Генераторні установки

**Генератори** на тракторах і автомобілях – це основне джерело електропостачання споживачів електричної енергії (крім стартера), включаючи заряджання акумуляторної батареї за працюючого двигуна внутрішнього згоряння.

Основні вимоги до генераторних установок:

- підтримання постійної за величиною напруги в мережі за змінних швидкісних і навантажувальних режимів роботи генератора;
- надійність роботи в широкому діапазоні частоти обертання колінчастого вала;
- здатність витримувати перенавантаження (до 50%);
- мінімальна маса і вартість за досить тривалого строку експлуатації.

Технічні характеристики генераторів:

- напруга;
- частота обертання ротора;
- потужність або сила струму за заданої напруги.

Зазвичай, автомобілі з бензиновими двигунами мають генератори з номінальною напругою 14 В, а великовантажні автомобілі з дизельними двигунами – генератори з напругою 28 В.

Принцип роботи генератора заснований на появі електрорушійної сили у провіднику 4 (рис. 4.5) під час обертання його в магнітному полі, яке створене магнітами 5 або, навпаки, магніт (електромагніт) обертається між обмотками, у яких завдяки явищу електромагнітної індукції збуджується електрорушійна сила, а у разі замикання ланцюга проходить електричний струм і горить лампочка 1.

Кінці провідника приєднані до контактних кілець 2, які ізольовані від осі та один від одного. Зі збільшенням потужності генераторів ускладнюється зняття струму щітками з контактних кілець, тому обмотки збудження кріплять на статорі – постійному магніті (електромагніті), що обертається разом з валом. На вал ротора намотана обмотка збудження, до якої підводиться постійний струм від стороннього джерела через контактні кільця щітками (такі генератори не є самозбуджуваними). Джерелами постійного струму можуть бути акумулятор або самі генератори змінного струму. Для отримання постійного струму генератор обладнують напівпровідниковим випрямлячем.

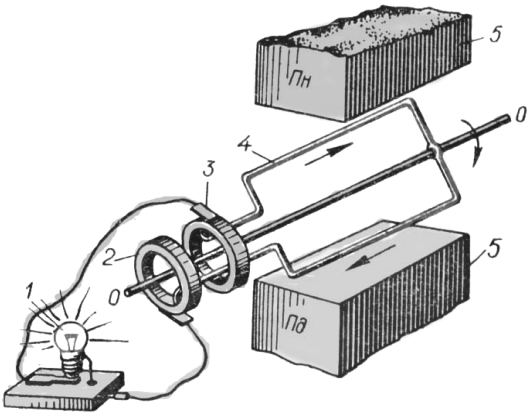



**Рис. 4.5. Принцип роботи генератора:**
1 – лампа; 2, 3 – контактні кільця; 4 – обертовий виток; 5 – магніти.

Генератори встановлюють на двигуні і приводяться в дію клинопасовою передачею.

Сучасні трактори і автомобілі комплектують генераторними установками змінного струму з електромагнітним порушенням. При цьому за конструкцією вони є: з рухомою (автомобільні, несамозбуджувані) і нерухомою (тракторні, самозбуджувані) обмоткою збудження, а відповідно, з контактними щітками і кільцями та безконтактні; трифазні і п’ятифазні; із з'єднанням фазних обмоток статора за схемою «зірка» або «трикутник».

### 4.2.4. Генератор з рухомою обмоткою збудження

На автомобілях використовують трифазні синхронні генератори з електромагнітним збудженням. Найбільш широко використовуються генератори Г250, Г266, Г274 (рис. 4.6).

Основні частини генератора (рис. 4.6): статор 28, ротор, передня кришка 3, задня кришка 21, вентилятор 1, випрямний блок 8, щітковий вузол.

Статор 28 складається з пластин електротехнічної сталі зварених між собою. З внутрішнього боку в його пазах закріплено 18 котушок фазових обмоток 6, які розподілено на три фази і з'єднано між собою за схемою «зірка». Один кінець усіх фаз з'єднують між собою та ізолюють у самому генераторі, (або виводять окремим (нульовим) проводом на клемну коробку генератора). Другий кінець проводу кожної фази приєднують до блока випрямлячів 8.

Статор і фазові обмотки закріплюють між передньою 3 і задньою 21 кришками, у підшипниках яких обертається ротор.

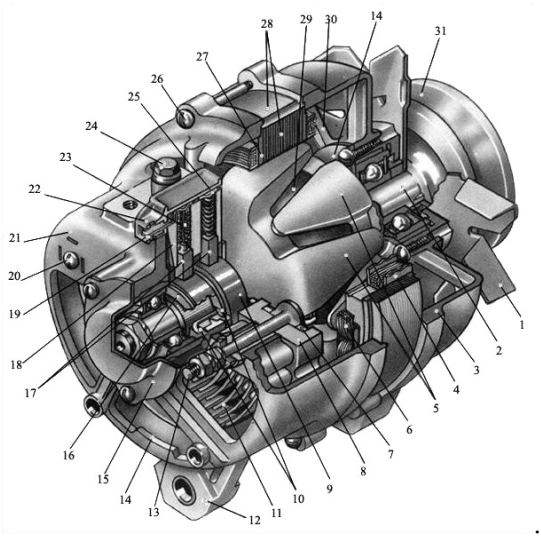



**Рис. 4.6. Генератор з рухомою обмоткою збудження:**
1 – вентилятор; 2 – вал ротора; 3 – передня кришка; 4 – статор; 5 – полюса ротора; 6 – обмотки статора; 7 – випрямляч; 8 – випрямний блок; 9 – кільця; 10 – ізолятори; 11 – решітка задньої кришки; 12 – вухо кріплення; 13 – плюсова клема; 14 – вікно охолодження; 15 – захисна кришка; 16 – ізолятор; 17 – щітки; 18 – щіткоутримувач; 19 – плюсова клема; 20 – мінусова клема; 21 – задня кришка; 22 – клема «Ш»; 23 – пружина щітки; 24 – болт кріплення щіткоутримувача; 25 – контакт щітки; 26 – стяжний гвинт; 27 – ізолятор; 28 –статор; 29 – обмотка ротора; 30 – вентиляційне вікно; 31 – шків приводу

Автомобільні генератори змінного струму залежно від потужності випускають з 18, 36 і 72 котушками, які утворюють три фази. Фази на генераторах більшої потужності можна з'єднувати трикутником або подвійною зіркою, що дає змогу зменшити товщину дроту і вартість виготовлення.

Генератори змінного струму з рухомою обмоткою збудження встановлюють переважно на автомобілях. Вони різняться між собою потужністю, максимально допустимою силою струму самообмеження в обмотках статора, кількісними та якісними характеристиками обмоток збудження й фазових обмоток, розмірами приводних шківів, кріпленням генератора на двигуні тощо.

### 4.2.5. Генератор з нерухомою обмоткою збудження

Генераторну установку 15.3701 (генератор Г-309 і регулятор напруги Я112Б) номінальною потужністю 1000 Вт і напругою 14 В застосовують на тракторах Т-150К, ДТ-175С і комбайнах, що мають споживачі підвищеної потужності. Установка створена на базі генератора Г309 і є безконтактною, індукторною, п'ятифазною, однойменнополюсною машиною з однобічним електромагнітним збудженням, вмонтованим інтегральним регулятором напруги Я112Б, основним і додатковим випрямлячами (блоком БПВ 12-100) (рис. 4.7).

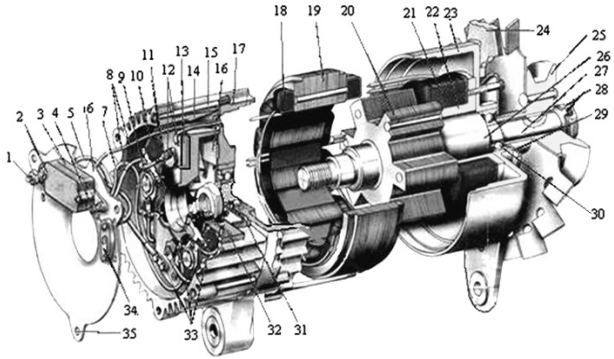



**Рис. 4.7. Генератор з нерухомою обмоткою збудження:**
1 – клема; 2 – корпус регулятора напруги; 3 – регулятор напруги; 4 – додатковий випрямляч; 5 – провід; 6 – захисна кришка; 7, 8 – провід; 9 – діоди; 10 – ребра охолодження; 11 – ізолятор; 12 – виводи фазних обмоток; 13 – тепловідвід; 14 – провід; 15 – стяжні гвинти; 16 – крильчатка; 17 – задня кришка; 18 – котушки; 19 – статор; 20 – ротор; 21 – обмотка збудження; 22 – втулка; 23 – передня кришка; 24 – захисна кришка; 25 – шків; 26 – втулка; 27 –вал ротора; 28 – шпонка; 29 – шайба; 30, 31 – підшипники; 32 – блок випрямляч; 33 – діоди; 34 – перемикач «зима – літо»; 35 – отвір кріплення кришки

На статорі 19 генератора, набраному з пластин електротехнічної сталі, із внутрішнього боку є десять зубців. На них закріплені котушки 18 п'ятифазної обмотки. Кожна котушка містить 23 витки дроту ПЭВ–2 діаметром 1,68 мм. У фазу включено послідовно дві котушки 18. Фази з'єднані п'ятикутником. Статор за допомогою стяжних гвинтів 15 затиснений між передньою 23 і задньою 17 кришками генератора.

Ротор 20 у вигляді шестипроменевої «зірки» з пакета пластин напресованих на вал 27. Вал обертається в закритих підшипниках 30 і 31, встановлених у кришках 17 і 23. Мащення в підшипниках не

змінюють протягом усього терміну служби. На передньому кінці вала закріплено шків 25 з вентилятором для обдування генератора. На задньому – крильчатку 16 для обдування випрямляча

На передній кришці 23 є дві приварені лапи: одна – для кріплення генератора, інша – для регулювання натягу приводного паса. На обох кришках (17 і 23) є отвори для стоку конденсату і води, що потрапили всередину.

Обмотка збудження 21, намотана на фланцеву втулку 22, містить 480 витків дроту ПЭВ 2 діаметром 0,86 мм. Кінці обмотки збудження з'єднані: один – з виводом «Д» додаткового випрямляча 4, інший – із клемою «Ш» ІРН. Фланцева втулка гвинтами прикріплена до передньої кришки генератора з внутрішнього боку і є нерухомою.

### 4.2.6. Реле–регулятори

**Реле–регулятори** (рис. 4.8) призначені для підтримки заданої величини напруги (13,8…14,5 В) за різних частот обертання ротора і навантаження генератора.

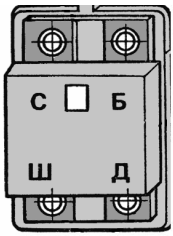



**Рис. 4.8. Загальний вигляд інтегрального регулятора напруги**

Регулятори напруги є дискретної дії та підтримують напругу генератора постійною за рахунок зміни сили струму в обмотці збудження генератора. Реле-регулятор перебуває у двох основних станах: «відкритий» і «закритий». У стані «відкритий» регулятор напруги пропускає максимальну силу струму від джерела струму (акумуляторної батареї або генератора) у ланцюг обмотки збудження, а в стані «закритий» – мінімальну. Перемикання з одного стану в інше здійснюється автоматично.

На останніх модифікаціях тракторів і автомобілів установлюють генератори змінного струму з інтегральними регуляторами напруги в комплекті.

Комплект генератора із блоком випрямлячів і регулятором напруги називають генераторною установкою змінного струму.

### 4.3. Системи запалювання

**Система запалювання** призначена для збільшення напруги автомобільної акумуляторної батареї від 12 В до 20…35 кВ рівня, необхідного для виникнення електричного розряду на свічці запалювання, і подачі його в потрібний момент часу на відповідну свічу запалювання. Відомі системи запалювання в момент запалювання отримують необхідну енергію не безпосередньо від акумуляторної батареї, а від проміжного накопичувача енергії. Залежно від його типу є системи з накопичуванням енергії в котушці індуктивності та у конденсаторі.

Вимоги до сучасних систем запалювання:

- система має створювати визначену вторинну напругу (20…35 кВ) і перетворювати в стійкий іскровий розряд на свічці незалежно від умов експлуатації та режимів роботи двигуна;
- великий ресурс роботи елементів системи (у багатьох системах ресурс становить 200…250 тис. км пробігу автомобіля і протягом найближчих років збільшиться принаймні до 300 тис. км);
- простота обслуговування апаратів запалювання, головним чином, переривника-розподільника;
- кількість регулювань, налагоджень, зачищень, має бути мінімальною.

Оскільки горіння робочої суміші в циліндрах двигуна відбувається не миттєво, то для повного згоряння робочої суміші та отримання максимальної потужності та економічності потрібно запалювати робочу суміш не у ВМТ ходу стиску, а трохи раніше, за 10…12$^0$ до підходу поршня до верхньої мертвої точки (ВМТ) (рис. 4.9), тобто з деяким кутом випередження запалювання.

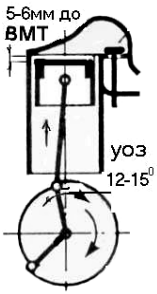



**Рис. 4.9. Кут випередження запалювання**

**Кутом випередження запалювання** називається кут, на який повертається колінчастий вал двигуна від моменту подачі іскри до положення ВМТ.

Кут випередження запалювання вибирають таким чином, щоб на кожному режимі роботи ДВС максимум тиску, що створюється в циліндрі у процесі згоряння суміші, розташовувався через кілька градусів (10…15°) після ВМТ (рис. 4.9). При цьому двигун розвиває найбільшу потужність, а паливо згоряє цілком з найбільшим коефіцієнтом корисної дії (к.к.д.).

Кути випередження, за яких досягається максимальне значення потужності та економічності, називають оптимальними. Отже, кут випередження запалювання, залежно від режиму роботи двигуна, повинний автоматично регулюватися таким чином, щоб забезпечувалися найбільші його технічні та економічні показники і виключити детонаційне згоряння пального.

У класичних системах запалювання робота двигуна контролюється і регулюється за допомогою загальної дії двох механічних регуляторів випередження запалювання: відцентрового і вакуумного. Перший з них реагує на зміну частоти обертання колінчастого вала, а другий – на зміну навантаження на двигун.

Відцентровий регулятор працює таким чином, що із збільшенням частоти обертання колінчастого вала кут випередження запалювання автоматично збільшується і навпаки.

Вакуумний регулятор автоматично збільшує кут випередження запалювання зі збільшенням розрідження у впускному трубопроводі двигуна, (тобто зі зменшенням навантаження) і навпаки.

Крім автоматичних регуляторів у системі запалювання встановлюють октан-коректор, за допомогою якого змінюють кут випередження запалювання залежно від октанового числа палива (вручну).

За способом отримання високої напруги для запалювання робочої суміші є системи запалювання від магнето і батарейні системи запалювання.

Система запалювання від магнето – це генератор перемінного струму з постійними магнітами, що конструктивно об'єднані з індуктивною котушкою і переривником-розподільником. Запалювання від магнето використовується на тракторах, дорожних машинах, мотоциклах, човнах, де відсутня акумуляторна батарея.

Найпростіша контактна (класична) батарейна система запалювання (КСЗ) – це система з безперервним накопичуванням енергії в котушці індуктивності, у якій керування і комутація струму здійснюється механічними контактами. Недоліками цієї системи є неможливість використання на високообертових багатоциліндрових ДВЗ із використанням збідненої паливної суміші (за умови на-

дійності контактів). Перевагами цієї системи є те, що вона дешева і проста за конструкцією.

Більш складними є контактно-транзисторна (КТСЗ) і безконтактно–транзисторна системи запалювання (БТСЗ). Остання відрізняється від КТСЗ тим, що керування і комутація струму тут здійснюється датчиками імпульсів – найчастіше використовують магнітоелектричні індукційні датчики і датчики Хола. Недоліки цих систем – складні за конструкцією, дорогі у виготовленні. Переваги – висока вторинна напруга (35 кВ), могутня іскра на свічах запалювання, можливість використовувати в ДВЗ із збідненою сумішшю.

На сучасних нових автомобілях установлюють і більш досконалі – мікропроцесорні системи запалювання, які максимально автоматично враховують інформацію про технічні параметри роботи двигуна в різних режимах його роботи. Для обробки цієї інформації, що надходить від різних датчиків, двигуни обладнують спеціальними мікро-ЕВМ, які за програмами забезпечують корекцію роботи систем, як запалювання, так і живлення. Із застосуванням цих систем значно заощаджується пальне, знижується токсичність і забезпечується можливість роботи двигуна на низькооктановому пальному.

### 4.4. Встановлення запалювання

Момент запалювання суміші в циліндрах двигуна має бути узгоджений з положенням деталей кривошипно-шатунного механізму і механізму газорозподілу (поршень і клапани). Це узгодження досягається встановленням запалювання, що здійснюється кожного разу, коли узгоджена робота зазначених механізмів і систем порушується (наприклад, під час складання двигуна, після зняття розподільника запалювання, в разі появи несправностей приладів запалювання та в інших випадках).

Порядок встановлення запалювання такий:

а) перевірити та у разі потреби відрегулювати зазор між контактами переривника (рис. 4.10);

б) встановити поршень першого циліндра в положення ВМТ наприкінці такту стискання. Для цього треба вивернути свічку першого циліндра і в отвір для неї вставити паперову пробку або закрити цей отвір пальцем. Прокручуючи колінчастий вал пусковою рукояткою, слідкуючи за виходом повітря з-під пальця (виштовхуванням пробки), знайти такт стискання. Після цього, продовжуючи повільно обертати колінчастий вал, сумістити мітки на двигуні та шківі для встановлення запалювання (рис. 4.11);

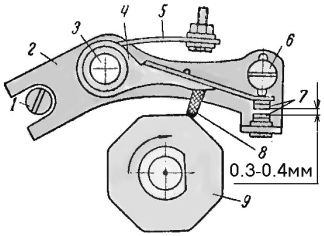



**Рис. 4.10. Контактна група:**
1 – ексцентриковий регулювальний гвинт; 2 – пластина нерухомого контакту; 3 – вісь рухомого контакту; 4 – пластмасова основа рухомого контакту; 5 –пружина рухомого контакту; 6 – упор; 7 – контакти; 8 – капроновий упор рухомого контакту

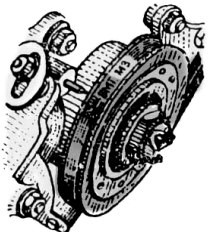


**Рис. 4.11. Суміщення міток для встановлення запалювання**

в) зняти кришку розподільника, повернути ротор у положення, в якому його розносна пластина збігатиметься з бічним затискачем першого циліндра кришки розподільника. У такому положенні встановити розподільник запалювання в гніздо блока і, потроху повертаючи за ротор, ввести валик у зачеплення з приводом, завернути від руки гайку кріплення розподільника до двигуна та встановити октан-коректор на нульову поділку;

г) приєднати контрольну лампу одним проводом до затискача низької напруги переривника, а іншим – до маси;

д) увімкнути запалювання та повертати корпус розподільника запалювання проти напряму обертання до початку розмикання контактів (у цей момент контрольна лампа засвітиться). Момент розмикання контактів можна визначити також «за іскрою». Для цього провід високої напруги, вийнятий з центрального затискача розподільника, потрібно тримати на відстані 3...4 мм від маси і повертати корпус розподільника запалювання. У момент розмикання контактів між проводом і масою з'являється іскра;

ж) вимкнути запалювання, затягнути ключем гайку кріплення розподільника запалювання до двигуна і встановити на місце кришку розподільника, закрутити свічку першого циліндра і з'єд-

нати її проводом високої напруги з гніздом кришки розподільника над ротором. Наступні проводи за ходом обертання ротора з'єднують зі свічками циліндрів відповідно до порядку їх роботи (для чотирициліндрових двигунів – 1–2–4–3, або 1–3–4–2; для шестициліндрових – 1–5–3–6–2–4; для восьмициліндрових – 1–5–4–2–6–3–7–8);

з) приєднати трубку вакуумного регулятора випередження запалювання;

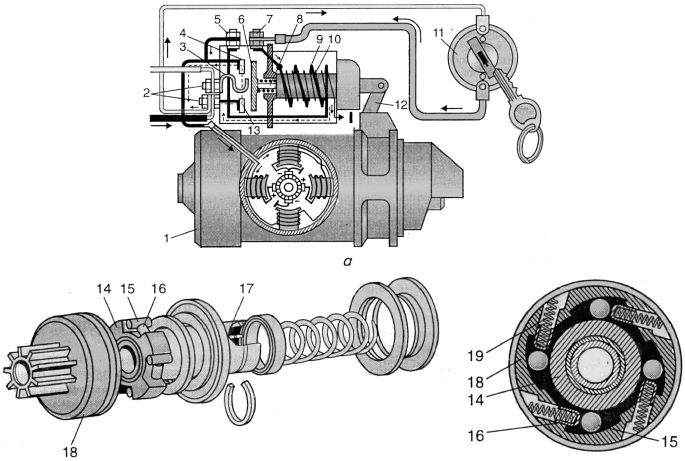
к) перевірити правильність установлення запалювання. Правильність установлення запалювання визначається пробігом автомобіля. Для цього потрібно запустити двигун, прогріти його до нормальної температури і, рухаючись зі швидкістю 50 км/год на прямій передачі на рівній дорозі, різко збільшити подачу палива. При цьому в двигуні мають бути чутні слабкі нетривалі металічні стуки. Відсутність їх вказує на пізнє запалювання, а стуки, що не припиняються, – на раннє. Кут випередження запалювання в цьому разі уточнюється октан-коректором.

### 4.5. Система пуску з електричним стартером

**Стартер** служить для пуску двигуна, це невеликий чотириполюсний електродвигун постійного струму з послідовним або змішаним збудженням і дистанційним електромагнітним вмиканням стартера. Такі двигуни розвивають максимальний пусковий момент під час гальмування якоря, тобто коли шестірня стартера входить у зачеплення з вінцем маховика, що і потрібно на початку пуску двигуна. Обмотки якоря та обмотки збудження стартера мають мінімальний опір, тому що вони виготовлені з мідного проводу великого перетину, а їхня довжина невелика. Для пуску ДВЗ необхідно його поршням надати зворотно-поступального руху. Із цією метою колінчастий вал карбюраторного двигуна обертають із частотою 50…80 хв$^{-1}$, дизельного – 200…250 хв$^{-1}$. Обертання колінчастого вала карбюраторного двигуна може здійснюватися пусковою рукояткою або електричним стартером, дизельного – електричним стартером або пусковим двигуном. Потужність стартера залежить від типу, потужності та розмірів двигуна і перебуває в границях від 0,3 до 15 кВт за напруги акумуляторної батареї 12 В у карбюраторних і 24 В у дизельних двигунах.

У корпусі 1 стартера (рис. 4.12а) гвинтами закріплені чотири сталевих полюси, на яких закріплені котушки обмотки збудження. Дві котушки (серієсні) з'єднані паралельно між собою і послідовно – з обмоткою якоря. Під час пуску двигуна через обмотки

котушок проходить великий струм, тому їх (як і обмотки якоря) виконують із мідної шини. Дві інші котушки (шунтові) між собою з'єднані послідовно і разом включені паралельно обмотці якоря. Їхні обмотки розраховані на порівняно невеликий струм, що залежить переважно від напруги акумуляторної батареї. Чотири мідно–графітові щітки встановлені в щіткотримачах, закріплених в алюмінієвій кришці. До двох щіткотримачів позитивних щіток, ізольованих від кришки пластмасовими пластинами, приєднані виводи серієсних котушок. До двох інших щіткотримачів приєднані виводи шунтових котушок, вони приклепані до кришки, тобто з'єднані з масою, і в них вставляються негативні щітки. Всі щітки притискаються до колектора спіральними пружинами.




а б

**Рис. 4.12. Стартер:**

а – схема роботи; б – муфта вільного ходу:

1 – корпус стартера; 2, 5, 7 – затискачі; 3 – додатковий контакт; 4, 5 – основні контакти; 6 – контактний диск; 8 – шток; 9, 10 – відповідно втягувальна й утримувальна обмотки; 11 – вмикач запалювання; 12 – важіль ввімкнення приводу; 13 – контакт; 14 – провідна обойма; 15 – ролик; 16 – штовхач; 17 – шліцьова втулка; 18 – ведена обойма; 19 – пружина штовхача

Якір складається з вала і напресованих на нього сердечника з обмоткою та колектора. Обмотка вкладена в пази сердечника, набраного з тонких пластин електротехнічної сталі. Кінці обмотки виведені та ізольовані одна від однієї пластини колектора, складені на пластмасовій основі. Вал обертається у двох пористих металокерамічних (мідно-графітових) втулках, просочених маслом і запресованих у кришки стартера.

Передня кришка має фланець, яким стартер кріпиться до картера зчеплення. На цій кришці на валу якоря змонтований привід стартера, що складається з важеля 12 з поворотною пружиною і роликової обгінної муфти (муфти вільного ходу) із шестірнею.

Муфта холостого ходу забезпечує передачу крутного моменту від стартера до вінця маховика під час пуску двигуна та від'єднання шестірні стартера від маховика після пуску двигуна. Її внутрішня (провідна) обойма 14 (рис. 4.12б) має подовжену маточину, яку на спіральних шліцах встановлюють на валу якоря. Така установка забезпечує повернення муфти у випадку переміщення її уздовж вала, що полегшує введення в зачеплення зубів шестірні стартера і вінця маховика. Зовнішня (ведена) обойма 18 муфти виконана як одне ціле із шестірнею стартера. Із внутрішнього боку ця обойма має чотири пази, у яких розміщуються ролики 15, які постійно відтискуються штовхачами 16 із пружинами 19 у звужену частину пазів, заклинюючи в такий спосіб обидві частини муфти. Ефект заклинювання підсилюється, коли обертається ведуча обойма, тобто у випадку вмикання стартера.

Стартер вмикається обертанням ключа вмикача запалювання праворуч до упору. При цьому струм невеликої сили від акумуляторної батареї спочатку піде в обмотку реле включення, намагнічуючи його сердечник, який притягає якір, замикаючи контакти електричного ланцюга стартера. Після цього струм невеликої сили також піде від акумуляторної батареї до затискача 2 (рис. 4.12) тягового реле, далі – на вмикач запалювання і затискач 7, втягувальну обмотку 9 тягового реле та через затискач 5 – в обмотки стартера. Разом з тим струм проходитиме тонкою утримувальною обмоткою тягового реле. Під дією магнітного поля, створюваного обмотками, сердечник тягового реле втягується вглиб втулки і переміщає важіль ввімкнення 12, що нижнім кінцем переміщує гвинтовими шліцами привід стартера та вводить його шестірню в зачеплення із зубчастим вінцем маховика. Разом з тим сердечник тягового реле через шток 8 переміщує контактний диск 6, що замикає контакти 4 і 13 тягового реле основного ланцюга стартера, який має маленький опір, внаслідок чого в обмотку стартера піде струм великої сили, і якір буде обертати колінчастий вал двигуна.

Водночас контактний диск з'єднується з додатковим контактом 3, що дає можливість струму проходити в первинну обмотку котушки запалювання, минаючи додатковий опір. Коли двигун запуститься, стартер поверненням ключа в лівий бік вимикається, і всі деталі приводу під дією пружини повертаються в початкове

положення. Якщо двигун почне працювати, а стартер не буде вимкнений, вінець маховика поведе за собою шестірню стартера і зовнішню обойму муфти з великою швидкістю, ролики зрушать по похилій поверхні пазів у широку частину, даючи можливість зовнішній веденій обоймі із шестірнею обертатися вільно, не передаючи зусилля на ведучу обойму і вал якоря. Це запобігає «руйнуванню» стартера. Якщо під час пуску двигуна зуб шестірні стартера збігається із зубом вінця маховика, то пружина приводу стиснеться, даючи можливість важелю включення переміщатися далі та замкнути електричний ланцюг стартера, а коли якір повернеться, шестірня під дією буферної пружини відразу ввійде в зачеплення з вінцем маховика.

**Правила користування стартером.** Під час пуску двигуна стартером сила споживаного ним струму досягає 300…800 А, що призводить до швидкого розряду акумуляторної батареї. Тому стартером можна користуватися не довше 3…5 секунд з наступними перервами 1…3 хвилини для відновлення заряду батареї. У міру зростання частоти обертання колінчастого вала крутний момент, а разом з ним і потужність, що розвивається стартером, зменшуються, однак двигун до цього часу вже має деяку інерцію та наявної потужності досить для його пуску.

## 4.6. Системи освітлення і світлової сигналізації. Контрольні прилади

**Системи освітлення, світлової і звукової сигналізації** призначені для забезпечення безпеки дорожнього руху, а на тракторах – ще й для освітлення агрегатованих з ними машин.

Складність світлорозподілу в головному освітленні складається не тільки в його розподілі для безпечної їзди з досить великими швидкостями і необхідністю застосування джерел світла малої потужності (максимально 90 Вт), що обмежується потужністю джерел живлення, а й у потребі розподіляти світловий потік нерівномірно, забезпечувати дальність видимості в тому або іншому напрямку, запобігати осліпленню водіїв зустрічних транспортних засобів тощо. Основу систем освітлення тракторів і автомобілів становлять фари далекого і ближнього світла, встановлені за двох– або чотирифарною схемою.

Для систем сигналізації необхідне забезпечення рівномірної яскравості, комфортності сприйняття і повноти світлової інформації про режим руху або маневру. Світлосигнальні ліхтарі передають інформацію учасникам руху. До них належать передні та задні га-

баритні вогні, покажчики поворотів, сигнали гальмування, ліхтар освітлення номерного знака, передні, задні та бічні світловідбивачі, розпізнавальні знаки автопоїзда.

Крім цих приладів для полегшення керування у важких метеорологічних умовах і передавання інформації учасникам руху про наявність, габарити і стан транспортного засобу на автомобілях встановлюють додаткові прилади: протитуманні фари і задні ліхтарі, вогні першочергового проїзду (пожежні, медична швидка допомога й інші), фари-прожектори, бічні повторювачі поворотів, стоянкові та контурні вогні, сигнали аварійного стану.

### 4.6.1. Фари головного освітлення

**Фари головного освітлення** необхідні для освітлення дороги в умовах недостатньої видимості.

Кругла фара головного освітлення (рис. 4.13) має сталевий штампований корпус 5, у якому розміщене опорне кільце 4, яке утримується трьома пружинами. На внутрішній поверхні опорного кільця виконані три асиметричних пази, у котрі входять фіксуючі виступи оптичного елемента і забезпечують правильну його установку в корпусі в одному положенні.

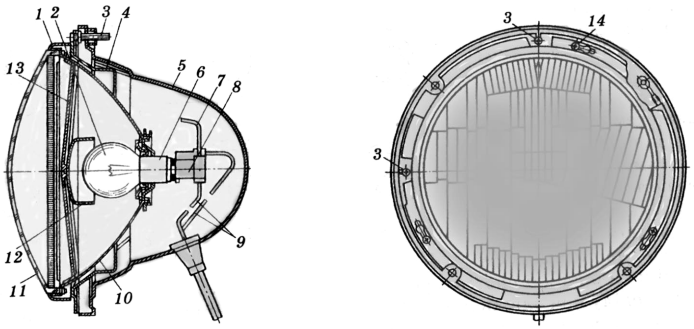



**Рис. 4.13. Конструкція круглої фари головного освітлення:**
1 – ободок; 2 – лампа; 3 – регулювальний гвинт; 4 – опорне кільце; 5 – корпус; 6 – цоколь лампи; 7 – провід «маси»; 8 – штекерна колодка; 9 – провід; 10 – відбивач; 11– скляний розсіювач; 12 – екран; 13 – стояк; 14 – гвинт

В обідку змонтовані два гвинти 3 для регулювання кута нахилу світлового потоку в горизонтальній і вертикальній площинах. Оптичний елемент кріпиться до опорного кільця за допомогою обідка

трьома гвинтами 14. Живлення до електролампи подається за допомогою штекерної колодки 8 із проводами 9 і проводом «маси» 7.

### 4.6.2. Протитуманні фари

В умовах туману, дощу, снігопаду світлорозподіл головних фар істотно погіршується, оскільки за збільшеного розсіювання на краплях дощу або туману знижується контрастність. У зв'язку з цим для освітлення в складних метеорологічних умовах застосовують протитуманні фари.

**Протитуманні фари** дають можливість у 1,5 рази підвищити дальність видимості дороги завдяки специфіці світлового пучка і розміщенню фар на автомобілі. Найбільша ефективність протитуманних фар може бути забезпечена, коли відхилення пучка світла вище від оптимальної осі і кут його розсіювання у вертикальній площині будуть мінімальними (рис. 4.14).

Протитуманні фари створюють вузький світловий пучок уздовж вертикалі і широкий (до 70…90°) у горизонтальній площині завдяки наявності на внутрішній поверхні розсіювача вертикальних лінз із великим радіусом кривизни. Такі фари варто встановлювати нижче фар головного освітлення, але не менш, ніж на 250 мм над рівнем дороги і не більш, ніж на 400 мм від зовнішнього габариту за шириною.

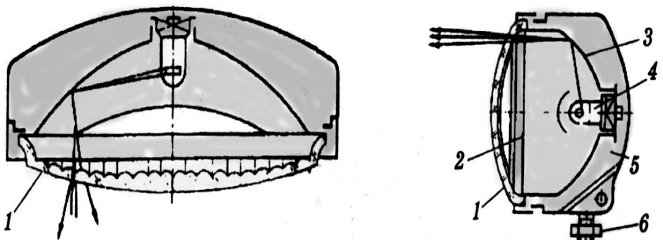



**Рис. 4.14. Конструкція протитуманної фари:**
1 – розсіювач; 2 – екран прямих променів; 3 – відбивач; 4 – джерело світла; 5 – корпус; 6 – кронштейн кріплення

Розсіювач протитуманних фар виготовляють з рівномірною структурою заломлювальних елементів, виконаних у виді зрізаних прямолінійних циліндричних лінз. За кольором вони є білі або жовті та спектр фари практично не впливає на видимість у тумані.

### 4.6.3. Лампи головного освітлення

**Лампи головного освітлення** призначені для перетворення електричного струму в світловий потік.

Освітлювальні і світлосигнальні прилади тракторів і автомобілів обладнають спеціальними взаємозамінними лампами, розрахованими на різну номінальну напругу і потужність. Для фар головного освітлення застосовують лампи з фланцевим цоколем, а для світлосигнальних ліхтарів – здебільшого зі штифтовим цоколем, що забезпечує установку лампи і її фіксацію в одному положенні щодо оптичної осі ліхтаря.

До основних електричних параметрів джерел світла належать їх номінальна напруга (6, 12, 24 В), потужність і розрахункова напруга; світловий – номінальний світловий потік лампи, максимальна сила світла і яскравість світіння.

У маркіруванні автомобільних ламп позначають тип лампи, номінальну напругу і потужність. Так, на вимогу міжнародних правил для фар головного освітлення виготовляють лампи ЛО2 (А12–45+40), що означає: лампа двохниткова, напруга – 12 В, із фланцевим цоколем, потужністю 45 Вт на нитці далекого світла і 40 Вт на нитці ближнього світла. Літера А, означає «автомобільна».

### 4.6.4. Підфарники і задні ліхтарі

Світлосигнальні ліхтарі (рис. 4.15) передають інформацію учасникам руху. **Підфарники** на автомобілях кутові і встановлюються в крилах. У кожному підфарнику є дві лампи – для габаритного ліхтаря і для покажчика повороту.

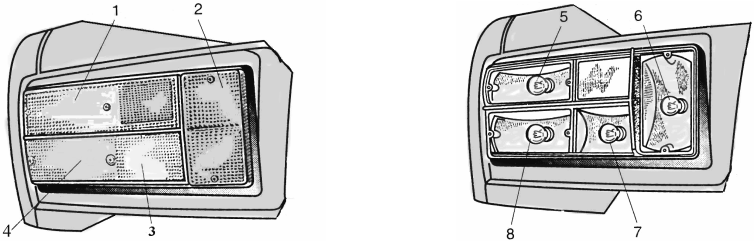



**Рис. 4.15. Задній ліхтар автомобіля:**
1 – розсіювач покажчика повороту; 2 – розсіювач стоп-сигналу; 3 – розсіювач світла заднього ходу; 4 – розсіювач габаритного світла, 5 – лампа покажчика сигналу повороту з жовтогарячим розсіювачем; 6 – лампа стоп-сигналу; 7 – лампа світла заднього ходу з білим розсіювачем 3; 8 – двониткова лампа габаритного світла і протитуманного освітлення

Раціональною видимістю габаритних вогнів вважають дистанцію не менше ніж 100 м. Конструктивно лампи габаритних вогнів встановлюють у підфарниках, розміщених на крилах, у задніх ліхтарях і фарах головного освітлення під основною лампою.

Одночасно транспортні засоби обладнують передніми (білими) і задніми (червоними) світловідбивачами, а за довжини автопоїзда 8 м і більше – бічними (помаранчевими) світловідбивачами. Якщо вантаж причепа виступає за борт на 1,5 м і більше, на ньому також встановлюють червоний світловідбивач.

### 4.6.5. Покажчики поворотів

Трактори і автомобілі обладнують двома передніми і двома задніми **покажчиками поворотів** жовтогарячого кольору, що переважно розміщені в підфарниках і задніх ліхтарях. Машини довжиною понад 6 м, а також легкові автомобілі мають бічні повторювачі покажчиків поворотів.

Режим роботи покажчиків поворотів миготливий. За правилами ЄЕК ООН, частота миготінь може становити 1,5±0,5 Гц, або 1…2 с.

На автомобілях ввімкнення ближнього і дальнього світла здійснюється важелем перемикача, встановленим під рульовим колесом. Коли важіль перемикача перемішується донизу у перше положення, вмикається ближнє світло, а в друге положення – дальнє. Переміщенням на себе довгого важеля перемикача короткочасно вмикається дальнє і ближнє світло фар.

Іноді на автомобілях установлені центральний і ножний перемикачі світла.

### 4.6.6. Запобіжники

**Запобіжники** призначені для захисту електричних ланцюгів, споживачів і обмоток генератора, а також пластин акумуляторної батареї від дії великих струмів у випадку короткого замикання.

На тракторах і автомобілях установлюють термобіметалеві і плавкі запобіжники (рис. 4.16). Термобіметалеві запобіжники є разової дії (кнопкові) і безперервної (вібраційні).

У випадку значного збільшення сили струму в ланцюзі, що захищений кнопковим запобіжником (рис. 4.16а), біметалева пластина 3, нагріваючись, вигинається і розмикає контакти 2 і 5, розмикаючи електричний ланцюг, і залишається в такому положенні. Після усунення несправності для залучення в роботу запобіжника треба натиснути на кнопку 4, щоб знову замкнути контакти.

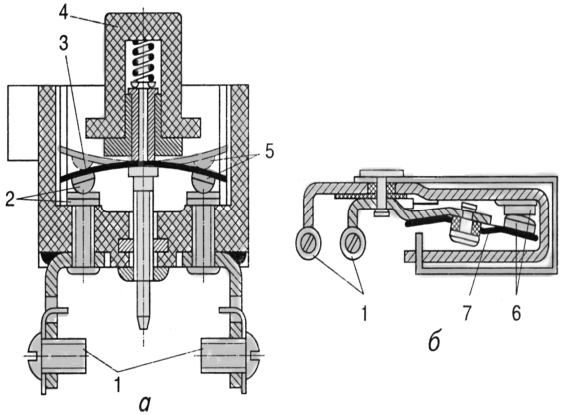



**Рис. 4.16. Термобіметалічні кнопкові (а) і вібраційні (б) запобіжники:**
1 – затиски; 2, 5, 6 – контакти; 3, 7 – біметалеві пластини; 4 – кнопка

Вібраційний запобіжник (рис. 4.16б) діє таким чином: під час проходження біметалевою пластиною струму силою, що перевищує встановлене значення (коротке замикання), вона, надто нагріваючись, вигинається і розмикає контакти 6, тим самим розмикаючи електричний ланцюг. Після остигання пластина випрямляється і знову замикає ланцюг. Завдяки тому, що пластина нагрівається швидко, а остиває повільно, контакти довше знаходитимуться в розімкнутому стані і, незважаючи на коротке замикання, середнє значення сили струму в колі буде невеликим. Замикання і розмикання контактів супроводжуються потьохкуванням, що сигналізує водієві про коротке замикання.

Плавкі запобіжники поєднують в один блок і розташовують під капотом двигуна, під панеллю приладів або в багажнику. На кришці блоку запобіжників із внутрішнього боку наклеюють таблицю, у якій для кожного запобіжника відзначають той електричний ланцюг, що він захищає. Плавкі вставки запобіжників виготовляють з мідного дроту малого діаметра (0,1…0,5 мм). Якщо сила струму перевищує гранично-допустиме значення, відтворене на запобіжнику, то вставка розплавляється і перериває електричний ланцюг.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Який струм застосовують у системі електрообладнання трактора і автомобіля?
2. Яку напругу застосовують у системі електрообладнання трактора і автомобіля?
3. Чому на тракторах і автомобілях застосовують здебільшого однопровідну систему електрообладнання?
4. Чому в системі електрообладнання тракторів і автомобілів за однопровідної системи на «масу» пускають «–»?
5. Яке призначення акумуляторної батареї на тракторі і автомобілі?
6. Чим з електричної точки зору є акумуляторні батареї?
7. Чому як стартерні використовують переважно свинцево–кислотні акумуляторні батареї?
8. Який режим роботи є найбільш важким для стартерного акумулятора?
9. Що таке «електрорушійна сила» акумулятора?
10. Чому дорівнює електрорушійна сила на одну секцію акумулятора?
11. Що таке «ємність» акумулятора?
12. Що таке «саморозряд»?
13. Призначення генераторів.
14. Основні технічні характеристики генераторів.
15. Яке призначення реле-регуляторів?
16. Як реле-регулятори підтримують напругу генератора постійною?
17. Що входить до генераторної установки змінного струму?
18. Яке призначення стартера?
19. Що входить до системи електропуску?
20. Як з'єднується вал стартера з колінчастим валом двигуна внутрішнього згорання?
21. Як класифікують стартери за конструкцією колектора?
22. Яке призначення муфти вільного ходу стартера?
23. Яке призначення системи запалювання?
24. Яка основна вимога до системи запалювання?
25. На який ресурс безперебійної роботи розраховано систему запалювання?
26. Що таке «кут випередження запалювання»?

# РОЗДІЛ V
# РОБОЧЕ ТА ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

## 5.1. Робоче обладнання тракторів і автомобілів

**Робоче обладнання** призначене для приєднання до трактора сільськогосподарських машин і знарядь, приведення в дію активних робочих органів мобільних і стаціонарних машин, а також керування ними з кабіни тракториста. Робоче обладнання включає причіпний пристрій, гідрофікований гак, начіпну гідравлічну систему, начіпний пристрій і вал відбору потужності.

Для приєднання до трактора причіпних сільськогосподарських машин і знарядь, а також різних причепів, які створюють тільки поздовжнє навантаження на тягово-зчіпних пристроях і рухаються зі швидкістю до 4 м/с, призначені причіпні пристрої. Вони дають змогу переміщувати точку причепа не тільки праворуч чи ліворуч відносно осі трактора, а інколи й за висотою.

**Причіпний пристрій** у більшості тракторів складається з причіпної скоби 8, закріпленої в кронштейнах остова трактора (рис. 5.1) або на начіпному механізмі й упряжної скоби (серги) 7, яка закріплена за допомогою двох пальців 3 і 6. Упряжна скоба може зміщуватися праворуч чи ліворуч відносно осі трактора завдяки додатковим отворам у причіпній скобі. Для зміни висоти точки причепа, що потрібно під час роботи з різними причіпними машинами і знаряддями, кронштейни або упряжну скобу можна розвертати на 180°. Зміною положення упряжної скоби регулюють стійкість і прямолінійність руху агрегату.

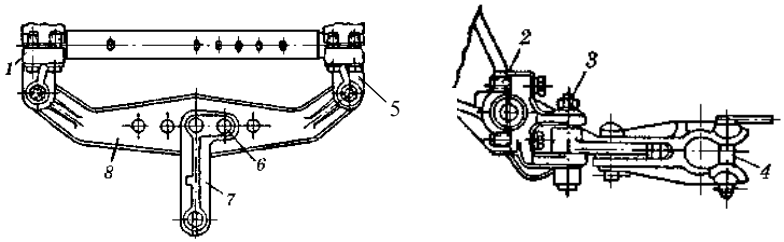



**Рис. 5.1. Причіпний пристрій трактора Т-150К:**
1, 5 – лівий і правий кронштейни (бугелі); 2 – болт кріплення кронштейнів; 3, 6 – пальці; 4 – шворінь; 7 – упряжна скоба; 8 – причіпна скоба

Скоба може зміщуватися праворуч чи ліворуч відносно осі трактора завдяки додатковим отворам у причіпній скобі. Для зміни висоти точки причепа, що потрібно під час роботи з різними причіпними машинами і знаряддями, кронштейни або упряжну скобу можна розвертати на 180°. Зміною положення упряжної скоби регулюють стійкість і прямолінійність руху агрегату.

Для роботи з одновісними причепами, гноєрозкидачами та іншими машинами, які створюють не тільки поздовжнє і бічне навантаження, а й вертикальне, застосовують гідрофікований причіпний гак. **Гідрофікований гак** порівняно з розглянутим буксирним пристроєм здатний витримувати значно більше вертикальне навантаження. Кронштейн 2 (рис. 5.2) з гаком 1 кріпиться спеціальними болтами до днища заднього моста і кришки ВВП, а за допомогою тяг з'єднується з пальцями зовнішніх важелів начіпного механізму.

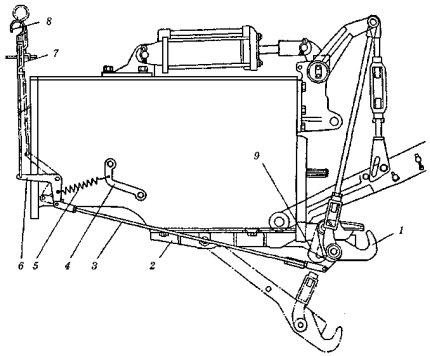



**Рис. 5.2. Гідрофікований гак тракторів Беларусь:**
1 – гак; 2 – кронштейн гака; 3 – тяга захвату; 4 – кронштейн пружини; 5 – пружина; 6 – важіль; 7 – фіксатор рукоятки; 8 – рукоятка керування захватами; 9 – захвати

Керують (підіймання, опускання) гідрогаком за допомогою основного циліндра начіпної системи. Рукоятка 8 слугує для відведення захватів гака в разі приєднання (від'єднання) напівпричепів. У робочому положенні гак спирається на захвати 9.

У начіпних машинно-тракторних агрегатів (МТА) порівняно з причіпними є низка особливостей:

- спрощена конструкція сільськогосподарських машин і знарядь, а отже, менша їх маса;
- значне підвищення продуктивності МТА за рахунок кращої маневреності;
- зменшений тяговий опір знарядь, що дає змогу

збільшити ширину захвату агрегату і швидкість руху, а також зменшити витрати палива на одиницю виконаної роботи.

**Начіпна гідравлічна система** складається з начіпного механізму і гідравлічної системи.

Начіпний механізм призначений для приєднання до трактора начіпних, напівначіпних та гідрофікованих машин і знарядь, для піднімання, опускання та утримування їх у відповідному положенні під час виконання будь-яких робіт.

Залежно від виду роботи, що виконується, конструктивних особливостей машини, умов експлуатації агрегату застосовують різні варіанти розміщення начіпних знарядь на тракторі (рис.5.3): заднє (знаряддя розміщене за ведучою віссю трактора); переднє (між осями трактора); фронтальне (перед трактором); бокове (збоку трактора); ешелоноване (знаряддя начіплене секційно в різних місцях).

Пристрої для начіплювання можуть мати різну конструкцію залежно від розташування машини відносно трактора та його потужності. Спереду або збоку трактора на піврамі передбачені місця кріплення з отворами під болти або кронштейни. Для начіплювання машин між передньою і задньою осями є спеціальні планки-лонжерони, приварені до поздовжніх труб рами, і отвори під болти на передньому брусі.

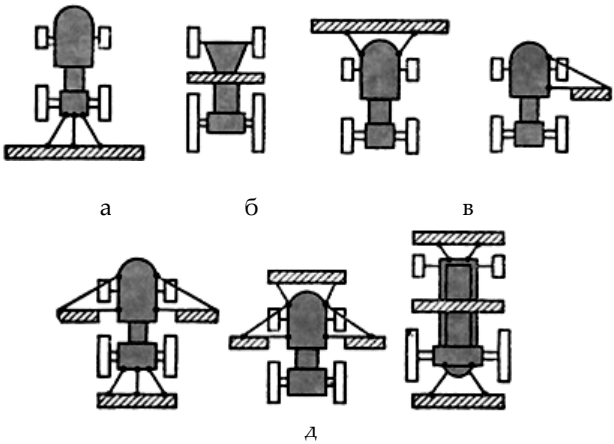



**Рис. 5.3. Схема розміщення начіпних машин та знарядь на тракторі:**
а – ззаду; б – посередині; в – фронтально; г – збоку; д – ешелоновано

За способом приєднання тяг до трактора начіпні механізми можна настроювати на дво, три- або чотири точкову схеми.

Двоточкову схему застосовують для роботи з плугами, при цьому передні кінці двох нижніх тяг стискуються в точці А на осі 12 (рис. 5.4), а друга точка – це точка приєднання центральної тяги 3. Нижні тяги з рамою знаряддя утворюють трикутник.

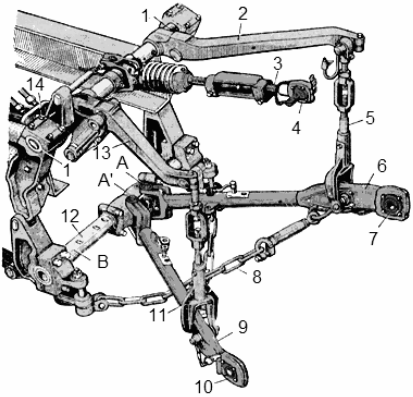



**Рис. 5.4. Механізм начіпного пристрою:**
1 – вал піднімання важелів; 2, 13 – правий і лівий важелі; 3 – верхня тяга; 4 – шарнір верхньої тяги; 5, 11 – правий і лівий розкоси; 6, 9 – права і ліва нижні тяги; 7, 10 – шарніри нижніх тяг; 8 – натяжний пристрій; 12 – нижня вісь; 14 - силовий циліндр; А, А', В – точки кріплення нижніх тяг

Триточкову схему використовують під час роботи тракторів із сівалками, культиваторами та іншими широкозахватними машинами. Це усуває можливість зміщення машин у горизонтальній площині і забезпечує прямолінійність руху МТА. За триточкової схеми передні кінці нижніх тяг 6 і 9 необхідно пересунути на осі 12 в точки А і В, при цьому тяги з рамою знаряддя утворюють трапецію.

Чотириточкову схему використовують під час роботи трактора з навантажувачем, бульдозером та іншими землерийними машинами. При цьому начіпний механізм має дві центральні тяги, які забезпечують стійкість начіпного знаряддя.

Роздільно-агрегатна гідравлічна система трактора (рис. 5.5) складається із шестеренчастого насоса 13 з приводом і механізмом вмикання 14, золотникового розподільника 2 з важелями керування 1, масляного бака 11 з фільтром та індикатором 6, основного та виносних силових циліндрів, гідравлічної арматури (маслопроводи 3, 4, 5, 7,12, запірний і сповільнювальний клапани, з'єднувальні муфти 8).

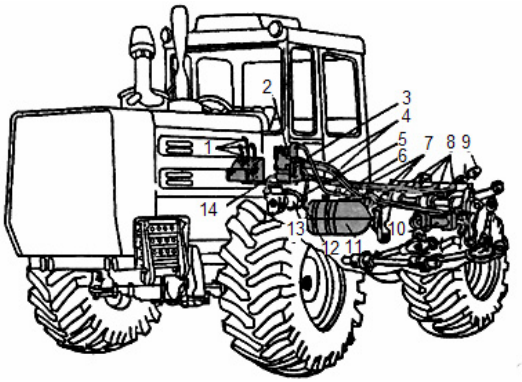



**Рис. 5.5. Загальний вигляд гідравлічної системи трактора ХТЗ-17021:**
1 – важелі керування; 2 – золотниковий розподільник; 3, 4, 5, 7, 12 – маслопроводи; 6 – фільтр та індикатор масляного бака; 8 – з'єднувальні муфти; 9 – начіпний механізм; 10 – силовий циліндр; 11 – масляний бак; 13 – шестеренчастий насос; 14 – привід і механізм вмикання

Деякі гідравлічні системи мають також гідрозбільшувач зчіпної ваги з гідроакумулятором, регулятор глибини обробітку грунту. Ці системи встановлюються на універсально-просапні трактори.

**Масляний бак** – це резервуар для робочої рідини гідросистеми. Місткість його повинна забезпечувати нормальну роботу гідросистеми. Бак має фільтр очищення масла, яке надходить з розподільника. Рівень масла можна контролювати за допомогою контрольної пробки або масломірного щупа. Робочою рідиною в гідросистемах тракторів є мінеральне гідравлічне або індустріальне масло. Марка масла для кожного трактора вказується заводом.

Гідравлічні насоси (рис. 5.6), якими обладнані гідросистеми, шестеренчасті, нерегульованої дії, призначені для створення тиску робочої рідини в гідросистемах. За своїм призначенням насоси є різних модифікацій і мають різне умовне позначення. Наприклад, позначення НШ 10В-2, НШ 10В-3, НШ 32-4-*Л*, РН-50-2-*Л*, означають: Н – насос; Ш – шестеренчастий: 10, 32, 50 – подавання робочої рідини в кубічних сантиметрах за один оберт вала насоса; В – назва заводу (Вінниця); 2, 3, 4 – насоси мають номінальний тиск відповідно 14 МПа, 16 МПа, 20 МПа; *Л* – насос з лівим напрямом обертання.

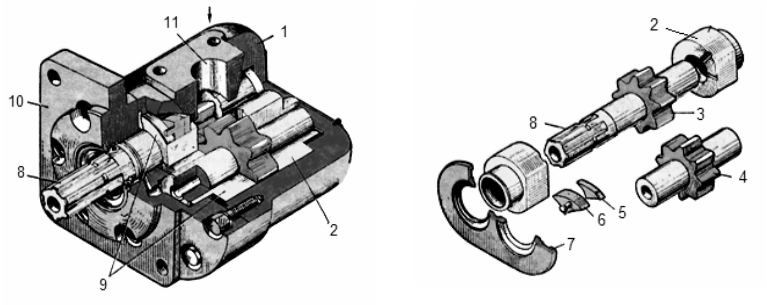


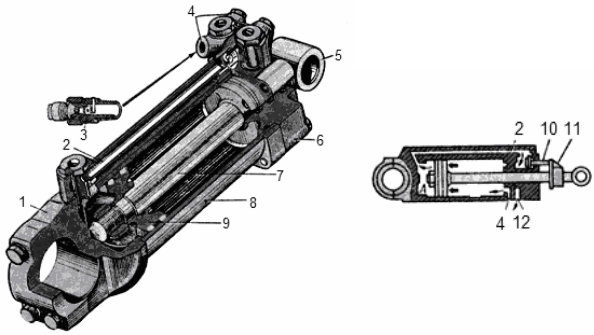

**Рис. 5.6. Будова гідронасоса НШ-50-2-Л:**
1 – корпус насоса; 2, 9 – втулки; 3, 4 – ведуча і ведена шестерні; 5 – вкладиш; 6 – ущільнення; 7 – манжета; 8 – вал ведучої шестерні; 10 – кришка; 11 – впускний отвір

Розподільник розподіляє масло від гідронасоса по силових циліндрах, а також автоматично переключає гідравлічну систему на холостий хід після закінчення піднімання або опускання знаряддя, обмежує підвищення тиску масла в системі у разі перевантажень.

Найчастіше в гідросистемах сільськогосподарських тракторів застосовують чотири позиційні циліндричні золотникові розподільники відносно простої конструкції, зручні у виготовленні та експлуатації. Це положення: «Нейтральне»; «Піднімання»; «Примусове опускання»; «Плаваюче».

**Силові циліндри** призначені для піднімання, опускання та утримання начіпного знаряддя в потрібному положенні, а також для керування робочими органами начіпних, напівначіпних і причіпних гідрофікованих машин.

Силові циліндри роздільно-агрегатної гідросистеми (рис.5.7) поділяються на основні та виносні. Основний циліндр установлений у начіпному механізмі трактора, а виносні розміщені у піднімальних пристроях окремих механізмів і знарядь. За будовою і принципом дії основні та виносні силові циліндри подібні і відрізняються тільки розмірами. Силові циліндри однобічної дії мають дві порожнини, одна з яких робоча, а друга через сапун має вихід назовні. Силовий рух поршня, відбувається тільки в одному напрямку, коли піднімається вантаж, у зворотному ж поршень рухається під дією ваги начіплених машин або знарядь. Силові циліндри двобічної дії теж мають дві порожнини, але обидві робочі, і масло, що надходить до них, створює тиск на поршень то з одного, то з іншого боку.

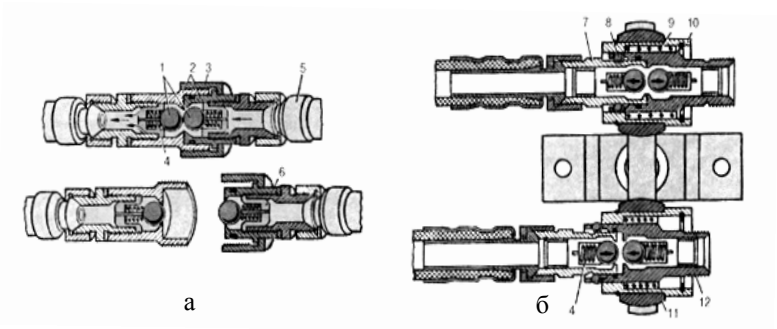



а б

**Рис. 5.7. Гідроциліндр: а – будова; б – схема роботи;**
1 – нижня кришка; 2 – маслопровідна трубка; 3, 10 – клапани; 4, 12 – отвори для штуцерів; 5 – головка штока; 6 – задня кришка; 7 – шток; 8 – корпус; 9 – поршень; 11 – первинний упор; А і Б – порожнини циліндра

**Маслопроводи** сполучають масляний бак, насос, розподільник, силові циліндри і підводять до них масло. Силові циліндри, які мають шарнірне кріплення, з'єднані гнучкими гумометалевими шлангами високого тиску, а агрегати, жорстко закріплені на тракторі, сполучені за допомогою металевих маслопроводів.

Металеві маслопроводи виготовлені із суцільних стальних труб, які мають на кінцях з'єднувальні муфти (рис. 5.8а), призначені для роз'єднування і зняття гнучких шлангів без зливання масла з гідросистеми. Вони також захищають гідросистему від пилу і бруду під час роз'єднування шлангів.




а б

**Рис. 5.8. Муфти розподільно-агрегатних начіпних машин:**
а – з’єднувальні муфти, б – розривні муфти; 1 – кулькові клапани; 2 – півмуфти; 3 – накидна гайка; 4, 9 – пружини; 5 – штуцер; 6 – хрестовина; 7 – півмуфти; 8 – фіксатори; 10 – стакан; 11 – кронштейн; 12 – корпус муфти

**Розривні муфти** (рис. 5.8б) захищають гнучкі шланги і запобігають витіканню масла з гідросистеми у разі аварійного від'єднання від трактора причепної машини, обладнаної виносними циліндрами.

Якщо машину відчіплюють від трактора, у шлангах виникає осьове зусилля, яке деформує пружину 9, обидві півмуфти зміщуються ліворуч відносно обойми на корпусі машини. Цей рух відбувається, поки кульки фіксатора не вийдуть із запірної втулки. Далі півмуфти роз'єднуються, а запірні клапани закривають вихідні отвори, запобігаючи витіканню масла із шлангів.

За допомогою начіпної гідросистеми можна регулювати глибину обробітку грунту різними способами: висотним, силовим, позиційним або комбінованим.

Висотний спосіб передбачає регулювання глибини обробітку грунту завдяки зміні висоти опорних коліс начіпної машини.

Силовий спосіб дозволяє автоматично підтримувати постійний тяговий опір машини, який наближено пропорційний глибині обробітку.

Силове регулювання застосовують під час роботи трактора з машинами, які чинять великий тяговий опір, наприклад, з плугом на полях з рівномірною щільністю грунту.

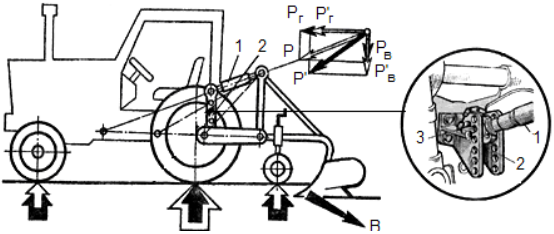
Позиційний спосіб дає можливість автоматично утримувати начіпну машину в установленому положенні відносно остова трактора незалежно від тягового опору. Позиційне регулювання застосовують, коли трактор працює на полях з рівним рельєфом з машинами, в яких робочі органи розміщені над поверхнею грунту, наприклад, з косаркою для зернобобових культур.

Комбінований спосіб ґрунтується на одночасному використанні висотного, силового або позиційного способів. Його доцільно застосовувати у разі відхилень глибини обробітку в межах агротехнічних вимог на грунтах із змінною щільністю.

Якщо агрегат працює на такому грунті і силове або змішане регулювання не забезпечує дотримання агровимог щодо глибини обробітку, потрібно використовувати висотний спосіб регулювання (за допомогою опорного колеса) і довантажувач ведучих коліс або силове регулювання з використанням обмежувальної дії опорного колеса.

Механічний довантажувач ведучих коліс використовують за висотного способу регулювання глибини обробітку грунту.

На трактор Т-40М у механізм начіпки вмонтований механічний довантажувач ведучих коліс, який складається із кронштейна 2 (рис. 5.9) з кількома отворами для кріплення кінця верхньої тяги.




а б

**Рис. 5.9. Механічний довантажувач ведучих коліс:**
а – схема дії; б – будова;
1 – верхня тяга; 2 – кронштейн; 3 – палець; Р – сила, що діє вздовж тяги; Рв і Рг – вертикальна і горизонтальна складові сили Р; R – сила опору руху машини

Тяговий опір машини сприймається начіпним механізмом. При цьому нижні тяги зазнають розтягуюче, а верхня тяга – стискувальне зусилля, яке передається передньому шарніру цієї тяги. Остання довантажує ведучі колеса.

На схемі видно, чим нижче закріплений передній кінець тяги, тим більша довантажувальна сила $P_в$. Одночасно зменшуються тиск опорного колеса начепленої машини, а також навантаження на передні колеса трактора. За правильного встановлення нахилу тяги опорне колесо залишає на ґрунті ледь помітну колію. Для переставлення тяги потрібно зупиняти агрегат.

Гідравлічний довантажувач ведучих коліс (гідрозбільшувач начіпної ваги – ГЗВ) встановлений на тракторах МТЗ-80 і МТЗ-82 (рис. 5.10). За його допомогою можна регулювати довантаження коліс, не зупиняючи машинно-тракторний агрегат. ГЗВ входить до гідросистеми трактора і складається з двох агрегатів: гідрозбільшувача і гідроакумулятора.

Гідрозбільшувачем зчіпної ваги керують за допомогою важеля 6, який може бути встановлений в одне із чотирьох положень: «ГЗВ включений» (з попереднім підзарядженням гідроакумулятора), «ГЗВ виключений», «Закрито», і «Скидання тиску».

Силовий (позиційний) регулятор автоматично підтримує задане положення робочих органів начепленої машини відносно поверхні ґрунту без використання опорних коліс (рис. 5.11). Тому ведучі колеса трактора довантажують не частиною ваги машини, як у разі включеного ГЗВ, а повною вагою; тяговий опір машини зменшується, оскільки немає опору опорних коліс перекочуванню на ґрунті.

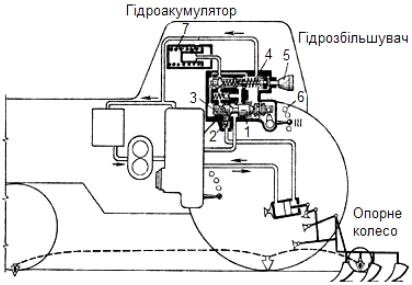



**Рис. 5.10. Схема гідравлічного довантажувача:**
1 – повзун; 2 – запірний клапан; 3 – штовхач; 4 – пружина золотника; 5 – маховичок керування; 6 – важіль керування; 7 – гідроакумулятор

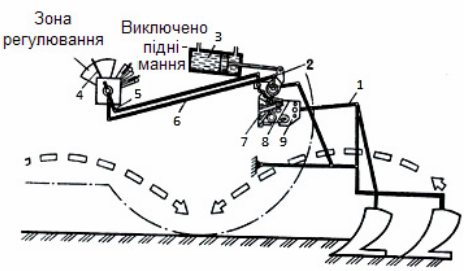



**Рис. 5.11. Схема обробітку ґрунту з використанням силового регулятора:**
1 – верхня тяга начіпки; 2 – з'єднувальний палець; 3 – гідроциліндр; 4 – важіль керування регулятором; 5 – важіль силового регулювання; 6 – тяга позиційного регулювання; 7 – тяга; 8 – сектор; 9 – валик керування

**Регулятор** – це додатковий агрегат гідроначіпної системи тракторів МТЗ-80 і МТЗ-82. Він встановлений на кронштейні основного гідроциліндра, підключений до насоса паралельно золотниковому розподільнику, діє за сигналами датчиків, також є механізм ручного керування цим регулятором.

**Вал відбору потужності (ВВП)** призначений для приведення в дію робочих органів причіпних, начіпних і стаціонарних сільськогосподарських машин. На тракторі ці вали можуть мати заднє, переднє і бокове розміщення. За способом приведення ВВП поділяються на залежні, незалежні, напівзалежні та синхронні. За принципом дії ВВП поділяють на механічні (МТЗ 80) і гідравлічні (трактори типу Т-150 і Т-150К).

Більшість тракторів обладнано заднім ВВП, деякі – переднім. Універсально-просапні трактори мають задній і бічний ВВП.

Розрізняють ВВП зі сталою і змінною частотою обертання. Робочі органи ґрунтообробних і збиральних машин повинні мати сталу частоту обертання, а таких машин, як сівалки, саджалки, розкидачі – частоту обертання, пропорційну або синхронну швидкості руху трактора.

Встановлено дві частоти обертання ВВП: 540±15 і 1000±25 хв$^{-1}$ за номінальної частоти обертання колінчастого вала двигуна, що забезпечується вмиканням у привід ВВП редуктора з відповідним передатним числом.

Для якомога ефективнішого використання потужності двигуна енергонасичених тракторів їх обладнують гідравлічною системою відбирання потужності (ГСВП), яка призначена для приводу гідрофікованих робочих органів сільськогосподарських машин, що перемикаються під навантаженням.

Гідросистема відбирання потужності тракторів МТЗ (рис. 5.12), є складовою частиною гідросистеми трактора.

Додатково до вузлів основної гідросистеми (бак для зберігання оливи, розподільник, регулятор, насос, силовий циліндр) вона включає насоси 10 і 12, золотниковий суматор 3, радіатор для охолодження оливи 1, привід насоса 11, важіль керування 5, трубопроводи 6 і 8, напівмуфти зовнішніх виводів 7 і запобіжний клапан 9. Привід насосів і насоси змонтовано на лівій стінці корпусу головного зчеплення.

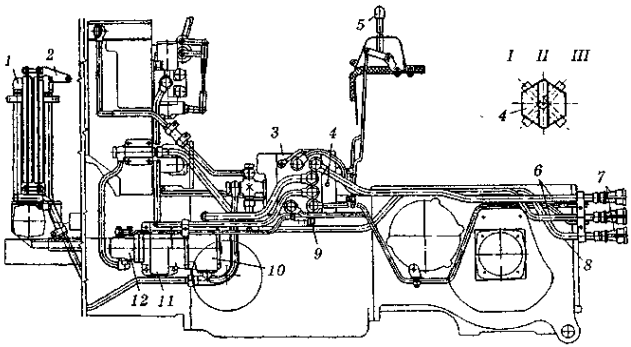



**Рис. 5.12. Гідравлічна система відбирання потужності тракторів МТЗ:**

1 – радіатор; 2 – кронштейн; 3 – суматор; 4 – шестигранник керування сумарним потоком; 5 – важіль керування суматором; 6 виводи сумарного потоку; 7 – напівмуфти виводів; 8 – дренажний трубопровід; 9 – запобіжний клапан сумарного потоку; 10 – насос НШ-32-3; 11 – привід насоса; 12 – насос НШ-10-Л-3

До робочого обладнання автомобілів належать буксирний пристрій, опорно-зчіпний пристрій, кузов вантажного автомобіля, підйомний механізм кузова автомобіля-самоскида.

**Буксирний пристрій** автомобіля зображений на рис. 5.13.

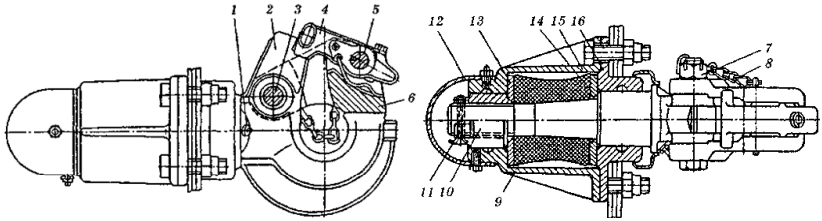



**Рис. 5.13. Буксирний пристрій автомобіля:**
1 – маслянка; 2 – гак; 3 – вісь защіпки гака; 4 – собачка защіпки; 5 – вісь собачки; 6 – защіпка; 7 – гайка; 8 – ланцюжок шплінта защіпки; 9 – пружина; 10 – втулка; 11 – шплінт; 12 – захисний кожух; 13, 14 – напрямні шайби; 15 – корпус; 16 – кришка корпусу

Автомобілі-тягачі обладнані напівавтоматичним **опорно-зчіпним пристроєм** (рис. 5.14), призначеним для шарнірного з'єднання їх з напівпричепами та передавання частини ваги напівпричепа на тягач. Сідло може коливатися на поперечній осі до 35°, а на поздовжній – до 20°. Гумові упори або спіральні пружини зм'якшують удари під час рушання і в процесі руху.

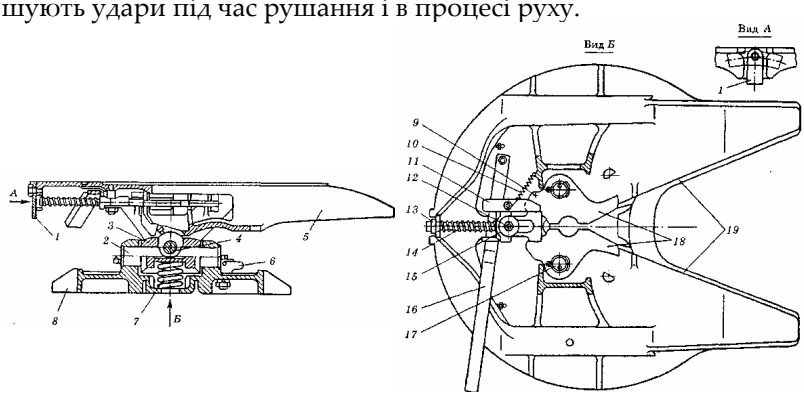



**Рис. 5.14. Буксирний пристрій автомобіля:**
1 – маслянка; 2 – гак; 3 – вісь защіпки гака; 4 – собачка защіпки; 5 – вісь собачки; 6 – защіпка; 7 – гайка; 8 – ланцюжок шплінта защіпки; 9 – пружина; 10 – втулка; 11 – шплінт; 12 – захисний кожух; 13, 14 – напрямні шайби; 15 – корпус; 16 – кришка корпусу

Гідравлічний підіймальний механізм автомобіля-самоскида ГАЗ-САЗ-53Б зображений на рис. 5.15.

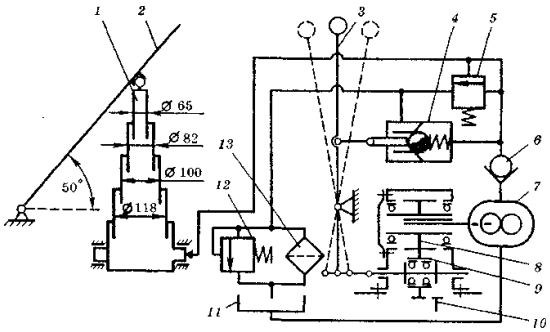



**Рис. 5.15. Схема підіймального механізму кузова автомобіля ГАЗ-САЗ-53Б:**
1 – телескопічний гідроциліндр; 2 – підрамник кузова; 3 – важіль керування; 4, 5, 6 – зливний, запобіжний, зворотній клапани; 7 – гідронасос НШ-32; 8 – проміжне зубчасте колесо; 9 – рухоме зубчасте колесо; 10 – зубчасте колесо проміжного вала коробки передач; 11 – бак; 12 – запобіжний клапан; 13 – фільтр

Він включає телескопічний гідроциліндр 1 однобічної дії, шарнірно з'єднаний з рамою і підрамником кузова 2, гідронасос НШ-32 7 з приводом від коробки передач через коробку відбирання потужності, кран керування зі зворотним 6, зливним 4 і запобіжним 5 клапанами, бак 11 з фільтром 13 і запобіжним клапаном 12, з'єднувальну арматуру.

Додаткове робоче обладнання застосовують у разі виконання спеціальних робіт або за специфічних умов експлуатації. Воно не входить в основну комплектацію машини і поставляється за вимогою замовника, причому деякі агрегати і механізми можуть бути встановлені на трактор чи автомобіль на заводі-виготівнику. У додаткове робоче обладнання, наприклад тракторів МТЗ, входять: передпусковий підігрівник, приводний шків, бічний ВВП, буксирний пристрій, напівгусеничний хід, ходозменшувач, гідрофікований причіпний гак, додаткові вантажі.

## 5.2. Допоміжне обладнання тракторів і автомобілів

Допоміжне обладнання призначене для покращення умов праці водія і складається з кабіни із сидінням та облицювання.

Кабіна призначена для захисту водія від дії на нього навколишнього середовища під час виконання сільськогосподарських робіт протягом року і повинна мати таку конструкцію, щоб водій міг виконувати трактором будь-яку роботу з найменшим навантаженням.

Водночас кабіна повинна забезпечувати захист водія у випадку перевертання трактора.

Конструкція сидіння і розміщення його в кабіні мають бути такими, щоб забезпечити зручність робочої пози водія і легкий доступ до важелів керування, оглядовість робочої зони, а також захист від поштовхів і ударів, які сприймаються ходовою частиною під час руху трактора.

Сидіння тракториста (рис. 5.16а) закріплене на підвісці 4 паралелограмного типу, підресорене пружиною 2 і торсіоном. Для зменшення коливань воно обладнане гідравлічним амортизатором 5. Силу натягування пружини 2 регулюють гвинтом 1 прямопропорційно масі тракториста.

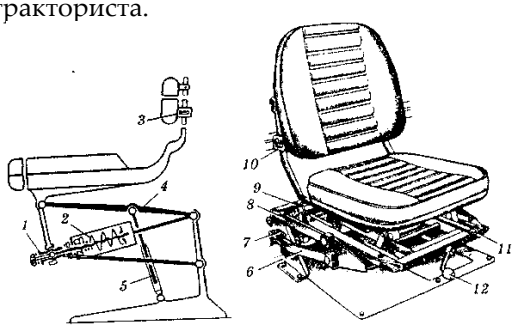



**Рис. 5.16. Схема будови (а) та сидіння (б) в тракторі Бєларусь:**
1 – регулювальний гвинт; 2 – пружина; 3 – кронштейн; 4 – підвіска; 5 – амортизатор; 6 – нижній важіль; 7 – гумовий упор; 8 – верхній важіль; 9 – гвинт регулювання жорсткості; 10 – кронштейн установлення кута нахилу спинки; 11 – важіль регулювання поздовжнього переміщення; 12 – рукоятка фіксування висоти сидіння

Загальний вигляд автомобільних сидінь представлений на рисунку 5.17.

У кабіні автомобіля ЗІЛ-431410 встановлені сидіння: одномісне для водія і двомісне для пасажирів. Останнє не регулюється, його подушку вміщено на підставку, а спинку начеплено на задню стінку. Для створення максимальних зручностей водієві його сидіння регулюється в горизонтальному і вертикальному напрямках і змінюються кути нахилу подушки та спинки.

У кабіні автомобіля КамАЗ-5320 три одномісних сидіння: одне для водія і два для пасажирів. Сидіння водія (див. рис. 5.17б) підресорено торсійним механізмом і обладнано амортизатором 18.

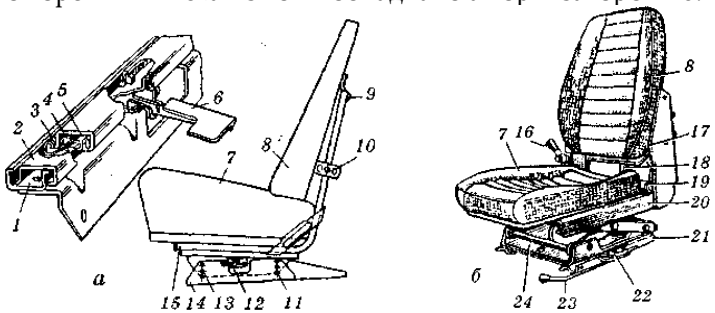



**Рис. 5.17. Сидіння водія автомобіля ЗІЛ-431410 (а) та КамАЗ-5320 (б):** 1 – нерухома напрямна; 2 – рухома напрямна; 3 – мала кулька; 4 – велика кулька; 5 – сепаратор кульок; 6 – важіль стопора горизонтального переміщення сидіння; 7 – подушка; 8 – спинка сидіння; 9, 10 – верхній і нижній кронштейни кріплення спинки сидіння; 11 – овальні отвори; 12 – механізм горизонтального переміщення сидіння; 13 – круглі отвори; 14 – кронштейн кріплення сидіння; 15 – трубчастий каркас; 16 – важіль регулювання жорсткості торсіона; 17 – важіль регулювання кута нахилу спинки сидіння; 18 – амортизатор; 19 – труба торсіона; 20 – поперечка кістяка; 21 – нерухомі напрямні; 22 – стопор; 23 – важіль; 24 – основа сидіння

Обігрівають кабіни опалювачем радіаторного типу, який працює за принципом відбирання теплоти від системи охолодження двигуна. У літній період повітря в кабіні охолоджують відбиранням у корпусі блока теплоти від повітря, що йде на випаровування розпиленої води. Блок встановлюють у кабіні ліворуч від сидіння тракториста.

Повітроохолодник-опалювач тракторів Т-150/150К складається з основного агрегату, розміщеного на даху кабіни, і бака для води та насоса з електродвигуном, що знаходяться під сидінням пасажира. Для нагрівання повітря в кабіні використовують гарячу воду системи охолодження.

На сучасних вітчизняних та імпортних тракторах і автомобілях у кабінах встановлено систему кондиціювання повітря, що призначена для охолодження і регулювання вологості повітря в кабіні (салоні) машини.

Опалення кабіни калориферного типу з примусовою циркуляцією рідини і повітря. За принципом дії вони відрізняються мало, крім деяких конструктивних відмінностей.

Основні складові частини системи опалення кабіни: радіатор; вентилятор з електродвигуном; водяні й повітряні трубопроводи; запірний і зливний крани; фільтр для очищення повітря; заслінки для регулювання повітря, яке нагнітається вентилятором.

Повітря, яке нагнітається в кабіну, підігрівається, пройшовши через радіатор нагрівника з циркулюючою рідиною, підведеною від системи охолодження дизеля. За справного нагрівника тепле повітря в кабіну починає надходити через 5...7 хвилин після його включення.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Яке призначення робочого обладнання трактора?
2. Яке призначення начіпного механізму на тракторі?
3. В яких випадках застосовують двоточкову систему приєднання тяг до трактора?
4. В яких випадках застосовують триточкову систему приєднання тяг до трактора?
5. З яких агрегатів складається роздільно-агрегатна гідравлічна система трактора?
6. Яке масло використовують у роздільно-агрегатній гідравлічній системі трактора?
7. Яке призначення розривних муфт у роздільно-агрегатній гідравлічній системі трактора?
8. Які використовують способи регулювання глибини обробітку ґрунту за допомогою начіпної гідросистеми?
9. Що таке висотний спосіб регулювання глибини обробітку ґрунту?
10. Що таке силовий спосіб регулювання глибини обробітку ґрунту?
11. Що таке позиційний спосіб регулювання глибини обробітку ґрунту?
12. Що таке комбінований спосіб регулювання глибини обробітку ґрунту?
13. Коли використовують механічний довантажувач ведучих коліс трактора?
14. Коли використовують гідравлічний довантажувач ведучих коліс трактора?
15. Яке призначення силового (позиційного ) регулятора трактора?
16. Яке призначення вала відбору потужності (ВВП)?
17. Яке призначення начіпних пристроїв трактора?
18. Чим характеризується незалежний, залежний і синхронний приводи ВВП?

# РОЗДІЛ VI
# ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

## 6.1. Експлуатаційні властивості та якості тракторів і автомобілів

**Трактор і автомобіль** – складні рухомі енергетичні і транспортні засоби, мають відповідні експлуатаційні якості та властивості, що оцінюються науково обґрунтованими показниками.

Експлуатаційні якості тракторів і автомобілів включають показники, які умовно можна розподілити на три групи:

- техніко-економічні (продуктивність, економічність);
- технічні або агротехнічні (прохідність, маневреність, керованість);
- загальнотехнічні, що забезпечують комфорт водія і його безпеку.
-

**Властивість** – характеризує якусь одну сторону машини, виявлену у взаємовідносинах із такою самою стороною іншої машини.

Наприклад, стійкість на схилах трактора гірської модифікації вища стійкості трактора рівнинної модифікації того самого класу.

Якість – це сукупність властивостей, що відрізняє одну машину від іншої.

Наприклад, у трактора, виконаного за колісною формулою 4К4, внаслідок сполучення тягово-зчіпних властивостей із поліпшеною повільністю ходу і підвищеною енергонасиченістю, продуктивність при інших незмінних властивостях набагато вища, ніж у трактора з колісною формулою 4К2.

У табл. 6.1 наведено якості та деякі властивості тракторів і автомобілів та їх показники.

Таблиця 6.1

**Експлуатаційні якості та властивості тракторів і автомобілів**

| Експлуатаційні показники якості | Експлуатаційні властивості | Вимірювачі (показники) експлуатаційних властивостей |
|---|---|---|
| Продуктивність | Енергоємність | Відношення потужності двигуна до маси машини, *кВт/кг* $E = \frac{N_e}{m}$ |
| | Тягово-зчіпні | Коефіцієнти:<br>- опору коченню – $f$;<br>- зчеплення - $\phi$;<br>- буксування - $\delta$;<br>- к.к.д. ходової частини - $\eta_{х.ч.}$. |
| | Керованість | - радіус повороту – $R$, *м*;<br>- ступінь автоматизації керування головними механізмами машини |
| | Стійкість | Критичні кути підйому, крену, критична швидкість руху на повороті |
| | Ергономічні | Шум, запиленість, загазованість кабіни |
| | Розгінно-гальмівні | Прискорення – $j$, *м/с*$^2$;<br>Шлях – $S$, *м*;<br>Час – $t$, *с*<br>розгону або гальмування |
| Економічність | Паливна економічність двигуна | Витрата палива:<br>- на одиницю потужності – $g_e$, *кг/кВт·год*;<br>- на 100 *км* шляху – $Q_s$, *л*/100*км*; |
| Прохідність | Тягово-зчіпні | Тиск ходових частин на грунт; глибина колії |
| | Агроекологічні | Ущільнення ґрунту; дорожній просвіт |
| | Конструктивно-дорожні | Дорожній просвіт |
| | Поворотність | Радіус повороту - $R$, *м* |

## 6.2. Тяговий баланс трактора і автомобіля

**Тяговий баланс трактора і автомобіля** характеризує розподіл дотичної сили тяги на подолання сил опору руху.

Для того, щоб скласти рівняння тягового балансу розглянемо загальний випадок: трактор рухається на підйом поверхнею, яка розташована під кутом $\alpha$ до обрію (рис. 6.1).

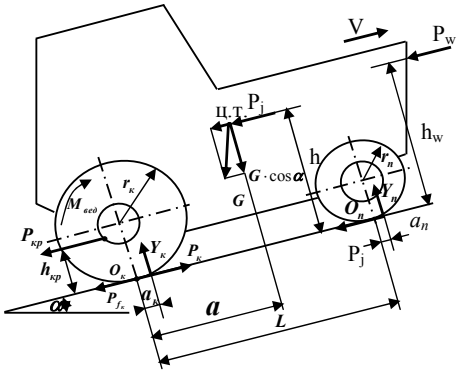



**Рис. 6.1. Схема сил, що діють на трактор у загальному випадку руху**

Трактор рухається зі швидкістю V і тяговим навантаженням на гаку $P_{гак}$, прикладеним на висоті $h_{гак}$. Він рухається із прискоренням на транспортній передачі та має задні ведучі та передні ведені колеса.

З боку ґрунту (дороги), повітряного середовища, двигуна, гравітаційного поля Землі на машину діють наступні сили, реакції та моменти.

Сила ваги *G* або вага машини прикладена в центрі ваги машини і спрямована вертикально донизу. Центр ваги має дві координати: поздовжню *a* та вертикальну *h*. Координата *a* – це відстань від центра ваги до прямої, проведеної через геометричну вісь ведучих коліс, перпендикулярно поверхні руху; координата *h* – це відстань від центра ваги до опорної поверхні коліс.

Сила ваги розкладається на дві складові: нормальну складову $G \cdot cos\alpha$, що притискає колеса до дороги і спрямована перпендикулярно поверхні руху, та складову $G\ sin\alpha$, що паралельна поверхні руху.

Сила опору повітря $P_w$ прикладена в центрі парусності машини на висоті $h_w$. Центр парусності розташований практично на одній висоті з центром ваги.

Сила інерції $P_j$ всіх мас трактора, що рухаються поступально, виникає за нерівномірної швидкості руху. Сила інерції прикладена в центрі ваги, вона паралельна поверхні руху.

Ведучий крутний момент $M_{вед}$ – це момент, що передається від двигуна, встановленого на машині, до осі ведучих коліс.

Нормальні реакції дороги на задні $Y_к$ (ведучі) і передні $Y_п$ (ведені) колеса. Реакція $Y_к$ прикладена на відстані $a_к$ від геометричної осі ведучих коліс, а реакція $Y_п$ – на відстані $a_п$ від геометричної осі передніх коліс. Вони спрямовані перпендикулярно поверхні руху.

Сили опору коченню ведучих $P_{f_к}$ і ведених $P_{f_п}$ коліс умовно прикладені в одній із точок контакту колеса з ґрунтом. Сила опору ведучих коліс $P_{f_к}$ прикладена на відстані $r_к$ від осі ведучих коліс, а сила опору передніх коліс $P_{f_п}$ на відстані $r_п$ від осі передніх коліс. Вони спрямовані протилежно напряму руху.

Дотична сила тяги $P_к$ ведучих коліс машини – це рівнодіюча реакцій ґрунту, прикладених до ведучих коліс на всіх їхніх поверхнях зіткнення з ґрунтом. Вона спрямована у напрямі руху машини.

Якщо всі сили, що діють на машину, спроектувати на опорну поверхню, отримаємо рівняння:

$$P_к - P_{f_к} - P_{f_п} - P_{гак.} - G \cdot \sin\alpha - P_j - P_w = 0. \qquad (6.1)$$

Запишемо рівняння відносно :

$$P_к = P_{f_к} + P_{f_п} + P_{гак.} + G \cdot \sin\alpha + P_j + P_w. \qquad (6.2)$$

Сума сил опору коченню ведучих і ведених коліс дорівнює силі опору перекочуванню всієї машини:

$$P_{f_к} + P_{f_п} = P_f = f \cdot G \cdot \cos\alpha. \qquad (6.3)$$

Сила опору перекочуванню зумовлена: деформаціями ґрунту (дороги) під колесами або гусеницями; гістерезисними втратами в пневмошинах (вони складаються, насамперед, із втрат на зминання ґрунту та деформування його у вертикальній площині на глибину сліду і пов'язані із залишковими деформаціями ґрунту, які дуже повільно відновлюються); втратами на тертя під час ковзання ведених коліс та інше.

Відношення сили опору перекочуванню $P_f$ до нормальної складової $G \cdot \cos\alpha$, що притискає колеса до дороги, називається коефіцієнтом опору перекочуванню машини, який визначають за формулою:

$$f = \frac{P_f}{G \cdot \cos\alpha}. \qquad (6.4)$$

Складова $G \cdot \sin\alpha$ дорівнює силі опору підйому (спуску), тобто $G \cdot \sin\alpha = P_\alpha$. Залежить вона від двох факторів: сили ваги $G$ і кута підйому $\alpha$.

Тоді рівняння тягового балансу для загального випадку руху можна записати:

$$P_к = P_f \pm P_\alpha \pm P_j + P_{гак.} + P_w. \quad (6.5)$$

Сили $P_\alpha$ і $P_j$ беруться зі знаком "+" – під час руху на підйом і розгону, а під час руху на спуск і гальмування – зі знаком "–".

Оскільки швидкості руху тракторів незначні (до 10 км/год), приймають, що сила опору повітря $P_w$ дорівнює 0. Тоді рівняння тягового балансу колісного трактора має вигляд:

$$P_к = P_f \pm P_\alpha \pm P_j + P_{гак.}. \quad (6.6)$$

За сталого руху трактора, коли прискорення дорівнює нулю ($j = 0$) на горизонтальній поверхні ($\alpha = 0$) рівняння тягового балансу трактора набуде вигляду:

$$P_к = P_f + P_{гак.}. \quad (6.7)$$

Рівняння тягового балансу одиночного автомобіля, що рухається без причепа ($P_к = 0$), має вигляд:

$$P_к = P_f \pm P_\alpha \pm P_j + P_w. \quad (6.8)$$

За сталого руху автомобіля ($j = 0$, $\alpha = 0$), маємо:

$$P_к = P_f + P_w. \quad (6.9)$$

Сила опору повітря складається із трьох складових: лобового опору $P_{w1}$, граничного тертя повітря до поверхні автомобіля $P_{w2}$ і опору $P_{w3}$, який створюється завихренням повітря навколо автомобіля, що рухається, та визначається за формулою:

$$P_w = P_{w1} + P_{w2} + P_{w3}. \quad (6.10)$$

Найчастіше силу опору повітря визначають за формулою:

$$P_w = k \cdot F \cdot V^2, \quad (6.11)$$

де $k$ – коефіцієнт опору повітря, $Н \cdot с^2/м^4$, який змінюється у широких межах від: $k$ = 0,2…0,35 – для легкових автомобілів до $k$ = 0,5…0,7 – для вантажних автомобілів; $F$ – площа лобової поверхні автомобіля, $м^2$, для легкових автомобілів $F$ = 0,755·В·Н; для вантажних автомобілів $F$ = В·Н, де В, Н – висота та ширина автомобіля, відповідно, *м*; V – швидкість руху, *м/с*.

Сила опору повітря збільшується пропорційно квадрату швидкості руху машини. Таким чином, сила опору повітря швидко зростає стосовно інших сил, що створюють опір руху, і в деяких випадках може стати переважною.

### 6.3. Баланс потужності

**Баланс потужності** характеризує розподіл потужності, що розвивається двигуном, на подолання основних сил опору руху.

Потужність, що розвивається двигуном, дорівнює:

$$N_e = N_к + N_{тр} \text{ або } N_e = \frac{N_к}{N_{тр}}, \qquad (6.12)$$

де $N_{тр}$ – потужність, що затрачується на подолання тертя (механічні втрати) у вузлах трансмісії трактора, кВт

$$N_{тр} = N_e - N_к, \qquad N_к = N_e \cdot \eta_{тр}, \qquad N_{тр} = N_e \cdot (1 - \eta_{тр}); \qquad (6.13)$$

$N_к$ – потужність, що розвивається на ведучих колесах трактора. З рівняння тягового балансу трактора $P_к = P_f \pm P_\alpha \pm P_j + P_{гак.}$ шляхом множення всіх складових на швидкість руху отримують потужність, що розвивається на ведучих колесах, кВт

$$N_к = N_f \pm N_\alpha \pm N_j + N_{гак.}, \qquad (6.14)$$

де $N_f$ – потужність, що затрачується на подолання опорів перекочуванню, кВт:

$$N_f = \frac{P_f \cdot V}{3600}; \qquad (6.15)$$

$N_\alpha$ – потужність, що затрачується на подолання підйомів, кВт:

$$N_\alpha = \frac{P_\alpha \cdot V}{3600}; \qquad (6.16)$$

$N_j$ – потужність, що затрачується на подолання сил інерції, кВт:

$$N_j = \frac{P_j \cdot V}{3600}; \qquad (6.17)$$

$N_{кр}$ – тягова (гакова) потужність, кВт:

$$N_{кр} = \frac{P_{гак} \cdot V}{3600}. \qquad (6.18)$$

Потужності $N_\alpha$, $N_j$ беруться зі знаком “+” під час підйому та розгону, під час спуску і гальмування – зі знаком “–“. За сталого руху на горизонтальній поверхні $N_\alpha$ і $N_j$ дорівнюють нулю.

У загальному випадку рівняння балансу потужності має вигляд:

$$N_e = N_{тр} + N_f \pm N_\alpha \pm N_{гак.} + N_\delta, \qquad (6.19)$$

де $N_\delta$ – потужність, що затрачується на подолання буксування рушіїв, кВт:

$$N_\delta = \frac{P_к \cdot V_т \cdot \delta}{3600}, \qquad (6.20)$$

де $V_т$ – теоретична швидкість трактора, м/с;

δ – коефіцієнт буксування рушіїв.

Тяговий коефіцієнт корисної дії трактора за сталого руху на горизонтальній ділянці визначається відношенням:

$$\eta_{тяг} = \frac{N_{гак.}}{N_e}. \qquad (6.21)$$

Для наочного уявлення про тяговий к.к.д. та факторів, що впливають на нього, представимо баланс потужності трактора в

графічному виді (рис. 6.2).

Діаграма балансу потужності отримується за ідеальних умов руху – автоматичного безступінчастого регулювання швидкості руху та номінального завантаження двигуна.

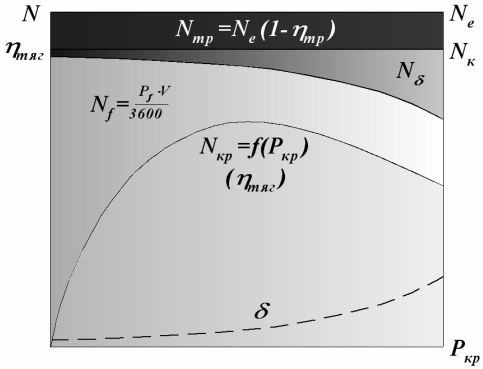



**Рис. 6.2. Діаграма балансу потужності**

На осі абсцис відкладено значення тягового навантаження на гаку $P_{гак}$. Допоміжна крива δ характеризує буксування трактора. На осі ординат відкладено індикаторну потужність двигуна $N_e$. Різниця між індикаторною потужністю двигуна $N_e$ та потужністю, що витрачається на механічні втрати в трансмісії $N_{тр} = N_e \cdot (1-\eta_{тр})$, характеризує потужність, що передається ведучим колесам $N_к$.

Частина потужності $N_к$ втрачається через буксування рушіїв. Величина потужності $N_\delta$, що втрачається через буксування рушіїв пропорційна величині буксування і визначається з рівняння $N_\delta = N_к \cdot \delta$. Ділянка, розташована між кривими $N_к$ і $N_\delta$, показує втрати потужності на буксування.

Ділянка, що характеризує втрати потужності на кочення трактора визначається з виразу: $N_f = \frac{P_f \cdot V}{3600}$, де $V = V_m \cdot (1-\delta)$ – фактична швидкість руху.

Площа, яка залишилася під отриманою кривою, відповідає тяговій потужності, що залишилася після відрахування всіх втрат, а сама отримана крива $N_{гак.} = f \cdot (P_{гак.})$ – називається потенційною тяговою характеристикою трактора.

З умов того, що індикаторна потужність двигуна $N_e$ – постійна, крива $N_{гак.} = f \cdot (P_{гак.})$ також відображає тяговий к.к.д. трактора, тому що $\eta_{тяг} = \frac{N_{гак.}}{N_e}$.

З потенційної тягової характеристики видно, що трактор може працювати з високими значеннями тягового к.к.д. тільки в певному діапазоні зусиль на гаку. Чим більше відхиляються зусилля в той або інший бік за межі зазначеного діапазону, тим інтенсивніше знижується тяговий к.к.д. Таким чином, ми бачимо, що для виконання різноманітних видів сільськогосподарських робіт з високим тяговим к.к.д. необхідно мати трактори різних класів, кожному з яких відповідає певна номінальна сила тяги на гаку.

Для нормальної роботи трактора (із допустимим буксуванням) під час виконання сільськогосподарської операції необхідно дотримуватися умови: максимальна дотична сила тяги $P_{K_1}$, що розвивається двигуном на нижчій (першої) передачі, має бути менше або дорівнювати максимальній дотичній силі тяги $P_{K_{\max}}$ за зчепленням рушіїв із ґрунтом:

$$P_{K_1} \leq P_{K_{\max}}, \tag{6.22}$$

де $P_{K_1}$ – максимальна дотична сила тяги, що розвивається двигуном на нижчій (першої) передачі, $P_{K_1} = P_f + P_{гак.}$, де $P_f$ – сила опору перекочуванню, що буде максимальною за максимальної сили ваги $G_{\max}$ трактора, $P_f = f \cdot G_{\max}$; $P_{гак.}$ – тягове зусилля на гаку, що буде максимальним на нижчій першій передачі, $P_{гак.} = P_{гак.1}$;
$P_{K_{\max}}$ – максимальна дотична сила тяги за зчепленням рушіїв із ґрунтом, $P_{K_{\max}} = \varphi_к \cdot \lambda_к \cdot G_{\max}$, де $\varphi_к$ – коефіцієнт використання зчіпної.

Тобто має виконуватися умова:

$$P_{гак_{-1}} + f \cdot G_{\max} \leq \varphi_к \cdot \lambda_к \cdot G_{\max}. \tag{6.23}$$

Розрізняють такі швидкості руху трактора: основні робочі, транспортні, уповільнені та швидкості заднього руху.

Робочі швидкості трактора підбираються за принципом геометричної прогресії:

$$\frac{V_{н_2}}{V_{н_1}} = \frac{V_{н_3}}{V_{н_2}} = \ldots = \frac{V_{н_z}}{V_{н_{z-1}}} = q, \tag{6.24}$$

де $q$ – знаменник геометричної прогресії:

$$q = \sqrt[z-1]{\frac{P_{гак_{-1}} + f \cdot G_{\max}}{\frac{P_{гак_{-1}}}{\delta_m} + f \cdot G_{\min}}}, \tag{6.25}$$

де $\delta_m$ – тяговий діапазон трактора;

z – кількість основних робочих швидкостей (передач).

Визначивши знаменник геометричної прогресії, визначають основні робочі швидкості за передачами, *км/год:*

$$V_{н_2} = V_{н_1} \cdot q; \qquad V_{н_3} = V_{н_2} \cdot q^2; \qquad V_{н_z} = V_{н_1} \cdot q^{z-1}. \tag{6.26}$$

Передатні числа трансмісії визначають з формули робочої

швидкості трактора:

$$V_{н_1} = 0{,}377 \cdot \frac{r_к \cdot n_н}{i_{тр_1}}; \qquad i_{тр_1} = 0{,}377 \cdot \frac{r_к \cdot n_н}{V_{н_1}}, \tag{6.27}$$

де $n_н$ – номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, хв.$^{-1}$;
$r_к$ – радіус кочення ведучих коліс (зірочок), м:

для колісних тракторів $r_к = \frac{d}{2} + k \cdot B$,

де $d$ і $B$ – діаметр обода й висота профілю шини, відповідно;
$k$ – коефіцієнт усадки шин, $k$ = 0,8…0,5:

– для гусеничних тракторів $r_к = \frac{l_{зв} \cdot z_к}{2\pi}$,

де $l_{зв}$ і $z_к$ – крок ланки гусениці й кількість ланок, що укладають на ведучу зірочку.

Передатні числа трансмісії трактора за передачами, як і робочі швидкості, підбирають за принципом геометричної прогресії:

$$\frac{i_{тр_2}}{i_{тр_1}} = \frac{i_{тр_3}}{i_{тр_2}} = \ldots = \frac{i_{тр_z}}{i_{тр_{z-1}}} = \frac{1}{q}; \tag{6.28}$$

$$i_{тр_2} = \frac{i_{тр_1}}{q}, \qquad i_{тр_3} = \frac{i_{тр_1}}{q^2}, \qquad i_{тр_z} = \frac{i_{тр_1}}{q^{z-1}}. \tag{6.29}$$

Номінальну дотичну силу тяги за передачами, $P_{к_н}$, $H$ визначають з рівняння:

$$P_{к_{н_i}} = \frac{M_н \cdot i_{тр_i} \cdot \eta_{тр}}{r_к}, \tag{6.30}$$

де $M_н$ – номінальний крутний момент двигуна, $H \cdot м$.

Максимальну дотичну силу тяги по передачах, $P_{к_{\max}}$, $H$ визначають з рівняння:

$$P_{к_{\max}} = \frac{M_{\max} \cdot i_{тр_i} \cdot \eta_{тр}}{r_к}, \tag{6.31}$$

де $M_{max}$ – максимальний крутний момент двигуна, $H \cdot м$.

Номінальну силу тяги на гаку за передачами $P_{кр_{н_i}}$, $H$ визначають з рівняння:

$$P_{гак\text{-}н_i} = P_{к_{н_i}} - P_f, \tag{6.32}$$

де $P_f$ – сила опору коченню, $H$, $P_f = f \cdot m_{\max} \cdot g$.

Максимальну силу тяги на гаку по передачах $P_{кр_{\max_i}}$, $H$ визначають з рівняння:

$$P_{гак\text{-}\max_i} = P_{к_{\max_i}} - P_f. \tag{6.33}$$

Тягові і динамічні показники трактора найбільш повно відбиває його тягова характеристика. По суті тягова характеристика трактора – це побудована в інших координатах регуляторна характеристика, зня-

та через трансмісію з урахуванням буксування рушіїв. У разі зняття як регуляторної, так і тягової характеристик послідовно підвищується або знижується (від деякого рівня) навантаження на двигун.

Тягова характеристика розраховується для всіх робочих передач і складається із двох квадрантів. У верхньому квадранті розташовані основні параметри, до яких належать: криві буксування, криві дійсної швидкості трактора, криві тягової потужності, тягового к.к.д. (на першій передачі) та питомої витрати палива. У нижньому квадранті розміщені параметри регуляторної характеристики двигуна за передачами, що представляють собою пучки кривих ефективної потужності $N_e$, годинної витрати палива $G_m$ і частоти обертання колінчастого вала двигуна $n$.

Поточні значення тягового зусилля на гаку $P_{гак_{\cdot 1}}$ визначаються із співвідношення номінального тягового зусилля на гаку на першій передачі.

Після побудови регуляторної характеристики двигуна (нижній квадрант) проводять розрахунок і побудову тягової характеристики трактора (верхній квадрант).

Під час розрахунку тягової характеристики трактора визначають дійсні швидкості руху трактора, тягову потужність та к.к.д. трактора, питому витрату палива і коефіцієнт буксування рушіїв.

Коефіцієнт буксування рушіїв $\delta = f \cdot (P_{кр})$ визначають з рівняння:

$$\delta_i = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{P_{гак_{\cdot 1}}}{P_{гак_{\cdot \max}}}}\right)^2 \cdot \delta_{\max}, \qquad (6.34)$$

де $\delta_{max}$ = 0,15…0,3 – для колісного трактора;

$\delta_{max}$ = 0,08…0,12 – для гусеничного трактора;

$P_{гак_{\cdot 1}}$ – поточні значення тягового зусилля на гаку, $H$;

$P_{гак_{\cdot \max}}$ – максимальне тягового зусилля на гаку за передачами, $H$.

Дійсну швидкість руху трактора визначають за відповідними передачами $V_{д_i}$, *км/год:*

$$V_{д_i} = 0{,}377 \cdot \frac{r_к \cdot n_i}{i_{тр_i}} \cdot (1 - \delta_i), \qquad (6.35)$$

де $n_i$, $i_{тр_i}$, $\delta_i$ – поточні значення частоти обертання, передатних чисел трансмісії і буксування рушіїв, відповідно.

Тягову потужність трактора за передачами $N_{кр_i}$, *кВт* визначають за формулою:

$$N_{гак_{\cdot 1}} = \frac{P_{гак_{\cdot 1}} \cdot V_{д_i}}{3600}, \qquad (6.36)$$

де $P_{гак_{\cdot 1}}$, $V_{д_i}$ – поточні значення тягового зусилля на гаку і дійсної швидкості, відповідно.

Тяговий к.к.д. трактора $\eta_{тяг}$ визначають для першої передачі, скориставшись формулою:

$$\eta_{тяг} = \frac{N_{гак_1}}{N_{e_i}}, \qquad (6.37)$$

де $N_{e_i}$ – поточне значення ефективної потужності двигуна, *кВт*.

Питома витрата палива за передачами, $g_{кр_i}$, *г·кВт/год*:

$$g_{кр_i} = 10^3 \cdot \frac{G_{m_i}}{N_{гак_1}}, \qquad (6.38)$$

де $G_{m_i}$ – поточне значення годинної витрати палива, *кг/год*.

Поточні значення параметрів $n_i$, $N_{e_i}$ і $G_{m_i}$ визначають графічно за регуляторною характеристикою.

За результатами розрахунків будується верхня частина теоретичної тягової характеристики (рис. 6.3).

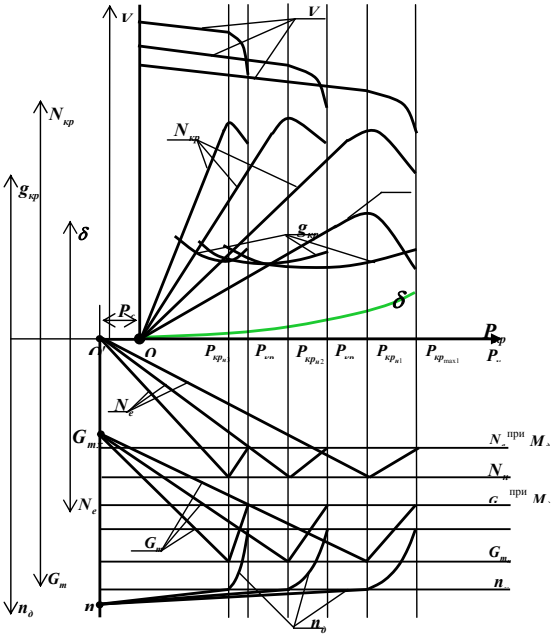



**Рис. 6.3. Теоретична тягова характеристика трактора**

Тягову характеристику трактора використовують під час комплектування машинно-тракторного агрегату для з'ясовування, яка з марок тракторів є краща, на якій передачі має працювати трактор під час виконання різноманітних операцій з обробітку сільськогос-

подарських культур і на якому з можливих варіантів виконання операції варто зупинитися. Основними критеріями під час рішення цих питань є необхідна тягова потужність трактора і витрата палива на одиницю виконаної роботи. При цьому враховується також швидкість руху трактора, вплив на ґрунт його ходової системи і завантаження двигуна. Для визначення цих параметрів і використовують тягову характеристику трактора.

### 6.4. Динамічна характеристика автомобіля

Динамічна характеристика автомобіля здебільшого визначається правильним вибором кількості передач і швидкісним режимом руху автомобіля на кожній з обраних передач.

Передатне число головної передачі $i_0$ визначають з формули для визначення швидкості $V_{\max}$:

$$V_{\max} = 0{,}377 \cdot \frac{r_к \cdot n_V}{i_0 \cdot i_к}, \qquad i_0 = 0{,}377 \cdot \frac{r_к \cdot n_V}{V_{\max} \cdot i_к}, \tag{6.39}$$

де $n_V$ – частота обертання вала двигуна за максимальної швидкості автомобіля, хв$^{-1}$.

На прямій передачі передатне число коробки дорівнює одиниці, тобто $i_к$=1,0.

Передатне число першої передачі $i_{к_1}$ визначають з умови руху автомобіля в заданих важких умовах:

$$i_{к_1} = \frac{m_a \cdot g \cdot \psi_{\max} \cdot r_к}{M_{\max} \cdot i_0 \cdot \eta_{тр}}, \tag{6.40}$$

де $\psi_{\max}$– максимальний приведений коефіцієнт сумарного опору;

$M_{\max}$ – максимальний крутний момент, Н·м.

Передатне число першої передачі $i_{к_1}$ необхідно перевірити за зчепленням коліс з дорогою з умови забезпечення зчеплення $i_{к_1} \le i_{к_{1\varphi}}$.

$$i_{к_{1\varphi}} = \frac{\varphi_{\max} \cdot \lambda_к \cdot m_a \cdot g \cdot r_к}{M_{\max} \cdot i_0 \cdot \eta_{тр}} \tag{6.41}$$

де $\varphi_{\max}$ – коефіцієнт зчеплення шин з дорогою, для розрахунків приймають.

Проміжні передачі коробки передач $i_{к_m}$ визначають з рівняння:

$$i_{к_m} = \sqrt[Z-1]{i_{к_1}^{Z-m}}, \tag{6.42}$$

де $m$ – порядковий номер передачі;

$Z$ – кількість передач.

Швидкість руху автомобіля за передачами V, *км/год* визначають з рівняння:

$$V = 0{,}377 \cdot \frac{r_к \cdot n}{i_0 \cdot i_к}, \qquad (6.43)$$

де $n$ – поточне значення частоти обертання, *хв*$^{-1}$;

$i_0$ – передатне число головної передачі;

$i_к$ – передатне число коробки передач на відповідній передачі.

Динамічна характеристика автомобіля ілюструє його тягово-швидкісні властивості за рівномірного руху з різними швидкостями на різних передачах і в різних дорожніх умовах.

З рівняння тягового балансу автомобіля під час руху без причепа на горизонтальній опорній поверхні $P_к = P_f + P_w$ випливає, що різниця дотичної сили тяги $P_к$ і сили опору повітря $P_w$ в цьому рівнянні є силою тяги, що витрачається на подолання всіх зовнішніх опорів руху автомобіля, тобто $P_к - P_w = f \cdot G$. Поділивши обидві частини рівняння тягового балансу на *G*, отримуємо значення динамічного фактора автомобіля $D = \frac{P_к - P_w}{G}$, що характеризує запас сили тяги, який припадає на одиницю ваги автомобіля.

Як видно з формули, динамічний фактор залежить тільки від конструктивних параметрів автомобіля.

Графік зміни динамічного фактора залежно від швидкості руху на різних передачах називається динамічною характеристикою автомобіля (рис. 6.4).

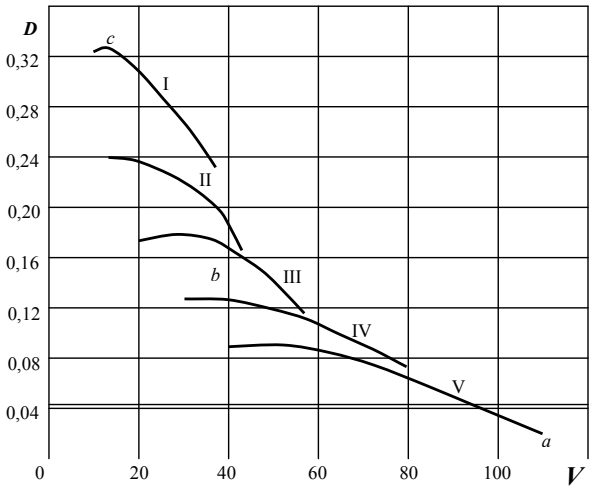



**Рис. 6.4. Динамічна характеристика автомобіля**

За максимальної швидкості $V_{max}$ динамічний фактор $D$ визначає величину сили опору дороги, яка може бути подолана за цієї швидкості.

Максимальне значення динамічного фактора $D_{max}$ визначає той граничний опір дороги, який може бути подоланий даним автомобілем за рівномірного руху на першій передачі.

За допомогою динамічної характеристики можна вирішувати різні задачі, що виникають під час експлуатації автомобіля.

- Визначення номера передачі, на якій працюватиме автомобіль у заданих дорожніх умовах, і максимальної швидкості, що він може розвинути на цій передачі, рухаючись рівномірно.
- Визначення найбільших дорожніх опорів, що може переборювати автомобіль, рухаючи на тій або іншій передачі з рівномірною швидкістю.
- Визначення кутів підйому, що автомобіль здатний переборювати в заданих дорожніх умовах на різних передачах і швидкостях руху.

Характерні точки кривих динамічної характеристики: точка *a* відповідає максимальному числу обертів вала двигуна і максимальній швидкості руху на цій передачі; точка *b* відповідає мінімальному числу обертів вала двигуна і мінімальній швидкості руху на цій передачі; точка *c* – перегин, що відповідає максимальному крутному моменту двигуна і критичній швидкості руху на цій передачі.

## 6.5. Прохідність тракторів і автомобілів

**Прохідність** – одна із основних якостей, що дозволяє ефективно використовувати машину.

Прохідність автомобіля передбачає здатність його рухатися у важких дорожніх умовах і бездоріжжям.

Прохідність трактора передбачає здатність його працювати на пухких і вологих ґрунтах, міжряддях просапних культур.

До основних показників прохідності належать: тягово-зчіпні якості, питомий тиск коліс на ґрунт, захисні зони під час руху трактора в міжряддях пропасних культур, колія, просвіт.

Питомий тиск на ґрунт колісних машин залежить від типу шин і тиску повітря в них, навантаження на колеса, величини осідання коліс у ґрунт. У гусеничних тракторах питомий тиск залежить, здебільшого, від будови рушія.

**Вертикальний просвіт** – це відстань від ґрунту до нижніх точок трактора розміщених, зазвичай, під переднім і заднім мостами. Розрізняють дорожній і агротехнічний просвіт.

Агротехнічний просвіт універсально-просапних тракторів ви-

значається висотою рослин, які обробляються, з урахуванням можливості їх підгинання. Колісні універсально-просапні трактори обробляють як низько-, так і високостеблові культури, тому межі їх вертикального просвіту досить великі (475…850 мм), а в деяких тракторах його можна регулювати.

**Колія** – це відстань між осьовими лініями, проведеними через середини профілів шин або гусениць. Колія трактора загального призначення має бути пов'язана із шириною захвата машини, з якою вона агрегатується, для забезпечення стійкого руху в горизонтальній площині. Колія задніх коліс універсальних просапних тракторів, залежно від міжрядь (45, 60, 70, 90 см), може регулюватись.

За принципом дії регулювання колії механізми, що його забезпечують, ділять на ручні та із застосуванням енергії двигуна, а за характером зміни розміру – на ступеневі та безступеневі.

**Геометричні параметри** прохідності автомобілів визначаються за компонувальними кресленнями або шляхом вимірювання натурних зразків за повного навантаження на горизонтальному майданчику з твердим і рівним покриттям.

До геометричних параметрів прохідності належать:

- дорожній просвіт (кліренс);
- радіуси поздовжньої і поперечної прохідності;
- передній і задній кути прохідності;
- висота і ширина переборюваної перешкоди;
- ширина смуги руху на повороті.

Дорожній просвіт – це відстань від нижчої точки конструкції машини до опорної поверхні.

Радіус поздовжньої прохідності $r_1$ – це радіус умовної циліндричної поверхні, через яку автомобіль може проїхати, не зачіпаючи її найнижчою точкою, розташованою в його середній частині. У вантажних автомобілів $r_1$ = 2,5…6,0 *м*.

Радіус поперечної прохідності $r_2$ використовується у деяких випадках для оцінювання прохідності автомобілів через перешкоди, порівнянні з колією автомобіля.

Передні і задні кути прохідності – це кути між площиною опорної поверхні та площиною, дотичною до коліс і точкою автомобіля, що найбільш виступає.

Великі кути звисання мають автомобілі високої прохідності: передній – 60…70$^0$, задній – 50…60$^0$.

$Y \approx r_к$ – для двовісних і тривісних автомобілів.

До **агротехнічних параметрів** прохідності належать:

- збереження фізико-механічних властивостей ґрунту після руху агрегату;
- прохідність на міжряддях просапних культур;

- величина вертикального просвіту в місцях проходження рослин під трактором;
- абрис прохідності, тобто контур вільного простору під трактором.

Поліпшення динамічних (тягових) властивостей автомобіля і трактора досягається:

- підвищенням його питомої потужності, передатного числа трансмісії і застосуванням більш удосконалених трансмісій (гідромеханічних з перемиканням на ходу, безступінчастих);
- зниженням питомих тисків на дорогу (ґрунт) і опору коченню: застосуванням відповідних шин, централізованої системи регулювання повітря в шинах, збігом колії передніх і задніх коліс;
- поліпшенням зчіпних властивостей автомобіля шляхом можливого збільшення зчіпної ваги, застосуванням спеціальних шин і різних пристосувань проти буксування ведучих коліс, уведенням блокування диференціала, здвоєних шин;
- збільшенням кількості ведучих осей.

## 6.6. Стійкість та керованість тракторів і автомобілів

**Стійкість руху машин** характеризується здатністю переміщуватися без відхилення від заданої траєкторії. Збереження стійкості надзвичайно важливе, бо обумовлює безпечну і високопродуктивну роботу машин.

Випадкові сили надають трактору або автомобілю додаткових лінійних або кутових зміщень від основного руху. Внаслідок втрати стійкості руху може виникнути коливання напрямних коліс, сповзання зі схилу, занесення, відхилення від заданого напряму руху, перекидання машини.

Після одержання механічною системою малих початкових відхилень від основного руху (збурень) виникає питання про характер подальшої їх зміни за часом. Можливі три випадки:

- збурення з бігом часу зменшуються, асимптотично наближаються до нуля і зникають, система повертається до основного руху (асимптотично стійкий);
- збурення з бігом часу не зникають, але залишаються малими (неасимптотично стійкий рух);
- збурення з бігом часу зростають і відводять систему від основного руху (нестійкий рух).

Теоретичний аналіз стійкості машини виконують у такій послідовності:

- відповідно до кількості ступенів свободи складають диференціальні рівняння руху машини;
- визначають порядок системи, складають і розв'язують характеристичне рівняння цієї системи;
- за видом коренів характеристичного рівняння визначають стійкість руху машини (рух нестійкий, якщо серед коренів характеристичного рівняння є хоча б один дійсний додатний корінь або є комплексні корені з додатною дійсною частиною).

У зв'язку з тим, що скласти і розв'язати диференціальні рівняння досить складно, стійкість руху трактора або автомобіля оцінюють шляхом розв'язання окремих спрощених задач: аналізують керованість машини на основі розглядання кінематики і динаміки повороту; виясняють причини коливань напрямних коліс і спрацювання машини; визначають граничні кути статичної стійкості проти перекидання і сповзання зі схилу; розглядаються ситуації, за яких можливе перекидання машини під час руху.

Для оцінювання керованості та поворотності визначаються мінімальний радіус повороту під час кругового руху; граничне значення швидкості зміни кривизни траєкторій різних точок; кількість енергії, що затрачається на керування під час руху за заданою траєкторією; питома сила тяги, необхідна під час повороту; коефіцієнт використання зчіпної ваги під час повороту.

Показниками стійкості машин проти перекидання і сповзання на схилах є граничні статичні кути поздовжньої і поперечної стійкостей проти перекидання і сповзання.

## 6.7. Плавність ходу тракторів і автомобілів

Важливий фактор забезпечення якісних параметрів ходової частини трактора (автомобіля), на який слід звернути увагу – це **плавність ходу**. Під час переміщення машин виникають коливання під дією зовнішніх і внутрішніх збуджувальних сил. Перші – від нерівності шляху, другі – від неврівноваження і нерівномірності обертання деталей і механізмів та інших факторів, обумовлених конструкцією машин. Інтенсивність коливань також залежить від кваліфікації водія.

Здатність машини до поглинання коливань і вібрацій характеризується плавністю ходу. Оцінити плавність ходу одним показником неможливо, для цього користуються декількома величинами:

- період коливань $T$ (с) – час, протягом якого здійснюється повний коливний рух;

- частота коливань $n$ (Гц) – кількість коливань на секунду – величина зворотна періоду;
- амплітуда коливань $Z_{max}$ (м) – найбільше відхилення тіла, що коливається, від положення рівноваги;
- швидкість коливань $v$ (м/с);
- прискорення коливань $g$ (м/с²) – величина, за одиницю якої приймається прискорення вільного падіння 9,81 м/с².

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які показники включають експлуатаційні якості тракторів і автомобілів?
2. Що характеризує тяговий баланс трактора і автомобіля?
3. Які сили, реакції і моменти діють на машину в загальному випадку руху?
4. Охарактеризуйте силу ваги машини, на які складові вона розкладається?
5. Охарактеризуйте силу опору повітря, на які складові вона поділяється?
6. Охарактеризуйте силу інерції.
7. Охарактеризуйте ведучий крутний момент.
8. Охарактеризуйте нормальні реакції ґрунту.
9. Охарактеризуйте силу опору кочення.
10. Охарактеризуйте дотичну силу тяги.
11. Поясніть рівняння тягового балансу для загального випадку руху.
12. Поясніть рівняння тягового балансу для сталого руху трактора.
13. Поясніть рівняння тягового балансу для сталого руху автомобіля.
14. Що характеризує баланс потужності трактора і автомобіля?
15. Що називається потенційною тяговою характеристикою трактора?
16. Чим характеризується максимальна дотична сила тяги, що розвивається двигуном?
17. Чим характеризується максимальна дотична сила тяги по зчепленню рушіїв із ґрунтом?
18. За яким принципом підбираються робочі швидкості та передатні числа трансмісії трактора?
19. Що показує тягова характеристика трактора?
20. Для чого використовують тягову характеристику трактора?
21. Що показує динамічна характеристика автомобіля?
22. Що називається динамічним фактором автомобіля?

23. Для чого використовують динамічну характеристику автомобіля?
24. Чим характеризується прохідність тракторів і автомобілів?
25. Які основні показники прохідності?
26. Які параметри належать до агротехнічних параметрів прохідності?
27. Чим характеризується стійкість руху машини?
28. Як оцінюють стійкість руху тракторів і автомобілів?
29. Чим характеризується плавність ходу машини?

# РОЗДІЛ VII
# ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ

## 7.1. Транспортний процес і його значення

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва зумовлює різке збільшення транспортних робіт, пов'язаних з переміщенням різних вантажів (перевезення мінеральних добрив, пестицидів, урожаю польових культур, продукції тваринництва, будівельних і пально-мастильних матеріалів тощо).

Транспортні витрати на сільськогосподарських підприємствах різних форм власності досягають 30% загальної суми витрат на виробництво продукції. Понад 45% потужності, що витрачається в сільському господарстві України, припадає на ці роботи.

**Транспортним** називається такий процес, який супроводжується цілеспрямованим переміщенням вантажів у сфері виробництва сільськогосподарської продукції та господарської діяльності з одного об'єкта в інший без будь-яких якісних змін цих вантажів. Процес включає завантажувально-розвантажувальні операції та безпосереднє перевезення вантажу.

За способом організації роботи поділяються на технологічні операції, пов'язані з процесом вирощування сільськогосподарських культур, та загальнотранспортні, які виконуються незалежно від технологічних процесів. У першому випадку транспортні засоби обслуговують збиральні, посівні агрегати, агрегати для внесення добрив і пестицидів, а в другому – вони зайняті на перевезенні скупчених вантажів. Завантаження, як правило, проводять механізованим способом або від збиральних агрегатів під час їх роботи .

Перевезення сільськогосподарських вантажів поділяються на внутрішньогосподарські та позагосподарські.

Внутрішньогосподарські перевезення застосовують на транспортуванні вантажів у межах господарства (з поля на склад або навпаки) на відстань до 20 км.

Позагосподарські перевезення виконують за межами господарства. До того ж вивозять продукцію з господарств (зерно на елеватори, картоплю в торговельну мережу, цукрові буряки, тресту на заводи), а також завозять продукцію у господарства із централізованих районних, зональних та обласних складів (мінеральні добрива, пестициди, нафтопродукти, будівельні матеріали тощо). Ці пе-

ревезення виконуються здебільшого на значні відстані – до 50 км (залежно від зони).

Із загального перевезення вантажів внутрішньогосподарські становлять майже 60%.

## 7.2. Характеристика й вибір транспортних засобів

Транспортні операції в сільському господарстві виконують автомобілі, трактори, самохідні шасі й частково жива тяглова сила.

Вантажні автомобілі класифікують за двома ознаками: вантажністю і типом кузова (табл. 7.1). Залежно від номінальної вантажності вантажні автомобілі поділяють на такі класи: особливо малої вантажності (до 0,8 т), малої (від 0,8 до 2,5), середньої (від 2,5 до 5,0), великої (від 5,0 до 10) й особливо великої (більш як 10 т). Найбільш поширеними типами кузовів вантажних автомобілів є вантажні платформи, фургони і цистерни.

Таблиця 7.1

**Короткі технічні характеристики вантажних автомобілів**

| Марка автомобіля | Вантажність, т | Потужність двигуна, кВт | Витрата палива на 100 км, л |
|---|---|---|---|
| Самоскидні | | | |
| ГАЗ-САЗ-53Б | 3,5 | 84,5 | 24 |
| САЗ-3502 | 3,2 | 84,5 | 24 |
| ЗИЛ-ММЗ-554М | 5,5 | ПО | 31 |
| ЗИЛ-ММЗ-4502 | 5 | ПО | 28 |
| КамАЗ-55102 | 7 | 154 | 35 |
| КрАЗ-256Б | 12 | 176 | 38 |
| МАЗ-503А | 8 | 132 | 22 |
| ЗИЛ-ММЗ-555 | | ПО | 28 |
| Бортові | | | |
| ЗИЛ-133 | 8 | ПО | 36 |
| ЗИЛ-131 | 3,5 | ПО | 40 |
| ЗИЛ-130 | 4 | ПО | 26 |
| МАЗ-500А | 7,5 | 132 | 22 |
| Урал-377 | 7,5 | 128 | 48 |
| Урал-375Д | 5 | 128 | 48 |
| КрАЗ-257 | 12 | 177 | 36 |
| КрАЗ-255Б | 7 | 177 | 40 |
| УАЗ-451ДМ | 1 | 53 | 12 |
| УАЗ-452Д | 0,8 | 53 | 13 |
| ГАЗ-53А | 4 | 84,5 | 24 |
| ГАЗ-66-01 | 2 | 84,5 | 24 |

Вантажні платформи є з відкидними бортами й універсальні. У сільському господарстві широко використовують спеціальні автомобілі для перевезення молока (АЦПТ-2,8А-53, АЦПТ-2,8-130), питної води (АВЦ-1,9, АВВ-3,8), палива (МЗ-3904, АЦ-4,2-130), цементу (С-927), автомобільні дезинфікаційні установки ДУК-2, автомобілі швидкої ветеринарної допомоги СВП-469М, пересувні ремонтні майстерні (МПР-817А, ММТОЖ-53А), агрегати технічного обслуговування (АТО-АМ, МПР-4844-ГОСНИТИ, КИ-4270).

Автомобілі-самоскиди мають спеціальний кузов, до того ж розвантаження проводиться скиданням сипких та інших вантажів, які не потребують обережного розвантаження. За способом перекидання кузовів самоскиди є: із заднім розвантаженням; з боковим розвантаженням; з перекиданням кузова на три сторони (назад і на боки); підйомно-перекидні, які спочатку піднімають кузов, а потім перекидають назад або на бік (САЗ-3502).

Слід зазначити, що умови роботи транспортних засобів у сільськогосподарському виробництві складні й характеризуються такими особливостями, як розосередження на значній території вантажів і місць їх доставки; сезонність і нерівномірність перевезень – восени, літом, весною; різнодоріжжя – від асфальту до бездоріжжя; різноманітність вантажів з різною об'ємною масою – від 0,1 до 1,4 т/м$^3$; вантажі різні за габаритами, транспортабельністю, станом, властивостями тощо; складність організації раціональних перевезень (наприклад, під час перевезення органо-мінеральних добрив на поле транспорт рухається з вантажем, зазвичай, тільки в одному напрямку); терміновість перевезень (овочі, молоко, зерно, цукрові буряки тощо слід терміново вивозити на заготівельні пункти або на заводи).

Все це накладає певні обмеження на вибір типу транспортних засобів (автомобілі, трактори тощо), способу розвантаження (самоскиди або бортові), об'єму платформи, навантажувальних засобів тощо.

Вибираючи тип транспорту, слід ураховувати відстань перевезень, об'ємну масу вантажів, зручність вантаження, строки, стан шляхів тощо.

### 7.3. Види вантажів і вантажооборот

Вантажі класифікуються за фізичними властивостями, способами вантаження і розвантаження та за умовами перевезення.

За фізичними властивостями вантажі поділяються на тверді (зерно), рідкі (молоко, бензин) і газоподібні (кисень тощо).

Для всіх вантажів основною фізичною властивістю є об'ємна маса (табл. 7.2), від якої залежить використання вантажності тран-

спортного засобу, а для сипких вантажів – кут природного відкосу, який зумовлює конструкцію кузова й кріплення його до рами.

Таблиця 7.2

**Об'ємна маса сільськогосподарських вантажів**

| Вид вантажу | Об'ємна маса, т/м³ | Вид вантажу | Об'ємна маса, т/м³ |
|---|---|---|---|
| Цукровий буряк | 0,60...0,62 | Солома подрібнена | 0,08...0,12 |
| Картопля | 0,63...0,73 | Силосна маса | 0,6...0,75 |
| Кукурудза | 0,70...0,75 | Гній свіжий | 0,40...0,50 |
| Горох | 0,70.. .0,80 | Гній, що злежався | 0,70...0,90 |
| Соняшник, овес | 0,40... 0,50 | Добрива мінеральні | 0,95...1,40 |
| Пшениця | 0,65...0,81 | Торф | 0,30...0,62 |
| Жито | 0,66...0,79 | Комбікорм | 0,49...0,77 |
| Сіно й солома з копиць | 0,015...0,025 | Цемент | 1,27...1,40 |
| | | Гравій або пісок | 1,5...1,9 |
| Сіно й солома із скирт | 0,05...0,08 | | |
| Сіно й солома пресовані | 0,15...0,20 | | |

Сільськогосподарські вантажі поділяються на тарні (у мішках, ящиках, контейнерах) та безтарні (паки пресованого сіна), які перевозяться без упаковки; навалочні вантажі (силосна маса, гній), які перевозяться навалом; насипні вантажі (зерно, пісок, щебінь), які перевозяться насипом; наливні (бензин, дизельне паливо, молоко), які перевозяться в цистернах.

За тривалістю вивезення і періодичністю сільськогосподарські вантажі поділяються на дві групи: термінові (зерно, овочі, картопля, молоко тощо), які перевозяться у стислі строки, та нетермінові (будівельні матеріали тощо), які перевозяться протягом року й не обмежуються агротехнічними умовами. Вантажі, що забезпечують повне використання номінальної вантажності транспортних засобів (гній, каміння, торф вологий, компости, мінеральні добрива, пісок, гравій, земля, кам'яне вугілля, щебінь, ґрунт), належать до першого класу; вантажі, які забезпечують коефіцієнт завантаження 0,8, – до другого (гній свіжосоломистий, торф сухий розпушений, силос готовий, зелена маса, картопля, буряки); вантажі з коефіцієнтом 0,6 – до третього (сіно, солома пресована в паках, соняшник, качани кукурудзи, овочі, комбікорм, капуста); вантажі з коефіцієнтом заван-

таження менш як 0,5 – до четвертого класу (сіно й солома непресовані, льон у снопиках).

Структура (види) вантажів зумовлює тип транспортних засобів.

Для повного завантаження автомобіля ГАЗ-53А навалочним вантажем його щільність має становити не менш як 0,9 т/м$^3$, а для завантаження автомобілів ЗИЛ-130 і МАЗ-500А – відповідно 0,95 і 1,2 т/м$^3$. Тому платформи часто нарощують надставними бортами.

Транспортний процес характеризується обсягом перевезень і вантажооборот. Обсяг (у тонах) визначається врожаєм польових культур, нормами внесення добрив, нормами висіву насіння, виходом продукції тваринництва.

Деякі вантажі доводиться перевозити кілька разів, що враховується коефіцієнтом повторності перевезень (табл. 7.3).

Таблиця 7.3

**Коефіцієнт повторності перевезень сільськогосподарських вантажів**

| Вид вантажу | Коефіцієнт повторності | Вид вантажу | Коефіцієнт повторності |
|---|---|---|---|
| Зерно | 1,9 | Сіно | 1,8 |
| Цукровий буряк | 1,5 | Силос | 1,5 |
| Картопля | 2,0 | Солома й стебла кукурудзи | 1,4 |
| Овочі | 1,5 | Жом | 1,6 |
| Баштанні культури | 1,3 | Зелена маса | 1,0 |
| Кукурудза (зерно) | 2,0 | Паливо (рідке) | 1,7 |
| Соняшник | 2,4 | Молоко | 1,7 |
| Мінеральні добрива | 1,8 | Насіння | 1,2 |
| Льон і коноплі | 2,8 | | |

Перевезення вантажів характеризуються сезонністю виробничого процесу, залежать від кліматичних і дорожніх умов, а це все зумовлює велику нерівномірність, тобто відношення максимального обсягу перевезень до його середнього значення (становить 2...2,5).

У процесі сільськогосподарського виробництва вантажі переміщують за технологічним призначенням (під час сівби перевозять насіння, добрива, під час збирання – зерно).

У господарствах Полісся всіма видами транспорту в розрахунку на 1 га ріллі в середньому перевозять 40...55 т різних сільськогосподарських вантажів, у господарствах Лісостепу – 35...45 і в господарствах Степу – 25...35 т.

**Вантажооборот** – робота (в тонно-кілометрах), виконана транспортними засобами за певний проміжок часу. Залежить вантажооборот від обсягу й віддалі перевезень. Його значення дуже змінюється протягом року (коефіцієнт нерівномірності становить 2...2,8).

У господарствах Полісся всіма видами транспорту з розрахунку на 1 га ріллі виконується 300...450 т·км, у господарствах Лісостепу – 350...550 і в господарствах Степу – 350...450 т·км. У перспективі вантажооборот зросте на 50...60%.

Найбільший вантажооборот у господарствах Степу припадає на першу половину липня (зерно) і на середину серпня (кукурудза на силос), у Лісостепу – на другу половину серпня (кукурудза на силос) і на вересень та першу половину жовтня (цукрові буряки), у господарствах Полісся – на другу половину вересня (картопля) і на другу половину серпня (кукурудза на силос).

За найбільш напруженим періодом вантажообороту визначають необхідну для господарства кількість транспортних одиниць.

Питома вага тракторного транспорту на внутрішньогосподарських перевезеннях становить 50...60%, автомобільного – 40...45% і гужового – до 5%. Позагосподарські перевезення зазвичай виконуються автомобілями (понад 70%), а решта – тракторним транспортом.

### 7.4. Сучасний автомобільний транспорт

ТОВ «КАМАЗ-Україна» – офіційний дилер техніки і запасних частин КАМАЗ в Україні поставляє на ринок надійну та ефективну техніку: автомобілі бортові, самоскиди вантажністю від 7 до 25 тонн, спецтехніку на шасі КАМАЗ та причіпну техніку. Усі автомобілі відповідають екологічним нормам EURO-2 та EURO-3.

Сідельні тягачі КАМАЗ 54115 та КАМАЗ 65116 призначені для транспортування різноманітних сільськогосподарських вантажів у складі автопоїзду.

Сідельний тягач КАМАЗ 54115 має таку технічну характеристику: споряджена маса автомобіля – 7400 кг; повна маса – 19550 кг; повна маса автопоїзда – 34400 кг; висота сідельного пристрою тягача 1295 мм; коробка передач КАМАЗ-152, 10-ступінчаста; зчеплення – фрикційне, сухе, дводискове; підвіска – ресорна; кабіна – з одним спальним місцем; паливний бак – 350 *л*; навантаження на сідельно-зчіпний пристрій – 12 т; двигун – КАМАЗ 740.51 – 177 кВт.

Сідельний тягач КАМАЗ 65116 (рис. 7.1) має таку технічну характеристику: споряджена маса автомобіля – 7700 кг; повна маса – 22850 кг; повна маса автопоїзда – 37850 кг; висота сідельного пристрою тягача 1300 мм; коробка передач КАМАЗ-154, 10-ступінчаста;

зчеплення – діафрагмове, дводискове; підвіска – ресорна; кабіна – з трьома спальними місцями; паливний бак – 350 *л*; навантаження на сідельно-зчіпний пристрій – 15 т; двигун – КАМАЗ 740.51 – 192 кВт.

**Рис. 7.1. Сідельний тягач КАМАЗ 65116**

Бортові автомобілі КАМАЗ 4308, КАМАЗ 53215, КАМАЗ 65117 призначені для транспортування різноманітних сільськогосподарських та інших вантажів.

Бортовий автомобіль КАМАЗ 4308 має таку технічну характеристику: споряджена маса автомобіля – 5850 кг; вантажність – 5500 кг; повна маса причепа – 8000 кг; повна маса автопоїзда – 19500 кг; двигун – CUMMINS B5.9 180 (Євро-2); номінальна потужність – 113 кВт.

Бортовий автомобіль КАМАЗ 53215 (рис. 7.2) зарекомендував себе як недорогий, простий, надійний в експлуатації і має наступну характеристику: споряджена маса автомобіля – 8355 кг; вантажність – 11000 кг; повна маса – 19355 кг; повна маса причепа – 14000 кг; повна маса автопоїзда – 33355 кг; двигун – КАМАЗ 740.31-240 (Євро-2); номінальна потужність – 165 кВт.

**Рис. 7.2. Бортовий автомобіль КАМАЗ 53215**

Бортовий автомобіль КАМАЗ 65117 має наступну характеристику: споряджена маса – 8825 кг; вантажність – 14000 кг; повна маса – 23050 кг; повна маса причепа – 14000 кг; повна маса автопоїзда – 37050 кг; розміри платформи – 7800х2420 мм; двигун – КАМАЗ 740.51-260 (Євро-2); потужність двигуна – 192 кВт.

У сільськогосподарському виробництві широко використовуються автомобілі-самоскиди КАМАЗ 45143 і КАМАЗ 45144.

Автомобіль-самоскид КАМАЗ 45143 (рис. 7.3) призначений для перевезення сільськогосподарських вантажів, в тому числі мінеральних добрив, а також сипких будівельних матеріалів і має наступну технічну характеристику: вантажність – 10000 кг; об'єм платформи – 15,4 м$^3$; споряджена маса автомобіля – 9502 кг; повна маса автомобіля – 19355 кг; двигун – КАМАЗ 740.30-240; потужність двигуна – 176 кВт.

**Рис. 7.3. Автомобіль-самоскид КАМАЗ 45143**

Автомобіль-самоскид КАМАЗ 45144 має найбільший об'єм платформи. Його характеристика: вантажність – 14000 кг; об'єм платформи – 18,8 м$^3$; споряджена маса автомобіля – 10200 кг; повна маса автомобіля – 24350 кг; двигун – КАМАЗ 740.30-260; потужність двигуна – 192 кВт.

Одним з флагманів українського ринку сучасних зерновозів вважається зерновоз нового покоління IVECO STRALIS (рис. 7.4) в комплекті з причепом-самоскидом PRIMBOX об'ємом 50…56 м$^3$ в спеціальному підсиленому виконанні для важких дорожніх умов, який має наступну характеристику: двигун – 6-ти циліндровий турбодизель CURSSOR 10; потужність двигуна – 340 кВт; вантажність – 35000 кг; витрата палива на 100 км (порожній) – 21,5 *л*; витрата палива на 100 км за повного завантаження – 36 *л*; місткість паливного бака – 800 *л*, з підігрівом; оптимальна швидкість навантаженого автомобіля – 90 км/год; оптимальна швидкість порожнього автомобіля – 100 км/год; міжсервісний пробіг – 75000 км.

**Рис. 7.4. Зерновоз IVECO STRALIS з причепом-самоскидом PRIMBOX**

Автомобіль має низьку собівартість транспортування вантажу – 20,2 коп/т на 1 км, водночас, як у вітчизняних зерновозах цей показник – в межах 46,4 коп/т на 1 км.

## 7.5. Сучасний тракторний транспорт

Напівпричіп тракторний НТ-2-02 (рис. 7.5) призначений для перевезення сільськогосподарських та інших вантажів масою до 2000 кг. Агрегатується з тракторами класу 0,6 і 0,9.

**Рис. 7.5. Напівпричіп тракторний НТ-2-02**

Напівпричіп оснащений гідравлічною гальмівною системою, гідропідіймачем і має таку технічну характеристику: вантажність – 2000 кг; максимальна швидкість руху – до 35 км/год; розміри колії – 1500 мм; маса порожнього напівпричепа – 700 кг; габаритні розміри: довжина – 3680 мм; ширина – 1970 мм; висота – 1490 мм. Рекомендується для використання у фермерських господарствах і малих агрофірмах.

Двовісний причіп-самоскид 2ПТС-4 (рис. 7.6) призначений для перевезення сільськогосподарських і сипучих будівельних матеріалі дорогами загальної мережі та в польових умовах. Розвантаження кузова тристороннє. Агрегатується з тракторами класу 1,4 і 2, які обладнані роздільно-агрегатною гідросистемою, що мають тягово-зчіпний пристрій, а також виводи для під'єднання гальмівної пневмосистеми та електрообладнання.

**Рис. 7.6. Двохосний причіп-самоскид 2ПТС-4**

Причіп-самоскид 2ПТС-4 має таку технічну характеристику: вантажність – не більше 5000 кг; маса порожнього причепа – 1830 кг; максимальна швидкість руху – до 35 км/год; внутрішні розміри платформи – 4080х2300х650 мм; навантажувальна висота – не більше 1320 мм; об'єм платформи: з основними бортами – 4…6 м$^3$, з основними і надставними бортами – 10…11 м$^3$; ширина колії – 1800 мм; робоча гальмівна система – пневматична з однопроводним приводом; стоякова гальмівна система – механічна з ручним приводом.

Напівпричіп ТСП-16 (рис. 7.7) до тракторів класу 3, вантажністю 12 т.

**Рис. 7.7. Напівпричіп ТСП-1**

Завдяки унікальній конструкції напівпричепа (облегшена рама і довантаження задньої осі трактора) він перевозить вантажі до

12 тонн і збільшує прохідність трактора на вологому полі. Одноконтурна пневматична гальмівна система підходить до тракторів, які обладнані компресором.

Напівпричіп ТСП-1 має таку технічну характеристику: повна маса – 16000 кг; маса порожнього причепа – 4200 кг; вантажність – 11800 кг; об'єм кузова без надставки – 20 м$^3$; об'єм кузова з надставкою висотою 500 мм – 24 м$^3$; задній борт – відкривається гідравлічно з автоматичним блокуванням; максимальна швидкість руху – до 25 км/год.

Причіп ПТС-6 (рис. 7.8) є універсальним, має оригінальну конструкцію двоярусних бортів без каркасного типу і простотою в експлуатації.

**Рис. 7.8. Універсальний причіп ПТС-6**

Борти причепа ПТС-6 обладнані спеціальними шарнірними запорами, які дозволяють відкривати їх в деяких комбінаціях, що зручно за різних варіантів завантаження або розвантаження. Кузов за допомогою телескопічного гідроциліндра розвантажується на три боки.

Причіп ПТС-6 має таку технічну характеристику: корисна вантажність – 6000 кг; база – 2900 мм; об'єм кузова – 9,8 м$^3$; максимальна швидкість руху – до 35 км/год; маса порожнього причепа – 3100 кг.

## 7.6. Структура обсягу перевезень та вантажообігу в АПК

Сума всіх перевезених вантажів складає обсяг перевезень. Добуток обсягу перевезень вантажів у тоннах на середньозважену відстань перевезення однієї тонни представляє вантажообіг у тонно-кілометрах.

Вантажообіг може належати до окремого транспортного пункту, до господарства, ділянки дороги, економічного або адміністративного району і всієї України. Залежно від часу, протягом якого освоюється вантажообіг, розрізняють годинний, добовий, місяч-

ний, квартальний і річний вантажообіг.

Вантажообіг сільськогосподарських вантажів характеризується чітко вираженою сезонністю перевезень, визначеною головним чином агротехнічними строками виконання основних сільськогосподарських робіт.

Структура обсягу перевезень і вантажообігу в сільському господарстві загалом залежить від кліматичного району і спеціалізації сільськогосподарського підприємства. Сільськогосподарські вантажоперевезення мають певні особливості, до яких належать:

- сезонність перевезень, яка залежить від агротехнічних строків збирання врожаю;
- нерівномірність вантажопотоків у зв'язку із розташуванням культур за зонами сприятливого їх вирощування;
- нерівномірність вантажопотоків навіть одного виду сільськогосподарської продукції з причини залежності від природно-кліматичних умов;
- терміновість перевезень таких вантажів, які швидко псуються;
- необхідність використання спеціалізованого транспорту для живих тварин і антисанітарних вантажів (нечистоти, сміття).

Найбільшу частку в обсязі перевезень у сільському господарстві становлять навалочні та насипні вантажі (близько 65...67%), штучні та затарені – 28...29%, наливні – 4...7%.

У сільському господарстві країн Європи переважним видом транспорту є тракторний, що можна пояснити порівняно невеликими розмірами сільськогосподарських підприємств і можливістю універсального застосування тракторів на різних видах робіт.

## 7.7. Ефективність та якість транспортно-виробничих процесів

Під **ефективністю** транспортно-виробничого процесу варто розуміти одержання найкращого, з урахуванням поставленої мети прийнятого оцінного критерію, результату під час здійснення цього процесу за найменших витрат, вкладених для його досягнення. Найбільш загальним показником ефективності є витрати суспільно необхідної праці.

Під **якістю** функціонування транспортного виробничого процесу розуміється сукупність споживчих властивостей, що обумовлюють його придатність щонайкраще задовольняти потреби відповідно до функціонального призначення процесу і регламентованих меж, які зберігаються стабільно протягом усього періоду його ви-

конання в заданих умовах експлуатації.

До головного з цих принципів належать:

- комплексна механізація транспортно-виробничих процесів на основі створення систем машин із взаємозв'язаними параметрами, що забезпечують стійке й ефективне функціонування складових операцій і процесу загалом;
- удосконалювання технологічної схеми організації процесу;
- предметна спеціалізація технологічної лінії, за якої на кожній операції переробляється і переміщається один визначений вид вантажу;
- провідна роль технічних засобів транспорту в організації виробничого потоку і ритмічної роботи машин у потоковій лінії;
- створення оборотних і перевантажувальних запасів за неузгодженості продуктивності машин на суміжних операціях і розривах у часі виконання окремих операцій або ланок процесу.

Реалізація зазначених принципів має забезпечити:

- скорочення тривалості виконання процесу як за рахунок механізації операцій, так і за рахунок удосконалювання технологічних схем, у тому числі шляхом визначеного сполучення в часі технологічних перевізних і перевантажувальних операцій;
- ритмічність процесу і синхронність його операції, високий рівень завантаження машин;
- потоковість і безперервність процесу, що визначає відповідно безперебійну роботу машин, відсутність або мінімальну тривалість простою матеріалу;
- високу економічну ефективність функціонування процесу (технологічної лінії).

## 7.8. Транспортні засоби і засоби механізації вантажних операцій

Технічні вимоги до пересувного складу автомобільного транспорту сільського господарства умовно поділяють на дві категорії – загальні, що ставлять до пересувного складу (що мають першорядне значення для транспортних засобів сільськогосподарського призначення) та спеціальні, що відображають особистості конструкції транспортних засобів (призначені для експлуатації у сільськогосподарському виробництві).

Тракторні потяги незамінні під час перевезень вантажів з полів і на поля у важких дорожніх умовах. Транспортні операції —

невід'ємні і найважливіші елементи багатьох технологічних процесів, наприклад внесення добрив, підбору і дозованої роздачі зелених кормів, трифазного збирання зернових. У таких процесах транспортно-технологічні засоби на тракторній тязі, що сполучають функції транспортних і сільськогосподарських машин, поки не мають конкурентів.

Широке застосування тракторів на транспортних роботах дає можливість не тільки скоротити потребу в автомобілях, підвищити річне завантаження тракторів за рахунок застосування їх у вільний від польових робіт час, але й значно знизити собівартість транспортних робіт і в підсумку – собівартість сільськогосподарської продукції.

Тракторні причепи і напівпричепи застосовують для перевезення сільськогосподарських вантажів на різних видах доріг і в польових умовах у зчепленні з тракторами різних тягових класів. Вони досить різноманітні як за призначенням, так і конструктивним виконанням. За призначенням вони підрозділяються на універсальні та спеціальні, а за конструктивним виконанням – на одновісні (напівпричепи), двовісні та тривісні.

Перевезення вантажів у сільському господарстві можна розділити на позагосподарські та внутрішньогосподарські. Позагосподарські перевезення зв'язані з вивезенням продукції сільськогосподарських підприємств на заготівельні, переробні і торговельні пункти, а також із ввезенням різних вантажів у господарства.

За характером виконуваних операцій транспортно-виробничі процеси можуть бути розділені на дві групи:

- транспортно-розподільні процеси, за яких відбувається транспортування і розподіл вантажу на площі польової плантації (наприклад, доставка і внесення добрив, посівного матеріалу);
- збирально-транспортні процеси, за яких здійснюється збір вантажу з площі польової плантації і його подальше транспортування до місць переробки або зберігання (наприклад, збирання і вивезення врожаю з полів).

## 7.9. Прогресивні технології перевезення вантажів в АПК

Сформовану технологію перевезень вантажів з полів можна розділити на два основних види:

- безперевалкову технологію, за якої перевезення вантажу від місця його навантаження в поле від збирального агрегату до місця розвантаження на току або іншому пункті первинної обробки і зберігання продукції здійснюється на тому самому транспортному засобі (без перевантаження в інші);

- перевалкову технологію, за якої таке перевезення відбувається послідовно в двох (або декількох) транспортних засобах з відповідним перевантаженням, або з перевалюванням вантажу через компенсатор.

Прямі автомобільні або тракторні перевезення здійснюються тільки за схемою безперевалкової технології. Змішані перевезення виконуються різним видом транспорту (найчастіше – це автомобільно-тракторні перевезення), або одним видом транспорту, але різним типом транспортних засобів. Вони можуть належати як до перевалкових, так і до безперевалкових; в останньому випадку перевезення вантажу від місця навантаження до місця розвантаження здійснюється тим самим транспортним засобом – без перевантаження в інші, але різними типами тягачів (наприклад, тракторним і автомобільним).

Ефективність прямих і змішаних перевезень залежить, головним чином, від відстаней доставки вантажів з полів на токи або інші пункти первинної обробки, рівня організації виробництва, способу збереження врожаю в господарствах, термінів збирання, врожайності, продуктивності збиральних агрегатів.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що розуміють під транспортним процесом?
2. У чому полягає вдосконалення системи транспортного обслуговування АПК?
3. Що розуміють під “вантажем”?
4. Як класифікуються вантажні автомобілі?
5. Як класифікуються тракторні причепи за призначенням?
6. На які види розподіляються перевезення вантажів в АПК?
7. Що розуміють під ефективністю транспортно-виробничих процесів?
8. На які види розподіляється технологія перевезень вантажів з полів?
9. Як різниться між собою технічна і експлуатаційна швидкість транспортного засобу?
10. Як зміниться необхідна кількість транспортних агрегатів із збільшенням тривалості їздки транспортного агрегату?
11. Як зміниться тривалість очікування завантаження транспортних засобів якщо збільшити кількість технологічних агрегатів?
12. Як зміниться кількість їздок транспортного агрегату за зміну якщо збільшити тривалість їздки?

# РОЗДІЛ VIII
# ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА СПЕЦІАЛЬНІ РІДИНИ

## 8.1. Бензини

Більшість наземних транспортних, тягових та інших технічних засобів використовує двигуни внутрішнього згоряння, джерелом енергії яких є нафтові палива. Тракторна і автомобільна промисловість ще довго буде зорієнтована на бензини і дизельне паливо. Тому одним з ключових питань є нафта як сировина для виробництва пально-мастильних матеріалів, від хімічного складу якої залежить якість готових нафтопродуктів.

### 8.1.1. Вимоги до автомобільних бензинів

Експлуатаційні вимоги, які висувають до бензинів, наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1

**Експлуатаційні вимоги до бензинів**

| Вимоги до палива | Призначення вимог |
|---|---|
| Повне згоряння пально-повітряної суміші без виникнення детонації на всіх експлуатаційних режимах роботи двигуна | Досягнення необхідної потужності двигуна, а також забезпечення надійності (безвідмовності та працездатності) роботи двигуна |
| Відсутність або мінімальне нагароутворення | Усунення перегріву і підвищеного зношування складальних одиниць двигуна |
| Відсутність корозії деталей за безпосереднього контакту з бензином і пально-повітряною сумішшю | Забезпечення надійності (безвідмовності і довговічності) роботи двигуна |
| Стабільність якості під час транспортування, перекачування, збереження і видавання, а також низька температура застигання | Забезпечення необхідної потужності та паливної економічності, а також надійності роботи двигуна |
| Здатність до фільтрування і відстоювання | Забезпечення необхідної якості бензину |
| Екологічна безпека | Усунення негативного (шкідливого) впливу на людину, тварин і навколишнє середовище |

### 8.1.2. Властивості бензинів

***Випаровування.*** Для забезпечення повного згоряння бензину в двигуні необхідно перевести його в короткий проміжок часу з рідкого стану в паровий і змішати з повітрям у відповідному співвідношенні, тобто утворити пально-повітряну суміш. Залежно від конструкції двигуна можливі два способи утворення пально-повітряної суміші: у першому – в карбюраторі проходить часткове випаровування бензину і утворення пально-повітряної суміші, а потім паровітровий потік розподіляється по циліндрах (карбюраторні двигуни); у другому – автобензин вприскується за допомогою форсунок у камеру згоряння або у впускний трубопровід (двигуни з інжекторними системами).

Найважливішими хімічними показниками, від яких залежить випаровуваність бензинів, є: тиск насичених парів; фрикційний склад.

Пускові властивості бензинів залежать від вмісту в ньому легких (пускових) фракцій, які можуть бути визначені за тиском насичених парів у кПа (мм рт. ст.) і температурою википання 10% за об'ємом палива; пускові властивості бензинів погіршуються із зниженням тиску їх насичених парів.

***Детонаційна стійкість.*** Цей показник характеризує здатність бензинів протистояти самозайманню у разі стиснення. Висока детонаційна стійкість бензину забезпечує його максимальне згоряння в усіх режимах експлуатації двигуна.

Показником детонаційна стійкість бензинів є октанове число, яке показує вміст ізооктану – $C_8H_{18}$ (в об'ємних %) у суміші з гептаном – $C_7H_{16}$, яка детонаційна стійкість еквівалентна паливу, що випробуване в стандартних умовах.

Вимоги до детонаційної стійкості бензинів залежать від конструктивних особливостей двигуна (зокрема ступеня стиснення і діаметра циліндра). Оскільки збільшення ступеня стиснення допомагає підвищити експлуатаційні показники і економічність роботи двигуна, то це стає визначальним у розвитку виробництва двигунів. Таким чином, прогрес у виробництві двигунів призводить до постійного підвищення вимог до детонаційної стійкості.

Для підвищення октанового числа (антидетонаційних властивостей) бензинів використовують два способи:

- технологічний – шляхом переробки бензинів прямої перегонки на установках каталітичного крекінгу і каталітичного риформінгу з метою підвищення олефінових, ароматичних та ізопарафінових вуглеводів;

- шляхом уведення в товарний бензин антидетонаційних присадок і високооктанових компонентів.

Широкого розповсюдження в Україні і за кордоном у виробництві високооктанових бензинів набув метилтребутиловий ефір. Експлуатаційні характеристики роботи двигуна на суміші бензину з метилтребутиловим ефіром вищі порівняно з експлуатаційними характеристиками роботи двигуна на бензинах з добавками етилових речовин, однак метилтребутиловий ефір, попри високу вартість, не має підвищеної токсичності, а тому його застосування економічно виправдане під час виробництва високооктанових бензинів.

***Хімічна стабільність.*** Цей показник характеризує здатність бензину зберігати свої властивості і хімічний склад під час тривалого зберігання, перекачування, транспортування та нагрівання у впускній системі бензинового двигуна.

Хімічна стабільність бензинів визначається швидкістю реакцій окиснення. У разі окиснення бензинів у них накопичуються смолисті речовини, які можуть випадати із палива, при цьому утворюються відкладення в резервуарах, трубо- і паливопроводах тощо.

Для забезпечення необхідного рівня хімічної стабільності до бензинів додають протиокисні присадки, наприклад ФУ-16.

Найефективнішим методом боротьби з утворенням відкладень у випускній системі двигуна є застосування під час виробництва бензинів спеціальних мийних або багатофункціональних присадок.

Ефективним засобом захисту від корозії паливної апаратури є добавка до бензинів спеціальних антикорозійних або багатофункціональних присадок.

***Екологічні вимоги.*** Серед екологічних показників бензинів найважливішим є вміст у них сполук свинцю. Це пов'язано не тільки з високою токсичністю етилованих бензинів та продуктів їх згоряння, а й можливістю застосування каталітичних систем нейтралізації відпрацьованих газів, оскільки продукти згоряння свинцю містять каталізатор.

У США та деяких європейських країнах використання етилованих бензинів заборонено законом. З метою виконання загальноєвропейської стратегії припинення використання етилованого бензину та Протоколу про важкі метали до Конвенції 1979 року про транскордонне забруднення повітря на великі відстані, прийнятих у червні 1998 р. у м. Орхус (Данія) на четвертій конференції «Навколишнє середовище для Європи», у жовтні 1999 р. в Україні прийнято Програму поступового припинення використання етилового бензину.

### 8.1.3. Асортимент, показники якості та склад вітчизняних бензинів

Товарні бензини в Україні виробляють за ГОСТ 2084-77, а також ТУ У 00149943.501-98 і ТУ У 320.00158764.025-99.

Залежно від октанового числа ГОСТ 2084-77 передбачає випуск бензинів марок А-72 (неетилований), А-76 (етилований, неетилований), АИ-93 (АІ-93) (етилований, неетилований), АИ-95 (АІ-95) (неетилований) (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

**Характеристики автомобільних бензинів за ГОСТ 2084-77**

| Показник | А-72 неетилований | А-76 | | АИ-93 (АІ-93) | | АИ-95 (АІ-95) неетилований |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | неетилований | етилований | неетилований | етилований | |
| Детонаційна стійкість: | | | | | | |
| октанове число за ММ (не менше) | 72 | 76 | 76 | 85 | 85 | 85 |
| октанове число за ДМ | не нормується | | | 93 | 93 | 93 |
| концентрація свинцю, г/дм$^3$ бензину (не більше) | 0,013 | 0,013 | 0,170 | 0,013 | 0,370 | 0,130 |
| Фракційний склад: температура початку перегонки, °С (не нижче): | | | | | | |
| літнього | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| зимового | не нормується | | | | | |
| 10% переганяється за температури, °С (не вище): | | | | | | |
| літнього | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| зимового | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| 50% переганяється за температури, °С (не вище): | | | | | | |
| літнього | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 | 115 |
| зимового | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 90% переганяється за температури, °С (не вище): | | | | | | |
| літнього | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| зимового | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| Кінець кипіння бензину, °С (не вище): | | | | | | |
| літнього | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 | 195 |
| зимового | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 | 185 |

Закінчення табл. 8.2

| Показник | А-72 неетилований | А-76 | | АИ-93 (АІ-93) | | АИ-95 (АІ-95) неетилований |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | неетилований | етилований | неетилований | етилований | |
| залишок у колбі, % (не більше) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| залишок і витрати, % (не більше) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Тиск насичених парів бензину, кПа: | | | | | | |
| літнього (не більше) | 66,7 | 66,7 | 66,7 | 66,7 | 66,7 | 66,7 |
| зимового (в межах) | 66,7... ...93,3 | 66,7... ...93,3 | 66,7... ...93,3 | 66,7... ...93,3 | 66,7... ...93,3 | 66,7... ...93,3 |
| Кислотність, мг КОН/ 100 мл. бензину (не більше) | 3,0 | 1,0 | 3,0 | 0,8 | 3,0 | 2,0 |
| Концентрація фактичних смол, мг/100 мл. бензину (не більше): | | | | | | |
| на місці виробництва | 5 | 3 | 5 | відсут- | 5 | 5 |
| на місці споживання | 10 | 8 | 10 | 5 | 7 | - |
| індукційний період бензину на місці виробництва, хв (не менше) | 600 | 1200 | 900 | 1200 | 900 | 900 |
| масова частка сірки, % (не більше) | 0,12 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Випробування на мідній пластинці | | | витримує | | | |
| Водорозчинні кислоти і луги | | | відсутні | | | |
| Механічні домішки і вода | | | відсутні | | | |
| Колір | | - | жовтий | - | оранжево-червоний | - |
| Густина за 20° С, кг/м³ | не нормується | | | | | |
| Важкі вуглеводні | відсутні | | | | | |

**Приклади умовного позначення автобензинів:**

а) за ГОСТ 2084-77:

А-72, А-76;

А – бензин автомобільний,
72, 76 – відповідно октанове число, од.;
АИ-93 (АІ-93), АИ-95 (АІ-95)
93, 95 – відповідно октанове число, од.;

б) за ТУ У 00149943.501-98:
А-80, А-92, А-95, А-96
80, 92, 95, 96 – відповідно октанове число, од.;

в) за ТУ У 320.00158764.025-99:
А-98
98-ОЧД, од.;

г) за ДСТУ 320.00149943.015-2000:
А-80Ек, А-90Ек, А-95Ек, А-98Ек
80, 90, 95, 98 – октанове число, од.;
Ек – має поліфункціональну високооктанову кисневмісну присадку – Екооктан+».

## 8.2. Дизельні палива

### 8.2.1. Вимоги до дизельного палива

Дизельне паливо застосовують для швидкохідних (1000 хв$^{-1}$ і більше) дизельних і газотурбінних двигунів наземної та судової техніки. Дизельні двигуни за умовами утворення пально-повітряної суміші та згоряння палива відрізняються від бензинових.

Перевагою дизельних двигунів є можливість здійснення високого ступеня стиснення, внаслідок чого витрати палива в них па 20...30% нижчі, ніж у бензинових двигунів. І хоча дизельні двигуни дуже складні у виробництві та мають великі габарити і масу, але за економічністю і надійністю в роботі вони успішно конкурують із бензиновими.

Експлуатаційні вимоги, які висувають до дизельних палив, наведено в табл. 8.3.

Таблиця 8.3

**Експлуатаційні вимоги до дизельних палив**

| Вимоги до палива | Призначення вимог |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Гарна прокачуваність дизельного палива за різних температур | Забезпечення безперервної та надійної роботи насоса високого тиску і двигуна |

Закінчення табл. 8.3

| 1 | 2 |
|---|---|
| Відсутність або мінімальні нагаро- і лакоутворення (на клапанах, кільцях, поршнях) та закоксовування розпилювачів форсунок | Усунення перегріву та підвищеного зношування складальних одиниць двигуна, забезпечення необхідної потужності й економічності двигуна |
| Якісне сумішоутворення і запалення; достатня в'язкість, фракційний склад і хімічна стабільність | Забезпечення необхідної потужності та економічності, а також безвідмовності та довговічності роботи двигуна |
| Відсутність сірчаних з'єднань, водорозчинних кислот і лугів, а також механічних домішок і води | Забезпечення корозійної стійкості та відсутність інтенсивного зношування складальних одиниць двигуна |
| Відсутність корозійного впливу на систему живлення двигуна | Забезпечення необхідної безвідмовності та довговічності роботи двигуна |

### 8.2.2. Властивості дизельних палив

**Цетанове число** – це основний показник займистості дизельного палива. Воно визначає можливість запуску двигуна, жорсткість робочого процесу, витрату палива і димність відпрацьованих газів.

Чим вище цетанове число палива, тим нижча швидкість нарощування тиску і тим менш жорстко працює двигун. Однак із підвищенням цетанового числа вище оптимального, що забезпечує роботу двигуна з допустимою жорсткістю, погіршується економічність його в середньому на 0,2...0,3%.

Чим вище цетанове число палива, тим швидше відбуваються процеси попереднього окиснення його в камері згоряння, тим швидше займеться суміш і запуститься двигун. Застосування палив із цетановим числом менше 40 призводить до жорсткої роботи двигуна, а з більшим, ніж 50 – до збільшення витрат палива внаслідок зменшення повноти згоряння. У літній період можливе застосування палива з цетановим числом 40, а в зимовий – для забезпечення холодного пуску двигуна – з не меншим за 45. Згідно з вимогами європейських стандартів цетанове число не може бути нижче 48.

***Фракційний склад*** дизельних палив оцінюють температурами википання 50% за об'ємом палива і кінця кипіння – 96% за об'ємом палива. Пускові властивості дизельних палив певною мірою характеризує лише температура википання 50% за об'ємом палива. Застосування дуже легких палив за низьких температур повітря не полегшує, а, навпаки, ускладнює запуск двигуна.

Висока температура википання 96% за об'ємом палива свідчить про наявність важких фракцій, які можуть погіршити умови

утворення суміші і тим самим знизити економічність дизельного двигуна та збільшити димність і токсичність відпрацьованих газів, а також підвищити нагаро- і лакоутворення.

***В'язкість і густина*** визначають процеси випаровування і утворення суміші в дизелях, оскільки від них залежить форма і будова паливного факела – нижчі в'язкість і густина забезпечують краще розпилювання палива.

Від в'язкості залежить зношування плунжерних пар, причому в'язкість палива в межах 1,8...6,0 мм$^2$/с практично не впливає на зношування плунжерів паливної апаратури сучасних швидкохідних дизелів.

У вітчизняних стандартах кінематична в'язкість палива нормується за 20° С, а в зарубіжних зазвичай за 40° С.

У вітчизняних стандартах густина нормується за 20° С і для літнього дизельного палива становить не більше 860 кг/м$^3$, а для зимового – 840 кг/м$^3$.

***Температура спалаху*** визначає пожежонебезпечність палива. Згідно з нормативною документацією на дизельні палива температура спалаху в закритому тиглі становить не нижче 40° С – для дизелів загального призначення.

Наявність води і механічні домішки є однією з головних причин відмов системи живлення і паливної апаратури. Механічні домішки в паливі підвищують смолоутворення, збільшують утворення смолистих відкладень та нагарів на форсунках і в камері згоряння, внаслідок чого погіршується безвідмовність і довговічність системи живлення, значно збільшуються витрати палива, димність і токсичність відпрацьованих газів. У разі використання забрудненого палива термін служби паливної апаратури скорочується у 5...6 разів. Уміст механічних домішок у дизельному паливі не допускається.

Наявність води в дизельному паливі призводить до порушень у роботі двигуна, підвищення корозійності та до його зношування. У разі зниження температури вода перетворюється на кристали льоду, які погіршують прокачуваність і роботу фільтрувальних елементів.

***Корозійна агресивність*** оцінюється згідно зі стандартами на дизельне паливо такими показниками, як вміст загальної і меркаптанової сірки та сірководню, водорозчинних кислот та лугів і випробування на мідній пластинці.

Сучасна технологія виробництва дизельних палив фактично виключає наявність у них елементної сірки і сірководню в кількостях, які спричинюють корозійну дію на метали.

***Ступінь чистоти*** дизельних палив оцінюють за коефіцієнтом фільтрації. Частинки забруднень розміром більше за 4 мкм

спричинюють підвищений знос деталей паливної апаратури. Коефіцієнт фільтрації дизельних палив перебуває в межах 1,5...2,5.

***Коксованість*** – це здатність палива утворювати в умовах нагрівання, без доступу повітря, залишок у вигляді вугілля (коксу). Для дизельних палив коксованість (у %) визначають зазвичай для його 10% -го залишку.

***Зольність палива*** характеризує вміст у ньому домішок (у %), які не спалюються. Чим менша зольність, тим менше неорганічних домішок потрапляє в нагар. Збільшення маси золи в нагарі призводить до підвищення його абразивних властивостей. Допустиме значення вмісту золи в дизельних паливах – у межах 0,01...0,02%.

***Протизношувальні властивості*** палива мають бути високими, оскільки паливо в дизелях є змащувальним матеріалом для деталей паливної апаратури швидкохідних дизелів, передусім плунжерних пар паливних насосів.

Змащувальні властивості дизельних палив значно гірші, ніж змащувальні властивості моторних олив, оскільки і в'язкість, і вміст поверхнево-активних речовин у паливах менші. Найбільш реальним методом поліпшення змащувальних властивостей дизельного палива є застосування протизношувальних присадок.

### 8.2.3. Асортимент, показники якості та склад вітчизняних дизельних палив

Нафтопереробні заводи України виробляють дизельні палива двох марок за ДСТУ 3868-99 (табл. 8.4) для використання їх за різних температур довкілля: *Л* – літнє, рекомендоване для використання за температури повітря не нижче +5° С; З – зимове, рекомендоване для використання за температурі повітря не нижче – 15° С.

За вмістом сірки дизельні палива поділяють на чотири види:

I – масова частка сірки не більше 0,05%;

II – масова частка сірки не більше 0,1% ;

III – масова частка сірки не більше 0,2% ;

IV – масова частка сірки не більше 0,5% .

В умовне позначення літнього дизельного палива (*Л*) повинні входити масова частка сірки і температура спалаху; зимового (З) – масова частка сірки і температура застигання. Приклад умовного позначення дизельного літнього палива з масовою часткою сірки 0,1% і температурою спалаху 40° С: паливо дизельне *Л*-0,1-40 за ДСТУ 3868-99. Приклад умовного позначення дизельного зимового палива з масовою часткою сірки 0,1% і температурою застигання – 25° С: паливо дизельне 3-0,1 (-25) за ДСТУ 3868-99.

Таблиця 8.4

**Характеристики дизельних палив за ДСТУ 3868-99**

| Показник | Значення показника для марок | |
|---|---|---|
| | *Л* | З |
| Цетанове число (не менше) | 45 | 45 |
| Фрикційний склад: | | |
| 50% переганяється за температури, ° С (не вище) | 280 | 280 |
| 96% переганяється за температури, ° С (не вище) | 370 | 370 |
| Кінематична в'язкість при температурі 20° С, мм²/с (у межах) | 3,0...6,0 | 1,8...6,0 |
| Температура застигання, ° С (не вище) | -10 | -25 |
| Температура спалаху в закритому тиглі, ° С (не нижче): | | |
| для тепловозних, судових дизелів і газових турбін | 62 | 40 |
| для дизелів загального призначення | 40 | 35 |
| Масова частка сірки, % (не більше): | | |
| для виду I | 0,05 | 0,05 |
| для виду II | 0,10 | 0,10 |
| для виду III | 0,20 | 0,20 |
| для виду IV | 0,50 | 0,50 |
| Масова частка меркаптанової сірки, % (не більше) | 0,01 | 0,01 |
| Вміст сірководню | відсутній | |
| Випробування на мідній пластинці | витримує | |
| Концентрація фактичних смол, мг/100 см³ пали- | 40 | 30 |
| Кислотність, мг КОН/100 см³ палива (не більше) | 5 | 5 |
| Йодне число, г йоду/100 г палива (не більше) | 6 | 6 |
| Зольність, % (не більше) | 0,01 | 0,01 |
| Коксованість 10% залишку, % (не більше) | 0,30 | 0,30 |
| Коефіцієнт фільтрації, не більше | 3 | 3 |
| Гранична температура фільтрованості, ° С (не вище) | -5 | -15 |
| Вміст механічних домішок | відсутній | |
| Вміст води | відсутній | |
| Густина за температури 20° С, кг/м³ (не більше) | 860 | 840 |

## 8.3. Газоподібні види палива

### 8.3.1. Класифікація і застосування газоподібних палив

У зв’язку з обмеженими запасами нафти і скороченням її видобутку нині широко використовуються газоподібні та синтетичні палива. Фахівці вважають, що напруженість у забезпеченні мотор-

ним паливом можна зняти, лише збільшуючи частку використання менш дефіцитного газоподібного палива.

Реалізовується комплекс заходів щодо переходу частини автомобільного парку та іншої техніки на газоподібне паливо Організовано виробництво газової апаратури з обладнанням нею автомобілів, освоєно виробництво устаткування для газозаправних станцій, споруджено численні дільниці для огляду балонів і випробування приладів.

Проте газобалонні автомобілі мають низку недоліків, зокрема зниження їх вантажності через велику масу балонів з газом і ускладнений запуск двигунів за низьких температур. Водночас газове паливо дешевше за бензин і дизельне паливо у декілька разів, а продукти згоряння газу – менш токсичні .

У разі переходу вантажних автомобілів з бензину на газ (пропан-бутан) потужність двигуна знижується на 7...10%, але це зниження можна компенсувати збільшенням ступеня стиску до 8,0...8,5 одиниць.

Перехід дизельних двигунів на газоподібне паливо здійснюється двома способами:

- встановленням замість дизельної апаратури системи запалювання, в отвір для форсунок – свічок, на впускному трубопроводі – змішувача з дросельним патрубком, а між блоком і головкою циліндрів – додаткової прокладки для зниження ступеня стиску;
- додаванням у циліндри суміші газу з повітрям, яка запалюється внаслідок впорскування невеликого об'єму дизельного палива – 10...20% його витрати за дизельного циклу (цей спосіб не потребує серйозного переобладнання дизеля, а в разі потреби двигун швидко переводиться знову на дизельний цикл).

Основними компонентами газового палива є метан, пропан, бутан і деякі інші гази.

Класифікація газового палива передбачає його поділ на види за агрегатним станом, теплотою згоряння та деякими іншими показниками. Його називають природним і промисловим, стисненим і зрідженим, високо- та середньокалорійним.

**Природними** називають гази, добуті безпосередньо зі свердловини.

**Промислові** гази – це звичайні побічні продукти різних технологічних процесів, зокрема, коксування вугілля (коксовий газ), виплавлення чавуну (доменний газ), видобування вугілля (шахтний газ метан).

Зріджуваними газами найчастіше є пропан-бутанові фракції, хоча є й інші, до яких належать зріджені природні гази (метан). Технологія зрідження газів різна: нафтові пропан-бутанові фракції – без зниження температури, а природні (метан) – за знижених температур.

### 8.3.2. Зріджені та стиснені природні гази

Концентрацію енергії в одиниці об'єму зріджених газів, які є дуже легкими рідинами, можна визначати за густиною фази – 0,5...0,55 кг/л.

Особливістю зріджених газів є вищий, ніж у рідких нафтопродуктів, коефіцієнт об'ємного розширення. Густина пропану в рідкому стані за температури 10° С становить 0,54 кг/л, а за .40° С – знижується до 0,48 кг/л. Питомий об'єм при цьому збільшується на 10%. Цю властивість треба враховувати, заповнюючи балони газом, їх слід заповнювати не більше ніж на 90% , 10% залишати на парову подушку.

Якщо балон буде заповнений до кінця, тобто не буде парової подушки, то навіть незначне підвищення температури зрідженого газу призведе до підвищення тиску в балоні і вибуху. Нарощення тиску в балоні дорівнює приблизно 0,7 МПа на 1° С підвищення температури зрідженого газу.

Використовуючи зріджений газ, слід періодично зливати з балонів конденсат, що накопичується в процесі експлуатації машин. Конденсати зменшують корисний об'єм рідкого газового палива, яке заправляється в балон, внаслідок чого знижується запас ходу автомобіля. Рідку частину палива, що зливається з балонів, можна використовувати як домішку до бензину в зимовий період. За температури -10...-30° С і нижче вміст доданого до бензину конденсату може становити 10...20% .

У разі використання пропан-бутанової суміші треба чітко дотримуватися вимог охорони праці й техніки безпеки та стежити за герметичністю газоподавальної системи, системи зберігання і транспортування газу. У разі потрапляння зрідженого газу на тіло людини виникають обмороження, що нагадують опіки. Людина, яка дихає повітрям з невеликим вмістом вуглеводневого газу, відчуває кисневе голодування, а за значних концентрацій настає задуха.

Для автомобільного транспорту випускають дві марки зріджених газів: ПА – пропан автомобільний, що застосовується взимку за температури повітря від -20 до -35° С і ПБА – пропан-бутан автомобільний, який використовують в усіх кліматичних зонах за температурі повітря не нижче -20° С (табл. 8.5).

До складу зрідженого газу додають одоранти, оскільки не всі гази мають запах і колір, тому виявити їх витікання досить складно. Як одорант найчастіше використовують етилмеркаптан (температура кипіння 37° С) з різким неприємним запахом. Його можна відчути за незначної концентрації – 0,19 г на 1000 м$^3$ повітря.

Для зберігання зріджених газів автомобілі обладнують балонами місткістю до 250 *л*, які розраховані на робочий тиск 1,57 МПа. Цей тиск достатній для того, щоб підтримувати навіть чистий пропан у рідкому стані за максимальної температури 48,5° С.

Транспортування зріджених газів здійснюють у звичайних залізничних і автомобільних цистернах, а заправлення ними автомобілів проводять простими газозаправними приладами й вузлами (тиск у системі – 1,5...2 МПа).

Таблиця 8.5

**Основні показники автомобільних зріджених газів**

| Показники | ПА | ПБА |
|---|---|---|
| Масова частка компонентів, %: | | |
| метан + етан | Не нормується | |
| пропан | 90±10 | 50±10 |
| Максимальна концентрація ненасичених вуглеводнів, % | 6 | 6 |
| Надлишковий тиск насиченої пари, МПа, за температури, °С: | | |
| 45 (не більше) | - | 1,6 |
| -20 (не менше) | - | 0,7 |
| -35 (не менше) | 0,07 | - |
| Максимальна масова частка сірки та сірчаних сполук, % | 0,01 | 0,01 |
| Зокрема максимальна масова частка сірководню, % | 0,008 | 0,003 |

Газобалонні автомобілі (табл. 8.6) випускають двох типів: зі спеціальними двигунами, розрахованими для роботи на газі з резервною системою живлення бензином (ЗИЛ-138, ЗИЛ-138В, ЛиАЗ-45023, ГАЗ-53-07, ЛиАЗ-677Г, ЛАЗ-695П) та з універсальними двигунами, які допускають тривалу роботу як на бензині, так і газі (ГАЗ-52-07, ГАЗ-52-08, ГАЗ-24-07).

Для двигунів внутрішнього згоряння застосовують переважно висококалорійне паливо (23 100...37 800 кДж/м$^3$) і меншою мірою середньокалорійне (14 700...23 100 кДж/м$^3$).

Таблиця 8.6

**Газобалонні автомобілі та автобуси, що працюють на зрідженому газі (пропан-бутан)**

| Базова модель | Модель газобалонних автомобілів | Тип автомобіля | Вантажність, кг, або пасажиромісткість, люд. | Запас ходу, км |
|---|---|---|---|---|
| ГАЗ-53 | ГАЗ-53-07 | Вантажний | 4000 | 450 |
| ГАЗ-52-04 | ГАЗ-52-07 | Вантажний | 2500 | 450 |
| ГАЗ-52-01 | ГАЗ-52-08 | Спеціалізований фургон | 2500 | 450 |
| ГАЗ-52-05 | ГАЗ-52-09 | Вантажний (таксі) | 2500 | 450 |
| ЗИЛ-130 | ЗИЛ-138 | Те саме | 5000 | 500 |
| ЗИЛ-МТЗ-4502 | ЗИЛ-МАЗ-25023 | Самоскид | 5000 | 500 |
| ЗИЛ-130В | ЗИЛ-138В | Сідельний тягач | 5400 | 450 |
| ЛиАЗ-677 | ЛиАЗ-677Т | Автобус | 80 | 400 |
| ЛиАЗ-695 | ЛиАЗ-695П | Автобус | 82 | 450 |

Для заправляння автомобілів беруть стиснені природні гази двох марок – А і Б, які складаються переважно з метану (90...95)±5%. Метан має високу теплотворну здатність, низький вміст токсичних речовин у продуктах згоряння та високу детонаційну стійкість, що пом'якшує роботу двигуна і дає змогу форсувати його за ступенем стискування.

Серед позитивних чинників використання стисненого газу, крім того, є:

- підвищення на 35...40% моторесурсу двигуна (порівняно з бензиновими двигунами);
- збільшення вдвічі-тричі терміну використання моторної оливи;
- зниження на 90% шкідливих речовин, особливо СО.

Під час роботи на стисненому газі практично не утворюється нагар і на 30.. .40% збільшується термін служби свічок запалювання.

Цей вид палива також має недоліки. Зокрема, для стиснення газу використовують газобалонні установки (балони, арматуру, редуктори, газопроводи), розраховані для роботи за високого тиску (19,6 МПа) . Тому балони виготовляють товстостінними, і вага батареї з восьми балонів досягає 0,5 т, через що знижується вантажність машини. Пробіг автомобіля на стисненому газі до заправки удвічі менший, ніж з використанням бензину.

## 8.4. Моторні оливи

### 8.4.1. Виробництво і класифікація моторних олив

Згідно з ДСТУ 3437-96 оливи, що використовують для змащування поршневих двигунів внутрішнього згоряння та інших типів двигунів, називають **моторними**. Моторні оливи мають надійно і тривалий час виконувати свої функції, забезпечуючи заданий ресурс двигуна.

Виробниками моторних олив в Україні є АТ «Укртатнафта», АТ «Азмол», АТ «Галол», нафтоналивний завод «Леол», СП «Фрасмо», «Нафта Україна ЛТД», завод технічних олив ТОВ «АРІАН», МНВП «Присадки», АТ «Ресурс Ойл», ТОВ «МАСТ», фірма «Петра ЛТД» і ЗАТ «ЮШОЛ».

Моторні оливи класифікуються за такими ознаками: призначенням, періодом використання (сезонністю), складом і способом виробництва (табл. 8.7).

Таблиця 8.7

**Класифікація моторних олив**

| Класифікаційна ознака | Класифікаційна характеристика | | | |
|---|---|---|---|---|
| Призначення | для бензинових двигунів | для дизельних двигунів | універсальні | |
| Період використання | літні | зимові | всесезонні | |
| Склад | мінеральні | гідрокрекінгові | напівсинтетичні | синтетичні |
| Спосіб виробництва | дистилятні | залишкові | компаундувані | загущені |

### 8.4.2. Вимоги до моторних олив та їх властивості

Для досягнення високої надійності роботи двигуна необхідна взаємна відповідність конструкції двигуна, умов його експлуатації і властивостей моторної оливи, що досягається за рахунок таких вимог до сучасних моторних олив:

- в'язкісні властивості мають забезпечувати безперервне надходження оливи до тертьових деталей двигуна за будь-яких режимів його роботи й експлуатаційних температурних умов;

- забезпечення мінімального зношування тертьових деталей двигуна з мінімальними витратами енергії на подолання тертя;
- забезпечення легкості запуску двигуна за низьких температур навколишнього повітря і надійності роботи у важких експлуатаційних умовах;
- висока термічна і термоокиснювальна стабільність, висока миюча властивість (запобігання за тривалої роботи ДВЗ нагаро- і лакоутворенням на деталях циліндро-поршневої групи і низькотемпературним відкладенням у каналах мастилоподачі і на стінках картера), а також ефективна нейтралізуюча здатність (високі антикорозійні властивості);
- забезпечення сумісності з матеріалами ущільнень;
- висока стабільність під час транспортування, збереження і використання;
- забезпечення ущільнення зазорів у сполученнях циліндро-поршневої групи;
- ефективне відведення тепла від тертьових деталей і продуктів зношення із зон тертя;
- забезпечення мінімальної витрати оливи у двигуні (мала випаровуваність і невеликі витрати на згоряння), а також великого терміну служби до його заміни;
- дешевизна і недефіцитність.

В'язкісно-температурні властивості – одна з найважливіших характеристик моторних олив. Від цих властивостей залежить діапазон температури навколишнього середовища, в якому олива забезпечує запуск двигуна без попереднього підігріву та прокачування в системі, а також надійне змащування і охолодження деталей двигуна за найбільш допустимих навантажень і температури навколишнього середовища.

### 8.4.3. Позначення моторних олив

Позначення моторних олив в Україні встановлені ГОСТ 17479.1-85 і мають кілька знаків: літеру М (моторна), цифру (через дефіс), що характеризує клас кінематичної в'язкості, літеру, яка визначає належність до групи за експлуатаційними властивостями і підстроковий числовий індекс, який характеризує тип двигуна.

За кінематичною в'язкістю моторні оливи поділяють на 22 класи: 4 зимових, 8 літніх і 10 всесезонних (табл. 8.8). Класи у вигляді дробу означають, що в'язкість моторної оливи за температури -18° С відповідає класу, вказаному в чисельнику, а в'язкість за 100° С – класу в знаменнику.

Таблиця 8.8

**Класи в'язкості моторних олив згідно з ГОСТ 17479.1-85**

| Клас в'язкості | Кінематична в'язкість, мм²/с | | Клас в'язкості | Кінематична в'язкість, мм²/с | |
|---|---|---|---|---|---|
| | за 100°С | за -18°С (не більше) | | за 100° С | за -18°С (не більше) |
| $3_3$ | 3,8 | 1250 | 24 | 21,9...26,1 | - |
| $4_3$ | 4,1 | 2600 | $3_3/8$ | 7,0...9,3 | 1250 |
| $5_3$ | 5,6 | 6000 | $4_3/6$ | 3,6...7,0 | 2600 |
| $6_3$ | 5,6 | 10400 | $4_3/8$ | 7,0...9,3 | 2600 |
| 6 | 5,6...7,0 | - | $4_3/10$ | 9,3...11,5 | 2600 |
| 8 | 7,0...9,3 | - | $5_3/10$ | 9,3...11,5 | 6000 |
| 10 | 9,3...11,5 | - | $5_3/12$ | 11,5...12,5 | 6000 |
| 12 | 11,5...12,5 | - | $5_3/14$ | 12,5...14,5 | 6000 |
| 14 | 12,5...14,5 | - | $6_3/10$ | 9,3...11,5 | 10400 |
| 16 | 14,5...16,3 | - | $6_3/14$ | 12,5...14,5 | 10400 |
| 20 | 16,3...21,9 | - | $6_3/16$ | 14,5...16,3 | 10400 |

За експлуатаційними властивостями і сферою застосування моторні оливи поділяють на шість груп (табл. 8.9). Підстроковий числовий індекс 1 присвоюють моторним оливам для бензинових двигунів, а 2 – для дизелів. Універсальні оливи, які використовують як в дизелях, так і бензинових двигунах одного рівня форсування, підстрокового числового індексу в позначенні не мають. Універсальні оливи, які належать до різних груп, мають подвійне позначення, де перша літера та підстроковий числовий індекс характеризують якість оливи як дизельного, а друга – як бензинового двигуна відповідних рівнів форсування.

Таблиця 8.9

**Групи моторних олив за призначенням та експлуатаційними властивостями згідно з ГОСТ 17479.1-85**

| Група | | Сфера застосування |
|---|---|---|
| 1 | | 2 |
| А | | Нефорсовані бензинові двигуни та дизельні двигуни |
| Б | $Б_1$ | Малофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, які призводять до утворення високотемпературних відкладень та корозії підшипників |
| | $Б_2$ | Малофорсовані дизельні двигуни |

Закінчення табл. 8.9

| 1 | | 2 |
|---|---|---|
| В | $В_1$ | Середньофорсовані бензинові двигуни, що працюють в умовах, які сприяють окисненню оливи та утворенню всіх видів відкладень |
| | $В_2$ | Середньофорсовані дизельні двигуни, які висувають підвищені вимоги до антикорозійних, протизношувальних властивостей олив та здатності запобігати утворенню високотемпературних відкладень |
| Г | $Г_1$ | Високофорсовані бензинові двигуни, що працюють у важких експлуатаційних умовах, які призводять до окиснення оливи та утворення всіх видів відкладень і корозії |
| | $Г_2$ | Високофорсовані дизельні двигуни без наддуву або з помірним наддувом, що працюють в експлуатаційних умовах, які сприяють утворенню високотемпературних відкладень |
| Д | $Д_1$ | Високофорсовані бензинові двигуни, що працюють в експлуатаційних умовах, важчих, ніж для групи $Г_1$ |
| | $Д_2$ | Високофорсовані дизельні двигуни з наддувом, що працюють у важких експлуатаційних умовах, або коли паливо, що застосовується, вимагає використання олив з високою нейтралізуючою здатністю, антикорозійними та протизношувальними властивостями |
| Е | $Е_1$ | Високофорсовані бензинові двигуни та дизельні двигуни, що працюють в експлуатаційних умовах, важчих, ніж для груп $Д_1$ і $Д_2$ |
| | $Е_2$ | Для двигунів з лубрикатором |

**Приклади позначення моторних олив:**

М-10$В_1$ – моторна олива класу в'язкості 10 (літня), призначена для середньофорсованого бензинового двигуна ($В_1$);

М-$6_з$/10Г – моторна олива класу в'язкості $6_з$/10 (всесезонна), універсальна для високофорсованих (Г) дизельних і бензинових двигунів;

М-$4_з$/8$В_2Г_1$ – моторна олива класу в'язкості $4_з$/8 (всесезонна), призначена для використання у середньофорсованих дизельних ($В_2$) і високофорсованих бензинових двигунах ($Г_1$).

## 8.5. Трансмісійні та індустріальні оливи

### 8.5.1. Визначення і склад трансмісійних та індустріальних олив

Згідно з ДСТУ 3437-96 оливи, що використовують для змащування механічних трансмісій, називаються трансмісійними. Вони призначені для застосування у вузлах тертя агрегатів трансмісій тракторів, легкових і вантажних автомобілів, автобусів, сільськогосподарської та будівельної техніки.

Трансмісійні оливи, що отримують переважно із залишкових продуктів переробки мазуту (гудронів та напівгудронів), – це висо-

ков'язкі та липкі рідини темного кольору (мінеральні базові оливи). Для приготування трансмісійних олив до базових олив додають різні функціональні (протизношувальні, протизадирні, протиокисні, антикорозійні, депресорні, мийні, протипінні) або багатофункціональні присадки.

Згідно з ДСТУ 3437-96 оливи, що використовують для змащування верстатів та механізмів промислового устаткування, називають індустріальними.

Індустріальні оливи загального призначення – високов'язкі мінеральні оливи без присадок, що отримують, як і трансмісійні оливи, із залишкових продуктів переробки мазуту.

Основними виробниками трансмісійних та індустріальних олив в Україні є АТ «Укртатнафта» (м. Кременчук), АТ «Азмол» (м. Бердянськ), ВАТ «Львівський дослідний нафтооливозавод» (ННЗ «Леол»), завод технічних олив ТОВ «АРІАН» (м. Фастів), «Лебединський нафтооливозавод – Леол» (м. Лебедин).

### 8.5.2. Вимоги до трансмісійних олив та їх властивості

Загальні вимоги до трансмісійних олив визначаються конструктивними властивостями, призначенням і умовами експлуатації агрегатів трансмісій.

Трансмісійні оливи працюють у режимах високих швидкостей ковзання, тиску (від 900 до 3000 МПа і вище) та широкого діапазону температур (у межах від –60 до +150° С), тому до трансмісійних олив висувають підвищені вимоги. Трансмісійні оливи мають:

- – мати пологі в'язкісно-температурні властивості, що забезпечує надійне змащення і малі втрати потужності за великих навантажень у всіх температурних режимах роботи;
- мати високу несучу здатність мастильної плівки, що забезпечує достатні протизношувальні та протизадирні властивості;
- не викликати корозію деталей та не руйнувати ущільнювальні матеріали вузлів трансмісій;
- забезпечувати ефективний захист від тепла тертьових деталей трансмісій, а також вимивання та видалення продуктів зношення і забруднення;
- знижувати ударні навантаження і зменшувати шум, а також вібрацію елементів зубчастих і черв'ячних передач;
- мати високу протипінну стійкість;
- мати високу антиокисну стабільність під час тривалого збереження і застосування;
- бути нетоксичними, довговічними, дешевими і недефіцитними.

### 8.5.3. Класифікація трансмісійних олив

Вітчизняні трансмісійні оливи класифікуються відповідно до ГОСТ 17479.2-85. Залежно від рівня кінематичної в'язкості за 100° С трансмісійні оливи поділяють на чотири класи (табл. 8.10).

Таблиця 8.10

**Класи в'язкості трансмісійних олив згідно з ГОСТ 17479.2-85**

| Клас в'язкості | Кінематична в'язкість за 100° С, мм²/с (у межах) | Температура (° С), за якої динамічна в'язкість не перевищує 150 Па·с, (не менше) |
|---|---|---|
| 9 | 6,00...10,99 | –35 |
| 12 | 11,00...13,99 | –26 |
| 18 | 14,00...24,99 | –18 |
| 34 | 25,00...41,00 | – |

За експлуатаційними властивостями і сферою застосування трансмісійні оливи належать до п'яти груп (табл. 8.11).

За системою позначення згідно з ГОСТ 17479.2-85 оливи маркують за рівнем напруження роботи трансмісії і класу в'язкості. Наприклад, у маркуванні оливи ТМ-5-18 літери ТМ означають «трансмісійна олива», перша цифра (5) – група оливи за експлуатаційними властивостями і сферою застосування (табл. 8.11), друга цифра (18) – клас в'язкості оливи (табл. 8.10).

Таблиця 8.11

**Групи трансмісійних олив за призначенням (сферою застосування) та експлуатаційними властивостями згідно з ГОСТ 17479.2-85**

| Група | Наявність присадок | Сфера застосування |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Без присадок | Циліндричні, конічні і черв'ячні передачі, які працюють за контактного напруження 900... 1600 МПа і температурах оливи до 90° С |
| 2 | Із протизношувальними присадками | Те саме за контактного напруження до 2100 МПа і температурах оливи до 130° С |
| 3 | Із протизадирними присадками помірної ефективності | Циліндричні, конічні, спірально-конічні і гепоїдні передачі, які працюють за контактного напруження до 2500 МПа і температур оливи до 150° С |

Закінчення табл. 8.11

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 4 | Із протизадирними присадками високої ефективності | Те саме за контактного напруження до 3000 МПа і температур оливи до 150° С |
| 5 | Із протизадирними присадками високої ефективності та багатофункціональної дії | Гіпоїдні передачі, які працюють за ударних навантажень за контактних напруг вище 3000 МПа і температур оливи до 180° С |

Маркування олив у нормативно-технічній документації наведено в табл. 8.12.

Таблиця 8.12

**Відповідність позначення трансмісійних олив за ГОСТ 17479.2-85 і прийнятих у нормативно-технічній документації**

| Позначення олив за ГОСТ 17479.2-85 | Олива | Нормативно-технічна документація |
|---|---|---|
| ТМ-1-18 | ТС-14,5 | ТУ 38.101110-81 |
| ТМ-1-18 | АК-15 | ТУ 38.001280-76 |
| ТМ-1-34 | ТСП-14,5 | ГОСТ 23652-79 |
| ТМ-2-9 | ТСп-ЮЭФО | ТУ 38.101701-77 |
| ТМ-2-18 | ТЭп-15 | ГОСТ 23652-79 |
| ТМ-3-9 | ТСзп-8 | ТУ 38.1011280-89 |
| ТМ-3-9 | ТСП-10 | ГОСТ 23652-79 |
| ТМ-3-18 | ТСп-15К, ТАп-15В | ГОСТ 23652-79 |
| ТМ-4-9 | ТСз-9гип | ТУ 38.1011238-89 |
| ТМ-4-18 | ТСп-14гип | ГОСТ 23652-79 |
| ТМ-5-12з(рк) | ТМ-5-12рк | ТУ 38.101844-80 |
| ТМ-5-18 | ТАД-17И | ГОСТ 23652-79 |
| ТМ-5-34 | ТСгип | ОСТ 38.01260-82 |

## 8.6. Пластичні мастила

### 8.6.1. Призначення, склад та вимоги до мастил

Відповідно до ДСТУ 3437-96 **мастило** – пластичний матеріал, який є структурованим загусником оливи, що застосовується для зменшення тертя, консервації виробів та герметизації ущільнень.

Використання мастила в конкретних вузлах тертя (підшипники, ресори, канати тощо) зумовлене їх конструктивним рішенням, а також економічними міркуваннями – відсутністю або недостатніс-

тю герметичності вузла, неможливістю централізованого змащування рідкою оливою тощо.

Мастила для автотракторної та будівельної техніки класифікують за наступними ознаками:

- за призначенням (антифрикційні, консерваційні, ущільнювальні, канатні);
- за складом (залежно від дисперсної фази – загусників) ;
- за деформацією (залежно від пенетрації) ;
- за температурним діапазоном використання (термостійкі та низькотемпературні) ;
- за діапазоном застосування (загальні, вузькоспеціалізовані, багатоцільові).

**Мастило** – складна речовина (колоїдна трикомпонентна система), яка містить дисперсійне середовище (оливна основа – базова олива або інша рідина чи їх суміші), дисперсну фазу (загусник або суміш загусників) і модифікатори (наповнювачі, оливорозчинні присадки або їх суміші).

Кожна складова частина мастила виконує свою специфічну функцію: дисперсна фаза надає мастилу густину, утворюючи просторовий (структурний) каркас, і адгезію, дисперсійне середовище змащує поверхні тертя, захищає їх від корозії та герметизує ущільнення, а модифікатори поліпшують функціональні властивості мастил.

Ґрунтуючись на призначенні відповідно до ДСТУ 3437-96, мастила до автотракторної та будівельної техніки повинні мати: високу межу міцності; достатню густину і липкість; необхідний температурний інтервал працездатності; однорідний склад і стабільність початкових властивостей; високу стійкість до випаровування і відповідну в'язкість; колоїдну, механічну і хімічну стабільність; достатні антикорозійні та захисні (консерваційні) властивості; високі протизношувальні та протизадирні якості; довговічність у процесі роботи та зберігання; технологічність застосування; економічність і недефіцитність.

### 8.6.2. Вітчизняна класифікація мастил

У країнах СНД мастила класифікують за міждержавним стандартом ГОСТ 23258-78, крім того, усі мастила мають свою технічну назву і номер стандарту – технічні умови, за якими виготовляють мастило.

Відповідно до ГОСТ 23258-78 назва (торгова марка) мастила повинна складатися з одного слова, а його модифікації можуть позначатися цифровими і літерними індексами. Кожному мастилу

також надається літерно-цифровий код (позначення), який визначає призначення, склад і деякі фізичні властивості мастила.

Приклади позначення деяких мастил відповідно до ГОСТ 23258-78.

Солідол С (СКа 3/7-2): С – мастило антифрикційне загального призначення для звичайних температур; Ка – загущене кальцієвим милом; 3/7 – призначене для використання за температур від –30 до +70° С; виготовлене на нафтовій базовій основі без твердих домішок (індекси дисперсійного середовища і твердих домішок відсутні); 2 – індекс класу консистенції, пенетрація 260...310 мм·$10^{-1}$ за 25° С.

1–13 (ОНа-Ка 2/$11^{-3}$): О – мастило антифрикційне загального призначення для підвищених температур; На-Ка – загущене натрієво-кальцієвими милами (суміш мил); 2/11 – призначене для використання за температур від –20 до +110° С; виготовлене на нафтовій базовій основі без твердих домішок (індекси дисперсійного середовища і твердих домішок відсутні); 3 - індекс класу консистенції, пенетрація 180...250 мм·$10^{-1}$ за 25° С.

ЦИАТИМ-221 (ЖкЛи 6/15К1): Ж – мастило антифрикційне термостійке (жаростійке); кЛи – загущене комплексним літієвим милом; 6/15 – призначене для використання за температур від -60 до +150° С; К – виготовлене на кремнієорганічній рідині без твердих домішок (індекс твердих домішок відсутній); 1 – індекс класу консистенції, пенетрація 280...360 мм·$10^{-1}$ за 25° С.

ЛЗ-ПЖЛ-09 (ТЛи 4/12 – Д00): Т – мастило антифрикційне редукторне (трансмісійне); Ли – загущене літієвим милом; 4/12 – призначене для використання при температурах від –40 до + 120° С; виготовлене на нафтовій базовій основі (індекс дисперсійного середовища відсутній); Д – містить тверду домішку (дисульфіт молібдену – $MoS_2$); 00 – індекс класу консистенції, пенетрація 400...440 мм·$10^{-1}$ за 25° С.

Р-113 (РЛи-Ал 3/20НФ-СЩМ5): Р – мастило різьбове; Ли-Ал – загущене літієво-алюмінієвим милом; 3/20 – призначене для використання за температур від –30 до +200° С; НФ – виготовлене на суміші нафтової оливи і фторосилоксанової рідини; СГЦМ – містить тверді домішки (порошок свинцю, графіт, порошки цинку і міді); 5 – індекс класу консистенції, пенетрація 130...160 мм·$10^{-1}$ за 25° С.

## 8.7. Спеціальні рідини

### 8.7.1. Рідини для гідроприводу машин

Високий тиск у гідравлічній системі (до 35 МПа) і значний перепад робочих температур (–60...+50° С) висувають певні вимоги до гідравлічних рідин, які частково відрізняються від вимог до звичай-

них олив, оскільки гідравлічні рідини мають передавати енергію від двигуна до робочих органів і водночас змащувати та охолоджувати рухомі деталі гідравлічної системи.

Робоча рідина має задовольняти такі вимоги: мати за відповідних умов певну в'язкість; забезпечувати пологість в'язкісно-температурної характеристики; мати високі змащувальні властивості; характеризуватися низькою температурою замерзання і незначним ступенем стиснення; містити незначний об'єм води і бути стійкою до утворення емульсії; не мати механічних домішок; не поглинати повітря; не виділяти пари за робочих температур; мати високі стабільні властивості; не окиснюватися і не впливати на розбухання гумових ущільнень.

**В'язкість** – найбільш важлива фізична властивість робочої рідини, яка визначає можливість її використання в гідравлічних машинах.

У разі підвищення температури робочої рідини більше за допустиму (понад 75° С) різко збільшуються її зовнішні витікання та внутрішні перетікання, а також порушуються умови надійного змащування сполучених поверхонь деталей.

Зі зниженням температури довкілля в'язкість робочої рідини підвищується тим інтенсивніше, чим нижчий індекс її в'язкості, а за збільшення в'язкості вище за допустиму збільшуються втрати тиску і настає часткова або повна втрата працездатності машини. Тому особливого значення набуває в'язкість зимових сортів оливи, адже через втрату рухомості олива не може підніматися по трубопроводах і у всмоктувальній лінії насоса виникає кавітація. Щоб цього не трапилось, робоча рідина повинна мати пологу в'язкісно-температурну характеристику, а температура застигання зимових олив має бути на 20...30° С нижчою за температуру довкілля.

За новою класифікацією (ГОСТ 17479.3-85), залежно від експлуатаційних властивостей, гідравлічні оливи поділяють на три групи – А, Б, В.

*Рідини групи А* – без присадок. Вони призначені для малонапружених гідравлічних систем з шестерінчастими та поршневими насосами, які працюють за тиску до 15 МПа і температури до 80° С.

*Рідини групи Б* з антикорозійними та протиокисними присадками призначені для середньотемпературних систем, що працюють за тиску до 25 МПа і температури до 80° С.

*Рідини групи В* з протиокисними, антикорозійними та протизношувальними присадками призначені для гідравлічних систем, що працюють під тиском понад 25 МПа і за температури понад 90° С.

В оливах усіх трьох груп можуть бути в'язкісні та протипінні присадки.

Позначення олив: літери МГ (олива мінеральна гідравлічна); дві цифри (кінематична в'язкість); літера А, Б або В (група оливи) .

Клас в'язкості гідравлічних олив (5, 7, 10, 15, 22, 32, 46, 68, 100, 150) встановлений залежно від кінематичної в'язкості за температури 40° С (аналогічно міжнародній класифікації за в'язкістю ISO).

### 8.7.2. Робочі рідини для гідромеханічних передач, гідропідсилювачів та гідросистем

Гідромеханічна передача (ГМП) має кілька різних вузлів – гідротрансформатори, шестерінчасту коробку передач, складну систему автоматичного керування.

Динамічні навантаження на трансмісію у машин з ГМП в 1,5…3 рази менші, ніж у машин з механічними коробками передач (через відсутність жорсткого зв'язку між двигуном і трансмісією), а температура оливи в літній період може сягати 150° С.

Швидкість протікання оливи в гідротрансформатори доходить до 80... 100 м/с, а якщо потужність на вхідному валу більша, ніж це потрібно для подолання робочих зусиль, надлишкова потужність витрачається на внутрішнє тертя оливи, що ще більше підвищує її температуру. Це дає підставу вважати, що ГМП найбільш теплонапружена з усіх агрегатів трансмісії.

Створення в гідротрансформаторі високошвидкісних потоків руху оливи призводить до інтенсивної аерації та посиленого піноутворення, що зумовлює підвищене окиснення оливи.

Вимоги до олив, які використовуються як робочі рідини для гідравлічних систем, відрізняються від вимог до звичайних олив. Гідравлічні рідини повинні мати високу термоокисну стабільність, змащувальні, в'язкісно-температурні, антикорозійні, протизношувальні та інші властивості.

Крім антифрикційних властивостей, оливи для гідромеханічних передач повинні мати фрикційні властивості, відсутність яких може призвести до просковзування фрикційних дисків під час перемикання передач. Змащувальний шар оливи водночас повинен забезпечувати контакт дисків з відносно високим коефіцієнтом тертя. Але така олива призводить до значних втрат енергії на подолання тертя в інших вузлах.

Для гідротрансформаторів та автоматичних коробок передач застосовують оливу групи А, яка не має замінника, для гідромеханічних коробок передач – оливу МГТ.

Для гідропідсилювачів кермового управління (автомобілів ГАЗ, ЗИЛ, «Урал») випускають оливи типу Р, які забезпечують працездатність гідропідсилювача за температури до 50° С. Олива Р містить протизношувальні, протиокисні, мийні та протипінні присадки, тому її можна використовувати для амортизаторів та інших гідравлічних систем.

Для кермового управління замінниками можна використовувати веретенну оливу АУ, індустріальну И-12 або «Гідрол-4». Але працювати на оливах-замінниках можна лише за температур не нижче –35° С.

Основною гідравлічною рідиною загального призначення є олива МГЕ-10А, яку готують, загущуючи малов'язку низькозастигаючу оливну основу полімером. До одержаної суміші додають протиокисну та протизношувальну присадки. Олива працездатна за температури –55...+90° С.

Для гідросистем бульдозерів та інших машин на базі тракторів заводи-виготівники тракторів рекомендують використовувати дизельні оливи М-8В2 та М-10Б2 і лише для температур, нижчих за –30° С, пропонують використовувати веретенну оливу АУ. Замість веретенної оливи можна використовувати трансформаторну оливу типу ТК або суміш трансформаторної (50%) і турбінної Т22 (50%) олив. Веретенну оливу АУ можна використовувати за температури до –35° С, а трансформаторну та її суміш з турбінною – до –40° С.

Щоб скоротити асортимент олив, розроблено універсальну консерваційно-робочу оливу ТМ5-12рк. Консерваційно-робочі оливи містять інгібітори корозії. За своїми експлуатаційними властивостям вони перевершують усі оливи, оскільки можуть у процесі експлуатації захищати деталі від корозії та зберігати їх протягом 10 років і більше.

Компресорні оливи використовують для пересувних компресорних станцій та для компресорів тракторів, автомобілів і екскаваторів. Вони відзначаються однорідністю складу, тому заміна їх іншими оливами та паливом не допускається.

### 8.7.3. Гальмівні рідини

Гальмівні рідини (табл. 8.13) виробляють на спирто-касторовій та глікалевій основах, їх властивості поліпшують додаванням присадок. Змішувати ці рідини не можна.

Гальмівні рідини на спирто-касторовій основі мають зв'язувальні властивості і не обумовлюють набухання чи роз'їдання гумових деталей. До них належать рідини БСК, АСК та ЕСК.

Таблиця 8.13

**Показники якості гальмівних рідин**

| Показники | БСК | ГТЖ-22М | ГТЖ-22РК | «Нева» | «Томь» | «Роса» |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Кінематична в'язкість, мм²/с, за температури,°С: | | | | | | |
| –40 (не більше) | 130 | 1350 | 1519 | 1500 | 1500 | 1700 |
| +50 (не менше) | 9 | - | - | 5 | 5 | 5 |
| + 100 (не менше) | 5,5 | 1,83 | 1,87 | 2 | 2 | 2 |
| Мінімальна температура кипіння, °С | 115 | 192 | 200 | 190 | 205 | 260 |

Рідина БСК – це суміш бутилового спирту (50%) та касторової олії (50%). Має яскраво-червоне, іноді яскраво-жовте забарвлення. Характеризуючись високою змащувальною властивістю, може використовуватися для деталей із звичайної неоливостійкої гуми. Основний її недолік – низька стабільність за низьких температур: за –20° С з неї випадає касторова олія у вигляді згустку, який може порушувати нормальну роботу гальмової системи. Через це використання рідини БСК допускається лише за температури навколишнього повітря не нижче –15° С. Використовується для гальмівних систем вантажних і легкових автомобілів, крім «Жигулів».

До гліколевих рідин, які набули поширення, належать гальмівні рідини ГТЖ-22М, ГТЖ-22РК, «Нева», «Томь», «Роса».

Рідина ГТЖ-22М зелено-жовтого кольору, має антикорозійні та протизношувальні присадки, що надає їй захисних, змащувальних та в'язкісно-температурних властивостей.

Температурний діапазон –50...+100° С, максимальний робочий тиск – до 10 МПа. Рідина використовується для ущільнень з неоливостійкої гуми.

Рідина ГТЖ-22РК з високими консерваційно-робочими властивостями є прототипом рідини ГТЖ-22М.

До недоліків рідин типу ГТЖ належать значна отруйність, недостатні змащувальні властивості та висока гігроскопічність.

Рідина «Нева» – багатокомпонентна, утворена на гліколевій основі з в'язкісною і антикорозійною присадками, має жовтий або світло-коричневий колір, працездатна в діапазоні температур від –50 до +50° С. Рідина – гігроскопічна; осмолюється на повітрі, тому слід дотримуватись вимог до її зберігання. У разі заміни рідини гальмову систему потрібно промивати. Рідина «Нева» отруйна, а в разі потрапляння на шкіру викликає значне подразнення, тому під час роботи з нею треба бути особливо обережним. Використовується для гальмових систем усіх марок автомобілів, за винятком ГАЗ-24.

Рідина «Томь» – негорюча, токсична, взаємозамінна з рідиною «Нева», хоча змішувати ці рідини не варто.

Рідина «Роса» – багатокомпонентна, токсична, взаємозамінна з рідинами «Нева» і «Томь».

Розроблено й досліджено гліколеву гальмівну рідину на нафтовій основі (деароматизований гас із присадками). Вона відповідає стандартним вимогам, але широке застосування її можливе лише для оливостійкої гуми.

Гальмівні рідини не рекомендується змішувати, а якщо вони виготовлені на різній основі, то змішування їх недопустиме.

Міняючи гальмівну рідину, систему промивають водою (з використанням гліколевих рідин ГТЖ-22М і ГТЖ-22РК) або денатурованим спиртом, потім висушують і заповнюють свіжою рідиною.

Дуже небезпечним є потрапляння в будь-яку гальмівну рідину бензину, гасу, дизельного палива чи оливи, тому що ці продукти псують якість рідин і руйнують гумові деталі.

### 8.7.4. Рідини для амортизаторів

Умови роботи рідин у гідравлічних приводах і амортизаторах суттєво відрізняються. Це не дає змоги використовувати в цих механізмах одну й ту саму рідину.

Під час роботи в амортизаторах рідини влітку дуже нагріваються (до 120... 140° С), а взимку в північних умовах їх температура доходить до –60° С. Тиск рідини в амортизаторі може досягати 10 МПа.

Основними вимогами, які висувають до якості амортизаційних рідин, є полога в'язкісно-температурна характеристика та низька температура застигання.

Для амортизаторів машин, що працюють в умовах низьких температур, використовують всесезонні рідини АЖ-12Т, АЖ-170 та Р, а також авіаційну гідравлічну оливу АМГ-10 (табл. 8.14). Ці рідини працездатні в межах температур –50...+40° С.

Для гідросистем бульдозерів та інших машин на базі тракторів заводи-виробники рекомендують застосовувати дизельні оливи М-8В2 та М-10Б2, а для температур нижче –30° С – веретенну оливу АУ. Замість веретенної оливи можна використовувати трансформаторну оливу ТК або суміш трансформаторної (50%) і турбінної (50%) олив. Веретенну оливу можна використовувати до температури –35° С, а трансформаторну та її суміш з турбінною – до –40° С.

Таблиця 8.14

**Технічна характеристика амортизаційних рідин**

| Марка рідини | Технічна характеристика | Температурний діапазон, $^0$С |
|---|---|---|
| АЖ-12Т | До складу рідини входять трансформаторна олива та кремнійорганічна рідина з домішкою протизношувальної присадки та проти-окисників. Як замінник можна застосовувати гідравлічну оливу АУП або веретенну оливу АУ, а також суміш (1:1) трансформаторної оливи з турбінною | –50...+140 |
| Р | Містить протизношувальну, протиокисну, мийну та протипінну присадки. Можна застосовувати для амортизаторів та інших гідравлічних систем. Для кермового управління замінником може бути веретенна олива АУ, індустріальна И-12 або «Гідрол-4». Проте працювати на оливах-замінниках можна лише за температур не нижче –35° С | до –50 |
| АЖ-170 | Отримують з низькозастигаючих нафтових олив способом загущення в'язкісними присадками | –50...+140 |
| МГП-10А | Рідина загального призначення, яку виготовляють, загущуючи малов'язку основу полімером. До отриманої суміші додають проти-окисну, протизношувальну та захисну (консерваційну) присадки | –50...+90 |

### 8.7.5. Пускові та очищувальні рідини

Запустити двигун за дуже низьких температур без прогрівання дуже важко. Існуючі способи підігрівання малоефективні й трудомісткі, тому останніми роками широко почали використовувати пускові рідини (за кордоном їх використовують досить давно).

До найбільш поширених пускових рідин належать «Холод-40», НИИАТ ПЖ-25, «Арктика».

Пускова рідина «Холод-40» складається з різноманітних ефірів (приблизно 75%) , ізопропілнітрату (або газового бензину – 15%) та оливи. Рідина забезпечує запуск дизелів за температури –40° С.

Рідина НИИАТ ПЖ-25 – це 40% етилового ефіру та 60% індустріальної оливи. Призначена також для запуску дизельних двигунів.

Рідина «Арктика» складається з етилового ефіру (40...60%), газового ефіру (35...55%), ізопропілнітрату (1...5%), проміжних продуктів окиснення (до 10%) з додаванням протизношувальних присадок (2%) та протиокиснювачів (0,5%). «Арктика» призначена для запуску бензинових двигунів при температурі –40° С.

Для впровадження пускових рідин розроблено дві моделі пускових пристроїв – 5ПП-40 та 6ПП-40, які легко монтуються на двигуні.

Для промивання скла застосовують рідину НИИСС-4, яка є вогнебезпечною, але токсичною і такою, що діє на фарбу. Тому в чистому вигляді її не використовують, а розводять водою, об'єм якої залежить від температури повітря: при температурі -5° С – у відношенні 1:90, за температури –20...–30° С – у відношенні 1:10. Рідину НИИСС-4 певною мірою можна використовувати для запобігання обледенінню скла.

Якщо спеціальних рідин проти обледеніння немає, то скло машин можна протирати сумішшю 63-відсоткового спирту з гліцерином (на 100 мл 63-відсоткового спирту – 5,5 г гліцерину), сумішшю калійного мила з гліцерином і скипидаром (60 г мила, 30 г гліцерину і 10 г скипидару) або сумішшю насиченого розчину кухонної солі з гліцерином.

Для видалення нагару з деталей двигуна (поршнів, головок блоку тощо) використовують лужні мийні суміші, які мають підвищену корозійність щодо металів і токсичність. У зв'язку з цим слід використовувати синтетичну мийну пасту МС-5, яка не має цих недоліків, її використовують з розрахунку 20...25 г суміші на 1 л води.

Для деталей трансмісії та ходової частини машин використовують суміш МС-6 (15...20 г на 1 л води). Вища ефективність сумішей МС-5 і МС-6 – під час нагрівання їх розчинів до температури 70...80°С. Тривалість миття – 10...30 хв.

Для очищення дуже забруднених машин та для їх зовнішнього миття використовують суміш МС-8 (10. ..15 г на 1 л води).

Щоб швидко й до останку вивести нагари, лаки та відкладення з дуже забруднених поверхонь, використовують пасту «Аероль» у вигляді розчину (1...5 г на 1 л води). Особливо чисті поверхні виходять після ультразвукової обробки в емульсіях (дизельне паливо з водою і домішкою поверхнево-активних речовин – ОС-20, ОС-6).

### 8.7.6. Охолоджувальні рідини

Надійність та економічність роботи двигуна в багатьох випадках залежить від стану системи охолодження та якості охолоджувальної рідини, яка повинна мати високу температуру кипіння, яко-

мога більшу питому теплоємність, низьку температуру замерзання і певну в'язкість. Крім того, вона не повинна кородувати дотичні з нею метали, руйнувати гумові ущільнення та інші деталі і щонайменше утворювати накипу в системі охолодження. Рідина має бути не дефіцитною, а дешевою, пожежобезпечною та не шкідливою для здоров'я обслуговуючого персоналу.

Вода має найвищу для всіх рідин питому теплоємність (4,2 кДж/кг·К)), низьку в'язкість (1 мм²/с), яка забезпечує легкість циркуляції в системі охолодження, а також високу температуру кипіння (105...108° С за тиску 0,11...0,12 МПа в закритих системах охолодження). Недоліками її є те, що вона замерзає за низьких температур, а у разі замерзання збільшується в об'ємі майже на 10%, а також те, що утворює накип у системі охолодження.

Жорсткість води характеризується наявністю розчинних у ній солей Са і Mg (карбонатів і сульфатів). Залежно від виду розчинних солей розрізняють тимчасову та постійну жорсткість.

М'яка вода практично не залишає накипу, а у разі використання води середньої жорсткості систему слід промивати двічі на рік. Якщо потрібно використовувати жорстку чи тим паче дуже жорстку воду, то її попередньо пом'якшують або додають протинакипні присадки типу хромпіку (5...10 г/л).

Останнім часом широко застосовуються незамерзаючі за низької температури рідини – антифризи.

Антифризами можуть бути використані водні розчини солей, спиртів тощо. Крім загальних вимог, антифризи повинні мати якомога нижчу корозійну агресивність (наявність присадок, фізичну й хімічну стабільність). Ці рідини не мають пінитись під час роботи й бути доступні за ціною.

У системах охолодження двигунів автомобілів ВАЗ, КамАЗ та деяких інших використовують охолоджувальні рідини «Тосол А-40М» і «Тосол А-65М» з композицією присадок. Усі вони є концентрованим розчином, що розводиться дистильованою водою до потрібної концентрації. «Тосол А-40М» має блакитний колір, «Тосол А-65М» – червоний.

Змішувати антифриз різних марок не можна, а у разі заміни одного іншим слід промити систему охолодження.

Якщо система охолодження тривалий час заправлялася водою, то перед заливанням антифризу її потрібно ретельно промити, інакше накип вступить з антифризом в реакцію і його агресивність збільшиться. Значна зміна кольору у разі каламучення антифризу свідчить про те, що його потрібно замінити свіжим, попередньо промивши систему.

Встановлено, що рідина «Тосол» розраховується на два роки, а при інтенсивній експлуатації – на 60 тис. км пробігу.

Під час експлуатації машин з антифризами насамперед випаровується вода, оскільки температура кипіння етиленгліколю становить 197,5° С. Тому у разі википання в систему слід доливати не антифриз, а воду, а витікання – антифриз.

З підвищенням температури в системі охолодження поліпшується теплопередача, а це дає змогу зменшити площу поверхні теплообміну та зберегти металомісткість і габарити теплообмінних пристроїв. Крім того, з підвищенням температури стінок циліндрів знижується віддача тепла в охолоджувальне середовище, підвищується потужність двигунів і зменшується витрата палива.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Експлуатаційні вимоги до бензинів.
2. Властивості бензинів.
3. Від чого залежать пускові властивості бензинів?
4. Як визначають фракційний склад бензинів?
5. Що характеризує детонаційна стійкість бензинів?
6. Що таке октанове число бензину і як його визначають?
7. Як можна підвищити октанове число бензину?
8. Які антидетонаційні присадки використовують для підвищення октанового числа бензинів?
9. Марки вітчизняних товарних бензинів.
10. Вимоги до дизельних палив.
11. Експлуатаційні вимоги до дизельних палив.
12. Властивості дизельних палив.
13. Що характеризує займистість дизельного палива?
14. Як визначають цетанове число?
15. Що показують в'язкість і густина дизельного палива?
16. Як визначаються кінематична в'язкість і густина дизельного палива?
17. Яка характеристика визначає пожежонебезпечність палива?
18. На що впливає наявність у дизельному паливі води і механічних домішок?
19. Як оцінюється корозійна агресивність дизельного палива?
20. Марки вітчизняних дизельних палив.
21. Які оливи називають моторними?
22. Які функції виконують моторні оливи?
23. За якими ознаками класифікують моторні оливи?

24. Вимоги до сучасних моторних олив.
25. Від чого залежать протизношувальні характеристики моторних олив?
26. Система позначень моторних олив в Україні.
27. Якими показниками необхідно керуватись під час вибору олив для бензинових двигунів?
28. Якими показниками необхідно керуватися під час вибору олив для дизельних двигунів?
29. Які оливи називають трансмісійними?
30. Які оливи називають індустріальними?
31. У яких режимах можуть працювати трансмісійні оливи?
32. Яким вимогам повинні відповідати трансмісійні оливи?
33. На що впливають в'язкісно-температурні характеристики трансмісійної оливи?
34. До чого може призвести зменшення в'язкості трансмісійної оливи?
35. Що характеризує змащувальна здатність трансмісійної оливи?
36. Як класифікуються трансмісійні оливи за вітчизняною системою?
37. Марки вітчизняних трансмісійних олив.
38. Що таке присадки і для чого їх використовують?
39. Види присадок та їх стисла характеристика.
40. Що таке мастило і коли його використовують?
41. За якими ознаками класифікують мастила?
42. Що застосовують для виробництва нафтових базових олив?
43. Що таке загусники?
44. Які вимоги висувають до мастил?
45. Основні експлуатаційні властивості мастил та їх стисла характеристика.
46. Вітчизняна система класифікацій мастил.
47. Назвіть кілька позначень мастил згідно з вітчизняною системою позначень.
48. Вимоги до олив, що застосовуються як робочі рідини.
49.Основні властивості робочих рідин.
50. Асортимент робочих рідин, місце їх призначення. Якими оливами їх можна замінити?
51. Асортимент і маркування гальмівних рідин. Де їх застосовують?
52. Рідини для амортизаторів, їх маркування.
53. Рідини для кермового управління.
54. Пускові рідини; їх призначення, маркування та сфера використання.
55. Що таке жорсткість води і чим вона визначається?
56. Способи пом'якшення жорсткої води.
57. Асортимент і маркування антифризів, їх переваги і недоліки.
58. Що треба доливати до системи охолодження двигуна, якщо рівень антифризу в ній нижчий за норму?

# ЧАСТИНА ІІ
# СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ

# РОЗДІЛ І
# МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

## 1.1. Способи та системи механічного обробітку ґрунту

Ґрунт як об'єкт обробітку характеризується фізико-механічними і технологічними властивостями. Основними технологічними властивостями ґрунту є вологість (%), щільність (кг/м$^3$), питомий опір (МПа), твердість (МПа), прилипання ґрунту (МПа) та інші.

За питомим опором ґрунти поділяють на легкі (до 0,03 МПа), середні (0,03…0,07 МПа) і важкі (0,07…0,12 МПа).

Механічний обробіток ґрунту проводять з метою поліпшення його структури, розпушення або ущільнення, нагромадження вологи, боротьби з бур'янами і шкідниками сільськогосподарських культур, загортання рослинних решток і добрив тощо.

Залежно від глибини обробітку ґрунту і технологічних операцій розрізняють основний, передпосівний (поверхневий) і спеціальний обробіток.

Основними системами обробітку ґрунту є полицева з обертанням скиби, безполицева (глибоке розпушення без обертання скиби) та мінімальна.

Застосовують і нульовий обробіток ґрунту, під час якого на полі обробляють вузькі смуги і в них висівають насіння або проводять сівбу без попереднього обробітку ґрунту.

## 1.2. Агротехнічні вимоги до ґрунтообробних машин

Агротехнічні вимоги до плугів. Плуги мають забезпечувати обробіток ґрунту на глибину 25…35 см, їх корпуси повинні підрізувати скиби ґрунту, перевертати їх і укладати на дно борозни, а рослинні рештки та добрива загортати у ґрунт на глибину 12…15 см. Передплужники мають підрізувати 2/3 ширини скиби і укладати верхній шар ґрунту на дно борозни, а глибина обробітку має становити 8…12 см. Скиби на поверхні поля мають бути прямолінійними і щільно прилягати одна до одної, поверхня зораного поля – рівною, без глибоких борозен та гребенів (висота гребенів не біль-

ше 5 см). Відхилення від заданої глибини оранки – не більше ±2 см. Зоране поле має бути розпушене. Ширина захвату всіх корпусів повинна бути однаковою. Можливе відхилення від ширини захвату не більш як 10%.

Після проходу плуга дно борозни має бути чисте. Плуги – мати пристрій для приєднання борони або котка. Потрібно, щоб безполицеві корпуси залишали на поверхні поля 75…85% стерні, не розпилювали ґрунт. На зораному полі не повинно бути огріхів.

Агротехнічні вимоги до чизелів передбачають їх роботу на глибину 5…22 см, а в разі розущільнення підорного шару ґрунту – до 35 см, з 75% розпушенням ґрунту, збереженням 60…80% рослинних решток на поверхні поля й гребінчастістю поверхні, що не перевищує 5 см. Плоскорізи та розпушувачі (чизелі) доцільно ширше використовувати в зонах недостатнього зволоження, а також на агрофонах з незначною кількістю рослинних решток замість оранки, особливо весняної. Це дає змогу скоротити на 20...40% терміни проведення основного обробітку ґрунту, зменшити на 6…12 кг/га витрати пального, вирішити загальні проблеми ґрунтозахисту за лімітованого енергозабезпечення.

Під час основного дискового обробітку ґрунту ступінь загортання рослинних решток має становити не менше ніж 65%, якість розпушення – не нижче ніж 75% фракцій діаметром менш як 50 мм. Гребінчастість поверхні не має перевищувати 5 см, висота гребенів на дні борозни після одного проходження важкої дискової борони – 6 см, а після двох – 4 см. Ступінь підрізання бур'янів має бути 95…100%.

На здискованому полі не повинно бути огріхів та пропусків, а верхній шар повинен мати дрібногрудкувату структуру.

За суцільної культивації середня глибина обробітку має бути для поверхневого (0…8 см), а для мілкого (8…16 см). Раціональні межі щільності ґрунту в насіннєвому та піднасіннєвому шарах для більшості культур повинні бути в межах 0,9…1,3 г/см$^3$.

Агротехнічними вимогами до культивації за суцільного обробітку ґрунту передбачають проведення її на певну глибину. Середня глибина обробітку не повинна відхилятися від заданої більш як на 1 см. Верхній посівний шар ґрунту після розпушення повинен мати дрібногрудкувату структуру. Не можна вивертати на поверхню поля вологий ґрунт. Висота гребенів на розпушеному полі не повинна перевищувати 3…4 см. Бур'яни під час культивації повністю (100%) мають бути підрізані, а поле оброблене так, щоб не було огріхів і пропусків.

За агротехнічними вимогами до культивації під час міжрядного обробітку ґрунту має бути дотримана встановлена захисна зо-

на рядка ± 2 см. Ґрунт має бути рівномірно розпушеним на задану глибину, без вивертання на поверхню нижніх вологих шарів. Підрізання бур'янів у міжряддях має бути 100%, а під час букетування або механічного проріджування в прорізах підрізання не повинні залишатися не лише бур'яни, а й культурні рослини. Пошкодження чи присипання культурних рослин у зоні рядка допускається не більше ніж 3%. У міру підростання рослин має поступово збільшуватися глибина під час повторних міжрядних обробітків від 2 до 10 см та відповідно розширюватися захисні зони рядків. За потреби може проводитися передзбиральне розпушення міжрядь на глибину до 16 см. Добрива повинні вноситися в ґрунт рівномірно, на задану глибину і на певній відстані від рядків.

### 1.3. Класифікація ґрунтообробних машин

Залежно від способу механічного обробітку ґрунту розрізняють машини для основного, поверхневого і спеціального призначення. До машин для основного обробітку ґрунту належать лемішно-полицеві плуги, плуги-розпушувачі, ротаційні плуги і плоскорізи-глибокорозпушувачі.

Залежно від технологічних операцій, що виконують машини для поверхневого обробітку ґрунту, їх поділяють на культиватори, борони, котки, мотики, лущильники та інші. Окрему групу машин складають комбіновані агрегати, які за один прохід виконують декілька простих технологічних операцій: розпушують ґрунт, вносять мінеральні добрива, подрібнюють грудки, прикотковують ґрунт тощо.

До машин спеціального призначення належать плуги для оранки нових освоюваних і осушених земель, для плантажної оранки, ярусні плуги, розпушувачі для передплантажного обробітку ґрунту, ґрунтообробні фрези для обробітку осушених земель, ямокопачі тощо.

Із ґрунтообробних машин виділяють спеціальну групу для обробітку ґрунтів в умовах вітрової і водної ерозій.

За способом з'єднання з трактором ґрунтообробні машини поділяють на причіпні, начіпні та напівначіпні. Причіпні машини мають свій колісний хід, який сприймає масу машини в робочому і транспортному положеннях. У начіпної машини під час переведення її у транспортне положення маса передається на ходову систему трактора. До напівначіпних належать машини, у яких під час транспортування частина маси її передається на трактор, а решта – на ходову систему машини.

## 1.4. Плуги

Плуги застосовують для основного обробітку ґрунту (оранки) з обертанням скиби або глибоким розпушенням ґрунту.

За призначенням плуги поділяють на загального призначення і спеціальні. Плугами загального призначення проводять оранку з обертанням скиби на глибину до 35 см. Спеціальні плуги застосовують для оранки під сади, виноградники, під час освоєння нових земель тощо.

За конструкцією робочих органів (корпусів) плуги бувають лемішно-полицеві, безполицеві, плуги-розпушувачі, чизельні, дискові, роторні та з комбінованими робочими органами. Найбільш широке застосування отримали лемішно-полицеві плуги.

За кількістю корпусів плуги поділяють на одно-, дво-, три-, чотири-, п'яти-, шести-, семи-, восьми-, дев'яти- і дванадцятикорпусні.

За технологічним процесом плуги поділяють на плуги для оранки всклад і врозгін та для гладкої оранки.

За способом з'єднання з трактором плуги є начіпні, напівначіпні та причіпні.

## 1.5. Робочі органи плугів

Робочими органами плуга є корпус, передплужник (кутознімач) і ніж. За конструкцією корпуси є лемішно-полицеві, безполицеві, з висувним долотом, з ґрунтопоглиблювачем, вирізні, розпушувальні, дискові та комбіновані.

Лемішно-полицевий корпус (рис. 1.1а) застосовують для оранки з обертанням скиби. Оранка може проводитися тільки корпусом плуга (піднімання скиби), який складається з лемеша, полиці, польової дошки і стовби. До стовби кріпляться робочі частини корпусу. Леміш і полиця утворюють робочу поверхню корпусу плуга. Основними параметрами корпусу є ширина захвату *b*, і глибина обробітку *a*.

Робочий процес. Під час переміщення корпусу у ґрунті (рис. 1.1б) лезо лемеша підрізує скибу в горизонтальній площині вздовж лінії БВ, а польовий зріз корпусу – у поздовжньо-вертикальному напрямку вздовж лінії АБ. Піднята скиба перерізом АБВГ переміщується на робочій поверхні, перевертається, деформується, розпушується і укладається на попередню скибу.

Якщо перед корпусом установлено передплужник, то спочатку передплужник відрізає невелику скибу перерізом АДЕЖ (рис. 1.1б,в), яка переміщується на робочій поверхні передплуж-

ника, зміщується вбік і укладається на дно борозни. Корпус плуга підрізує основну частину скиби перерізом БВГДЕЖ, перевертає її, деформує, розпушує і укладає на скибу, відрізану передплужником (рис. 1.1в).

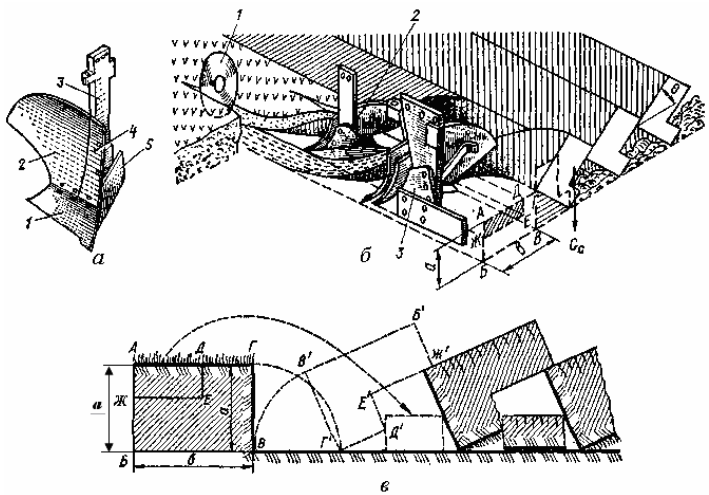



**Рис. 1.1. Робочий процес корпусу плуга:**
а – лемішно-полицевий корпус: 1 – леміш, 2 – полиця, 3 – стовба, 4 – передня частина полиці, 5 – польова дошка; б – робочий процес корпусу з передплужником: 1 – дисковий ніж, 2 – передплужник, 3 – корпус плуга; *a* – глибина оранки; *b* – ширина скиби; в – схема перевертання скиби

Для забезпечення стійкого положення скиб лінія дії сили тяжіння $G_c$ має проходити правіше точки опори скиби (рис. 1.1б). Граничний нахил скиби буде тоді, коли діагоналі скиб розміщуються вертикально. У цьому випадку відношення ширини скиби до висоти становить $K = 1{,}27$. Коефіцієнт $K$ для плугів з культурними і напівгвинтовими полицями (рис. 1.2а,б) становить 1,3…1,8, для плугів з передплужниками – 1,0…1,1, для чагарниково-болотних плугів – 2…3, а для плантажних – 0,8…0,9. Максимальну висоту скиби можна визначити із співвідношення:

$$a_{\max} = \frac{b}{1{,}27} = 0{,}79b. \qquad (1.1)$$

Безполицевий корпус (рис. 1.2в) розпушує ґрунт без обертання скиби. Леміш корпусу підрізує скибу і переміщує її на роз-

ширювач, далі скиба сходить з його поверхні, падає на дно борозни і подрібнюється. Щиток захищає стовбу від стирання.

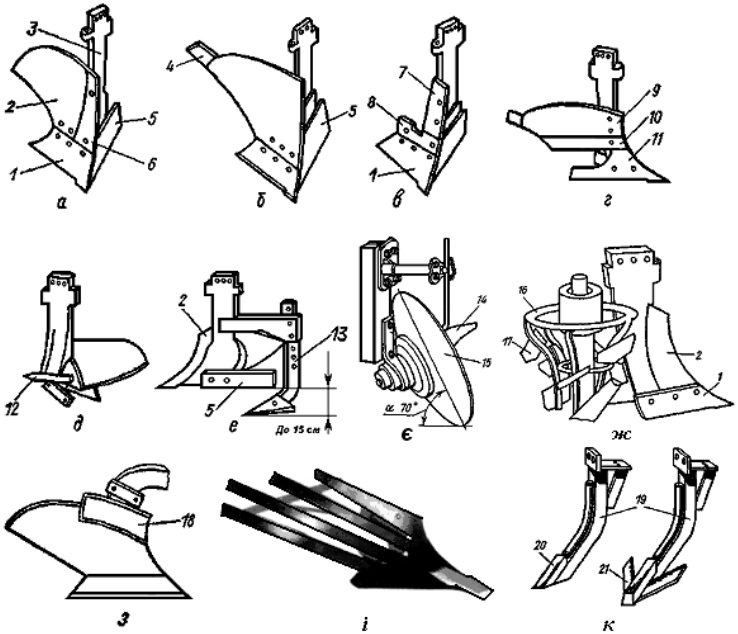



**Рис. 1.2. Типи корпусів плугів:**

а – культурний; б – напівгвинтовий; в – безполицевий; г – вирізний; д – з висувним долотом; е – з ґрунтопоглиблювачем; є – дисковий; ж – комбінований; з – з кутознімачем; і – з полицею смугового типу; к – розпушувачі чизельного плуга; 1, 10 і 11–лемеші; 2 і 9 – полиці; 3 – стовба; 4 – перо полиці; 5 – польова дошка; 6 – передня частина полиці; 7 – щиток; 8 – розширювач; 12 і 20 – долота; 13 – ґрунтопоглиблювач; 14 – чистик; 15 – диск сферичний; 16 – ротор; 17 – лопать ротора; 18 – кутознімач; 19 – стояк; 21 – стрілчаста лапа

Вирізний корпус (рис. 1.2г) застосовують для оранки підзолистих ґрунтів з одночасним поглибленням орного шару на 4…5 см. На корпусі розміщені два лемеші та полиця.

Корпус з накладним (висувним) долотом (рис. 1.2д) призначений для оранки твердих ґрунтів, засмічених камінням. Долото закріплене до носка лемеша, його передня частина виступає за леміш на 3…4 см.

Корпус із ґрунтопоглиблювачем (рис. 1.2е) використовують для оранки підзолистих і каштанових ґрунтів з одночасним по-

глибленням орного шару. Позаду корпусу встановлено стрілчасту лапу, яка розпушує підорний шар ґрунту на глибину до 15 см. Ширина захвату лапи 26 або 30 см.

Дисковий корпус (рис. 1.2є) призначений для оранки важких перезволожених ґрунтів. Робочою частиною корпусу є сферичний диск із гострою різальною кромкою, встановлений під кутом 70° до дна борозни і 40…45° до напрямку руху. Діаметр диска 71, 76 або 81 см. Ширина захвату корпусу 30 см.

Комбінований корпус (рис. 1.2ж) застосовують для оранки важких ґрунтів з інтенсивним розпушенням скиби. Корпус має леміш, укорочену полицю і ротор.

Корпуси з кутознімачами (рис. 1.2з) найчастіше використовуються для оранки ґрунтів, засмічених камінням.

Корпуси плуга зі смуговою полицею (рис. 1.2і) призначені для оранки важких зв'язних ґрунтів, вони зменшують тяговий опір і краще подрібнюють скиби.

Розпушувальні лапи (рис. 1.2, к) призначені для глибокого (до 45 см) розпушення ґрунту після оранки. Вони розпушують підорний шар забезпечуючи аерацію та інфільтрацію ґрунту.

### 1.6. Робочі частини корпусу плуга

Леміш підрізує скибу у горизонтальній площині і спрямовує її на полицю. За формою лемеші поділяють на трапецієподібні, долотоподібні, вирізні і трикутні. З метою подовження строку служби лемеші наплавляють знизу вздовж різальної кромки твердим сплавом (сормайтом). Такі лемеші самозагострюються під час роботи і працюють значно довше, ніж звичайні.

Полиця відрізує скибу від стінки борозни, переміщує її вбік, обертає і розпушує. Інтенсивність обертання скиби зумовлена типом робочої поверхні полиці. За формою робочої поверхні їх поділяють на циліндричні, культурні, напівгвинтові та гвинтові. Найбільш широко застосовуються культурні та напівгвинтові полиці. У процесі роботи на полицю діють значні зусилля і моменти. З метою надання полиці міцності та стійкості її виготовляють дво- і тришаровою. Зовнішня поверхня полиці тверда, а внутрішня – м'яка. Щоб зменшити сили тертя ґрунту під час переміщення скиби, робочу поверхню полиці полірують.

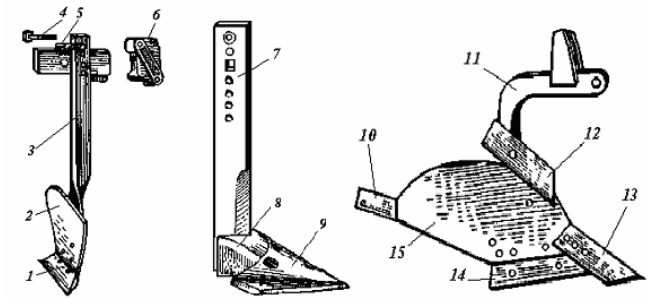
Леміш і полицю кріплять до стовби корпусу плуга болтами з потайними головками.

Польова дошка забезпечує стійкість ходу корпусу плуга. Під час роботи вона спирається на стінку борозни і сприймає на себе

боковий тиск скиби, що діє на корпус. У процесі роботи польова дошка стирається і її потрібно замінювати.

### 1.7. Передплужник, ґрунтопоглиблювач, кутознімач і ніж

Передплужник (рис. 1.3а) призначений для підрізування, перевертання і переміщення на дно борозни невеликої скиби товщиною 8…12 см і шириною 2/3 ширини захвату корпусу плуга. Він складається з лемеша 1, полиці 2 і стовби 3. Передплужник кріпиться до гряділя плуга хомутом 5 із тримачем 6 і фіксатором 4.




а б в

**Рис. 1.3. Передплужник (а), ґрунтопоглиблювач (б) і корпус з кутознімачем (в):**
1 – леміш; 2 – полиця; 3 – стовба; 4 – фіксатор; 5 – хомут; 6 – тримач; 7 – стояк; 8 – кронштейн; 9 – розпушувальна лапа; 10 – перо; 11 – гряділь; 12 – кутознімач; 13 – долото; 14 – леміш; 15 – полиця.

Передплужник можна переміщувати вздовж гряділя догори або донизу, регулюючи глибину обробітку, його переміщують вздовж гряділя вперед або назад, наближаючи або віддаляючи від корпусу плуга. Для корпусу з шириною захвату 35 см ця відстань становить 30…35 см (рис. 1.4), за ширини захвату корпусу 30 см – 25…30 см.

Ґрунтопоглиблювач (рис. 1.3б) складається зі стояка 7, кронштейна 8 і розпушувальної лапи 9. На стояку є отвори, за допомогою яких він кріпиться до корпусу плуга. Встановлюють його на 6…15 см нижче лемеша корпусу.

Кутознімач 12 (рис. 1.3в) підрізує під кутом ліву частину основної скиби у разі надходження її на полицю 15. Він кріпиться до стояка корпусу плуга і виконує функцію передплужника.

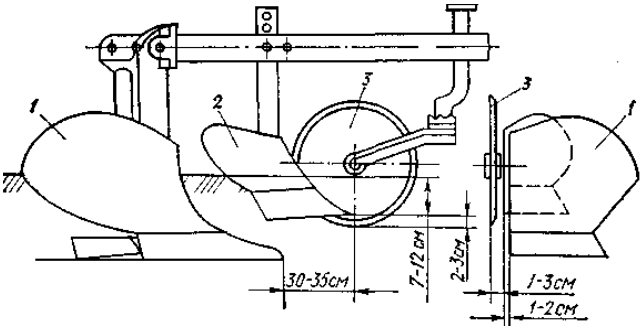



**Рис. 1.4. Розміщення робочих органів плуга:**
1 – корпус плуга; 2 – передплужник; 3 – дисковий ніж

Дисковий ніж (рис. 1.5а) складається з диска 1, осі 9, консолі 3 і стояка 5. Вісь закріплена на консолі, шарнірно з'єднаній стояком. Під час роботи консоль із диском 1 може переміщуватись відносно стояка 5, тобто самовстановлюватися. Стояк ножа кріпиться до кронштейна рами за допомогою накладки і хомута. Ніж можна переміщувати вверх або вниз та вперед і назад уздовж кронштейна рамки. У верхній частині стояка є зріз для ключа. Під час повороту стояка змінюється площа обертання диска відносно польового зрізу корпусу плуга.

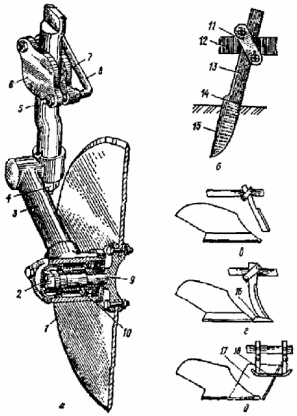


**Рис. 1.5. Дисковий (а) і чересло вий (б) ножі та схеми розміщення череслового (в, г) і плоского (д) ножів:**
1 – диск; 2 – гайка; 3 – консоль; 4 – корончаста шайба; 5 – стояк; 6 – накладка; 7 – підкладка; 8 – хомут; 9 – вісь; 10 – кульковий підчіпник; 11 – хомут з накладкою; 12 – рама плуга; 13 – тримач; 14 – обух; 15 – лезо; 16 – долото; 17 – плоский ніж; 18 – лижа

Дискові ножі встановлюють, зазвичай, перед останнім корпусом плуга. Ніж забезпечує рівну стінку і чисте дно борозни після проходу плуга. Диск на рамі плуга розміщують над носком передплужника або виносять уперед від корпусу на відстань до 350 мм (рис. 1.4). За висотою ніж установлюють на 2…3 см нижче леза лемеша передплужника. До того ж нижня кромка маточини диска має знаходитися вище поверхні поля на 1…2 см. Площину диска зміщують від польового зрізу передплужника на 1…3 см.

### 1.8. Начіпні плуги

Плуг начіпний ПЛН-5-35 призначений для оранки ґрунтів з питомим опором до 0,09 МПа під зернові та технічні культури. Він складається з п'яти корпусів 8 (рис. 1.6), п'яти передплужників 7, дискового ножа, опорного колеса 4 з гвинтовим механізмом 3, рами 1, начіпного пристрою (підвіски) для з'єднання з трактором, причіпного пристрою для борін 9. До начіпного пристрою плуга належить розкіс 2, стояки 5 і кронштейни 6 з пальцями.

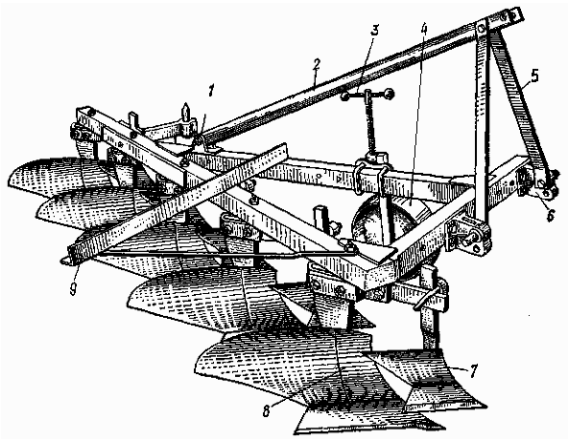



**Рис. 1.6. Плуг начіпний ПЛН-5-35:**
1 – рама; 2 – розкіс; 3 – гвинтовий механізм; 4 – опорне колесо; 5 – стояк; 6 – кронштейн; 7 – передплужник; 8 – корпус; 9 – причіп для борін

Робочий процес. Під час руху орного агрегату дисковий ніж розрізує ґрунт, передплужники 7 підрізують невеликий верхній шар (глибиною до 12 см), піднімають його, перевертають і спрямовують на дно борозен. Корпуси 8 плуга підрізують основні скиби в горизонтальній і вертикальній площинах, перевертають їх і по-

дають на скиби верхнього шару ґрунту. Основні скиби нахиляються в правий бік і щільно прилягають одна до одної.

Перед останнім корпусом плуга на кронштейні змонтований дисковий ніж. Вісь обертання диска винесена вперед відносно носка передплужника на 120 мм. Із правого боку рами закріплений причіп для борін.

Глибину оранки регулюють гвинтовим механізмом опорного колеса. Поздовжній перекіс рами плуга усувають центральною тягою начіпного механізму трактора, а поперечний – розкосами цього механізму.

Ширина захвату плуга 1,75 м. Глибина оранки до 30 см. Робоча швидкість 6…10 км/год.

Плуг ПЛН-3-35 використовують для оранки ґрунтів на глибину до 30 см. Агрегатують з тракторами класу 1,4. Він складається з трьох корпусів, трьох передплужників, дискового ножа, рами, опорного колеса з гвинтовим механізмом і начіпного пристрою. На плузі можуть установлюватися культурні, напівгвинтові, вирізні і швидкісні корпуси, а також корпуси з ґрунтопоглиблювачами. Начіпний пристрій у вигляді замка автоматичної зчіпки СА-1 знаходиться у передній верхній частині рами.

Український виробник «Велес-Агро» випускає начіпні плуги ПНВ-3-35 і ПНВ-5-35. Плуг трьохкорпусний начіпний ПНВ-3-35 призначений для оранки ґрунтів під зернові та технічні культури на глибину до 30 см, не засмічених камінням з питомим опором до 0,09 Мпа і твердістю до 4 Мпа. Обладнаний корпусами з кутознімачами має масу 430 кг, а обладнаний передплужниками – 475 кг. За ширини захвату 1,05 м забезпечує продуктивність 0,63…0,84 га/год.

У сільськогосподарському виробництві широко використовуються начіпні плуги зарубіжних виробників: Lemken, Kuhn, Gregoire Besson та інших.

Фірма Lemken поставляє на ринок України начіпні оборотні плуги ЄвроОпал і ВаріОпал. Начіпні оборотні плуги ЄврОпал випускають у шести варіантах: дво-, три-, чотири-, п’яти- і шестикорпусних. У конструкції плугів передбачено ступінчасту зміну ширини захвату кожного корпусу від 30 до 50 см в чотирьох позиціях. Для агрегатування плугів використовуються трактори з потужністю двигуна від 33 до 184 кВт.

Фірма Kuhn поставляє на ринок України начіпні плуги Master серій 102, 112, 122, 152, і 182.

Оборотний начіпний плуг Vari-Master 152 (рис. 1.7) має питому потужність 22 кВт/корпус, гідравлічний автоматичний запобіжний механізм неперервної дії і плавне регулювання ширини за-

хвату корпусу від 30 до 50 см. Відстань між корпусами за довжиною плуга становить 90 або 102 см.

**Рис. 1.7. Оборотний начіпний плуг Vari-Master 152**

Полиці корпусів виготовлені з триплексної сталі з неодинаковими властивостями шарів і найбільш товстим робочим шаром 3,3 мм, що забезпечує тривалу роботу полиці. Крім того плуг обладнаний напівавтоматичною зчіпкою з регульованою висотою і циліндром автоматичного перевертання.

Фірма Lemken поставляє на ринок України начіпні оборотні плуги ЄвроОпал (рис. 1.8а) і ВаріОпал (рис. 1.8б).

а б

**Рис. 1.8. Начіпні оборотні плуги ЄвроОпал (а) і ВаріОпал (б)**

Начіпні оборотні плуги ЄврОпал випускають в шести варіантах: дво-, три-, чотири-, п’яти- і шестикорпусних. У конструкції плугів передбачена ступінчаста зміна ширини захвату кожного корпусу від 30 до 50 см у чотирьох позиціях. Відстань між корпусами

90 або 100 см, а висота рами 75 або 80 см. Корпуси обладнують механічними або гідравлічними автоматичними запобіжними механізмами неперервної дії. Плуги серії «OF» можуть здійснювати оранку в борозні або поза борозною. Для агрегатування плугів використовуються трактори з потужністю двигуна від 33 до 184 кВт.

Корпуси плугів ВаріОпал на відміну від ЄврОпал обладнані гідравлічним плавним регулятором ширини захвату в діапазоні від 22 до 55 см.

### 1.9. Напівначіпні плуги

Плуг п'ятикорпусний ПЛ-5-40 призначений для обробітку ґрунту з питомим опором до 0,13 МПа. Складається з п'яти корпусів з кутознімачами, дискового ножа, двох опорних металевих і одного пневматичного коліс, рами, механізму зміни ширини захвату плуга, начіпного пристрою, причепа для борін та гідросистеми. Плуг може комплектуватись безполицевими корпусами для основного обробітку ґрунту до 40 см без обертання скиб.

Робочий процес перебігає наступним чином. Під час руху орного агрегату кутознімач відрізує ліву частину скиби, перевертає її і укладає на дно борозни. Корпус плуга підрізує основну скибу, переміщує її догори, обертає і спрямовує на попередньо укладений шар ґрунту кутознімачем.

Якщо плуг обладнаний безполицевими корпусами, то леміш підрізує скибу, яка переміщується спочатку на розширювач, потім розпушується, проходить через верхній зріз розширювача, частково зміщується вбік і укладається за корпусом. Ґрунт розпушується на глибину до 40 см без обертання скиби.

Ширина захвату плуга 1,75…2,25 м. Робоча швидкість 6…9 км/год. Агрегатують з тракторами класу 3 і 4.

Фірма Lemken поставляє на ринок України напівначіпні оборотні плуги ЄвроДіамант, ВаріДіамант, ЄвроТитан , ВаріТитан і ВаріТурмалін. Найвищим ступенем технологічної і конструкційної досконалості серед плугів фірми Lemken слід вважати гібридний плуг VariTansanit (рис. 1.9).

Гібридний плуг VariTansanit фірми Lemken обладнаний регульованою верхньою тягою з інформаційною системою сповіщення про навантаження. Її суть полягає в тому, що до трактора плуг кріпиться за допомогою триточкової навіски, де замість верхньої тяги встановлений гідроциліндр однобічної дії. Ця система дозволяє на 20…25% зменшити витрату палива за рахунок зменшення буксування рушіїв трактора.

**Рис. 1.9. Гібридний плуг VariTansanit фірми Lemken**

VariTansanit серійно обладнано гідравлічною системою регулювання ширини захвату. У разі зміни ширини захвату корпусу в діапазоні від 25 до 55 см досягається оптимальна якість обробітку ґрунту. Для спрощення управління гібридним плугом VariTansanit тракторист може регулювати і координувати всі параметри за допомогою термінала управління з кабіни трактора. За допомогою рукоятки термінала обираються оптимальні тягові зусилля.

Фірма Kuhn поставляє на ринок України напівначіпні оборотні плуги Manager і Challenger (рис. 1.10) з кількістю корпусів від п'яти до дванадцяти.

**Рис. 1.10. Плуг Challenger фірм Kuhn**

Ширина обробітку кожним корпусом може мінятися ступінчасто: 35, 40 і 45 см за максимальної потужності на один корпус – 26 кВт.

## 1.10. Плуги загального призначення

Плуг начіпний ПНЛ-8-40 призначений для оранки ґрунтів з питомим опором до 0,09 МПа. На рамі плуга встановлено: вісім корпусів, вісім передплужників, дисковий ніж, переднє та заднє опорні колеса і начіпний пристрій. З правого боку приєднаний причіпний пристрій для борін. У передній частині рами змонтовані понижувачі для приєднання плуга до поздовжніх тяг начіпного механізму трактора. Агрегатують з тракторами класу 5.

Плуг начіпний ПЛН-4-35 призначений для оранки ґрунтів з питомим опором 0,09 МПа під зернові та технічні культури на глибину до 30 см. Складається з чотирьох корпусів, чотирьох передплужників, дискового ножа, опорного металевого колеса з гвинтовим механізмом, рами, замка автозчіпки СА-2 та причіпного пристрою для борін. Плуг може комплектуватись культурними корпусами, напівгвинтовими, вирізними, безполицевими і корпусами з ґрунтопоглиблювачами. Глибина оранки регулюється гвинтовим механізмом опорного колеса. Ширина захвату 1,4 м. Робоча швидкість до 9 км/год.

Плуг оборотний начіпний ПОН-2-30 (рис. 1.11) призначений для гладкої оранки без розгінних борозен і звальних гребенів.

Плуг складається з двох право- 2 і двох лівообертальних 3 корпусів, двох право- 1 і двох лівообертальних 5 передплужників, двох ножів 4, рами 7 з віссю, начіпного пристрою 6, опорного колеса і механізму повороту. Ширина захвату плуга 60 см. Глибина оранки до 25 см. Робоча швидкість 6,3 км/год. Агрегатують з тракторами класу 0,9 і 1,4.

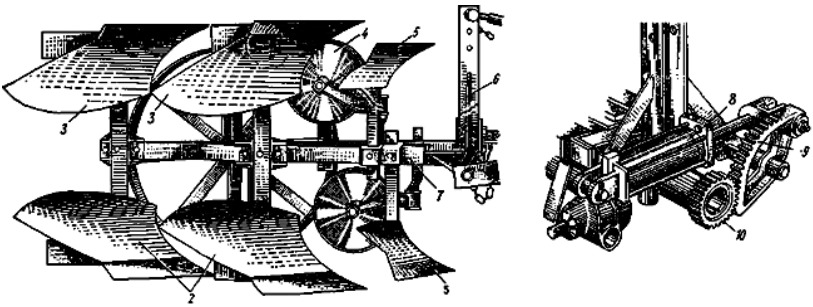



**Рис. 1.11. Плуг оборотний начіпний:**
1 – передплужник правого обертання; 2 – корпуси правого обертання; 3 – корпуси лівого обертання; 4 – дисковий ніж; 5 – передплужник лівого обертання; 6 – начіпний пристрій; 7 – рама; 8 – гідроциліндр; 9 – зубчастий сектор; 10 – шестерня

Плуг дисковий начіпний ПНД-4-30 (рис. 1.12) призначений для оранки перезволожених ґрунтів на глибину до 30 см. Ширина захвату плуга 1,6 м. Продуктивність 1,3…2,0 га/год. Агрегатують з тракторами класу 3 і 4.

Плуг складається з чотирьох сферичних дисків 6 діаметром 710 мм, чотирьох передплужників 5, розпушувачів 4, опорного колеса з гвинтовим механізмом 1, рами 3 та начіпного пристрою 2.

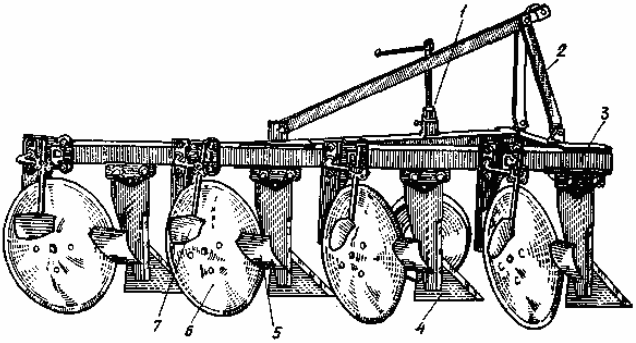


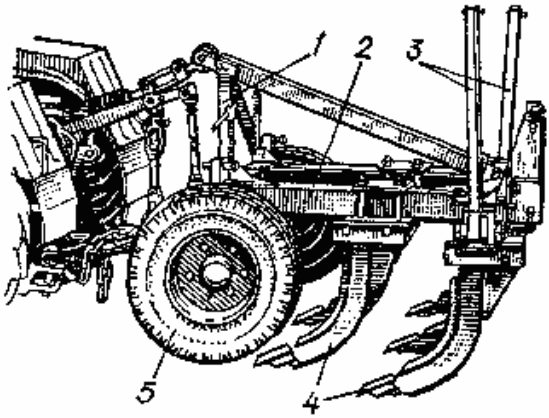

**Рис. 1.12. Плуг дисковий начіпний ПНД-4-30:**
1 – гвинтовий механізм; 2 – начіпний пристрій; 3 – рама; 4 – розпушувач; 5 – передплужник; 6 – диск; 7 – чистик

Начіпний плуг ПГП-7-40 має гідропневматичні запобіжники і призначений для оранки засмічених камінням ґрунтів з питомим опором до 0,1 МПа. Складається із семи корпусів з кутознімачами, рами, начіпного пристрою, гідрозапобіжного механізму корпусів, переднього і заднього коліс, гідросистеми і пневмогідроакумуляторів. Ширина захвату плуга 2,8 м. Глибина обробітку до 27 см. Робоча швидкість до 10 км/год. Агрегатують плуг з тракторами типу К-701.

Плуги-розпушувачі ПРПВ-5-50 і ПРПВ-8-50 (начіпні) призначені для основного безполицевого обробітку ґрунту та поглиблення орного шару до 40 см. Робочими органами плугів є розпушувальний безполицевий корпус і підпружинений дисковий рифлений ніж, розміщений перед розпушувальним корпусом. Ширина захвату плугів ПРПВ-5-50 і ПРПВ-8-50 відповідно 2,5 і 4 м. Робоча швидкість до 10 км/год.

Чизельні плуги призначені для розпушення ґрунту з поглибленням орного шару, безполицевого обробітку ґрунту і для глибокого розпушення схилів. Робочими органами плугів є стрілчасті і долотоподібні лапи, які розміщені на рамі з кроком 40 і 50 см. Глибина обробітку стрілчастими лапами 20…30 см, а долотоподібними – 30…45 см.

Плуг ПЧ-2,5 (рис. 1.13) складається з п'яти робочих органів 4, рами 2 з начіпним пристроєм 1, двох опорних коліс 5 та підставок 3. На рамі плуга можуть встановлюватися долотоподібні або стрілчасті лапи. Робочі органи розміщені у два ряди.



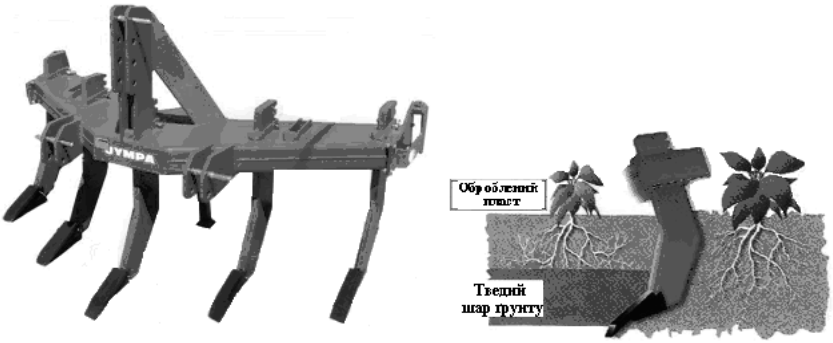

**1.13. Плуг-глибокорозпушувач чизельний ПЧ-2,5:**
1 – начіпний пристрій; 2 – рама; 3 – підставки; 4 – робочі органи; 5 – опорне колесо

Під час роботи плуга долото розпушувача завширшки 70 мм підрізує і піднімає вверх шар ґрунту, а стояк та обтічники розсувають його і розпушують. Стрілчасті лапи мають ширину захвату 270 мм. Встановлюють їх для підрізування бур'янів та більш інтенсивного розпушування ґрунту. Глибину обробітку регулюють гвинтовими механізмами опорних коліс. Ширина захвату плуга 2,5 м. Робоча швидкість 5…8 км/год. Агрегатують з тракторами Т-150 і ДТ-175С.

Плуг ПЧ-4,5 має такі самі робочі органи, як і ПЧ-2,5. На рамі плуга встановлюють дев'ять або одинадцять розпушувачів із кроком 40 або 50 см за шириною плуга. Ширина захвату 4,5 м. Робоча швидкість до 8 км/год. Агрегатують плуг із тракторами класу 5.

Фірма Lemken поставляє на ринок України глибокорозпушувач Лабрадор, який використовують для розпушування підорного ущільненого ґрунту та плужної підошви, яка утворюється під час оранки. Для агрегатування глибокорозпушувача необхідний трактор потужністю 132 кВт. Максимальна глибина обробітку до 65 см.

Фірма Jympa поставляє на ринок України модельний ряд глибокорозпушувачів SJ (рис. 1.14) з кількістю встановлених робочих органів 1, 3, 5, 7, 9 і глибиною обробітку 0,45; 0,50; 0,60; 0,65; 0,75; 0,80 м.




а б

**Рис. 1.14. Глибокорозпушувач SJ-5-7-SR50 (а) та взаємодія робочого органу з ґрунтом (б)**

Глибокорозпушувачі забезпечують розпушення плужної підошви. Для їх агрегатування необхідні трактори з потужністю двигуна від 50 до 225 кВт.

Фронтальні плуги призначені для гладенької оранки без гребенів і розгінних борозен з обертанням скиб на 180° та укладання їх у власні борозни. Робочими органами фронтальних плугів є лемішно-полицеві корпуси лівого та правого обертання, лістерні корпуси і заплужники. Розрізують скиби у вертикальній площині дисковими ножами. Глибина оранки 30 см.

Фронтальний плуг ПФН-2 складається з рами, корпусів лівого, правого і лістерного, двох заплужників, дискових ножів, опорних коліс з гвинтовими механізмами, опорно-вирівнювального і начіпного пристроїв. Ширина захвату плуга 2,25 м. Робоча швидкість 6…10 км/год.

### 1.11. Спеціальні плуги

Чагарниково-болотні плуги застосовують для первинної оранки осушених або цілинних земель. Вони – однокорпусні з напівгвинтовими полицями, обладнані змінними лемешами та ножами (дискового типу, чересловi або з опорною лижею).

Дисковим ножем комплектують корпуси для роботи на торф'яних і розпушених ґрунтах.

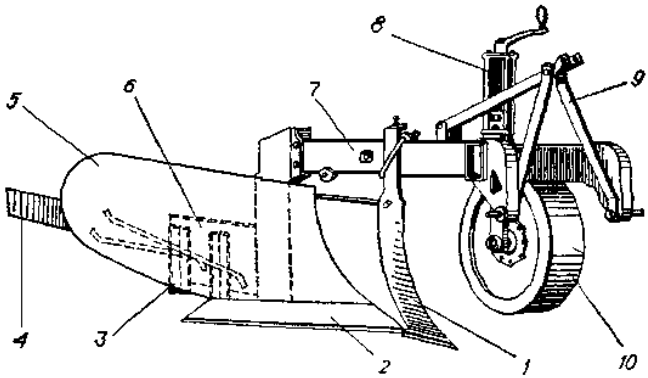
Чересловий ніж монтують на плузі для оранки мінеральних заболочених земель за наявності у ґрунті каміння, кореневищ тощо.

Плоский ніж використовують для оранки заболочених грун-

тів з невеликими чагарниками. На корпусі встановлюють польову дошку з розширювачем для підвищення стійкості ходу плуга.

Начіпний плуг ПБН-75 (рис. 1.15) призначений для оранки освоєних (осушених) земель з чагарниками висотою до 2 м. Складається з корпусу, комплекту ножів, опорного колеса 10 і рами 7. До комплекту ножів входять: дисковий діаметром 800 мм, чересловий і плоский з опорною лижею.

Глибину оранки регулюють гвинтовим механізмом опорного колеса. Ширина захвату плуга 0,75 м. Глибина оранки до 35 см. Продуктивність до 0,35 га/год. Агрегатують з тракторами ДТ-75М і ДТ-75Б.



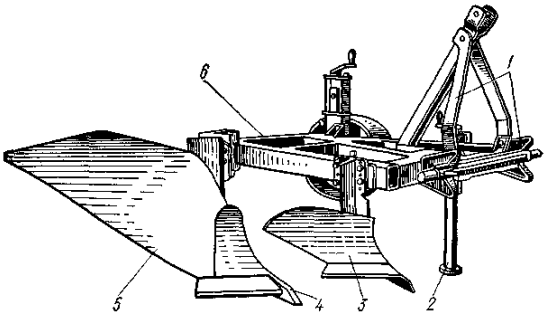

**1.15. Плуг чагарниково-болотний начіпний ПБН-75:**
1 – ніж чересловий; 2 –леміш; 3 – польова дошка; 4 – перо; 5 – полиця; 6 – розширювач; 7 – рама; 8 – гвинтовий механізм; 9 – начіпний пристрій; 10 – опорне колесо

Плуг плантажний ППН-50 (рис. 1.16) застосовується для глибокої оранки під сади, виноградники та лісові насадження. Складається з корпусу 5, передплужника 3, опорного колеса з гвинтовим механізмом, рами 6 і начіпного пристрою 1. Корпус 5 плуга має циліндричну полицю, леміш, долото 4 і польову дошку з розширювачем.

Ширина захвату плуга 50 см. Глибина оранки до 60 см. Робоча швидкість до 2,3 км/год. Агрегатують з тракторами Т-130 і Т-130МСГ.

Плугом плантажним ППН-40 проводять оранку ґрунтів під ягідники, розсадники та лісові насадження. Основними складальними одиницями плуга є корпус, передплужник, дисковий і чересловий ножі, опорне колесо з гвинтовим механізмом і рама з начі-

пним пристроєм. Ширина захвату корпусу плуга 40 см, а передплужника – 27 см. Глибина оранки до 45 см. Робоча швидкість до 5,8 км/год. Агрегатують плуг з трактором ДТ-75М.




**1.16. Плуг плантажний начіпний ППН-50:**
1 – начіпний пристрій; 2 – підніжка; 3 – передплужник; 4 – долото; 5 – корпус; 6 – рама

Садові плуги призначені для оранки в міжряддях садів. Особливістю конструкцій садових плугів є наявність секторного пристрою для зміщення плуга вбік відносно трактора. Садові плуги здебільшого причіпні.

Плуг ПС-4-30А (причіпний) складається із чотирьох корпусів з передплужниками; дискового ножа; польового, борозенного і заднього коліс; рами; причіпного пристрою; механізмів заднього колеса і піднімання плуга; причепа для борін та гідроприводу.

Ярусні плуги застосовують для оранки малородючих підзолистих, каштанових і солонцевих ґрунтів, а також для глибокої оранки під цукровий буряк, бавовник та інші культури. На цих плугах корпуси розміщені у два або три яруси. Обробіток ґрунту проводиться пошарово, з обертанням першого та другого шарів.

Плуг двоярусний ПНЯ-4-40 призначений для ярусної оранки на глибину до 35 см. Складається з чотирьох корпусів верхнього і чотирьох корпусів нижнього ярусів, дискового ножа, опорного колеса з гвинтовим механізмом, начіпного пристрою та причепа для борін. Корпуси нижнього ярусу мають полиці із швидкісною робочою поверхнею. На полицях закріплені регулювальні пера для надійного обертання скиби. На корпусах верхнього ярусу встановлені лише лемеші та полиця. Корпуси зміщені вліво на 15 см. Вони можуть переміщуватись вздовж вертикалі відносно основного бруса рами і таким чином змінювати глибину обробітку.

Плуг ПНЯ-4-42 призначений для глибокої оранки під технічні

та інші культури. За будовою та процесом роботи він подібний до плуга ПНЯ-4-40. З метою забезпечення стійкості руху плуга під час роботи опорне колесо встановлене за останнім корпусом. Агрегатують плуг із тракторами Т-150 і Т-150К.

Плуг триярусний ПТН-40 (рис. 1.17а) призначений для основного обробітку малородючих підзолистих і солонцевих ґрунтів.

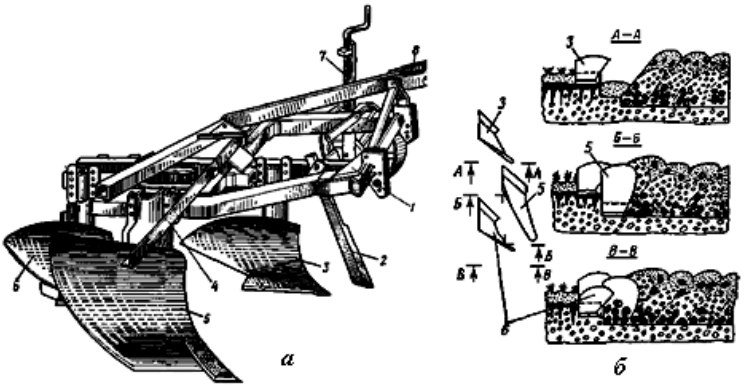



**Рис. 1.17. Плуг триярусний начіпний ПТН-40 (а) і схема переміщення скиб (б) при триярусній оранці:**
1 – рама; 2 – чересловий ніж; 3 – передній корпус; 4 – причіп для борін; 5 – середній корпус; 6 – задній корпус; 7 – гвинтовий механізм опорного колеса; 8 – начіпний пристрій

Він може використовуватися для дво- і триярусної оранки. Основними складальними одиницями плуга є передній 3 , середній 5 і задній 6 корпуси, чересловий ніж 2, рама 1, опорне колесо з гвинтовим механізмом 7 та начіпний пристрій 8. Передній верхній корпус 3 – культурного типу з подовженою полицею. Середній нижній корпус 5 має конічну поверхню. Задній третій корпус 6 (культурного типу) займає середнє за висотою, проміжне положення.

Під час роботи плуга (рис. 1.17б) передній корпус 3 підрізує верхній шар ґрунту, обертає його і укладає на третій шар. Другий корпус 5 зміщений вправо на ширину захвату плуга. Він підрізує третій шар, на якому розміщений верхній перевернутий родючий шар, піднімає ці шари догори і укладає на другий перевернутий шар, що утворився під час роботи третього корпусу та поперед-

нього проходу плуга. Третій задній корпус 6 підрізує другий шар ґрунту, перевертає його і укладає на дно борозни.

### 1.12. Борони

Борони застосовують для розпушення ґрунту, подрібнення грудок, вирівнювання поверхні поля, знищення і вичісування бур'янів, руйнування ґрунтової кірки тощо.

Залежно від типу робочих органів борони поділяють на дискові та зубові. Дискові борони за призначенням поділяються на польові, садові та болотні.

Зуби борін є прямі (рис. 1.18а,б,в,д,е), лапчасті г та криволінійні на пружинному стояку є. Поперечний переріз зубів є квадратний а, круглий б, еліпсоподібний в і прямокутний є. Зуби квадратного, круглого і еліпсоподібного перерізів у нижній частині загострені. Зуб квадратного перерізу має в нижній частині зріз. Під час роботи квадратний зуб переміщується ребром або косим зрізом у напрямку руху. Прямокутні зуби розміщують вузькою або широкою гранню у напрямі руху, а еліпсоподібні – закругленим боком.

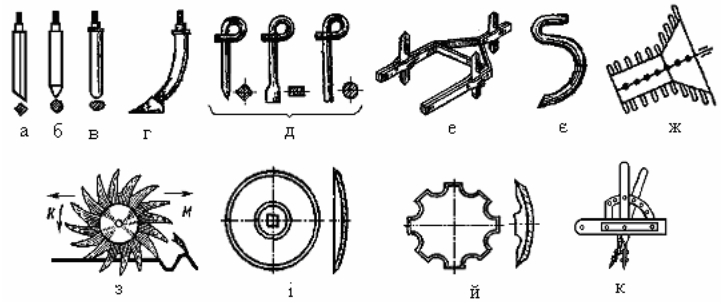



**Рис. 1.18. Робочі органи борін:**
а – зуб квадратного перерізу; б – зуб круглий; в – зуб овальний; г – лапчастий зуб; д – зуби сітчастої борони; е – ножеподібні зуби; є – зуб пружинної борони; ж – зуби фігурної борони; з – голчастий диск; і – диск з гладким лезом; й – диск з вирізами; к – ніж шлейф-борони

Зуби на бороні розміщують рядами, але із зміщенням у сусідніх рядах. Щоб борона не забивалася грудками і рослинними рештками зуби розміщують на відстані один від другого в ряду не менше 15 см. Під час руху борін кожний зуб повинен робити свою борозну. Відстань між сусідніми борознами залежить від конструкції борони і знаходиться в межах від 22 до 49 мм. Глибина обробітку

становить 3…10 см. Вона залежить від маси борони і довжини з'єднувальних повідців.

Залежно від тиску на один зуб борони з жорсткою рамою поділяються на важкі (16…20 Н), середні (12…15 Н) і легкі (6…10 Н).

Борона зубова важка швидкісна БЗТС-1,0 (рис. 1.19а) призначена для розпушення ґрунту і вирівнювання поверхні поля, розбивання грудок, вичісування бур'янів, боронування озимих і технічних культур, обробітку луків і пасовищ.

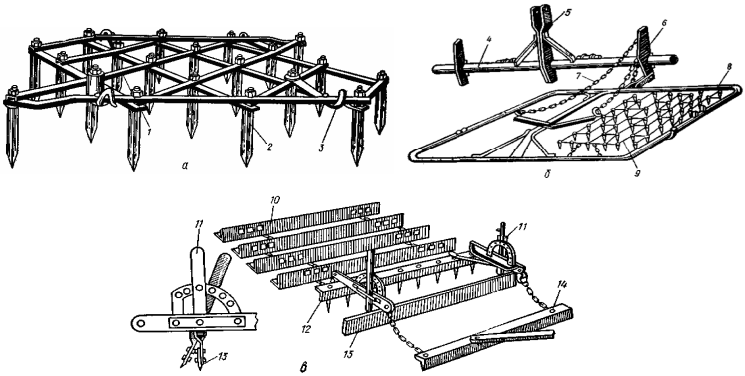



**Рис. 1.19. Борони зубові:**
а – зубова важка борона БЗТС-1,0; б – сітчаста БСО-4; в – шлейф-борона ШБ-2,5; 1 – планка; 2 – зуб; 3 – тяговий гачок; 4 – брус начіпного пристрою; 5 – стояк; 6 – кронштейн; 7 – ланцюг; 8 – рамка; 9 – сітка із зубами; 10 – шлейф; 11 – важіль регулятора похилу ножа; 12 – зубовий брус; 13 – ніж; 14 – штельвага

Борона складається із поздовжніх, розміщених під кутом, планок, які перетинаються між собою і в передній та задній частині з'єднані з поперечними планками. Останні мають пристосування (гачки, загнуті кінці поздовжніх коротких планок) для з'єднання з причіпними пристроями зчіпок, ваг тощо. У місцях перетину планок встановлено двадцять зубів квадратного перерізу 16х16 мм. Нижній, робочий кінець зуба загострений і має однобокий зріз.

Тиск на один зуб борони становить близько 20 Н. Глибина обробітку 6…8 см. Ширина захвату 0,98 м. Робоча швидкість до 12 км/год. Продуктивність до 0,7 га/год.

Борону зубову середню швидкісну БЗСС-1,0 застосовують для розпушення верхнього шару ґрунту, вирівнювання поверхні поля, руйнування ґрунтової кірки, подрібнення грудок, знищення бур'янів та боронування посівів. За конструкцією вона подібна до важкої

зубової борони БЗТС-1,0. Тиск на один зуб борони становить близько 15 Н. Ширина захвату 0,98 м. Глибина обробітку 6…8 см. Робоча швидкість до 12 км/год.

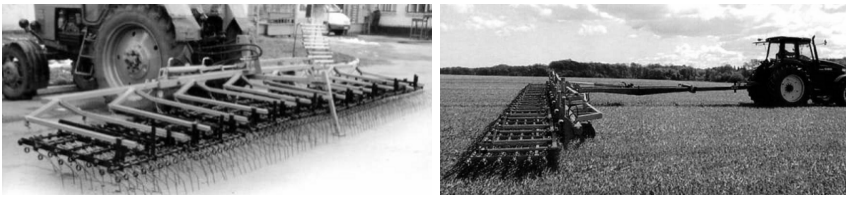
Борона посівна ЗБП-0,6А призначена для розпушення ґрунту, загортання в ґрунт насіння і мінеральних добрив, боронування посівів, руйнування ґрунтової кірки, знищення бур'янів. Складається із трьох ланок та причіпного пристрою. Кожна ланка має плоску із поздовжніх та поперечних планок раму. На перетині планок закріплені зуби круглого перерізу діаметром 12 мм. Нижня частина зуба загострена на конус. У передній частині ланки розміщені дві планки з вушками для з'єднання з причіпним пристроєм борони. Борона легка, тиск на один зуб становить близько 10 Н. Відстань між двома суміжними слідами зубів 30 мм. Глибина обробітку 50…60 мм. Ширина захвату 1,77 м. Робоча швидкість до 7 км/год.

Борона зубова полегшена ЗОР-0,7 призначена для розпушення ґрунту під посіви цукрового буряку та дрібнонасінних культур, вирівнювання поверхні поля, руйнування кірки на поверхні ґрунту, знищення бур'янів тощо. Вона складається з трьох ланок, що приєднані до причіпного пристрою. Кожна ланка має плоску раму із з'єднаних між собою трьох поздовжніх і чотирьох поперечних планок. На перетині планок закріплено двадцять зубів. Глибина обробітку 20…40 мм. Ширина захвату 2,21 м. Робоча швидкість до 7 км/год.

Борона сітчаста БСО-4 (рис. 1.19б) призначена для розпушення верхнього шару ґрунту і знищення бур’янів на посівах в період появи сходів, для боронування гребеневих посадок картоплі. Секція борони складена з рамки, до якої ланцюгами закріплено сітчасте полотно. Робочі органи БСО-4 добре пристосовуються до нерівності поля. Ланки зубового полотна виготовляють із стальних прутків круглого перерізу з загостреними або тупими кінцями. Секції борін приєднуються до бруса начіпки НУБ-4,8 тягою і ланцюгами. Ланцюги утримують секцію у піднятому положенні. Брус можна розташовувати так, щоби передні та задні ряди зубів борони заглиблювалися однаково. У робочому положенні ланцюги мають провисати, що дозволяє секціям борони копіювати рельєф поля.

Шлейф-борона ШБ-2,5 (рис. 1.19в) призначена для весняного поверхневого вирівнювання і розпушення поверхні поля та закриття вологи. Складається з двох секцій. Кожна секція має ніж 13 шириною 60 мм, брус 12 із приєднаними до нього зубами та чотири стальних кутники (шлейфи) 10, які шарнірно з'єднані один з одним. Ширина захвату борони 2,5 м, робоча швидкість до 8 км/год.

Українське підприємство «Агромаш» випускає пружинні широкозахватні борони БПШ (рис. 1.20).



а б

**Рис. 1.20. Пружинні широкозахватні борони БПШ: начіпна (а) і причіпна (б)**

Робочими органами борони є пружинні зуби, які зібрані в шестирядні секції таким чином, що кожен зуб у процесі обробітку ґрунту робить окремий слід. Борони використовують для закриття вологи, знищення ґрунтової кірки, догляду за посівами сільськогосподарських культур. Вони є альтернативою хімічній боротьбі з бур'янами.

Відкрите акціонерне товариство «УманьФермМаш» випускає пружинні борони БП-12-01 і БП-28. Борону БП-12-01 агрегатують з тракторами класу 3, яка за глибини обробітку 6 см і ширини захвату 12 м забезпечує продуктивність 6 га/год. Борону БП-28 агрегатують з тракторами класу 5, яка за глибини обробітку 6 см і ширини захвату 27,4 м забезпечує продуктивність 14 га/год.

Голчасті борони застосовують для поверхневого розпушення полів, покритих стернею та іншими рослинними рештками, загортання насіння бур'янів, падалиці культурних рослин, вирівнювання мікронерівностей, передпосівного обробітку ґрунту, весняного боронування озимих культур, руйнування ґрунтової кірки. Робочим органом голчастих борін є диск із криволінійними (рис. 1.18з) або прямолінійними зубами (голками). Диски монтують на осі, утворюючи батарею. Батарея може мати один або два ряди дисків, які кріплять до рами. Борони агрегатують таким чином, щоб голки були спрямовані випуклим боком у напрямі руху (обробіток посівів, мала глибина обробітку) або навпаки, вигнутим боком у напрямі руху (інтенсивне розпушення ґрунту, знищення бур'янів тощо).

Дискові борони поділяють на легкі (польові і садові) та важкі. Робочими органами дискових борін є сферичні диски діаметром 450…660 мм. Вони можуть бути суцільні (рис. 1.18і) і вирізні (рис. 1.18й). Диски збирають у батареї, які встановлюють на рамі у два ряди під кутом до напряму руху (кут атаки). Батареї можуть розміщуватись симетрично і несиметрично.

Дискова борона БД-10Б (рис. 1.21а) складається з чотирьох робочих секцій 1, 2, 6 і 8, рами з причіпним пристроєм, чотирьох опорних пневматичних 10 і самоустановних 7 коліс, розсувних тяг 4, нарізувача гребенів 9 та гідросистеми. Кожна робоча секція складається з трьох дискових батарей.

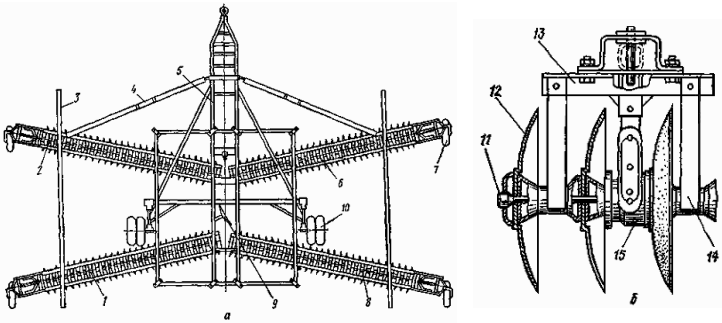



**Рис. 1.21. Борона дискова БД-10Б:**
а – загальний вигляд; б – батарея; 1, 2, 6 і 8 – секції борони; 3 – з'єднувальна тяга; 4 – тяга розсувна; 5 – рама; 7 – самоустановні колеса; 9 – гребенеріз; 10 – транспортні колеса; 11 – вісь батареї; 12 – диск; 13 – брус; 14 – чистик; 15 – підшипник

Глибину обробітку ґрунту регулюють зміною кута атаки дисків. Кут атаки дисків встановлюється 12°, 15°, 18° і 21°. Чим більший кут атаки дисків батарей, тим більша глибина обробітку. Фіксуються секції борони передніми розсувними та з'єднувальними тягами.

Борона дискова БДТ-3 (рис. 1.22) призначена для розробки і розпушування скиб після оранки, обробітку ущільненого ґрунту, луків, пасовищ тощо.

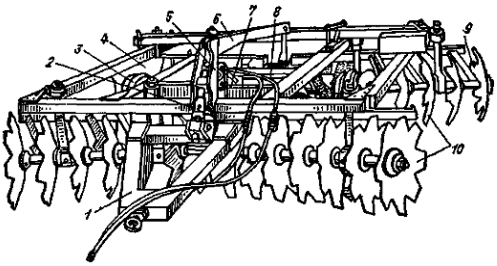


**Рис. 1.22. Борона дискова важка БДТ-3:**
1 – причіпний пристрій; 2 – регулювальний гвинт; 3 – опорне колесо; 4 – рама; 5 – важіль; 6 – поздовжня тяга; 7 – гідроциліндр; 8 – колінчаста вісь; 9 – диск; 10 – батареї дисків

Борона складається з чотирьох дискових батарей, рами 4, причіпного пристрою 1, опорних коліс 3, механізму вирівнювання і піднімання та гідросистеми. Гвинтом 2 механізму переміщується поздовжня тяга 6, яка повертає вісь з опорними колесами і рама вирівнюється. Глибину обробітку регулюють кутом атаки дискових батарей, який встановлюють 12, 15 і 18°. Ширина захвату борони 3 м. Глибина обробітку 16…25 см. Робоча швидкість до 10 км/год.

Відкрите акціонерне товариство «Красилівський машинобудівний завод» випускає дискові причіпні важкі борони БДПВ-3, що агрегатуються з тракторами класу 1,4 і БДПВ-6,3, що агрегатуються з тракторами класу 3.

Компанія John Deere поставляє на ринок України дискові борони 637 (рис. 1.23а) і 650, які виконують якісний передпосівний обробіток ґрунту, знищують бур'яни, подрібнюють і заробляють рослинні рештки.

а

б

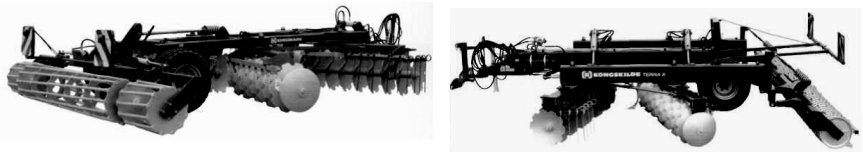
в

**Рис. 1.23. Дискова борона 637 John Deere (а), кріплення дискових батарей на С-подібних пружинних стояках (б) і опорне колесо з регулятором глибини (в)**

Перша група дискової борони 637 з відстанню між дисками 18,41 см та шириною захвату 3,5; 4,2; 5,5; 6,6; 7,6; 8,7; 9,7 і 10,8 м з діаметром дисків 56 або 61 см. Кут атаки передніх дискових батарей фіксований і становить 20°, а кут атаки задніх дискових батарей теж фіксований і становить 18°. Друга група дискової борони 637 з відстанню між дисками 22,86 см та шириною захвату 5,4; 6,3; 6,8; 7,2; 8,0; 8,9; 9,8; 10,7 і 11,5 м.

Кріплення дискових батарей на С-подібних пружинних стояках (рис. 1.23б) пом'якшує удари і нерівності поля. Опорні колеса (рис. 1.23в) дозволяють витримувати постійну глибину обробітку ґрунту навіть на нерівній поверхні поля.

Фірма Kongskilde поставляє на ринок України середні, важкі і дуже важкі дискові борони з центральною рамою та можливістю наповнення водою і обладнання різними типами котків. Фірма поставляє три типи середніх дискових борін, чотири типи важких і два типи дуже важких. Середні борони: Terra X-300 – 3 м; Terra X-400 – 4 м; Terra X-450 – 4,5 м (рис. 1.24, а). На боронах встановлені вирізні сферичні диски з діаметром 660 мм. Важкі борони: Terra X-4000 – 4 м; Terra X-5000 – 5 м; Terra X-6000 – 6 м (рис. 1.24, б); Terra X-7000 – 7 м. Дуже важкі борони: Terra X-9000 – 9 м; Terra X-12000 – 12 м. На важких і дуже важких боронах можуть бути встановлені вирізні диски діаметром 660, 710 і 760 мм. Транспортна ширина захвату всіх типів борін не перевищує трьох метрів.



а б

**Рис. 1.24. Середня борона Terra X-450 (а) і важка борона Terra X-6000 (б)**

Для агрегатування дискових борін всіх типів фірми Kongskilde необхідні трактори з діапазоном потужності двигунів від 88…103 до 294…368 кВт.

Фірма Lemken поставляє на ринок України короткі дискові борони Rubin 9 (рис. 1.25).

**Рис. 1.25. Коротка дискова борона Rubin 9 фірми Lemken**

Дискову борону Rubin 9 випускають з шириною захвату 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5 і 6 метрів. Для їх агрегатування потрібні трактори з потужністю двигуна 92, 110, 129, 147, 165, 184 і 221 кВт відповідно.

## 1.13. Лущильники

Лущильники призначені для лущення поверхні поля, передпосівного обробітку ґрунту після збирання зернових, зернобобових та інших культур, розпушення скиб після оранки тощо.

За конструкцією робочих органів лущильники поділяють на дискові та лемішно-полицеві. Дискові лущильники випускають причіпні гідрофіковані, а лемішно-полицеві – начіпні та напівначіпні. Лущення стерні проводять на глибину 4…12 см.

Лущильник дисковий гідрофікований ЛДГ-10А (рис. 1.26) забезпечує лущення стерні на глибину 4…10 см, розпушення ґрунту, розрізування скиб після оранки та інше.

Складається з чотирьох лівих 11 і чотирьох правих 8 робочих секцій, лівого 10 і правого 7 брусів секцій, кареток 1 і 5, рами з причіпним пристроєм 3, двох опорних коліс 9, розсувних тяг 2 і 4, гідроциліндрів і маслопроводів. Стійкість ходу секцій регулюють пружинами штанг 13.

Лущильник дисковий ЛДГ-15А має таке саме призначення, як і лущильник ЛДГ-10А. Він складається з дванадцяти правих та лівих дискових секцій, правого та лівого брусів, правої та лівої кареток, двох опорних коліс, рами, двох розсувних тяг, гідросистеми та причіпного пристрою.

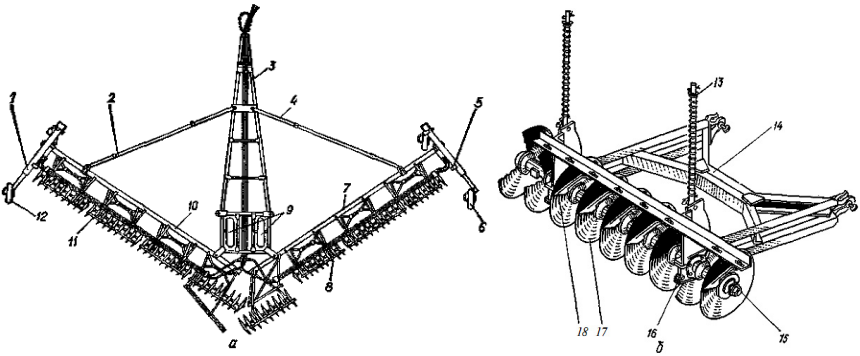
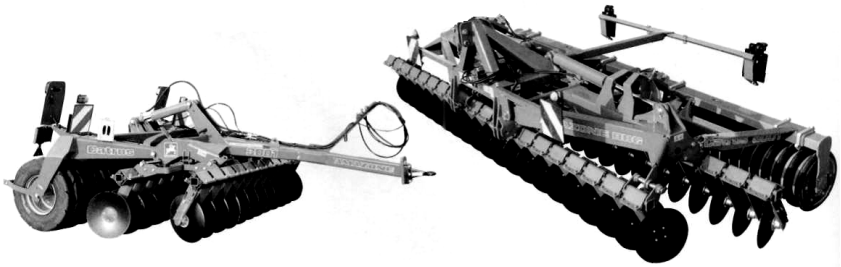



**Рис. 1.26. Лущильник дисковий ЛДГ-10А:**
а – загальний вигляд; б – права робоча секція; 1 – ліва каретка; 2 і 4 – тяги розсувні; 3 – причіпний пристрій; 5 – права каретка, 6 і 12 – опорні колеса кареток; 7 і 10 – правий і лівий бруси секцій; 8 – права робоча секція; 9 – опорні колеса рами; 11 – ліва робоча секція; 13 – штанга з пружиною; 14 – рамка; 15 – вісь батареї; 16 – підшипник; 17 – диск; 18 – скребок

Відкрите акціонерне товариство «УманьФермМаш» випускає групу моделей важких дискових лущильників ЛДВ-2,4; ЛДВ-4; ЛДВ-6 і ЛДВ-6-01, які призначені для розпушення необробленого ущільненого ґрунту різного механічного складу, подрібнення пожнивних решток довгостеблових культур, підрізання бур'янів на необроблених полях після збору основних сільськогосподарських культур. Лущильники обладнані вирізними сферичними дисками з індивідуальним кріпленням, які встановлені в чотири ряди. Глибина обробітку до 20 см за робочої швидкості руху до 20 км/год.

Компанія Amazone поставляє на ринок України компактні дискові лущильники Catros (рис. 1.27).



а б

**Рис. 1.27. Компактні дискові лущильники Catros: причіпні (а) і начіпні (б)**

Поставляються причіпні лущильники моделей і ширини захвату: Catros 3001-Т – 3 м, 4001-Т – 4 м, 5501 – 5,5 м, 7501-2 – 7,5 м, 9000-Т – 9 м і 12000-Т – 12 м. Для їх агрегатування необхідні трактори з потужністю двигуна від 59 до 331 кВт. Начіпні лущильники моделей і ширини захвату: Catros 3001 – 3 м, 3501 – 3,5 м, 4001 – 4 м, 4001-2 – 4 м, 5001-2 – 5 м і 6001-2 – 6 м. Для їх агрегатування необхідні трактори з потужністю двигуна від 66 до 132 кВт.

## 1.14. Культиватори

Культиватори за призначенням поділяють на групи: для суцільного, міжрядного обробітку ґрунту (просапні) і спеціального призначення. За способом агрегатування культиватори класифікуються на причіпні та начіпні.

Робочими органами культиваторів є лапи, ножі, диски, пружинні пальці, вирівнювальні бруси, котки роторні та інші (рис. 1.28).

На культиваторах для суцільного обробітку ґрунту найчастіше застосовують універсальні стрілчасті та розпушувальні лапи.

Стрілчаста лапа прикріплена жорстко до стояка. Кут похилу леза лапи до горизонтальної площини становить 23…30°. Кут розвертання 60…65°. Ширина захвату лап здебільшого 270 і 330 мм. Стрілчасті лапи добре розпушують ґрунт і підрізують бур'яни.

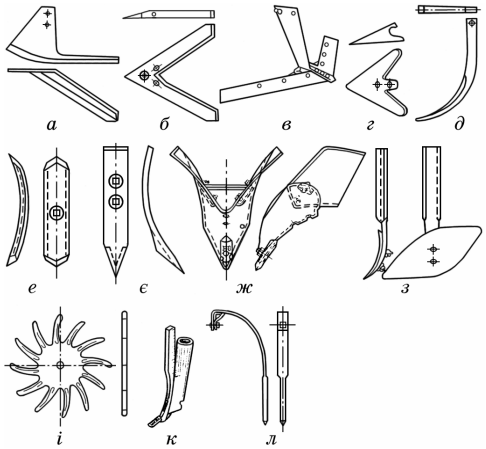



**Рис. 1.28. Робочі органи культиваторів:**
а – однобічна лапа; б – стрілчаста лапа без хвостовика; в – плоскорізальна лапа; г – стрілчаста універсальна лапа; д – долотоподібна лапа; е – розпушувальна оборотна лапа; є – списоподібна лапа; ж – підгортач; з – лапа-полиця; і – голчастий диск; к – підживлювальний ніж; л – полільний зуб

Розпушувальні лапи можуть бути одно- або двобічні. Встановлюють розпушувальні лапи на жорстких або пружинного типу стояках. Лапи на пружинних стояках у процесі роботи вібрують і самоочищаються від землі, рослинних решток тощо. Лапи з жорстким стояком використовують в садах і виноградниках. Вони обробляють ґрунт на глибину до 25 см.

Культиватор паровий швидкісний КПС-4 (рис. 1.29а) призначений для передпосівного суцільного розпушення ґрунту на глибину до 12 см та очищення ґрунту на чорних парах від бур’янів з одночасним боронуванням. Робоча швидкість до 3 м/с. Випускається у причіпній або начіпній модифікаціях. Один культиватор агрегатується з тракторами класу 0,9 і 1,4. Два культиватори зчіпкою СГ-11У з’єднують з тракторами тягових класів 3. Чотири культиватори зчіпкою СГ-16 агрегатують з тракторами класу 5.

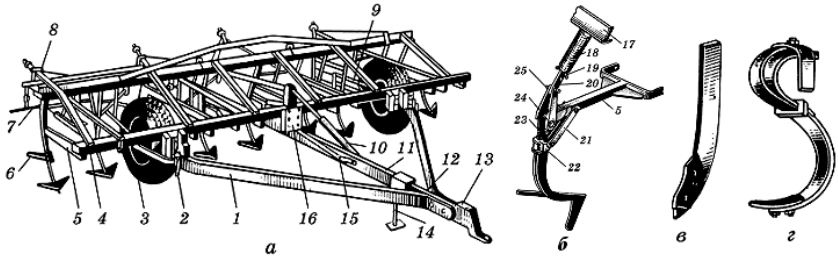



**Рис. 1.29. Культиватор причіпний для суцільного обробітку ґрунту КПС-4:**
а – загальний вигляд; б – стрілчаста лапа; в, г – розпушувальні лапи; 1 і 12 – бічні бруси сниці; 2 – регулятор глибини; 3 – опорне колесо; 4 – рама; 5 і 9 – гряділі; 6 – лапа; 7 – повідець; 8 – начіпний механізм для борін; 10 – гідроциліндр; 11 – сниця; 13 – причіпний пристрій; 14 – підставка; 15 – транспортна тяга; 16 – стовба; 17 – кутник рами; 18 – пружина; 19 – шплінт; 20 – штанга; 21 – планка; 22 – утримувач; 23 – 25 – болтові з'єднання

Складається причіпний культиватор з рами 4, коліс 3 з пневматичними шинами, сниці 1, робочих органів 6, приєднаних до гряділів 5 та 9, начіпного механізму 8 для приєднання борін та механізму регулювання заглиблення 2 робочих органів. До комплекту культиватора належать шість довгих, два обвідних, три коротких і п'ять однобічних гряділі 8. Із заднім брусом рами гряділі з'єднані через натискні штанги 20. До переднього бруса шарнірно приєднана сниця 11 і ходові колеса 3.

Для регулювання глибини ходу робочих органів є механізми гвинтового типу. Гвинт кожного механізму з'єднаний з кронштейном колеса і бічним променем сниці. Цими механізмами можна змінювати положення ходових коліс відносно рами. Культиватор комплектують універсальними стрілчастими лапами (рис. 1.29б) з шириною захвату 270 і 330 мм або розпушувальними лапами (рис. 1.29в,г). Начіпний механізм 8 для борін складається з чотирьох штанг, приєднаних до рами культиватора і попарно з'єднаних між собою поперечними брусами. Кожний поперечний брус має по чотири знижувачі, до яких приєднують борони. До культиватора додається спеціальний шарнір, яким з'єднують культиватори при шеренговому агрегатуванні.

У начіпному культиваторі КПС-4 замість причіпної сниці до рами скобами і болтами кріпиться механізм навішування на трактор. Цей культиватор комплектують укороченими гряділями.

Культиватор широкозахватний КШУ-12 (рис. 1.30а) причіп-

ний і складається з центральної 7, двох середніх 6 і 8 і двох крайніх 5 і 9 секцій, шести опорних пневматичних коліс 2, універсальних стрілчастих або розпушувальних лап, вирівнювального пристрою у вигляді пружинних борінок 4 або котків пруткового типу, гідроциліндрів, причіпного пристрою 1 та підвісок робочих органів.

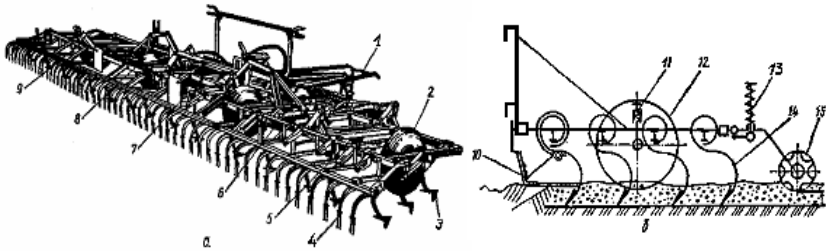



**Рис. 1.30. Культиватори широкозахватні:**
а – загальний вигляд КШУ-12; б – принципова схема КШП-8; 1 – причіпний пристрій; 2 і 12 – опорні колеса; 3 –лапа; 4 – борінка; 5 і 9 – крайні секції; 6 і 8 – середні секції; 7 – центральна секція; 10 – вирівнювальний брус; 11 – регулятор глибини; 13 – штанга з пружиною; 14 – зуб пружинний; 15 – коток прутковий

Глибину ходу лап регулюють гвинтовим механізмом опорних коліс 2 та переміщенням стояків лап у тримачах. Ширина захвату культиватора 10 і 12 м. Глибина обробітку 6…12 см. Агрегатують з тракторами Т-150, Т-150К і ДТ-175С.

Культиватор КШП-8 (рис. 1.30, б) застосовують для розпушення ґрунту, закриття вологи, знищення бур'янів, а також для обробітку ґрунтів, які засмічені камінням. На пружинних стояках культиватора в чотири ряди встановлені розпушувальні лапи. Культиватор обладнують вирівнювальним брусом 10, прутковими котками 15 або зубовими боронами, а також механізмами піднімання бокових секцій (переведення у транспортне положення) і регулювання глибини обробітку. Секційне використання його дозволяє отримувати ширину захвату 3,6; 6,0 і 8,4 м за глибини обробітку 4…12 см. Робоча швидкість культиватора 7…12 км/год. Продуктивність до 10 га/год.

Культиватор садовий КСМ-5 (рис. 1.31) призначений для розпушення ґрунту, підрізування бур'янів та нарізування поливних борозен в міжряддях і міжстовбурних смугах садів.

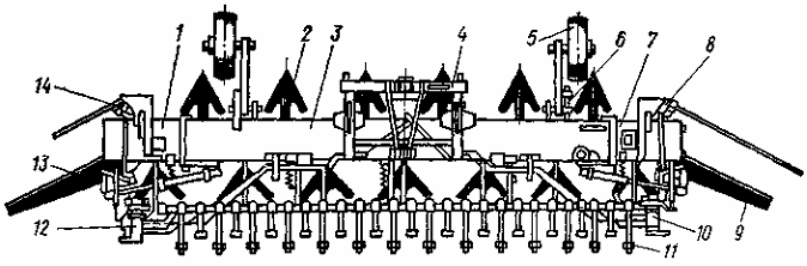



**Рис. 1.31 Культиватор садовий КСМ-5:**
1 і 7 – крайні секції; 2 – стрілчаста лапа; 3 – середня секція; 4 – замок автозчіпки; 5 – опорне колесо; 6 – гвинтовий механізм опорного колеса; 8 і 14 – механізми включення; 9 і 13 – лапи поворотні; 10 і 12 – механізми гідроприводу; 11 – борони пружинні

Культиватор складається із трьох шарнірно з'єднаних секцій та опорних коліс. Середня секція 3 має ширину захвату 3,3 м, а дві крайні 1 і 7 – по 1 м.

Обладнують його стрілчастими лапами шириною захвату 250 і 330 мм, розпушувальними лапами, пружинними зубами та борознорізами. Стрілчасті лапи розміщують у двох поперечних рядах. У першому ряду розміщують лапи шириною захвату 250 мм, а в другому – 330 мм. Розпушувальні лапи встановлюють тільки на середній секції. Крайні секції культиватора мають поворотні лапи. До лап прикріплено п'ять зубів для розпушення ґрунту.

Глибина обробітку поворотних лап до 8 см, стрілчастих 6…12 см, розпушувальних до 20 см. Ширина захвату культиватора 3,3; 4,3 і 5,3 м. Робоча швидкість до 7,5 км/год.

У культиваторах для передпосівного обробітку ґрунту Vibro Master Super Q транспортна ширина не перевищує 3,4 м, пружинні зуби розставлені в чотири ряди, відстань між зубами становить 8 см, а для їх агрегатування необхідні трактори з потужністю двигуна від 60 до 162 кВт.

Фірма Krause поставляє на ринок України широкозахватні культиватори моделей: 5630-21 – 6,25 м; 5630-26 – 8,08 м; 5630-33 – 10 м; 5630-35 – 10,6 м; 5630-40 – 12 м; 5630-44 – 13,2 м; 5630-47 (рис. 1.32) – 14,2 м; 5630-51 – 15,5 м.

Культиватори забезпечують глибину обробітку до 15 см. За робочої швидкості 8…12 км/год необхідна потужність трактора 10…14 кВт на один метр ширини захвату. Транспортна ширина не перевищує 4,65 м.

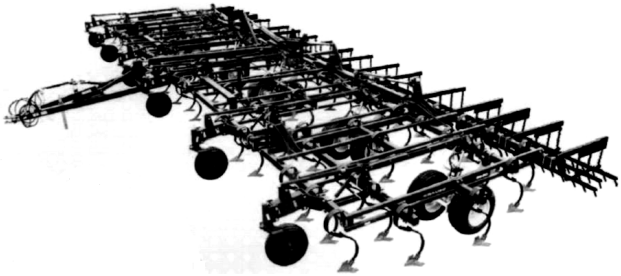


**Рис. 1.32. Широкозахватний культиватор фірми Krause, модель 5630-47**

## 1.15. Культиватори для міжрядного обробітку

Культиватор-рослинопідживлювач начіпний КРН-4,2 призначений для грубого міжрядного обробітку та підживлення кукурудзи, соняшнику та інших просапних культур, посіяних з міжряддям 70 см. Агрегатується з тракторами класів 0,9 і 1,4.

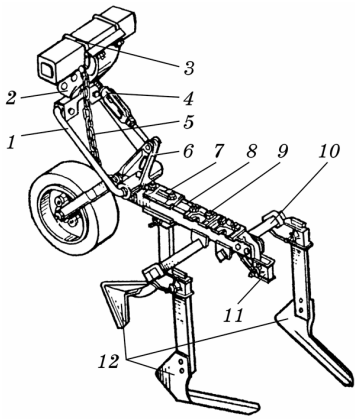



**Рис. 1.33. Секція робочих органів культиватора КРН-4,2:**
1 — нижня ланка паралелограмного механізму; 2 і 6 — передній і задній кронштейни; 3 — скоба; 4 — стяжна гайка; 5 — транспортний ланцюг; 7 — накладка з тримачем; 8 — гряділь; 9 — накладка з призмою; 10 — стрижень з боковим тримачем; 11 — задній тримач; 12 — лапи-бритви

Культиватор складається з поперечного бруса, семи секцій робочих органів, дві з яких обладнані опорними колесами, робочих

органів та підживлювального пристрою. Цей пристрій має шість туковисівних апаратів тарілчастого типу, дванадцять тукопроводів і підживлювальних ножів, шість кронштейнів туковисівних апаратів, підніжну дошку з поручнем, чотири з'єднувальних валики, два привідних ланцюги, шість зірочок, два натяжних ролики та чотири захисних щитки.

Культиватор універсальний буряковий міжрядний УСМК-5,4 призначений для грубого міжрядного обробітку ґрунту і підживлення посівів цукрового буряку та інших культур з міжряддям 45 см.

Культиватор агрегатується з тракторами тягових класів 1,4 і 2. Робоча швидкість до 2,2 м/с.

Основними вузлами культиватора є зварна рама з начіпним механізмом, два опорно-привідних колеса з пневматичними шинами, дванадцять секцій робочих органів, шість туковисівних апаратів з механізмом приводу. Кожна секція (рис. 1.34) складається з переднього 1 і заднього 6 кронштейнів, верхньої 4 і нижньої 11 ланок, шарнірно приєднаних до кронштейнів, притискної пружини 5, гряділя 7, жорстко закріпленого на задньому кронштейні, бічних 8 і заднього тримачів та опорного котка 10.

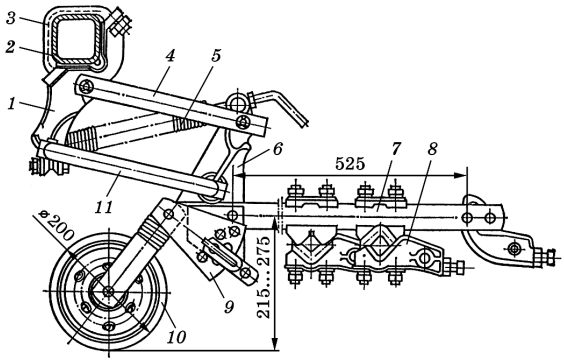



**Рис. 1.34. Секція культиватора УСМК-5,4А:**
1 і 6 — передній і задній кронштейни; 2 — брус рами; 3 — хомут; 4 і 11 — верхня та нижня ланки; 5 — пружина; 7 — гряділь; 8 — бічний тримач; 9 — сектор; 10 — опорний коток

Верхня ланка нагадує П-подібну штангу, задня полиця якої впирається в задній кронштейн, коли секції піднімаються в транспортне положення.

Притискна пружина забезпечує стійкість ходу робочих органів за глибиною. Бічні тримачі з'єднані з гряділем через квадратні стрижні. Положення тримачів відносно гряділя можна змі-

нювати. Отвори в тримачах, в які вставляють стояки лап, мають конічні отвори, що дає змогу упорними болтами змінити кут установлення лез лап вздовж горизонту. Опорний коток з кронштейном і сектором 9 шарнірно приєднаний до гряділя і фіксується в певному положенні сектора відносно гряділя фіксуючим пристроєм. Це і є основне регулювання глибини обробітку. Робочими органами культиватора є полільні і долотоподібні розпушувальні лапи, підживлювальні ножі, ротаційні батареї та легкі начіпні борінки.

Культиватор фрезерний КФ-5,4 призначений для міжрядного грубого обробітку дванадцятирядних посівів цукрового буряку та інших низькостеблових культур, які вирощують з міжряддям 45 см. Культиватор агрегатується з тракторами тягових класів 1,4 і 2.

Основними вузлами культиватора (рис. 1.35) є зварна рама з начіпним механізмом на трактор, два опорних колеса з пневматичними шинами і гвинтовими механізмами, дванадцять секцій робочих органів, центральний конічний редуктор і два трансмісійних вали. Кожна секція складається з корпусу 5, двох дисків 6 з Г-подібними ножами 12, пасивного ножа 9, кожуха 11 з фартухом 13, ланцюгової передачі 14 і запобіжної муфти. Секції приєднані відносно трансмісійних валів 10 шарнірно. Кожна секція в робочому положенні притискується до поля, а в транспортному — підтримується штангою з пружиною 8. Диски з ножем (фрезерний барабан) приводяться в рух від ВВП трактора через карданну передачу 2, центральний редуктор 7, трансмісійні вали 10, запобіжну муфту і ланцюгову передачу 14.

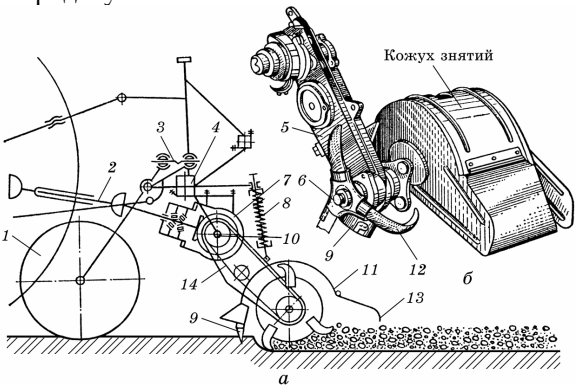



**Рис. 1.35. Культиватор фрезерний КФ-5,4:**
а — принципова схема; б — робоча секція; 1 — опорне колесо; 2 — карданна передача; 3 — гвинтовий механізм; 4 — рама; 5 — корпус; 6 — диск; 7 — редуктор; 8 — штанга з пружиною; 9 — пасивний ніж; 10 — вал; 11 — кожух; 12 — активний ніж; 13 — фартух; 14 — ланцюгова передача

Культиватор працює у такий спосіб. Під час переміщення культиватора і обертанні фрезерних барабанів їхні ножі відрізають тонку скибу ґрунту, дещо розпушують її і відкидають назад, де вона вдаряється об кожух і фартух й інтенсивно розпушується. Смуга ґрунту, що знаходиться під корпусом секції, розпушується пасивним ножем. Діаметр фрезерних барабанів 300 мм. Боковина кожуха секції розміщується на відстані 8 см від рядка рослин. Глибину обробітку культиватора регулюють в межах 4…8 см гвинтовим механізмом 3 і зміною довжини центральної тяги начіпного механізму.

### 1.16. Ґрунтообробні фрези

Фрези застосовують для інтенсивного подрібнення і перемішування шарів ґрунту, подрібнення бур'янів і рослинних решток, заробки добрив у ґрунт і вирівнювання поверхні поля. За призначенням ґрунтообробні фрези поділяють на польові, просапні, садові та болотні.

Фреза начіпна ФБН-2 (рис. 1.36) складається із фрезерного барабана, рами, двох опорних металевих коліс 7, решітки 5, конічного 2 та циліндричного 3 редукторів і начіпного пристрою 1.

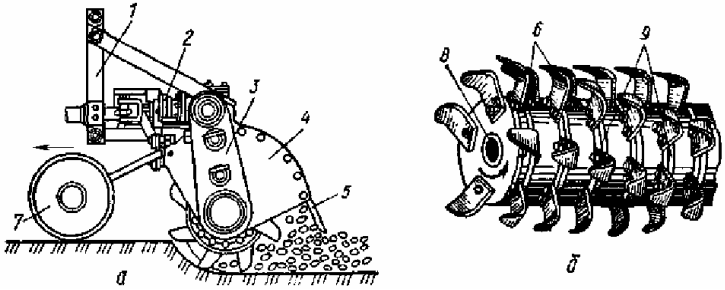
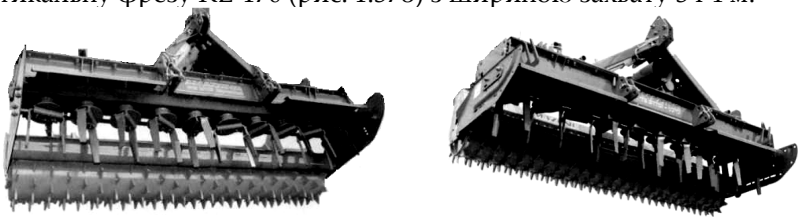



**Рис. 1.36. Ґрунтообробна фреза ФБН-2:**
а – робочий процес; б – фрезерний барабан; 1 – начіпний пристрій; 2 і 3 – редуктори; 4 – кожух; 5 – решітка; 6 – ножі; 7 – опорне колесо; 8 – вал; 9 – диски

Барабан (рис. 1.36б) має вал, на якому змонтовані фрикційні диски та диски з ножами, що притиснуті пружинами. Вал барабана встановлений у підшипниках рами. Зверху він закритий кожухом. У задній частині до кожуха прикріплена грабельна решітка. Барабан приводиться в рух від ВВП трактора через конічний і циліндричний редуктори. Глибину обробітку регулюють гвинтовими механізмами опорних коліс. Ширина захвату фрези 2 м. Робоча швидкість 2,4…3,8 км/год.

Компанія Amazone поставляє на ринок України вертикальну фрезу KE-303 Special (рис. 1.37а) з шириною захвату 2,5 і 3 м та вертикальну фрезу KE-170 (рис. 1.37б) з шириною захвату 3 і 4 м.



а б

**Рис. 1.37. Вертикальні фрези KE-303 Special (а) і KE-170 (б) компанії Amazone**

## 1.17. Котки

Котки застосовують для ущільнення та вирівнювання поверхні поля, руйнування ґрунтової кірки і грудок, розпушування ґрунту. Ущільнення може бути поверхневе та підповерхневе. Його здійснюють під час передпосівного обробітку ґрунту, під час сівби та після її проведення. Коток невеликого діаметра ущільнює здебільшого верхній шар ґрунту. Великий коток, навпаки, більш рівномірно ущільнює ґрунт по глибині.

Залежно від конструкції робочих органів котки поділяють на кільчасто-шпорові, кільчасто-зубчасті, борончасті та котки з гладенькою поверхнею (рис. 1.38).

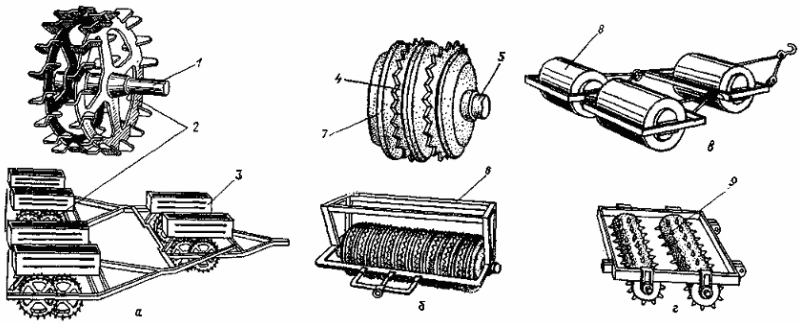



**Рис. 1.38. Котки:**
а – кільчасто-шпоровий; б – кільчасто-зубчастий; в – гладенький водоналивний; г – борончастий; 1, 5 – осі ; 2 – диски; 3 і 6 – ящики і майданчик для баласту; 4 – зубчасті кільця; 7 – клиноподібні кільця; 8 – циліндр металевий; 9 – циліндр із зубами

Кільчасто-шпоровий коток ЗККШ-6 (рис. 1.38а) призначений для поверхневого розпушування ґрунту з ущільненням підповерхневого шару, руйнування грудок, ґрунтової кірки та вирівнювання поверхні зораного поля. Складається з трьох секцій. Кожна секція має дві кільцеві батареї, які закріплені на рамі в підшипниках. Кільця в батареях розташовані у шаховому порядку. Робочими органами котка є стальні (чавунні) кільця діаметром 520 мм, на ободу яких з обох боків рівномірно розміщені клиноподібні шпори. Кільця вільно встановлені на осі. Тиск кілець на ґрунт в межах 27…47 Н/см регулюють зміною маси баласту в ящиках. Ширина захвату трьох секцій котка 6,1 м.

Коток кільчасто-зубчастий ККН-2,8 (рис. 1.38б) застосовують для вирівнювання поверхні поля, подрібнення грудок, ущільнення підповерхневого і розпушення поверхневого шарів ґрунту. Коток складається з трьох секцій. Кожна секція має раму, на якій встановлені на осі 5 десять клинових 7 діаметром 350 мм і дев'ять зубчастих 4 кілець діаметром 366 мм. Клинові кільця вільно встановлені на валу, а зубчасті – на маточинах клинових кілець.

Коток можна агрегатувати з культиваторами та буряковими сівалками. Ширина захвату котка 2,8 м.

Коток гладенький водоналивний ЗКВГ-1,4 (рис. 1.38в) використовують для прикотковування ґрунту до і після проведення сівби. Складається з трьох секцій, кожна з яких має металевий порожнистий циліндр діаметром 700 мм, довжиною 1400 мм і місткістю 500 *л*. Тиск котка на ґрунт у межах 23…60 Н/см регулюють кількістю води в циліндрах. Ширина захвату котка 4 м. Робоча швидкість 7…12 км/год.

Коток борончастий 5КБП-0,7 (рис. 1.38г) складається з п'яти секцій. На кожній секції встановлено по два циліндричних котки, на поверхні яких розміщені вздовж гвинтової лінії зуби діаметром 16 мм. Секції розміщені в шаховому порядку. Ширина захвату котка 3,25 м.

### 1.18. Машини для обробітку ґрунту в умовах вітрової ерозії

Обробіток ґрунтів в умовах вітрової ерозії проводять з використанням комплексу протиерозійних машин. До них відносять плоскорізи-глибокорозпушувачі (рис. 1.39), культиватори-плоскорізи, протиерозійні та штангові культиватори, голчасті борони, мотики та інше.

Плоскоріз-глибокорозпушувач ПГ-3-100 (рис. 1.39а) обладнаний трьома плоскорізальними лапами 5 із шириною захвату кож-

ної 100 см, двома опорними пневматичними колесами 4 з гвинтовими механізмами і замком автоматичної зчіпки СА-2. Плоскорізальна лапа складається з двох лемешів 6 (рис. 1.39б), долота 11, башмака 8, п'ятки 7, стояка 10 з регулювальним гвинтом 9. Плоскоріз проводить обробіток ґрунту на глибину до 30 см і агрегатується з тракторами тягового класу 3. Робоча ширина захвату 3,2 м, робоча швидкість до 10 км/год, а продуктивність – 3 га/год.

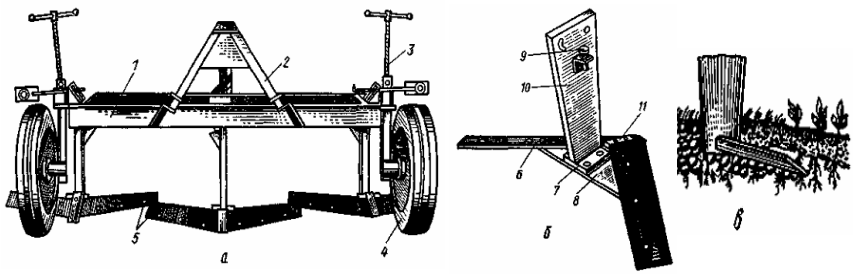



**Рис. 1.39. Плоскоріз-глибокорозпушувач ПГ-3-100:**
а – загальний вигляд; б – плоскорізальна лапа; в – схема робочого процесу; 1 – рама; 2 – замок автозчіпки; 3 – гвинтовий механізм; 4 – опорне колесо; 5 – лапа; 6 – леміш; 7 – п'ятка; 8 – башмак; 9 – регулювальний гвинт; 10 – стояк; 11 – долото

Глибокорозпушувач-підживлювач КПГ-2,2 обладнаний двома плоско-різальними лапами шириною захвату 110 см, бункером місткістю 450 кг, туковисівними апаратами, вентилятором, причіпним пристроєм і двома опорно-приводними колесами.

Широкозахватні культиватори-плоскорізи КПШ-11, КПШ-9 і КПШ-5 призначені для основного та передпосівного обробітку ґрунту на глибину до 18 см з максимальним збереженням стерні та інших пожнивних решток, щоб захистити ґрунт від вітрової ерозії. Їх використовують також для обробітку парів, зябу тощо.

Культиватор КПШ-9 (рис. 1.40) складається із трьох секцій – центральної середньої 9 і двох бокових 4 і 8. Середня секція 9 має раму, в передній частині якої змонтований замок автозчіпки 5, три плоскорізальних лапи шириною захвату 0,97 м кожна і двоє опорних пневматичних коліс 2.

Глибину обробітку ґрунту регулюють гвинтовими механізмами опорних коліс середньої секції. Ширина захвату культиватора 6,4 і 8,2 м. Робоча швидкість до 12 км/год. Агрегатують з тракторами класу 3 і 5.

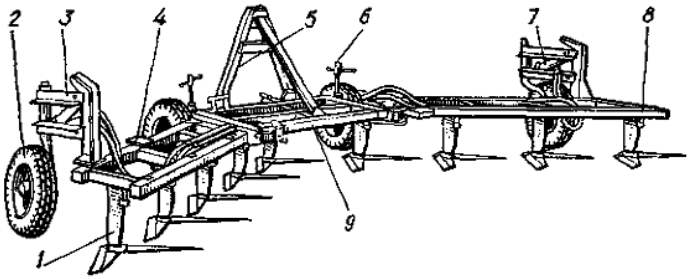



**Рис. 1.40. Культиватор-плоскоріз КПШ-9:**
1 – лапа; 2 – опорне колесо; 3 – підвіска; 4 – ліва бокова секція; 5 – замок автозчіпки; 6 – гвинтовий механізм; 7 – гідроциліндр; 8 – права бокова секція; 9 – середня секція

Для поверхневого обробітку ґрунту в умовах вітрової ерозії використовують також голчасті борони-мотики БМШ-15 і БМШ-20 та голчасту борону БИГ-3А.

## 1.19. Машини для обробітку ґрунту в умовах водної ерозії

Для боротьби з водною ерозією ґрунтів використовують поряд з організаційними і агротехнічні заходи. Основними з них є оранка вирізними корпусами, оранка з ґрунтопоглиблювачами, чизелювання, нарізування щілин, оранка з одночасним утворенням валиків та проміжків у борознах, утворення лунок на поверхні поля, перервних борозен та інше.

Оранка схилів повинна проводитись на горизонталях. Доцільно проводити гладеньку оранку із застосуванням оборотних або човникових плугів. Агрегат має рухатись так, щоб скиби розміщувались у бік схилу.

Ефективним заходом також є застосування ступінчастої оранки, суть якої полягає в тому, що для оранки на луках монтують поперемінно полицеві та безполицеві корпуси або встановлюють корпуси з короткою і довгою полицею. Остання утворює скибу з високим гребенем.

Пристрій ПРНТ-70.000 встановлюють на плузі ПЛН-4-35 і використовують для первинного борозноутворення. До пристрою входить трилопатева крилатка, опорно-приводне колесо, механізм перемикання та вкорочена полиця. Вкорочену полицю монтують на другому корпусі плуга замість основної. За допомогою пристрою на полі утворюються борозни довжиною 1,0…1,2 м та місткістю 95…100 л кожна. Загальна кількість борозен на одному гектарі 4000-4200.

Для утворення лунок на поверхні поля застосовують батарею сферичних дисків діаметром 450 мм. Диски встановлені на осі ексцентрично і повернуті один відносно другого на 180°. Батарею приєднують до плуга ПЛН-4-35. Встановлюють її з кутом атаки 30°. Під час роботи диски обертаються і утворюють в шаховому порядку на зораному полі витягнуті лунки. Місткість лунки 20 л. Кількість їх на гектарі в межах 12 тисяч.

Пристрої ПЛДГ-5 і ПЛДГ-10 до лущильників ЛДГ-5А і ЛДГ-10А призначені для утворення замкнутих лунок на поверхні зораного поля. Складається з лівих та правих секцій. Кожна секція має дискову батарею, зварену рамку і дві штанги з пружинами. Батарея складається з чотирьох сферичних дисків, що закріплені на осі з ексцентриситетом 110 мм. Під час роботи лущильника з пристроєм диски вирізують на поверхні поля лунки довжиною 1,3 м, шириною 0,5 і глибиною 0,2 м.

Плоскоріз-щілиноутворювач ПЩ-5 застосовується для післяжнивного обробітку ґрунту з одночасним щілюванням. Він складається з плоскорізальних лап, щілинорізів, рами з начіпним пристроєм і двох опорних пневматичних коліс. Плоскоріз можна застосовувати у варіанті плоскоріза і щілиноріза. Глибина обробітку плоскорізальними лапами 8…14 см, а щілинорізами – 25…35 см. Ширина захвату 4,4 м. Робоча швидкість 7…10 км/год. Продуктивність 3,1…4,4 га/год. Агрегатують з тракторами класу 5.

Пристрій ППБ-0,6А використовують для затримання дощової води в міжряддях просапних культур. Складається з підгортальних лап, чотирилопатевих крилаток і мірних дисків. Пристрій навішують на культиватори КРН-4,2А; КРН-5,6А і КРН-8,4. За допомогою пристрою на 1 га утворюють близько 4 тисяч борозен місткістю 250…280 м$^3$.

## 1.20. Комбіновані ґрунтообробні машини і агрегати

Комбіновані ґрунтообробні машини і агрегати призначені для виконання за один прохід кількох технологічних операцій. Агрегати повинні виконувати тільки такі технологічні операції, які суміщаються в часі без порушення агротехнічних вимог і строків виконання. Використання комбінованих агрегатів значно зменшує ущільнення і розпилювання ґрунту ходовими системами агрегатів, скорочує строки виконання робіт, підвищує продуктивність праці та знижує витрати.

Розрізняють три основні типи комбінованих машин: агрегат з кількох послідовно з'єднаних простих машин, кожна з яких виконує окрему операцію; машина з послідовно встановленими прос-

тими робочими органами для виконання кількох операцій; машина зі спеціальним комбінованим робочим органом для послідовного виконання технологічного процесу.

За набором у певній послідовності технологічних операцій, що виконуються під час обробітку ґрунту, комбіновані машини поділяють на чотири основні групи.

Перша група. Машини для суміщення основного та допоміжного (передпосівного) обробітку ґрунту. Це комбіновані агрегати АКП-2,5 і АКП-5, комбінована машина АКР-3,6, плуг з комбінованими робочими органами ПВН-3-35, пристрій ПВР-3,5 до плугів та інші.

Комбіновані агрегати АКП-2,5 і АКП-5 використовують для пошарового основного обробітку ґрунту (рис. 1.41а), сівби зернових та деяких просапних культур.

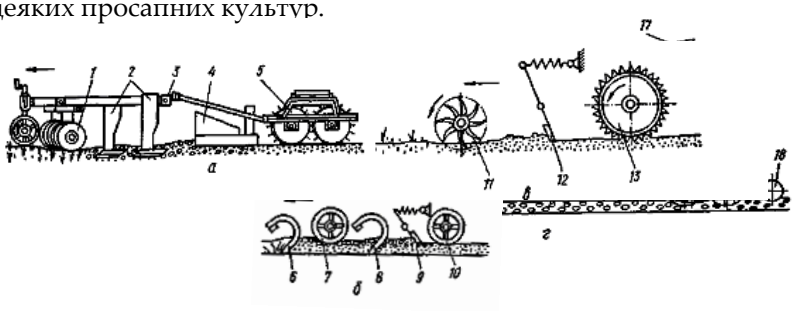



**Рис. 1.41. Комбіновані агрегати:**
а – АКП-2,5; б – РВК-3,6; в – ВИП-5,6; г – КА-3,6; 1 – дискова батарея; 2 – плоскорізальні лапи; 3 – рама; 4 – вирівнювач; 5, 7, 10 і 13 – котки; 6 і 8 – розпушувальні лапи; 9 і 12 – вирівнювальні бруси; 11 – голчастий диск; 14 – стрілчаста лапа; 15 – фреза; 16 – фартух; 17 – сівалка зернотукова; 18 – котки

На передній секції агрегату розміщені три дискові батареї 1 і три плоскорізальні лапи 2. Задня секція складається з вирівнювача 4 і двох рядів кільчасто-шпорових котків 5. Вона приєднується до рами передньої секції причіпним пристроєм. Робоча ширина захвату агрегатів відповідно 2,5 і 5 м, а продуктивність до 2,2 і 3,9 га/год.

Друга група. Машини для суміщення операцій під час передпосівного обробітку ґрунту. Це комбіновані агрегати РВК-3,6; РВК-5,4 і РВК-7,2, вирівнювач ВИП-5,6, культиватор-глибокорозпушувач КФГ-3,6, грядкоутворювач УГН-4К та інші.

Агрегати комбіновані РВК-3,6; РВК-5,4 і РВК-7,2 призначені для розпушення ґрунту на глибину до 12 см, вирівнювання поверхні поля та прикотковування (ущільнення) ґрунту.

Агрегат РВК-3,6 (рис. 1.41б) складається з переднього 6 і зад-

нього 8 рядів розпушувальних лап, двох рядів кільчасто-шпорових котків, двох вирівнювальних брусів 9, рами, двох опорних пневматичних коліс та причіпного пристрою. Під час руху агрегату передній ряд розпушувальних лап 6 розпушує ґрунт на глибину до 12 см і зміщує грудки в лівий та правий бік, а передній розріджений ряд кільчасто-шпорових котків 7 подрібнює ці грудки і ущільнює ґрунт. Другий ряд лап розпушує ґрунт по сліду дисків переднього ряду котків, бруси 9 вирівнюють поверхню поля, а задній суцільний ряд котків ущільнює ґрунт на всій ширині захвату агрегату.

Вирівнювач ВИП-5,6 (рис. 1.41в) складається з двох задніх і однієї передньої секцій. Кожна секція має ротаційну мотику з голчастими дисками 11, вирівнювальний брус 12 та кільчастий коток 13. Під час руху машини голчасті диски 11 розпушують ґрунт, подрібнюють грудки, вирівнювальний брус 12 вирівнює поверхню поля, а коток 13 ущільнює ґрунт. Робоча ширина захвату машини 5,6 м. Робоча швидкість 6…8 км/год, продуктивність 3,3…4,5 га/год. Машину агрегатують з тракторами класу 1,4 і 3.

Третя група. Машини для суміщення основного або передпосівного обробітку ґрунту з одночасним внесенням добрив, а також внесенням рідких мінеральних добрив під час оранки. Обробіток ґрунту проводиться комбінованими агрегатами, які складені із простих машин: плуга або культиватора і підживлювача рідкими мінеральними добривами та інших.

Використовуються також і спеціальні комбіновані ґрунтообробні машини, які укомплектовані висівними апаратами для твердих мінеральних добрив. Сюди слід віднести комбіновану машину МКП-4, культиватори-глибокорозпушувачі-удобрювачі КПГ-2,2 і ГУН-4 та інші.

Четверта група. Машини для суміщення передпосівного обробітку ґрунту і сівби. Комбіновані агрегати, що проводять передпосівний обробіток ґрунту і сівбу, можуть складатись із окремих простих машин (культиватора і сівалки), але є і спеціальні ґрунтообробно-посівні агрегати. Найпростішим комбінованим агрегатом є агрегат, що складений з культиватора КПС-4 і зернової сівалки СЗ-3,6А.

До спеціальних комбінованих машин, які проводять культивацію і сівбу, належать сівалки-культиватори, лущильники-сівалки, фрезерні культиватори-сівалки та комбінований агрегат КА-3,6 (рис. 1.41г).

Комбінований агрегат КА-3,6 призначений для проведення передпосівного обробітку важких ґрунтів, сівби зернових і зернобобових культур з одночасним внесенням добрив та прикотковування рядків. Агрегат складається з начіпного фрезерного культиватора КФГ-3,6, зернотукової сівалки СЗТ-3,6 та прикотковувально-

го пристрою (клинчасті котки). Під час роботи агрегату ножі фрезбарабана розпушують ґрунт, робочі органи сівалки утворюють борозни і подають на їх дно насіння та добрива, а клинчасті котки ущільнюють ґрунт у рядках. Ширина захвату агрегату 3,6. Робоча швидкість 7…9 м/год. Продуктивність до 2,7 га/год.

Фірма Lemken поставляє на ринок України універсальний комбінований агрегат Smaragd 7 і Smaragd 9 (рис. 1.42).

**Рис. 1.42. Універсальний комбінований агрегат Smaragd 9 фірми Lemken**

Комбінований агрегат Smaragd 9 має два ряди змінних крильчастих лап, які підрізують, розпушують ґрунт і перемішують його з рослинними рештками, похилі ввігнуті сферичні диски, встановлені зі зміщенням, які заробляють і краще розподіляють рослинні рештки на поверхні поля, пальчиковий пружинний штригель, який рівномірно розрівнює рослинні рештки по поверхні поля і трубчасто-ребристий коток діаметром 400 мм для зворотного ущільнення ґрунту. Універсальний комбінований агрегат Smaragd 7 випускається з шириною захвату від 2,6 до 4 метрів і потребує для агрегатування тракторів потужністю від 59 до 132 кВт, а Smaragd 9 – від 4 до 6 метрів і для його агрегатування потрібні трактори потужністю від 132 до 191 кВт відповідно.

Фірма Kuhn поставляє на ринок України комбіновані ґрунтообробні агрегати Mixter 100 (рис. 1.43) серій 107, 109, 111, 113.

**Рис. 1.43. Комбінований ґрунтообробний агрегат фірми Kuhn Mixter 100**

Комбіновані ґрунтообробні агрегати Mixter 107, 109, 111, 113 мають по два ряди змінних крильчастих лап, які підрізують, розпушують ґрунт і перемішують його з рослинними рештками, похилі ввігнуті сферичні диски, які заробляють і краще розподіляють рослинні рештки по поверхні поля і трубчасто-ребристий каток діаметром для зворотного ущільнення ґрунту. Ширина захвату ґрунтообробних агрегатів Mixter 107, 109, 111, 113 становить 3, 4, 5 і 6 м, а для їх агрегатування необхідні трактори з потужністю двигуна 105, 125, 147 і 170 кВт.

Використання комбінованих агрегатів дозволяє зменшити ущільнення ґрунтів за рахунок зменшення кількості проходів ґрунтообробних агрегатів по полю та покращити обробіток ґрунту під сівбу.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які існують види обробітку ґрунту та з якою метою проводять механічний обробіток?
2. За якими показниками характеризуються основні вимоги сільськогосподарських культур до ґрунтового середовища ?
3. За якими показниками характеризується якість роботи полицевих, дискових та чизельних ґрунтообробних машин ?
4. Які вимоги ставляться до ґрунтового середовища під час вирощування озимої пшениці ?
5. Класифікація ґрунтообробних машин залежно від способу механічного обробітку.
6. Дайте визначення дискового способу обробітку ґрунту, чим він відрізняється від полицевого?
7. Класифікуйте види обробітку ґрунту за глибиною.
8. Як поділяють машини для основного обробітку ґрунту за типом робочих органів?
9. За якої умови забезпечується стійке положення скиби для плугів з різними типами робочої поверхні?
10. Основні переваги та умови застосування напівгвинтових лемішно-полицевих поверхонь плугів.
11. Характеристика робочих частин корпусу плуга.
12. Призначення передплужника, ґрунтопоглиблювача, кутознімача і дискового ножа.
13. Основні моменти налагодження начіпного плуга ПЛН-5-35.
14. Конструкційно-технологічні особливості начіпних плугів фірми Lemken ЄвроОпал і ВаріОпал.

15. Конструкційні особливості оборотного плуга Vari-Master 152 фірми Kuhn.
16. Конструкційні особливості гібридного оборотного плуга VariTansanit фірми Lemken.
17. Яким чином регулюють ширину захвату корпусів у напівначіпному плузі Challenger фірми Kuhn ?
18. Яким чином забезпечується поворот і фіксація рами плуга ПОН-2-30 ?
19. Характеристика робочих органів дискового начіпного плуга ПНД-4-30.
20. Технологічно-конструкційна характеристика робочих органів чизельного плуга ПЧ-2,5.
21. Діапазон глибини обробітку глибокорозпушувачів SJ фірми Jumpa.
22. Агротехнологічна характеристика чагарникового плуга ПБН-75.
23. Технологічне призначення плантажного плуга ППН-50.
24. Агротехнологічні особливості використання двоярусного плуга ПНЯ-4-40.
25. Технологічний процес роботи триярусного плуга ПТН-40.
26. Типи робочих органів борін.
27. Агротехнологічна характеристика борін БП-12-01 і БП-28 виробництва «УманьФермМаш».
28. Агротехнічна і техніко-економічна характеристика дискової борони БДТ-3.
29. Агротехнічна характеристика дискових борін 637 фірми John Deere.
30. Характеристика робочих органів короткої дискової борони Рубін 9.
31. Технологічне призначення лущильників та наведіть їх класифікацію.
32. Характеристика причіпних та начіпних лущильників Catros фірми Amazone.
33.Типии робочих органів культиваторів-рослинопідживлювачів.
34. Робочі органи культиватора КПС-4.
35. Конструкція садового культиватора КСМ-5.
36. Агротехнічна характеристика широкозахватних культиваторів фірми Krause.
37. Технологічний процес роботи ґрунтообробної фрези ФБН-2.
38. В чому полягає особливість конструкції вертикальних фрез KE-303 Special і KE-170 фірми Amazone?
39. Класифікація ґрунтообробних котків.
40. Загальна технологічна характеристика машин для обробітку ґрунту в умовах вітрової ерозії.

41. Агротехнічні особливості роботи машин для обробітку ґрунту в умовах водної ерозії.
42. Охарактеризуйте технологічні особливості плоскоріза-щілювача ПЩН-5.
43. Ефективність роботи комбінованих ґрунтообробних машин та агрегатів.
44. Якими типами робочих органів комплектуються комбіновані агрегати фірми Lemken Smaragd 7 і Smaragd 9?
45. Які технологічні операції поєднуються під час роботи комбінованих ґрунтообробних агрегатів фірми Kuhn Mixter 100?

# РОЗДІЛ II
# МАШИНИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ І ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

## 2.1. Види добрив, способи і технології внесення їх у ґрунт, класифікація машин для внесення добрив

Збереження та підвищення родючості ґрунтів можливе лише за умови грамотного внесення добрив і хімічних меліорантів. Добрива містять в собі основні елементи живлення рослин: фосфор P, калій K, азот N і речовини, що покращують фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту. Поділяють добрива на мінеральні та органічні. Крім того, застосовують також хімічні меліоранти на кислих (вапнякові матеріали) і солонцюватих (гіпсові матеріали) ґрунтах.

Промисловість випускає мінеральні добрива у вигляді гранул розміром 1…5 мм, кристалів, порошків та рідин. Рідкі мінеральні добрива, до складу яких входить кілька поживних елементів, одержали назву комплексних (РКД).

Органічні добрива складаються з речовин тваринного або рослинного походження, до яких належать гній (твердий перепрілий, рідкий або напіврідкий), гноївка, торф, компости, сапропелі, рослинна маса, що заробляється у ґрунт.

Способи внесення добрив визначаються агротехнікою вирощування культур. Залежно від періоду внесення розрізняють передпосівний, припосівний і післяпосівний (підживлення) способи внесення добрив.

Передпосівний спосіб (його також називають основним, суцільним або розкидним) застосовують для внесення основної маси туків, всіх меліорантів і органічних добрив. Рівномірно розкидані (розсіяні) на полі добрива під час суцільного внесення заробляють у ґрунт на глибину 10…20 см плугом або культиватором.

Припосівне внесення здійснюють одночасно з сівбою. Вносять добрива в ґрунт разом з насінням або поблизу нього.

Підживлюють сільськогосподарські культури одночасно з культивацією міжрядь; культури суцільного висіву підживлюють наземними агрегатами, для пересування яких під час сівби утворюють технологічну колію; за несприятливих умов прохідності і підвищеної вологості підживлення здійснюють авіацією.

Для механізації всіх операцій технологічного процесу внесення добрив складають технологічні комплекси. Машини для внесення добрив класифікують за такими ознаками:

- за призначенням – машини для підготовки і навантаження мінеральних добрив, внесення твердих, пилоподібних і рі-

дких мінеральних добрив, навантаження твердих і рідких органічних добрив, внесення твердих і рідких органічних добрив;

- за способом агрегатування – самохідні, причіпні, начіпні, напівначіпні;
- за кількістю виконуваних операцій – машини для внесення добрив і комбіновані агрегати.

## 2.2. Агротехнічні вимоги до машин для внесення добрив

Під час внесення добрив необхідно дотримуватися таких агротехнічних вимог. Злежані мінеральні добрива перед використанням слід подрібнювати і просіювати. Розмір частинок після подрібнення має бути не більше 5 мм, вміст частинок розміром 1 мм допускається до 6%.

Під час розтарювання втрати добрив з паперовою мішкотарою не мають перевищувати 1%, а з поліетиленовою – 0,5%. Вміст шматків мішкотари в подрібнених добривах не має перевищувати 3% маси паперових і 0,8% маси поліетиленових мішків.

Під час змішування добрив вологість вихідних компонентів не має відрізнятись від стандартної більше як на 25%. Відхилення від заданого співвідношення поживних елементів у тукосуміші допускається не більше ±5%, а неоднорідність суміші – не більше ±10%.

Відхилення фактичної дози від заданої під час внесення мінеральних добрив допускається не більше ±5%, нерівномірність розподілу добрив по ширині захвату – до 15%, необроблені поворотні смуги і пропуски між суміжними проходами агрегату не допускаються. Розрив між внесенням добрив та їх заробленням у ґрунт не має перевищувати 12 годин.

Під час внесення органічних добрив відхилення фактичної дози від заданої допускається ±5%; нерівномірність розподілу за шириною розкидання – до 15…25%, а напрямом руху – до 10…15%.

## 2.3. Машини для підготовки і навантаження мінеральних добрив

Комплекс машин для підготовки добрив до внесення включає високопродуктивні машини для розтарювання і подрібнення злежаних мінеральних добрив, машини для навантажувально-розвантажувальних робіт, тукозмішувальні установки для приготування тукосумішей, машини для транспортування мінеральних добрив, які поставляються незатареними, а також затареними в мішках і контейнерах.

Агрегат для розтарювання і подрібнення злежаних мінеральних добрив АИР-20 (рис. 2.1) призначений для розтарювання і подрібнення злежаних та затарених і подрібнення незатарених мінеральних добрив з наступним відокремленням їх від мішкотари і одночасного завантаження підготовленої маси для внесення в транспортні засоби або бункери сівалок. Агрегат може бути використаний для розтарювання незлежаних гранульованих мінеральних добрив.

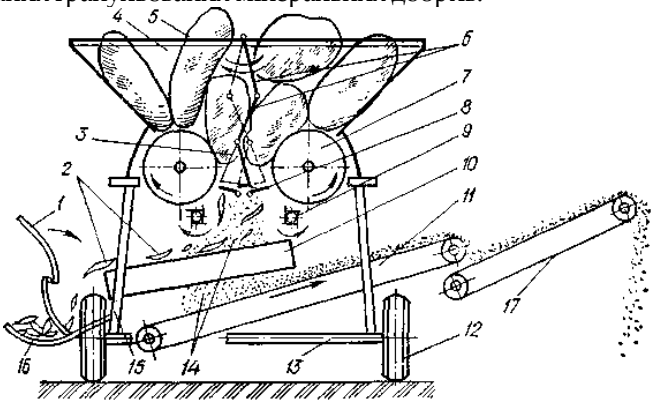



**Рис. 2.1. Схема роботи агрегату АИР-20:**
1 – мотовило; 2 – залишки мішкотари; 3 – притискні щоки; 4 – бункер; 5 –мішки з добривами; 6 – решітчасті перегородки; 7 – подрібнювальний барабан; 8 – протирізальна пластина; 9 – знімний бітер; 10 – сепарувальний пристрій; 11 – вивантажувальний транспортер; 12 – колесо; 13 – колісна вісь; 14 – подрібнені добрива; 15 – рама; 16 – решітка; 17 – відкидний транспортер

Це напівначіпна стаціонарна машина, яка може поставлятись замовнику в двох варіантах: з приводом від електродвигуна або вала відбору потужності трактора. Транспортування і маневрування машини здійснюють тракторами класу 1,4.

Технологічний процес роботи агрегату відбувається таким чином. Затарені або незатарені злежані мінеральні добрива навантажувачем ПКУ-0,8 завантажуються в бункер 4. Живильний механізм здійснює коливальний рух і подає мінеральні добрива до подрібнювального пристрою, що складається з двох барабанів 7, які обертаються назустріч один одному, і підпружинених протирізальних пластин 8. У подрібнювальному пристрої грудки мінеральних добрив і мішкотара подрібнюються. Далі подрібнена маса надходить на сепарувальний пристрій 10, де відокремлюється мішкотара та інші сторонні предмети. Із сепарувального пристрою доб-

рива просипаються на вивантажувальний транспортер 11 і спрямовуються через шарнірно закріплений відкидний транспортер 17 в машини для внесення добрив, завантажувачі сівалок та інші транспортні засоби. Мішкотара та інші сторонні домішки з сепарувального пристрою надходять на пристрій для видалення мішкотари і виносяться з робочої зони машини.

Продуктивність агрегату під час розтарювання незлежаних туків 30 т/год, злежаних – 20 т/год, а подрібнення злежаних добрив – 20…30 т/год. Обслуговує агрегат оператор або тракторист.

Навантажувачі добрив. Для навантаження добрив у транспортні і технологічні машини застосовують універсальні навантажувачі. За принципом роботи навантажувачі є періодичної і безперервної дії. Технологічний процес перших включає робочий (забір, піднімання, переміщення, вивантаження матеріалу) і холостий (повернення навантажувача у початкове положення) ходи. Навантажувачі безперервної дії здійснюють у робочому положенні безперервний забір матеріалу і завантаження його в машину.

Навантажувач-екскаватор ПЭ-0,8Б (рис. 2.2) – це гідравлічна машина, начіплена на трактор ЮМЗ-6Л або ЮМЗ-6М. Він призначений для навантаження мінеральних добрив, сипких і малосипких матеріалів, силосу та сінажу, штучних чи упакованих у тару вантажів, а також для проведення екскаваторних робіт у ґрунтах I і II категорій (рідка глина, суглинок, супісок, ґрунт рослинного шару, чорнозем, шлак, щебінь та ін.) у незамерзлому стані та для бульдозерних робіт.

Робочим обладнанням машини є грейфер 7 для сипких матеріалів, грейфер (кігті) 13 для органічних добрив, ківш-лопата 14 для екскаваторних робіт, гак 15 для навантаження штучних і упакованих у тару вантажів та бульдозер 12. Виліт стріли змінюють гідроциліндром 8, а піднімання та опускання здійснюють гідроциліндром 9. Окремим гідроциліндром стрілу повертають у горизонтальній площині на кут 270°. Продуктивність навантажувача-екскаватора ПЭ-0,8Б за навантаження сипких матеріалів до 100 т/год, риття траншей – 30 м$^3$/год.

Автономний навантажувач-екскаватор ПЭА-1,0 призначений для навантаження органічних та мінеральних добрив, сипких і малосипких матеріалів, силосу, сінажу, штучних чи затарених вантажів, а також для проведення землерийних робіт. Навантажувач змонтований на базі трактора ЮМЗ-6Л і обладнується змінними робочими органами, керують якими за допомогою гідросистеми з робочим тиском 10 кПа. Вантажність навантажувача 1,2 т, висота навантаження 2 м, продуктивність 152…163 т/год.

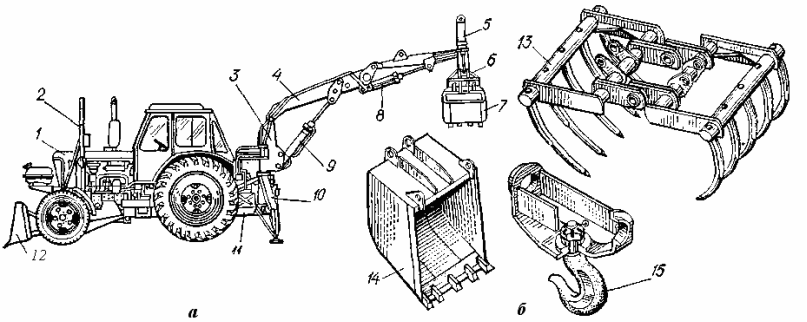



**Рис. 2.2. Навантажувач-екскаватор ПЭ-0,8Б:**
а – загальний вигляд; б – змінне обладнання; 1 – трактор; 2 – підставка; 3 – поворотна колонка; 4 – стріла; 5, 8, 9 – гідроциліндри; 6 – механізм робочого органа; 7 – грейфер; 10 – домкрат; 11 – рама; 12 – бульдозер; 13 – грейфер для органічних добрив; 14 – ківш; 15 – гак

Фронтально-перекидний навантажувач ПФП-1,2 (рис. 2.3) обладнаний ковшем 1, підвішеним на П-подібній рамі 4.

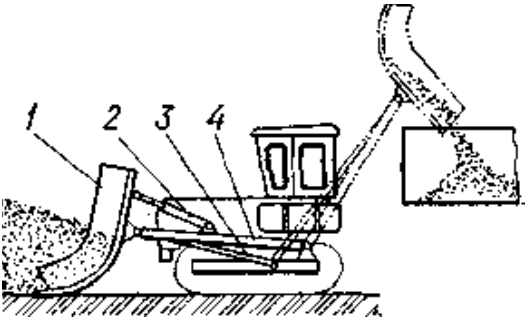



**Рис. 2.3. Схема роботи фронтально-перекидного навантажувача ПФП-1,2:**
1 – ківш; 2, 3 – гідроциліндри; 4 – рама

Для заповнення ківш опускають на землю і рухають вперед. Потім його повертають гідроциліндром 2, піднімають гідроциліндром 3 і вивантажують добрива в кузов транспортних засобів або розкидачів. Вантажність навантажувача 1,5 т. Начіплюють його на трактор ДТ-75В. Продуктивність до 125 т/год. Подібну будову має навантажувач ПФП-2, який агрегатують з трактором Т-150.

На ринок України фірма Manitou поставляє телескопічні навантажувачі МТ 625 (рис. 2.4).

**Рис. 2.4. Телескопічний навантажувач МТ 625**

Навантажувач МТ 625 з легкістю заїжджає у будівлі (ворота, двері) або підвали завдяки своїй довжині (1,92 м) і ширині (1,82 м). Цей компактний навантажувач завдяки чотирьом ведучим і напрямним колесам та дорожньому просвіту в 33 см має можливість працювати у позадорожних умовах, долаючи ухили і перешкоди. Номінальна вантажність 2,5 т, висота піднімання вантажу – 5,85 м.

## 2.4. Машини для внесення твердих мінеральних добрив і меліорантів

Тверді мінеральні добрива вносять за прямоточною та перевантажувальною технологіями відцентровими розкидачами МВУ-6, МВУ-8, МВУ-16, ІРМГ-4, МХА-7, МВУ-0,5А, МВУ-30, АМП-5 і пневматичними розкидачами ССТ-10, РУМ-5-03, ААП-5 та іншими. Для внутрішньогрунтового локально-стрічкового внесення основних доз мінеральних добрив використовують комбіновану машину МКП-4.

Машина для внесення добрив МВУ-5 (рис. 2.5) призначена для поверхневого (суцільного) внесення мінеральних добрив, їх сумішей, вапна та гіпсу.

Процес роботи. Під час руху по полю машини із завантаженими добривами і включеним валом відбору потужності трактора розсіювальні диски обертаються, а на них транспортером, що приводиться в дію від лівого заднього ходового колеса машини, через дозувальну заслінку і туконапрямник подаються добрива. Диски з лопатками розсіюють добрива віялоподібним потоком на поверхню ґрунту. Дозу внесення добрив регулюють зміною положення дозувальної заслінки на задньому борту кузова машини і швидкості транспортера шляхом встановлення ланцюга змінних контурів приводу на зовнішні зірочки з кількістю зубів z = 12 і z = 45 або z = 28 і z = 33.

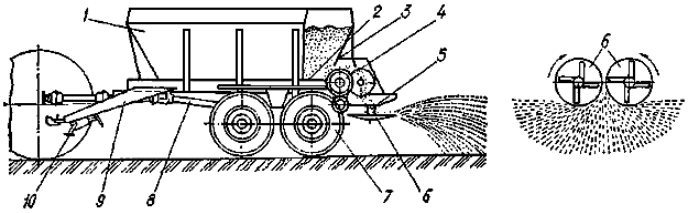



**Рис. 2.5. Схема роботи машини МВУ-6:**
1 – кузов; 2 – транспортер; 3 – дозувальна заслінка; 4 – привод робочих органів; 5 – туконапрямник; 6 – розсіювальні диски; 7 – ходова система; 8 – карданний вал; 9 – дишель; 10 – опора

Машина МВУ-12 призначена для транспортування і суцільного поверхневого внесення в ґрунт мінеральних добрив, вапнякових і гіпсомістких матеріалів. Машина складається з кузова з рамою, балансирного візка, приводу робочих органів, розсіювальних дисків, туконапрямника, конвеєра-живильника, дозувального пристрою, пневматичного і механічного ручного приводів гальм, електрообладнання, гідравлічної системи. Робочі органи приводяться в дію від вала відбору потужності трактора Т-150К за допомогою карданної передачі, редукторів і ланцюгових передач. Керування робочими органами здійснюється з кабіни трактора. Необхідну норму внесення добрив регулюють за допомогою дозувальної заслінки, штурвал керування якої розміщений з лівого боку машини. Обслуговує машину тракторист.

Машина МВУ-16 призначена для транспортування і поверхневого суцільного внесення вапнякових, гіпсомістких матеріалів та мінеральних добрив. Машина складається з кузова, рами, ходової системи, зчіпного і дозувального пристроїв, транспортера, розсіювальних дисків, приводу робочих органів, гідро- і пневматичної гальмівних систем, електрообладнання. До розсіювальних дисків приклепані лопатки С-подібного перерізу, відігнуті в передній частині у бік обертання дисків. Привод робочих органів – механічний. Агрегатують машину з трактором К-701, обслуговує її тракторист.

Машина 1РМГ-4Б призначена для поверхневого внесення всіх видів і форм мінеральних добрив, вапнякових матеріалів та гіпсу. Це одновісний причіп, який складається з рами, кузова, транспортера, приводного пристрою транспортера, відцентрових розсіювальних дисків та ходової системи. Дозу внесення добрив регулюють зміною висоти щілини між днищем і дозувальною заслінкою за лінійкою, прикріпленою під заслінкою до заднього борта, а також швидкості руху агрегату. Агрегатують машину з тракторами класу 1,4. Обслуговує її тракторист.

Машина для внесення мінеральних добрив і сівби сидератів МВУ-0,5А (рис. 2.6) призначена для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив у гранульованому і кристалічному вигляді. Машина складається з конічного бункера із запобіжною сіткою, скребкового подавального і донного дозувального пристроїв, ротаційного розпушувача склепінь, відцентрового тукорозсівного апарата пневмомеханічного типу і механізму приводу робочих органів. Туковисівний апарат має лопатевий диск, над яким розміщена кришка з центральним завантажувальним отвором. У центрі диска закріплений конус-розсічка. Подавальний пристрій виконаний у вигляді скребків, які обертаються на валу і розміщені паралельно заслінкам дозувального пристрою. Дозу внесення встановлюють зміною робочої швидкості агрегату і положення дозувальних заслінок. Агрегатують машину з тракторами класу 0,6, 1,4 і 2.

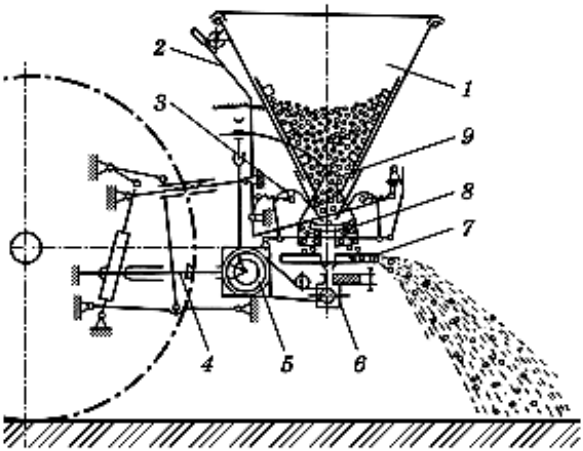



**Рис. 2.6. Схема начіпного розкидача мінеральних добрив МВУ-0,5А:**
1 – бункер; 2 – регулятор висіву; 3 – поворотний клапан; 4 – карданний вал; 5 і 6 – редуктори; 7 – розкидальний диск; 8 – дозувальна пластина; 9 – ворушилка

Туковисівний апарат АТП-2 (рис. 2.7) складається з бункера 1 з кришкою 3, лійок 11, вала 5 з пружинним висівним механізмом, покажчика рівня добрив 14 і кронштейна 4, яким бункер кріпиться до кронштейна рами сівалки чи культиватора.

Бункер 1 зверху має прямокутну форму, а знизу зрізаний. Зверху до бункера шарнірно прикріплено кришку 3 з покажчиком

рівня добрив 14. У закритому положенні кришка притискується заскочкою. У нижній частині з обох торців бункера є вікна, біля яких закріплені лійки 11. Усередині бункера над шнеками 8 розміщені козирки, які запобігають довільному просипанню добрив у лійки. Дно бункера має два люки очищення бункера від добрив, які закриваються піддонами 10 із замками. Пружинний висівний механізм – це вал 5, на якому закріплено два пружинних шнеки 8 з лівим і правим навиванням. У середній частині на валу встановлено втулку 9 з пазами, в які входять зачепи пружинних шнеків. Інші кінці шнеків входять в отвори вала.

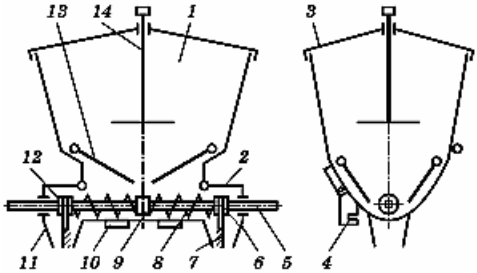



**Рис. 2.7. Схема туковисівного апарата АТП-2:**
1 – бункер; 2 і 3 – кришки; 4 – кронштейн; 5 – вал; 6, 9 і 12 – втулки; 7 – розсіювач; 8 – шнек; 10 – піддон; 11 – лійка; 13 – козирок; 14 – покажчик рівня добрив

Ведучим виробником машин для внесення твердих мінеральних добрив є компанія Amazone, яка поставляє на ринок України начіпні розкидачі ZA-XW Perfect 502 (об'єм бункера 500 *л*), ZA-X Perfect 602 (600 *л*), ZA-X Perfect 902 (900 *л*), ZA-X Perfect 1402 (1400 *л*) з шириною захвату від 10 до 18 м і машини ZA-M 900 (об'єм бункера 900 *л*), ZA-M 1200 (1200 *л*), ZA-M 1500 (1450 *л*), ZA-M profiS (1450 *л*) з шириною захвату від 10 до 36 м, а також начіпний розкидач ZA-M ultra (рис. 2.8а) з об'ємом бункера від 3000 до 4200 *л* та причіпний розкидач ZG-B ultra (рис. 2.8б) з об'ємом бункера від 5500 до 8200 *л* і шириною захвату від 15 до 52 м.

Норма внесення мінеральних добрив розкидачем ZG-B регулюється залежно від швидкості руху, електрогідравлічно-регульованим донним стрічковим транспортером, управління яким здійснює бортовий комп'ютер AMATRON+. Є можливість під'єднання GPS і N сенсора з метою використання розкидача в системі точного землеробства.

а б

**Рис. 2.8. Начіпний розкидач ZA-M:**
ultra (а) і причіпний розкидач ZG-B ultra (б)

Компанія Kuhn поставляє на ринок України начіпні розкидачі Axis 20.1, 30.1, 40.1 (рис. 2.9) з шириною захвату від 12 до 36 м і місткістю бункера від 1000 до 3000 *л*.

**Рис. 2.9. Начіпний розкидач компанії Kuhn Axis 40.1**

Регулювання норми внесення добрив машинами з дисковими розкидачами виконують, користуючись таблицями заводських інструкцій, в яких вказано положення дозувальної заслінки для заданої норми. Однак, таблиці складені для певних ширини захвату, швидкості руху машини і об'ємної маси добрив, а у виробничих умовах ці показники можуть відрізнятись від табличних. У цьому випадку табличний покажчик норми внесення $Q_m$, кг/га, за яким встановлюють дозувальний пристрій, визначають за формулою:

$$Q_m = Q_з v_p B_p \gamma_p / (v_m B_m \gamma_m), \qquad (2.1)$$

де $Q_з$ – задана норма внесення добрив, кг/га; $v_р$ – робоча швидкість агрегату, км/год; $v_т$ – таблична швидкість агрегату, км/год; $B_р$ – дійсна ширина захвату, м; $B_т$ – таблична ширина захвату, м; $\gamma_р$ – об'ємна маса добрив, що висіваються, кг/дм$^3$; $\gamma_т$ – об'ємна маса, вказана в таблиці, кг/дм$^3$.

Після встановлення дозувального пристрою машини МВУ-0,5 відповідно до таблиці проводять дослідну перевірку норми внесення добрив. Для цього відключають диски, під дозувальний пристрій встановлюють тару, включають вал відбору потужності і протягом 1…2 хвилин збирають у неї добрива.

Масу добрив $q$, кг, яка має бути висіяна за вказаний проміжок часу $t$, хв, обчислюють за формулою:

$$q = Q_з B_р v_р t / 600 . \qquad (2.2)$$

Для перевірки дійсної норми внесення добрив у полі в бункер машини будь-якого типу засипають відважену порцію добрив. Після внесення добрив заміряють площу, на якій вони висіяні, і обчислюють фактичну норму внесення $Q_ф$, кг/га, за формулою:

$$Q_ф = 10000 m_д / S , \qquad (2.3)$$

де $m_д$ – маса зважених добрив, кг; S – засіяна площа, м$^2$.

За великої розбіжності $Q_ф$ і $Q_з$ змінюють положення дозувальної заслінки і проводять повторну перевірку.

Перевірку можна виконувати також, порівнюючи фактичну довжину шляху розсіяних добрив з розрахунковою $l_{розр}$, м. Заміряна після розсіву добрив довжина шляху має дорівнювати розрахунковій:

$$l_{розр} = \frac{m_д}{B_р Q_з} . \qquad (2.4)$$

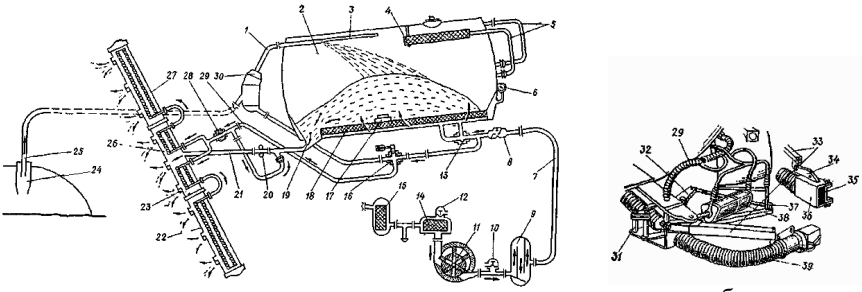
Під час підживлення зернових колосових культур, які вирощують за інтенсивною технологією, доцільно використовувати розкидачі мінеральних добрив МВУ-0,5А і Axis 40.1. Розкидач МВУ-0,5А слід використовувати за ширини технологічної колії 1350 мм та ширині ходових доріжок 300 мм. До того ж на тракторі МТЗ-80 встановлюють задні колеса з вузькими шинами 9,42. Якщо технологічна колія становить 1800 мм, а ширина ходових доріжок 450 мм, тоді на тракторах встановлюють колеса зі звичайними шинами.

Щоб збільшити робочу ширину захвату розкидача до 15…18 м та підвищити рівномірність внесення добрив, збільшують

діаметр дисків до 700 мм (приварюють кільце до диска і відгинають його вгору, щоб нахил твірної кільця був 10…12°) і встановлюють під скатною дошкою ведучих зірочок конвеєра два короби, а позаду дисків – спеціальний відбивач.

## 2.5. Машини для внесення пилоподібних добрив

Машина для внесення пилоподібних добрив і вапна РУП-14 (рис. 2.10) призначена для транспортування і поверхневого внесення аерованих пилоподібних добрив, а також для завантаження їх у склади. Агрегатують із трактором К-701 за допомогою сідельно-зчіпного пристрою.



а б

**Рис. 2.10. Схеми машин для внесення пилоподібних добрив:**
а – схема робочого процесу розкидача РУП-14; б – запірно-розпилювальний пристрій розкидачів АРУП-8 і РУП-8; 1 – завантажувальна магістраль; 2 – цистерна; 3 – труба; 4, 14 і 15 – фільтри; 5, 7, 25, 29 і 39 – рукави; 6 – манометр-вакуумметр; 8 – зворотний клапан; 9 – волого-масловідокремлювач; 10 і 12 – запобіжні клапани; 11 – компресор; 13, 16 і 28 – крани; 17 – датчик-сигналізатор; 18 – аероднище; 19 – горловина; 20 – запірний пристрій; 21 – розвантажувальна магістраль; 22, 26 і 27 – секції штанги, 23 – дозувальні шайби; 24 – сопло; 30 – каменевловлювач; 31 – ролик; 32 – важільний механізм; 33 – важіль; 34 – косинка; 35 – дозувальна заслінка; 36 – наконечник; 37 і 38 – пневмоциліндри

Машина складається з цистерни 2, пневмосистеми, завантажувальної 1 і розвантажувальної 21 магістралей і штангового розподільного пристрою. Цистерна 2 змонтована на двовісному напівпричепі з нахилом назад. Всередині цистерни встановлені завантажувальна труба 3, два фільтри 4 першого ступеня очищення повітря, датчик-сигналізатор 17 і два аероднища 18. Штанговий розподільний пристрій складається з центральної 26 і двох бокових 22 і 27

трубчастих секцій, з'єднаних шарнірно. У труби вмонтовано аератори, які завихрюють потік і забезпечують рівномірний розподіл добрив уздовж труби.

Знизу навпроти випускних отворів до труб кріпляться дозувальні шайби 23, які мають по чотири отвори різного діаметра. Поворотом шайб суміщають відповідні отвори шайб з отворами труби і змінюють переріз випускних каналів. До дозувальних шайб кріпляться лійки з двома гнучкими трубами – «гасителями» потоку. У транспортне положення бокові секції штанги переводять гідроциліндрами.

Машина може виконувати такі процеси: самозавантаження, розсівання добрив на полі, перевантаження добрив в іншу машину або складське приміщення. Під час самозавантаження перекривають рукав розвантажувальної магістралі 21 і крани пневмосистеми, рукави 5 з'єднують з фільтром 15, до корпуса каменевловлювача 30 приєднують заправний рукав 25 із забірним соплом 24 і включають компресор 11.

Дозу внесення добрив регулюють поворотом і зміною шайб 23, а також зміною швидкості руху агрегату. До машини додається два комплекти шайб для забезпечення великих, середніх і малих доз від 0,6 до 10 т/га. Під час встановлення РУП-14 на задану норму внесення добрив користуються таблицею. Вантажність машини 13…14 т, продуктивність до 52 т/год, ширина захвату штанги 11 м, робоча швидкість 10…15 км/год.

Машина РУП-10 має таку саму будову, що і РУП-14. Агрегатують її з трактором Т-150К. Місткість цистерни 8,3 м$^3$, вантажопідйомність 10 т, ширина захвату 11 м, продуктивність до 48 т/год.

Машини АРУП-8 і РУП-8 відрізняються від РУП-14 типом розпилювального пристрою. На задній стінці цистерни встановлено запірно-розпилювальний пристрій (рис. 2.10б) із щілеподібним наконечником 36, з'єднаним гнучким рукавом з горловиною 19. У такому випадку суміш пилоподібних добрив з повітрям рукавом 39 надходить до наконечника 36 і розсівається на полі. Напрям пилового потоку до поверхні поля змінюють поворотом косинки 34.

Вантажність обох машин 8 т, ширина розсівання 12…14 м, робоча швидкість 8…12 км/год. АРУП-8 агрегатують з автомобілем ЗИЛ-130-1, а РУП-8 – з тракторами Т-150К і К-700.

Машини МТП-10 і МТП-13 призначені для транспортування аерованих пилоподібних добрив від складів до поля і перевантаження їх в польові розкидачі. МТП-10 агрегатують з автомобілем ЗИЛ-441510, а МТП-13 – з автомобілем-тягачем КамАЗ-5410.

## 2.6. Машини для внесення рідких мінеральних добрив

У сільському господарстві використовують рідкі мінеральні добрива – аміачну воду (водний аміак), рідкий (безводний) аміак, вуглеаміакати і рідкі комплексні добрива.

Транспортування і внесення рідкого аміаку в ґрунт здійснюється спеціальним комплексом машин. Для перевезення аміаку застосовують автомобільні заправники МЖА-6 і ЦТА-10-5410, тракторні заправники ЗТА-3, ЗБА-3,2-817 і ЦТА-10-761, а для внесення – агрегати АБА-0,5, АБА-0,5М, АБА-1 і АША-2. Для внесення водного аміаку використовують підживлювач ПОМ-630.

Агрегати АБА-0,5, АБА-0,5М, АБА-1 і АША-2 застосовують для внесення рідкого аміаку в ґрунт одночасно з передпосівною культивацією, а також для підживлення лук і пасовищ. Крім того, агрегати АБА-0,5 і АБА-0,5М застосовують для внесення аміаку під час міжрядного обробітку просапних культур, а АБА-1 – під час внесення аміаку одночасно з оранкою ґрунту.

Рідкі комплексні добрива (РКД) поставляють сільському господарству у вигляді базисних розчинів марок 8:24:0, 10:34:0, 11:37:0 і складаються переважно з двох елементів живлення – азоту і фосфору. Для внесення РДК у ґрунт застосовують машини ПЖУ-2,5, ПЖУ-5, МГУС-2,5 і МВУ-2000, а під час розподілення його поверхнею – ПЖУ-9 і ОП-3200. У випадку поверхневого внесення машини обладнують штангою, а під час внесення у ґрунт їх агрегатують із культиваторами зі спеціальними робочими органами або з пристроєм АШ-10.

Підживлювач-обприскувач монтований ПОМ-630 (рис. 2.11) і його модифікації ПОМ-630-1 (бурякова), ПОМ-630-2 (овочева) призначені для внесення в ґрунт водного аміаку та інших рідких мінеральних добрив під час суцільної культивації, підживлення рослин, міжрядної культивації просапних культур, удобрення лук та пасовищ, суцільного обприскування ґрунту пестицидами, передпосівної культивації з одночасним загортанням препарату робочими органами ґрунтообробних знарядь. Крім того, здійснюють суцільне обприскування ґрунту і польових сільськогосподарських культур робочими рідинами пестицидів за допомогою штанги, яку складають і розкладають з кабіни трактора рукояткою гідророзподільника.

Машина складається з двох резервуарів 1 з гідромішалками 6, рівнеміром 4, триходовим краном 3, запобіжним клапаном 5, обмежувачем рівня; кронштейнів для кріплення резервуарів; з'єднувальної, всмоктувальної, напірної та переливної комунікацій; шестеренного насоса 15; пульта керування з регулятором витрати 12, манометром 13, гідроциліндром 14, запобіжним 10 та переливним 11 клапанами; пневматичного ежектора 2, який включають і ви-

ключають рукояткою тяги на лівому резервуарі; підживлювального пристрою або штанги суцільного обприскування.

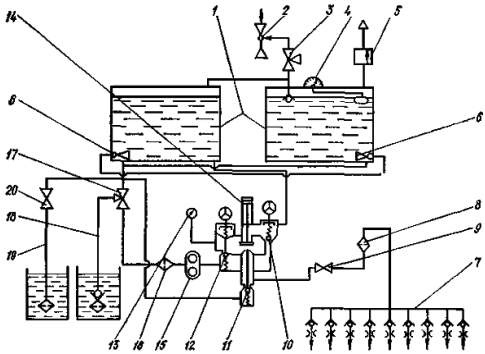



**Рис. 2.11. Схема роботи підживлювача-обприскувача ПОМ-630:**
1 – резервуари; 2 – пневматичний ежектор; 3, 17 – триходові крани; 4 – рівнемір; 5 – запобіжний клапан; 6 – гідромішалки; 7 – штанга; 8 – фільтр; 9 – запірний вентиль; 10 – запобіжний клапан; 11 – переливний клапан; 12 – регулятор витрати рідини; 13 – манометр; 14 – гідроциліндр; 15 – шестеренний насос; 16 – фільтр; 18 – заправний рукав з фільтром і зворотним клапаном; 19 – заправний рукав з фільтром; 20 – кран

Монтують ПОМ-630 на тракторах класу 1,4 і 3,0 в одному агрегаті з плугами, культиваторами або сівалками.

Для регулювання підживлювача на необхідну норму витрати робочої рідини підбирають відповідну ширину робочого захвату і швидкість руху агрегату, після чого обчислюють хвилинну витрату робочої рідини за такою залежністю:

$$q = \frac{QBv}{600}, \qquad (2.5)$$

де $q$ – витрата рідини, *л*/хв; $Q$ – норма внесення рідини, *л*/га; $B$ – ширина робочого захвату, м; $v$ – швидкість руху агрегату, км/год.

Агрегат АБА-0,5М (рис. 2.12) призначений для внесення в ґрунт 50…200 кг/га безводного аміаку одночасно з передпосівною культивацією або міжрядним обробітком просапних культур.

Агрегат складається з резервуара 5, всмоктувальної 2 і напірної 7 комунікацій, поршневого насоса-дозатора 1, начіпки 6, розподільників 9, комплекту підживлювальних трубок 10 і механізму пе-

редач 13. Культиватор 8 з набором розпушувальних лап 11 начіплюється на шасі 15.

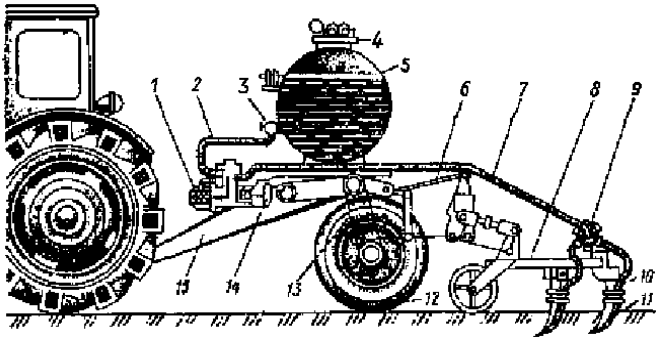



**Рис. 2.12. Схема роботи агрегату АБА-0.5М:**
1 – насос-дозатор; 2 – всмоктувальна комунікація; 3 – вентиль; 4 – горловина з контрольними приладами; 5 – резервуар; 6 – начіпка; 7 – напірна магістраль; 8 – культиватор; 9 – розподільник; 10 – підживлювальна трубка; 11 – розпушувальна лапа; 12 – колесо; 13 – механізм передач; 14 – куліса; 15 – шасі

Глибину загортання змінюють переставленням лап 11 у тримачах. На легких ґрунтах аміак загортають на глибину 14…16 см, на важких – 10…12 см.

Місткість резервуара агрегату 927 *л*, маса аміаку 525 кг. Агрегатують АБА-0,5М із тракторами МТЗ-80 і ДТ-75МВ.

Підживлювач рідкими добривами ПЖУ-5 (рис. 2.13) у вигляді шасі з балансирними візком і механізмом задньої начіпки. Основними вузлами його є модульна місткість 10 з рівнеміром 12, відцентровий насос 1 з редуктором, всмоктувальна і напірна комунікації, пульт керування, розподільна штанга 9 з дефлекторними розпилювачами 8 і підживлювальним пристроєм, пінний маркер. Самозавантаження ПЖУ-5 здійснюється за допомогою забірного рукава з швидкознімними муфтами. При цьому через клапан на фільтрі насоса випускають повітря, а після заправки забірний рукав продувають повітрям від ресивера.

Машини ПЖУ-2,5 і ПЖУ-9 мають таку саму будову і гідравлічну схему роботи, як і ПЖУ-5.

Машина для глибокого внесення рідких мінеральних добрив у садах МГУС-2,5 призначена для підживлення садових насаджень дво- і трикомпонентними рідкими мінеральними добривами. Вона виконана у вигляді одновісного напівпричепа і складається із шасі,

бака з гідравлічною мішалкою, насосного агрегату з редуктором, регулятора тиску, триточкової начіпної системи для глибокого внесення РКД у садах, карданної передачі. Самозаправлення здійснюється власним насосом за допомогою заправного рукава, що приєднується до всмоктувальної комунікації. Встановлення на задану норму виливу робочого розчину виконують, підбираючи втулки торцевого ущільнення і тиск в напірній магістралі. Агрегатують із тракторами МТЗ-80/82 і Т-70В.

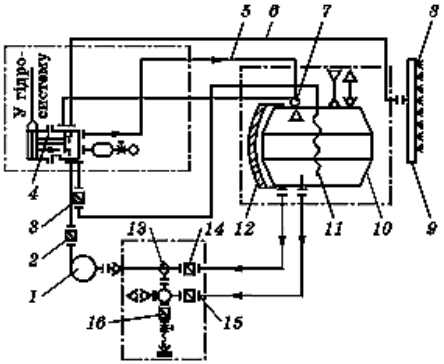



**Рис. 2.13. Схема роботи ПЖУ-5:**
1 – насос; 2, 3, 13, 14, 15, 16 – запірні клапани; 4 – гідроклапан; 5, 6 – трубопроводи; 7 – струменевий насос; 8 – розпилювачі; 9 – штанга; 10 – місткість; 11 – гідромішалка; 12 – рівнемір

Машина МВУ-2600 призначена для внесення в ґрунт рідких комплексних добрив на виноградниках з шириною міжрядь до 5 м з поздовжніми і поперечними схилами ділянок крутістю до 8° за виключенням масивів з кам'янистими ґрунтами. Складається з шасі, бака з гідравлічною мішалкою, насосного агрегату, регулятора тиску, робочих органів для глибокого внесення рідких мінеральних добрив, заправного рукава і карданної передачі. На задану норму виливу робочого розчину підживлювач регулюють встановленням втулки торцевого ущільнення в певне положення, зміною тиску, а також встановленням дозувальних шайб. Агрегатують машину з тракторами МТЗ-80/82 і Т-70В.

## 2.7. Внесення мінеральних добрив сільськогосподарською авіацією

Сільськогосподарська авіація з апаратурою для внесення мінеральних добрив використовується здебільшого для підживлення посівів сільськогосподарських культур.

Розпилювальний пристрій літака Ан-2М призначений для розсівання на поверхні ґрунту порошкоподібних і гранульованих добрив. До комплекту розпилювального пристрою входять змонтований у вантажному відсіку бак, всередині якого встановлено вал з розпушувачами і дозувальним диском, дозувальна горловина з заслінкою, а знизу фюзеляжу літака прикріплений тунельний трикальний розпилювач. Добрива надходять до дозувального диска, проштовхуються у щілину між диском і горловиною або проходять між отворами диска і каналами тунельного розпилювача під дією зустрічного потоку розсіваються на поверхні ґрунту.

Продуктивність розпилювального пристрою літака Ан-2М за годину чистої роботи – до 100 га, місткість бункера – 1500 кг, норма внесення мінеральних добрив – 50…600 кг/га, ширина робочого захвату – до 30 м, робоча швидкість – до 160 км/год, довжина пробігу під час зльоту – 170 м, посадки – 180 м.

Під час внесення рідких комплексних добрив літаком Ан-2М використовується серійна обприскувальна апаратура, яка забезпечує максимальну витрату рідини 15 л/с.

## 2.8. Машини для внесення твердих органічних добрив

Оскільки органічні добрива вносять в ґрунт у великій кількості, виникає необхідність у машинах для їх внесення з місткістю кузова 4…24 т. Такими машинами є причепи-розкидачі 1ПТУ-4, РОУ-6, ПРТ-10, ПРТ-10-1, ПРТ-16, ПРТ-16М, МТТ-23, розраховані на агрегатування з основними типами колісних тракторів сільськогосподарського призначення класу 1,4; 3 і 5.

Машина РОУ-6 (рис. 2.14) призначена для поверхневого розкидання органічних добрив, торфокришки, компостів тощо. Без розкидального пристрою використовується для перевезення різних вантажів.

Розкидач складається з рами, на якій змонтовано кузов з транспортером, розкидального пристрою 1 (рис. 2.14а) і механізму передач. Ланцюгово-планчастий транспортер (рис. 2.14б) подає добрива до розкидального пристрою. Транспортер виконаний із чотирьох зварних ланцюгів 14 кроком 27 мм, об'єднаних попарно у дві гілки. Норму розкидання регулюють зміною радіуса кривошипа. Частота обертання подрібнювального барабана 385 хв$^{-1}$. Агрегатують розкидач з тракторами класу 1,4. Його вантажопідйомність 6 т, продуктивність до 52 т/год.

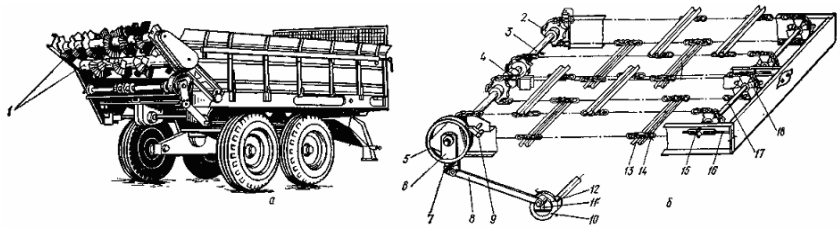
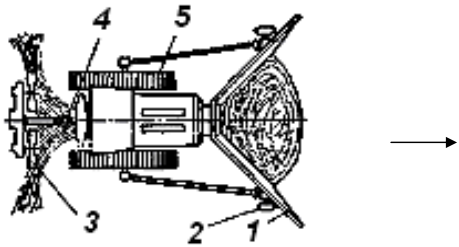



**Рис. 2.14. Розкидач органічних добрив РОУ-6:**
а – загальний вигляд; б – транспортер; 1 – розкидальний пристрій; 2 – ведуча зірочка; 3 – ведучий вал; 4 – опорний підшипник; 5 – храпове колесо; 6 – щоки; 7 – ведуча собачка; 8 – тяга; 9 – запобіжна собачка; 10 – корпус кривошипа; 11 – куліса; 12 – диск кривошипа; 13 – скребок; 14 – ланцюг; 15 –гайка; 16 – натяжний болт; 17 – ведений вал; 18 – ролик

Машини ПРТ-10, ПРТ-16 і МТТ-23 вантажністю відповідно 10, 16 і 23 т призначені для транспортування і поверхневого внесення твердих органічних добрив (до 60 т/га), а також для перевезення сільськогосподарських вантажів. За будовою і робочим процесом вони аналогічні розкидачу РОУ-6. На задану норму внесення добрив їх регулюють переставлянням зірочок приводу транспортера і зміною швидкості руху агрегату.

Розкидач РУН-15Б (рис. 2.15) призначений для розкидання твердих органічних добрив з куп, попередньо розміщених самоскидами на площі в шаховому порядку.




**2.15. Схема роботи розкидача РУН-15Б:**
1 – боковина валкоутворювача; 2 – коток; 3 – лопатевий ротор розкидача; 4 – вал відбору потужності трактора; 5 – трактор

Поле попередньо перед вивезенням добрив розмічають, встановлюючи відстань між рядами куп 25…30 м, а між купами в ряду – 15…60 м, залежно від норми внесення і маси купи. Розкидач РУН-

15Б розрахований на розкидання 15…60 т гною на 1 га, його робоча швидкість становить 3…7,5 км/год.

Компанія Joskin поставляє на ринок України розкидачі твердих органічних добрив модельної лінії Joskin Ferti-CAP: FC4009/8U і FC5509/12U вантажопідйомністю 8 та 12 т і модельної лінії Tornado 2: M18000V та M20000V (рис. 2.16) вантажністю 18 та 20 т.

**Рис. 2.16. Розкидач твердих органічних добрив Компанія Joskin M20000V**

Розкидачі модельної лінії JOSKIN Ferti-CAP розраховані здебільшого на невеликі господарства, які мають потребу в простій, ефективній та універсальній машині, тоді як модельний ряд розкидачів Tornado 2 розрахований для роботи на великих площах.

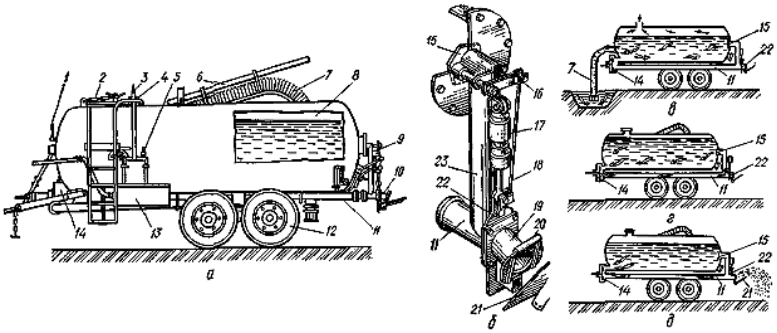
## 2.9. Машини для внесення рідких органічних добрив

Для поверхневого внесення рідких органічних добрив під час транспортування їх на віддаль до 2 км використовують машини РЖУ-3,6 і РЖТ-4; до 5 км – РЖУ-3,6, МЖТ-10, МЖТ-13, МЖТ-19; до 10 км – МЖТ-16 і МЖТ-19. Для внутрішньогрунтового внесення використовують агрегати АВВ-Ф-2,8 і АВМ-Ф-2,8.

Машина для внесення рідких органічних добрив МЖТ-10 (рис. 2.17) призначена для самозавантажування, транспортування, перемішування і розливання рідких органічних добрив на поверхні поля, а також для перевезення технічної води, браги та інших неагресивних рідин.

Основними вузлами машини є цистерна 8, відцентровий насос 14, вакуумна установка 13, заправний рукав 7, змонтований на поворотній штанзі 6, напірний трубопровід 11, перемикальний 9 і

розливний 10 пристрої, запобіжний 5 і рідинний 4 клапани, гідросистема, ходова частина 12, зчіпний пристрій. Норму внесення добрив регулюють встановленням змінних засувок діаметром 60, 90 і 110 мм, а також зміною швидкості руху агрегату і кута встановлення розподільного щитка.



**2.17. Схема роботи машини МЖТ-10:**
а – загальний вигляд; б – перемикальний розливний пристрій; в – схема заправлення; г – схема перемішування; д – схема розливання добрив; 1 – рівнемір; 2 – люк; 3 – вакуумметр; 4 – запобіжний рідинний клапан; 5 – запобіжний вакуумний клапан; 6 – штанга; 7 – заправний рукав; 8 – цистерна; 9 – перемикальний пристрій; 10 – розливний пристрій; 11 – напірний трубопровід; 12 – ходові колеса; 13 – вакуумна установка; 14 – відцентровий насос; 15 і 22 – заслінки; 16 – важіль; 17 – гідроциліндр; 18 – тяга; 19 і 23 – патрубки; 20 –змінна засувка; 21 – розподільний щиток

Машини ЗЖВ-Ф-3,2, РЖУ-3,6, РЖТ-4, РЖТ-8, РЖТ-16, МЖТ-6 і МЖТ-23 призначені для самозавантаження, транспортування, перемішування і суцільного поверхневого розподілу рідких органічних добрив. Їх будова і робочий процес подібні до МЖТ-10.

Компанія Joskin поставляє на ринок України цистерни для транспортування і внесення рідкого гною наступних моделей: Modulo 2 з об'ємом цистерни від 2500 до 16000 *л*, Quadra (рис. 2.18) (16000-20000 *л*), Euroliner (16000-26000 *л*).

Цистерни комплектуються наступними робочими органами: інжектором культиваторного типу з глибиною внесення 13…15 см і шириною захвату від 2,8 до 6 м; інжектором дискового типу з глибиною внесення 3…5 см і шириною захвату від 3,1 до 6,9 м; штангою з трубками, що волочаться на поверхні поля шириною захвату від 9 до 18 м.

**Рис. 2.18. Цистерна для транспортування і внесення рідкого гною Quadra**

## 2.10. Оцінювання якості роботи машин для внесення добрив

Якість роботи машин для внесення добрив має забезпечувати виконання агротехнічних вимог (табл. 2.1) і вимог системи машин. Якість внесення мінеральних і органічних добрив визначають за двома основними показниками: фактичними нормами внесення і ступенем рівномірності розподілу добрив на площі поля.

Таблиця 2.1

**Агротехнічні вимоги до підготовки і внесення мінеральних добрив**

| Показник | Вимоги і допуски |
|---|---|
| Вологість підготовлених до внесення добрив, не більше, %: | |
| суперфосфат порошковидний | 15 |
| суперфосфат гранульований | 5 |
| аміачна селітра | 1,5 |
| калійна сіль | 2 |
| Діаметр гранул під час подрібнення, мм | не більше 5 |
| Під час змішування: | |
| середньоарифметичне відхилення вмісту компонентів, % | не більше ±10 |
| руйнування гранул до розміру 1 мм | не більше 5 |
| Під час внесення: | |
| відхилення дози внесення добрив від заданої, % | ±10 |
| нерівномірність розподілу добрив, %: | |
| туковими сівалками | ±15 |
| розкидачами | ±25 |

Для забезпечення якісної роботи машин для внесення добрив ефективним способом водіння агрегатів слід вважати використання GPS-навігаторів.

## 2.11. Техніка безпеки під час роботи на машинах для внесення добрив

До роботи на машинах для внесення добрив допускаються особи, які досягли 18 років, мають посвідчення на право керування машинами і пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Дозволяється працювати тільки на технічно справних машинах. У разі виявлення несправностей, які можуть призвести до аварій або нещасних випадків, машини негайно зупиняють. Усі причепи і напівпричепи обладнують гальмом і гальмівним сигналом. Карданні, ланцюгові, зубчасті, пасові передачі та інші небезпечні зони обгороджують захисними пристроями.

Під час роботи агрегатів на транспортних швидкостях слід виконувати правила дорожнього руху і для підвищення стійкості встановлювати колеса трактора на максимальну ширину. Не допускається перевозити людей у кузові автомобіля, самоскида, на причепах і напівпричепах.

Люди, які мають працювати з добривами, проходять медичний огляд та інструктаж про токсичну дію хімікатів, методи безпечної роботи з ними. Крім цього, їх ознайомлюють з правилами надання першої долікарської допомоги в разі ушкодження шкіри, дихальних та інших органів. Особи, які систематично працюють з добривами, проходять медичний огляд не рідше ніж один раз на 6 місяців. Працівники забезпечуються спецодягом та індивідуальними засобами захисту (окулярами, респіраторами тощо).

Під час роботи не можна курити. Перед прийманням їжі слід вимити руки і сполоснути водою порожнину рота. Після закінчення роботи з добривами працівник має зняти спецодяг, добре очистити його від пилу і залишити в шафі, що знаходиться в окремому приміщенні. Слід чітко дотримуватися прийнятої технології робіт. Перед експлуатацією агрегату механізатор зобов'язаний уважно ознайомитися з інструкцією щодо будови, складання, догляду та його експлуатації.

## 2.12. Захист навколишнього середовища під час внесення добрив

Нині в ґрунтах світу накопичено близько 150 млрд т азоту, зокрема в чорноземах до 20…30 т азоту на кожному гектарі. Проте

рослинам його не вистачає, адже вони засвоюють не всі азотні сполуки. До того ж дуже важливою умовою є поступовий розклад гумусу протягом кількох років, перехід азоту з однієї форми в іншу. Ґрунт має бути розпушеним, пористим, дрібногрудкуватим, до нього вільно мають надходити вода й повітря. Розкладають азотні сполуки й відновлюють їх до різних окислів і молекулярної форми азоту бактерії-денітрифікатори.

З метою охорони біосфери від забруднення мінеральними добривами і збільшення ефективності їх використання фахівцям сільського господарства потрібно: використовувати прогресивну систему удобрення; чітко дотримуватися норми внесення добрив; більш широко використовувати дрібне, локальне їх внесення; на легких ґрунтах використовувати добрива в формі гранул; не вносити добрива на мерзлий ґрунт; нітратні форми добрив вносити в ґрунт навесні; не залишати на полях невикористані добрива; не вносити добрива у водоохоронних зонах; поєднувати використання добрив з прогресивними агротехнічними методами, правильними сівозмінами і раціональними методами захисту рослин тощо.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Завдання операцій підготовки і внесення добрив.
2. Види добрив та їхні технологічні властивості.
3. Агротехнічні вимоги до машин для підготовки і внесення добрив.
4. Способи внесення добрив.
5. Класифікація машин для підготовки і внесення добрив.
6. Будова висівних і розкидальних апаратів.
7. Будова машин і обладнання для приготування органічних добрив.
8. Особливості конструкції розкидача добрив ПРТ-10 і валкувача-розкидача РУН-15Б.
9. Особливості конструкції машин для внесення рідких органічних добрив поверхневим способом.
10. Особливості конструкції машин для внесення рідких органічних добрив у ґрунт.
11. Регулювання машин для внесення органічних добрив на задану норму внесення добрив.
12. Будова машин для підготовки мінеральних добрив до внесення.
13. Будова машин для навантаження мінеральних добрив.
14. Будова машин для внесення твердих мінеральних добрив.
15. Особливості конструкції навантажувачів безперервної дії.

16. Особливості конструкції завантажувачів літаків та гелікоптерів.
17. Особливості конструкції розкидачів добрив МВУ-5 і МВУ-0,5А.
18. Конструктивні особливості розкидачів мінеральних добрив фірми «AMAZONE».
19. Особливості конструкції комбінованих машин для внесення у ґрунт мінеральних добрив.
20. Особливості конструкції машин для внесення пилоподібних добрив.
21. Будова машин для внесення рідкого аміаку.
22. Особливості конструкції машин для внесення в ґрунт рідких комплексних добрив.
23. Особливості конструкції машин для внесення добрив у садах та виноградниках.
24. Особливості внесення мінеральних добрив сільськогосподарською авіацією.
25. Регулювання машин для внесення мінеральних добрив на задану норму.
26. Критерії оцінювання якості роботи машин для внесення мінеральних і органічних добрив.
27. Основні операції технічного обслуговування машин для внесення добрив.
28. Вимоги техніки безпеки під час роботи на машинах для внесення мінеральних добрив.
29. Основні негативні наслідки дії добрив на ґрунт.
30. Шляхи зменшення негативної дії добрив на ґрунт.

# РОЗДІЛ III
# МАШИНИ ДЛЯ СІВБИ І САДІННЯ

## 3.1. Способи сівби і садіння сільськогосподарських культур

Головним завданням сівби і садіння є оптимальне розміщення у ґрунті на заданій глибині насіння, бульб, коренеплодів і розсади з метою створення сприятливих умов для росту та розвитку рослин і, як наслідок, отримання максимального врожаю.

Способи сівби і садіння класифікують за розміщенням насіння, коренебульбоплодів або розсади у вертикальній (профіль денної поверхні поля) і горизонтальній площинах, тобто розміщення їх у рядках по ширині міжрядь.

За шириною міжрядь і розміщенням насіння в рядках розрізняють такі способи сівби і садіння (рис. 1.3): рядковий, перехресний, вузькорядний, широкорядний, стрічковий, пунктирний, гніздовий, квадратно-гніздовий, смуговий і розкидний.

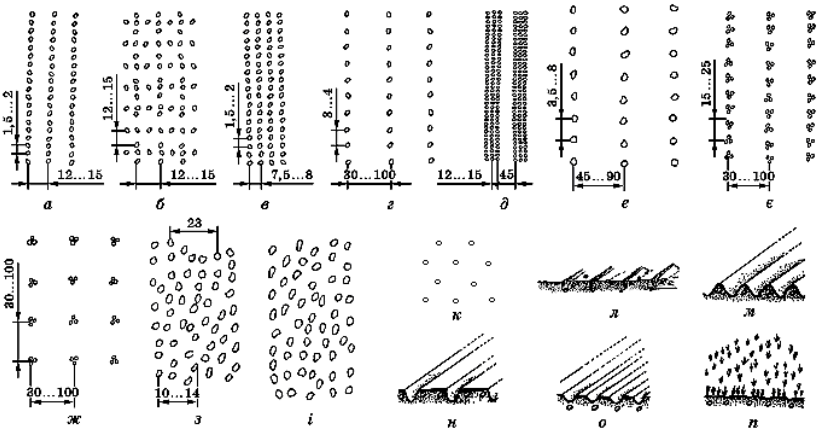



**Рис. 3.1. Способи сівби і садіння сільськогосподарських культур:**
*а* – рядковий; *б* – перехресний; *в* – вузькорядний; *г* – широкорядний; *д* – стрічковий; *е* – пунктирний; *є* – гніздовий; *ж* – квадратно-гніздовий; *з* – смуговий; *і* – розкидний; *к* – гексагональний (безрядковий); *л* – на рівній поверхні поля; *м* – на гребенях; *н* – на грядках; *о* – у борозни; *п* – на стерні

Рядковий спосіб сівби (рис. 3.1а) забезпечує розміщення насіння у ґрунті рядками з міжряддями 12…15 см. Відстань між насінинами в рядку може бути різною.

Перехресний спосіб (рис. 3.1б) полягає в тому, що норму висіву насіння висівають за два проходження агрегату рядковим способом у двох напрямках, що перетинаються (рядки вздовж і впоперек або за діагоналлю).

Вузькорядний спосіб (рис. 3.1в) є різновидом рядкового, але з малою шириною міжрядь (6,5…8 см). Цей спосіб забезпечує рівномірніший розподіл насіння у ґрунті, ніж рядковий. Форма площі живлення на одну рослину наближається до квадрата, що сприяє кращому розвитку рослин.

Широкорядний спосіб (рис. 3.1г) подібний до рядкового, але із збільшеною (30…90 см і більше) шириною міжрядь. Застосовують його для сівби технічних і овочевих культур, які потребують більшої площі живлення та міжрядного обробітку.

Стрічковий спосіб сівби (рис. 3.1д) відрізняється від рядкового тим, що кілька рядків, найчастіше 2 – 4, об'єднані в стрічку. Відстань між стрічками значно більша, ніж між рядками у стрічці.

Пунктирний, або однозерновий, спосіб (рис. 3.1е) передбачає розміщення насіння у рядках поодиноко, на однаковій відстані з міжряддям 45…90 см. Завдяки цьому способу досягають значної економії насіння, підвищується врожайність і зменшуються витрати праці під час догляду за рослинами.

Гніздовий спосіб сівби (рис. 3.1є) є різновидом широкорядного і полягає в тому, що насіння розміщують у рядках гніздами по кілька штук найчастіше з однаковим інтервалом між ними. Відстань між гніздами визначають залежно від особливостей культури.
Квадратно-гніздовий спосіб сівби (рис. 3.1ж) полягає в тому, що насіння у рядках розміщують гніздами (групами) з певним інтервалом і на одній лінії у поперечному напрямку в усіх рядках. Насіння розміщується у вершинах квадратів або прямокутників. За однакових відстаней між гніздами і рядками (найчастіше 70…90 см) цей спосіб називають квадратно-гніздовим, а якщо гнізда розміщені по кутах прямокутника, то прямокутно-гніздовим.

Смуговий спосіб сівби (рис. 3.1з) передбачає розподіл насіння в ґрунті у вигляді смуги 100…140 мм завширшки. Між смугами можуть бути незасіяні проміжки. Цим способом висівають насіння зернових культур по стерньових фонах, насіння деяких овочевих та інших культур. Відстань між центрами смуг для зернових культур становить 22,8 см.

Розкидний спосіб сівби (рис. 3.1і) полягає в розсіюванні насіння технічними засобами на поверхні поля. Загортають насіння у ґрунт зубовими боронами.

Гексагональний (безрядковий) спосіб сівби (рис. 3.1к) або підґрунтово-розкидний. Цей спосіб забезпечує рівномірний розподіл насіння в ґрунті. Площа живлення на одну рослину у формі круга чи правильного шестикутника, що сприяє ідеальному розвитку рослин.

За профілем денної поверхні поля розрізняють такі види сівби і садіння: на рівній гладенькій поверхні поля, сівба насіння на попередньо нарізаних гребенях або грядках, сівба в борозни і сівба по стерньових фонах.

Сівбу (садіння) на рівній поверхні поля (рис. 3.1*л*) доцільно проводити в зонах нормального або недостатнього зволоження.

Сівбу (садіння) на гребенях і грядках (рис. 3.1м,н) застосовують за значної вологості ґрунту, недостачі тепла і під час зрошення.

Сівбу в борозни (рис. 3.1о) здійснюють у посушливих зонах переважно для просапних культур (кукурудза, сорго та ін.) з метою загортання насіння у вологий шар ґрунту, поліпшення зволоження рослин.

Сівбу на стерні (рис. 3.1п) проводять здебільшого в посушливих зонах в умовах вітрової ерозії, стерня захищає ґрунт від видування вітром.

## 3.2. Класифікація посівних і садильних машин

Посівні і садильні машини класифікують за такими основними ознаками: призначенням (видом сільськогосподарської культури), способом сівби і садіння, розміщенням (компонуванням) складальних одиниць та способом агрегатування з трактором.

Посівні машини поділяють на дві основні групи: універсальні та спеціальні сівалки. Універсальні сівалки призначені для сівби насіння багатьох сільськогосподарських культур (зернових колосових, зернобобових, круп'яних, прядильних тощо). Спеціальними сівалками висівають насіння однієї або двох-трьох культур, подібних за розмірами і нормами висіву.

За призначенням сівалки поділяють на зернові (зернотукові), зернотрав'яні, кукурудзяні, бурякові, овочеві, рисові, льонові, бавовникові та інші.

За способом агрегатування з трактором сівалки поділяють на причіпні та начіпні. Начіпні сівалки значно легші від причіпних і компактніші. Посівний агрегат з начіпною сівалкою набагато маневреніший, ніж причіпний.

Садильні машини за призначенням поділяють на картоплесадильні, розсадосадильні і висадкосадильні. За способом садіння во-

ни є рядкові і гніздові. За способом агрегатування з трактором – причіпні, начіпні та напівначіпні.

### 3.3. Агротехнічні вимоги до посівних і садильних машин

Зернові сівалки мають забезпечувати рівномірний розподіл насіння на всій площі поля, висівати насіння зернових, зернобобових, круп'яних та інших культур, насіння яких за розмірами подібне до зернових, із заданими нормами висіву. Норма висіву пшениці становить 60…250 кг/га, вівса – 100…275, ячменю – 90…350, гороху – 80…400, гречки – 20…75 і проса – 15…30 кг/га. Відхилення фактичної норми висіву насіння від заданої не більше ніж ± 3%.

Висівні апарати зернових сівалок мають висівати насіння рівномірно і стабільно. Середня нерівномірність висіву між окремими апаратами для зернових культур не має перевищувати 6%, для зернобобових 10% і для трав 20%.

Туковисівні апарати зернових сівалок мають забезпечувати задану норму висіву мінеральних добрив. Відхилення норми висіву добрив від заданої може бути не більше ніж 10%.

Сошники мають формувати борозни однакового профілю і заданої глибини. Вони не мають виносити нижні шари ґрунту на поверхню поля, щоб не було втрати вологи. Дно борозни після проходження сошника має бути ущільнене, а насіння рівномірно розподілене в борозні і присипане вологим шаром ґрунту. Відхилення глибини загортання насіння від заданої не має перевищувати ± 15%. Якщо глибина сівби становить 3…4 см, то це відхилення має бути ± 0,5 см, за 4…5 см – ± 0,7, а за 6…8 см – ± 1 см.

Кукурудзяні сівалки призначені для сівби пунктирним способом з міжряддями 60, 70, 90 і 100 см кукурудзи, соняшнику, рицини та інших просапних культур. Відхилення від норми висіву допускається ± 5…8%, пошкодження насіння – не більше ніж 1,5%. Відхилення від заданої глибини загортання насіння не має перевищувати ± 1 см.

Бурякові сівалки мають розміщувати не менше ніж 80% насіння на заданих (здебільшого 5…10 см) відстанях у рядках. Пропусків насіння у рядках може бути не більше ніж 2% від висіяного, а подрібненого і пошкодженого насіння – до 0,5%. Відхилення від норми висіву насіння на погонному метрі рядка не має перевищувати 15%, а мінеральних добрив – до 7%.

Картоплесаджалки мають висаджувати відкалібровані бульби масою 25…50 г, 50…80 і 80…120 г рядковим способом з міжряддями 60 або 70 см і відстанню між бульбами в рядку 20…40 см. Залежно від призначення і насіннєвої фракції вони мають забезпечувати під

час вирощування продовольчої картоплі норму садіння 50…60 тис. бульб на 1 га, а для насіннєвої – 70…80 тис. Відхилення від норми садіння може становити не більше ніж 10%. Пошкодження бульб садильними апаратами не допускається. Картоплю висаджують гребеневим і гладеньким способами. За гребеневого садіння висота гребенів має бути 12…20 см, а глибина садіння – 6…12 см. На рівній поверхні поля глибина садіння становить 6…14 см. Відхилення від встановленої глибини не має перевищувати ± 2 см. Картоплесаджалки одночасно із садінням мають забезпечувати внесення мінеральних добрив від 100 до 500 кг/га на дно борозни в одну стрічку 5…7 см завширшки і нижче від бульб на 2…5 см.

Розсадосадильні машини мають висаджувати розсаду 12…25 см заввишки широкорядним способом з міжряддями 50, 60, 70, 80 і 90 см і стрічковим способом зі схемами 50 + 70, 50 + 90 і 60 + 120 см і кроком садіння 10…140 см. Висаджувати розсаду потрібно вертикально (можливий похил від вертикалі 30°), не підгинаючи коренів та одночасно поливаючи її водою. Машини мають забезпечувати порційний полив за кроку садіння понад 35 см, а за меншого кроку – суцільний полив. Глибина садіння розсади без горщечків становить 5…15 см, а в горщечках – не менше ніж 10 см. Краї горщечків мають бути нижче від поверхні поля на 2…4 см. Відхилення глибини садіння розсади від заданої може бути ± 2 см. Розсадотримачі не мають пошкоджувати рослини.

### 3.4. Зернові сівалки

До зернових сівалок належать зернотукові, зернотрав'яні, льонові, рисові, соєві та інші. Серед зернотукових рядкових сівалок найпоширеніші СЗ-3,6А, СЗ-5,4, СЗ-10,8 та їх модифікації.

Зернотукова сівалка СЗ-3,6А (рис. 3.2) складається із рами зварної конструкції, яка в передній частині має причіпний пристрій 2 і спирається на два опорно-приводних колеса 1, двох зернотукових ящиків 6, до яких у нижній частині прикріплено 24 насіннєвисівних апарати 5, а до задньої стінки ящика – 24 висівних апарати для мінеральних добрив 7, гумових гофрованих насіннєпроводів 9, дискових сошників 10, загортачів 11, механізму приводу висівних апаратів, механізму піднімання сошників з гідроциліндром 4.

Установлюють насіннєвисівні апарати котушкового типу з груповим спорожненням і груповим регулюванням норми висіву насіння (рис. 3.3а), а туковисівні апарати – котушково-штифтові (рис. 3.3б).

Дискові сошники розміщені у два ряди і приєднані до переднього, сошникового бруса рами шарнірно за допомогою повідців. До сошників шарнірно прикріплені загортачі пальцьового типу.

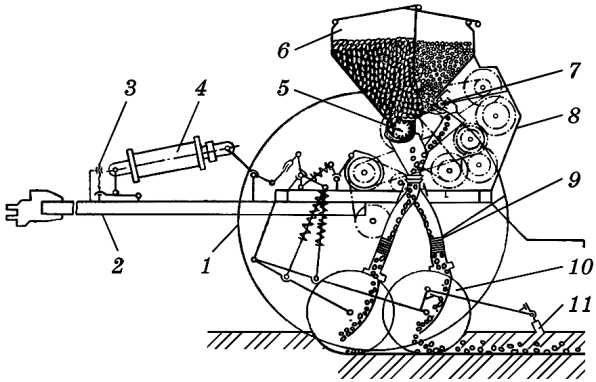



**Рис. 3.2. Зернотукова сівалка СЗ-3,6А:**
1 – опорно-приводне колесо; 2 – причіпний пристрій; 3 – регулятор глибини ходу сошників; 4 – гідроциліндр; 5 – насіннєвисівний апарат; 6 – зернотуковий ящик; 7 – туковисівний апарат; 8 – редуктор; 9 – насіннєпровід; 10 – сошник; 11 – загортач

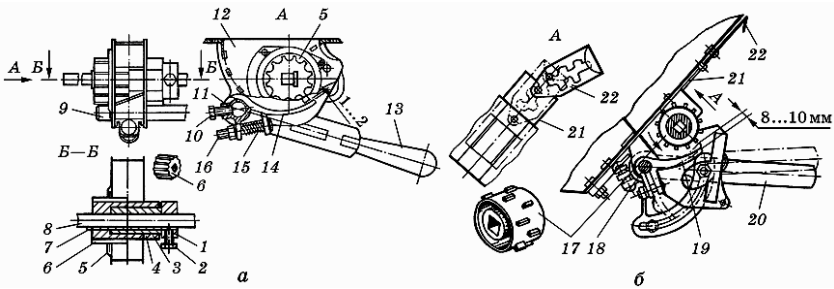



**Рис. 3.3. Висівні апарати зернотукової сівалки СЗ-3,6А:**
а – насіннєвисівний; б – туковисівний; 1 – кільце; 2, 10 – стопорні болти; 3 – хвостик котушки; 4 – муфта; 5 – розетка; 6 і 17 – котушки; 7 – шпонка; 8 – вал; 9 і 18 – осі; 11 – вставка клапана; 12 – корпус; 13 і 20 – важелі; 14 і 19 – клапани; 15 – пружина; 16 – болт; 21 – заслінка; 22 – заскочка

Насіння і мінеральні добрива, що засипані у відповідні відділення зернотукового ящика 6 (рис. 3.2) самопливом надходять до висівних апаратів. Під час руху сівалки від опорно-приводних коліс 1 за допомогою механізму передач приводяться в обертовий рух насіннєвисівні 5 і туковисівні 7 апарати. Котушки насіннєвисівних апаратів жолобками захоплюють порції насіння і подають його у насіннєпроводи 9. Із тукового відділення ящика добрива штифтовими котушками туковисівних апаратів 7 подаються на лотки, якими вони також потрапляють у насіннєпроводи. Потім насіння разом із мінеральними добривами надходить у розтруби сошників і їхніми напрямними пластинами спрямовуються на дно борозни, що утворюється дисками сошників. Робоча ширина захвату сівалки 3,6 м, тяговий опір 3,5 кН, глибина ходу сошників 4…8 см, місткість зернового відділення ящика 453 дм$^3$, а тукового – 212 дм$^3$. Робоча швидкість до 12 км/год.

Регулювання. Норму висіву насіння регулюють зміною довжини робочої частини котушок і частотою їх обертання, а норму висіву гранульованих мінеральних добрив – зміною частоти обертання котушок туковисівних апаратів і заслінками. Глибину ходу сошників регулюють гвинтом регулятора глибини, а стійкість ходу сошників, що впливає на глибину загортання насіння, – стисканням пружин натискних штанг.

Сівалка СЗ-3,6А має такі моделі: СЗ-3,6А-01 – рядкова з однодисковими сошниками, призначена для сівби зернових культур, підсіву насіння та підживлення рослин мінеральними добривами; СЗ-3,6А-02 – вузькорядна з кілеподібними сошниками, за допомогою якої сіють льон-довгунець, здійснюють сівбу з міжряддями 7,5 см; СЗ-3,6А-03 – рядкова сівалка з кілеподібними сошниками, застосовують її для сівби зернових і зернобобових культур на легких ґрунтах; СЗ-3,6А-04 – вузькорядна сівалка з дводисковими вузькорядними сошниками, призначена для сівби зернових і зернобобових культур з міжряддями 7,5 см.

Зернотукова сівалка СЗ-5,4 має три секції зернотукових ящиків і два опорно-приводних колеса. Від правого колеса приводяться в рух три вали туковисівних апаратів і один вал насіннєвисівних правої секції, а від лівого колеса – два вали насіннєвисівних апаратів.

Сівалка має такі моделі: СЗ-5,4-01 – з однодисковими сошниками і ланцюговими загортачами для підсіву і підживлення; СЗ-5,4-02 – з кілеподібними дворядковими сошниками для сівби льону і зернових культур; СЗ-5,4-03 – з кілеподібними однорядковими сошниками для сівби зернових на легких ґрунтах; СЗ-5,4-04 – з дводисковими дворядковими сошниками для вузькорядної сівби.

Сівалка СЗ-10,8 складається з двох секцій, які мають ширину захвату 5,4 м, що з'єднані між собою шарнірно середнім брусом. У кожній секції є по два стакани, в які влаштовано поворотні опорно-приводні колеса.

Сівалки зернотукові пневматичні з централізованим дозуванням СЗПЦ-12, СЗПЦ-8, СЗПН-6 та інші також застосовують для сівби зернових, зернобобових і круп'яних культур з одночасним внесенням у рядки мінеральних добрив.

Сівалка СЗПЦ-12 (рис. 3.4) роздільноагрегатна складається із зернотукового бункера, насіннє- і туковисівних апаратів, вентилятора 3, візка з опорними колесами 14, розподільної системи з насіннєпроводами 9, сошниками 11 і загортачами 10. У нижній частині бункера встановлено два дозувальних апарати 16 котушкового типу для насіння і чотири – котушково-штифтові 15 для мінеральних добрив.

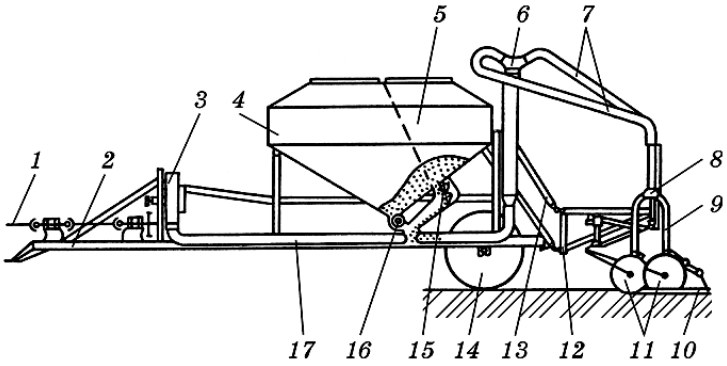



**Рис. 3.4. Схема сівалки СЗПЦ-12:**
1 – карданний вал; 2 – рама; 3 – вентилятор; 4 – відділення бункера для насіння; 5 – відділення бункера для добрив; 6 – розподільник першого ступеня; 7 – повітропроводи; 8 – розподільник другого ступеня; 9 – насіннєпроводи; 10 – загортачі; 11 – сошники; 12 – бічна секція рами; 13 – паралелограмний механізм; 14 – опорні колеса; 15 – дозатор туків; 16 – дозатор насіння; 17 – основний пневмопровід

Робоча ширина захвату сівалки 12 м. Ширина міжрядь 15 см. Місткість бункера для насіння 2000 дм$^3$, а для добрив 900 дм$^3$. Глибина загортання насіння дводисковими сошниками 30…80 мм, а кілеподібними – 30…60 мм. Робоча швидкість до 12 км/год.

Зернотрав'яна сівалка СЗТ-3,6А (рис. 3.5) причіпна складається із рами з причіпним пристроєм, зернотукового ящика з відділенням для насіння 8 і добрив 9, двох ящиків 12 місткістю 86 дм$^3$

для насіння трав, висівних апаратів котушкового типу для зернових культур 5 і насіння трав 14, туковисівних апаратів 10, насіннєпроводів 4 і 15, двох рядів дискових сошників 1 і 2, кілеподібних сошників 16 для трав, двох опорно-приводних коліс і ланцюгово-зубчатого механізму передач. У зернотуковому ящику встановлені ворушилка 7 і нагнітач 6 для подавання несипкого насіння до висівних апаратів.

Котушки висівних апаратів для насіння трав значно меншого розміру, ніж зернових. На сівалці встановлено 47 сошників, із них 24 дискові і 23 кілеподібні. Загальне міжряддя 7,5 см, глибина ходу дискових сошників 4…8 см, а кілеподібних – 2…4 см. Робоча ширина захвату сівалки 3,6 м. Робоча швидкість до 12 км/год. Сівалка комплектується УСК.

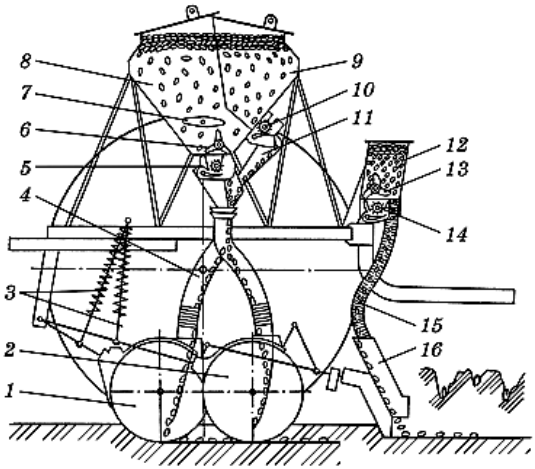



**Рис. 3.5. Функціональна схема зернотукотрав'яної сівалки СЗТ-3,6А:**
1 і 2 – дискові сошники; 3 – штанги з пружинами; 4 і 15 – насіннєпроводи; 5 і 14 – насіннєвисівні апарати; 6 і 13 – нагнітачі; 7 – ворушилка; 8 і 9 – відділення ящика зернотрав'яне і для добрив; 10 – туковисівний апарат; 11 – лоток; 12 – ящик для насіння трав; 16 – кілеподібний сошник

Використовують зернотукові пресові сівалки СЗП-3,6Б, СЗП-8, СЗП-12 і СЗП-16 з шириною захвату відповідно 3,6; 7,8; 11,7 і 15,6 м. Ці сівалки виконують за шеренговою схемою на основі модуля СЗП-4 і з'єднують у посівні широкозахватні агрегати. Робочі швидкості сівалок до 12 км/год. Агрегатують їх з тракторами класів 2, 3 і 5.

Мале спільне науково-виробниче підприємство «Клен» випускає зернотрав'яні начіпні сівалки «Клен-4,5», «Клен-4,5П» (рис. 3.6), «Клен-4,5Л» з шириною захвату 4,5 м та начіпні сівалки «Клен-6», «Клен-6П», «Клен-6Л» з шириною захвату 6 м і діапазо-

ном норми висіву від 0,1 до 400 кг/га за міжряддя 12,5 см і глибини сівби від 1 до 8 см.

Для висіву насіння на сівалці встановлені вібраційні висівні апарати з електронним управлінням і контролем.

**Рис. 3.6. Начіпна зернотрав'яна сівалка «Клен-4,5П» в транспортному положенні**

Сівалку зернотукову стерньову СЗС-2 (рис. 3.7) застосовують для рядкової сівби зернових, дрібно- і середньонасіннєвих зернобобових культур по стерньових фонах водночас з передпосівною культивацією, внесенням гранульованих мінеральних добрив і коткуванням ґрунту в рядках. Ці сівалки секційні модульні. Ширина захвату одного модуля 2 м.

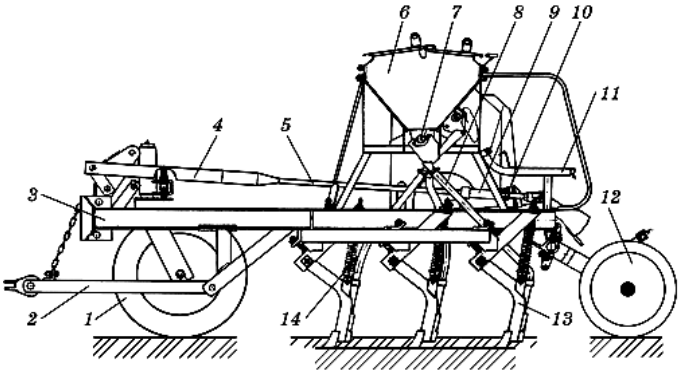



**Рис. 3.7. Схема модуля зернотукової стерньової сівалки:**
1 – опорне колесо; 2 – причіпний пристрій; 3– рама; 4 і 5 – тяги; 6 – зернотуковий ящик; 7 – насіннєвисівний апарат; 8 – насіннєпровід; 9 – гідроциліндр; 10 – регулювальна гайка; 11 – підніжна дошка; 12 – котки; 13 – сошник; 14 – пружина сошника

Одинарний модуль сівалки марки СТС-2 має ширину захвату 2 м, а сівалок СТС-6 і СТС-12 відповідно 6,15 і 12,3 м. Робоча швидкість сівалок до 10 км/год.

ВАТ «Червона зірка» випускає сівалку-культиватор Сіріус-10 (рис. 3.8), яка призначена для сівби насіння зернових, зернобобових, трав'яних, дрібно- насіннєвих (ріпак, мак) та інших культур із нормами висіву від 0,2 кг/га до 400 кг/га за нульової та мінімальної обробки.

**Рис. 3.8. Пневматична сівалка-культиватор Сіріус-10**

Сівалку можна комплектувати робочими органами трьох типів: для рядкової сівби, для смугової сівби і лапами шириною 305 мм для суцільної культивації.

На зернотукових сівалках установлюють пробовідбірники насіння, уніфіковану систему контролю (УКС) технологічних параметрів і пристрій для перекриття насіннєвисівних апаратів.

Уніфікована система контролю УСК технологічних параметрів сівалки забезпечує груповий контроль висіву насіння, рівня насіння та добрив у зернотуковому ящику. УСК складається із датчиків 3 (рис. 3.9а) висіву насіння, датчиків 4 і 5 рівнів насіння та добрив у ящиках, кабелю 2 і пульта керування 1.

На деяких зернових сівалках, наприклад «Клен», встановлюють електронну систему з мікропроцесорним керуванням режимом роботи і контролю технологічних параметрів.

На зарубіжних конструкціях зернових сівалок установлюють здебільшого автоматизовані електронні системи контролю з бортовим комп'ютером, які забезпечують контроль за процесом висіву, рівнем насіння у бункерах, обліком засіяної площі та іншим.

Пристрій для перекриття насіннєвисівних апаратів застосовують під час сівби зернових культур з технологічними коліями.

Цей пристрій складається із спеціальних засувок, установлених на дні зернотукового ящика. Засувки переміщуються у напрямних пластинах, які кріпляться до днища ящика, рукояткою і фіксуються в крайніх положеннях.

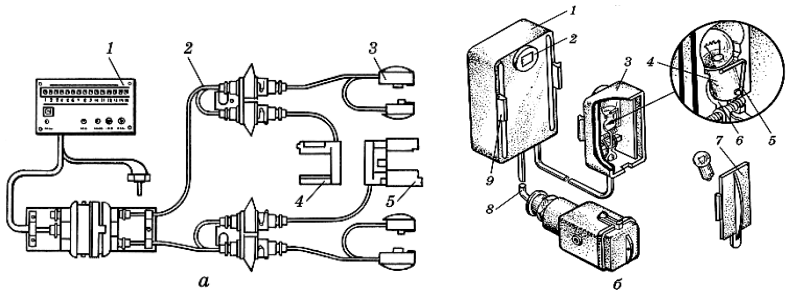
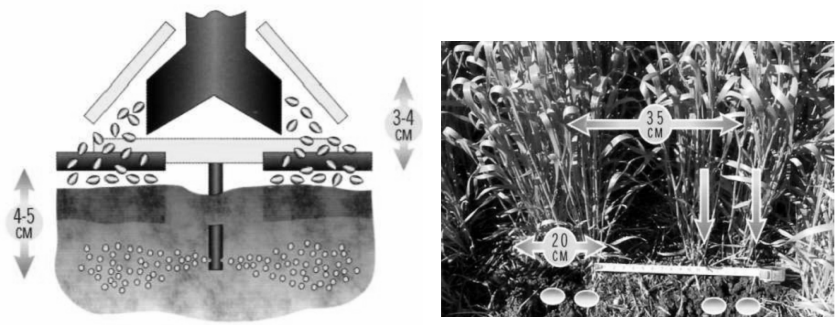



**Рис. 3.9. Уніфікована система контролю технологічних параметрів посівних машин:**
а – загальна схема: 1 – пульт керування; 2 – розподільний кабель; 3 – датчик висіву; 4 – датчик рівня; 5 – захисний чохол датчика рівня добрив; б – датчик висіву насіння: 1 – корпус; 2 – фотоприймач; 3 – корпус лампи; 4 – лампа; 5 і 6 – контактні пружини; 7 – кришка корпусу лампи; 8 – кабель з вилкою; 9 – защіпка

Корпорація «Агро-Союз» у співпраці з німецькою компанією Horsch випускає широкозахватні комплекси для прямої сівби з одночасним внесенням мінеральних добрив ATD 18.35, ATD 11.35, ATD 9.35 з шириною захвату 18,2; 11,9 та 9,8 м відповідно. Парний сошник «Дует» забезпечує точну і рівномірну сівбу смугами з глибиною загортання насіння до 7 см. Оптимальне співвідношення засіяної смуги (20 см) і незасіяного міжряддя (15 см) збільшує площу живлення кожної рослини в 3…4 рази, що сприяє підвищенню урожайності. Водночас з сівбою вносяться рідкі та гранульовані мінеральні добрива. Сошник вносить добрива точно під смугу посіву на глибину 4…5 см нижче розміщення насіння (рис. 3.10).

Внесення добрив під кореневу систему рослин сприяє розвитку коренів у напрямку глибоких, більш зволожених шарів ґрунту, що підвищує їх конкурентоздатність порівняно з бур'янами.

З метою покращання якості сівби на невирівняних ґрунтових фонах корпорація «Агро-Союз» створила широкозахватний пневматичний посівний кмплекс Turbosem II (рис. 3.11) для прямої сівби з шириною захвату 11,4 м, особливістю якого є монодиск, який формує V-подібну борозну для насіння та добрив, мінімально зсуваючи верхній ґрунтовий шар.



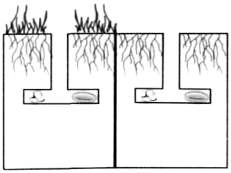

а б

**Рис. 3.10. Схема роботи парного сошника «Дует» (а) та результати сівби (б)**

**Рис. 3.11. Широкозахватний пневматичний посівний комплекс Turbosem II**

Інноваційним проектом корпорації «Агро-Союз» стала універсальна сівалка Cross-Slot (рис. 3.12а) з сошником (рис. 3.12б), що формує Т-подібну борозну.

Універсальні сівалки Cross-Slot з шириною захвату 5 і 10 м водночас з насінням вносить у ґрунт добрива, при цьому виключається хімічне травмування росткових корінців. Здійснює якісну сівбу навіть за великої кількості рослинних решток, не порушуючи поверхневого шару ґрунту, що дозволяє перейти до нульової технології і скоротити витрати.



а б

**Рис. 3.12. Сівалка Cross-Slot (а) та сошник (б), що формує Т-подібну борозну**

## 3.5. Робочі органи сівалок

Робочими органами сівалок є висівні апарати, сошники і загортачі.

Висівні апарати – це дозатори, які відбирають певну частину посівного матеріалу (насіння, мінеральних добрив) із бункера або ящика і спрямовують його в сошники. За принципом дії дозувальні апарати сівалок бувають механічні, пневматичні, пневмомеханічні, вібраційні, електромагнітні з електронним керуванням та інші.

Котушкові висівні апарати (рис. 3.13а) – це універсальні дозатори. Їх установлюють на зернових, зерно-трав'яних, овочевих та інших сівалках. Залежно від напряму обертання котушки вони можуть бути з нижнім і верхнім висівом. На сучасних сівалках висівні апарати переважно з нижнім висівом.

Кількість висіву насіння залежить від довжини робочої частини котушки і частоти її обертання. Частоту обертання забезпечують заміною шестерень або зірочок механізмів приводу висівних апаратів. Довжину робочої частини котушок установлюють важелем групового регулятора висіву насіння.

Котушково-штифтовий висівний апарат (рис. 3.13б) складається з котушки 10, вала 11 і клапана 12. Циліндрична котушка 10 має два ряди штифтів, що зміщені на півкроку один відносно одного. Під час обертання котушки штифти захоплюють посівний матеріал і подають його до насіннєпроводу.

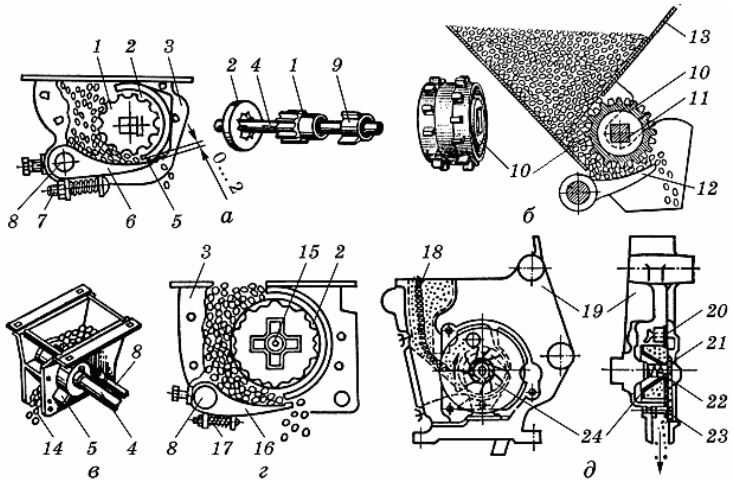



**Рис. 3.13. Висівні котушкові апарати:**
а, б – рядкових сівалок; в – трав'яних сівалок; г і д – овочевих сівалок; 1, 10 і 24 – котушки; 2 – розетка; 3 і 19 – корпуси; 4, 11 і 15 – вали; 5 – ребро муфти; 6, 12 і 16 – клапани; 7 – регулювальний болт; 8 – вісь; 9 – муфта; 13 – заслінка; 14 – нерухоме дно; 17 і 22 – пружини; 18 – ворушилка; 20 – диск; 21 – вікно; 23 – болт

Котушкові висівні апарати для висівання дрібного насіння (рис. 3.13в) мають таку саму будову, як і висівні апарати для зернових культур, проте вони мають значно менші розміри.

Застосовують також висівні апарати з котушками, що мають значно більшу кількість жолобків і різні за розмірами ребра (рис. 3.13г). Ці апарати висівають у 1,5…2 рази менше насіння, ніж універсальні котушкові.

Котушково-дискові висівні апарати (рис. 3.13 д) складаються із котушки 24, нерухомого диска 20 і корпусу 19. У верхній частині диска є висівне вікно 21. Диск з'єднаний з корпусом болтом 23. Під час обертання котушки її лопатки захоплюють насіння і переміщують його до висівного вікна, а далі воно вертикальним каналом потрапляє до насіннєпроводу.

Комірково-дисковий висівний апарат (рис. 3.14а) складається із горизонтального диска 3, відбивача 2, виштовхувача 4, відкидного дна і корпусу.

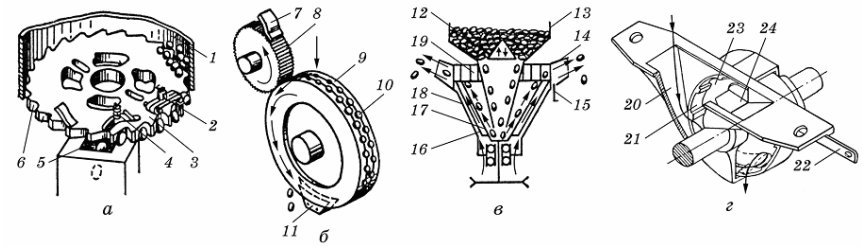



**Рис. 3.14. Висівні апарати:**
а, б – комірково-дискові; в – відцентровий; г – внурішньореберчастий; 1 і 13 – бункери; 2 – відбивач; 3 – диск; 4 – виштовхувач; 5 – вікно; 6 – комірки диска; 7 – чистик; 8 – ролик; 9 – барабан; 10 – комірки барабана; 11 – клиноподібний виштовхувач; 12 – дозатор; 14 – приймач насіння; 15 і 24 – заслінки; 16 – лопатки; 17 – ротор; 18 і 20 – корпуси; 19 – розподільна головка; 21 – кільце; 22 – важіль; 23 – диск

Диск має комірки 6 певної ширини і довжини. Висівний диск розміщений між відкритим дном і корпусом. Під час обертання диска 3 каліброване насіння із бункера потрапляє в комірки диска, який переміщує його до вікна 5. У кожну комірку потрапляє одна насінина. Зайве насіння відбивачем 2 зміщується з диска.

Комірково-барабанний висівний апарат (рис. 3.14б) з горизонтальною віссю обертання має корпус, висівний барабан (диск) 9, ролик 8, чистик ролика 7 і виштовхувач 11. На твірній поверхні барабана просвердлюють один, два або три ряди комірок. Кожний ряд прорізують кільцевою канавкою. Виштовхувач 11 має вигляд клиноподібної пластини, яка входить у канавку барабана і розміщена у нижній частині.

Відцентровий висівний апарат (рис. 3.14в) складається із вертикального конусного ротора 17, розподільної головки 19 і дозатора 12. На роторі є спеціальні лопатки 16. Насіння подається дозатором 12 на дно ротора 17.

Внутрішньореберчастий висівний апарат (рис. 3.14г) складається із корпусу 20, диска з вирізами 23, кільця 21, заслінки 24 з важелем 22 і вала. Під час обертання кільця 21 з валом насіння із корпусу 20 піднімається на деяку висоту і через виріз у корпусі потрапляє до насіннєпроводу. Кількість висіву насіння регулюють переміщенням диска 23 в корпусі апарата і частотою обертання кільця.

Вібраційно-дискретний електромагнітний висівний апарат складається з індукційної котушки, вібратора і пластини. Індукційна котушка підключена до електромережі трактора напругою 12 В.

Під дією високочастотного вібратора на пластину насіння дозується і спрямовується в насіннєпроводи.

Пневматичні висівні апарати використовують двох типів: вакуумні і з надлишковим тиском. Вакуумний пневматичний висівний апарат (рис. 3.15а) складається із корпусу 4, вертикального висівного диска 2 з отворами, вакуумної камери 1, ворушилки 3, вилки з двома штирями і забірної камери 5.

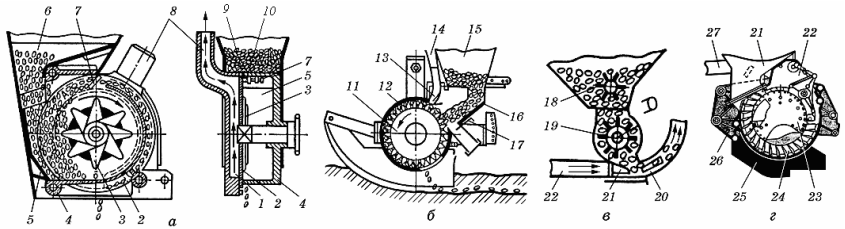



**Рис. 3.15. Пневматичні висівні апарати:**
а – вакуумний; б – з надлишковим тиском; в – з централізованим дозуванням; г – з турбінним розподільним колесом; 1 – вакуумна камера; 2, 11 і 23 – диски; 3 і 18 – ворушилки; 4, 12 і 26 – корпуси; 5 і 16 – забірні камери; 6 і 15 – бункери; 7 – вилка; 8, 14, 22 і 27 – повітропроводи; 9 і 10 – штирі вилки; 13 і 21 – сопла; 17 – заслінка; 19 – котушка; 20 – насіннєпровід; 24 – розподільне колесо; 25 – сошник

Вакуумна камера має підковоподібну форму і розміщена у верхній і середній частинах диска. Нижня частина диска з'єднана з атмосферним повітрям. Розрідження у вакуумній камері створюється ексгаустером постійно. Під час обертання диска 2 насіння присмоктується до його отворів і рухається разом з диском у нижню частину, яка з'єднана з атмосферою. Тут насіння відпадає від диска. У верхній частині диска встановлено вилку 7 з штирями 9 і 10, які зчищають зайве насіння. Кількість висіву насіння регулюють частотою обертання диска та підбором дисків з різною кількістю отворів. Такі висівні апарати встановлюють на сівалках для просапних культур.

Пневматичний висівний апарат з надлишковим тиском (рис. 3.15б) складається із корпусу, висівного (барабана) диска 11 і сопла 13. На поверхні барабана є калібровані наскрізні отвори (комірки). Верхня частина барабана заходить у забірну камеру 16. Сопло з'єднане повітропроводом 14 з вентилятором, який подає повітря на отвори барабана. Під час обертання барабана насіння потрапляє в комірки і притискується повітряним потоком, що виходить із сопла 13. У нижній частині барабана насіння випадає із комірок під

дією сили тяжіння або викидається виштовхувачем. Кількість висіву насіння регулюють частотою обертання барабана.

Пневмомеханічний висівний апарат з централізованим дозуванням (рис. 3.15в) має дозатор котушкового типу, ежекторний пристрій і повітропровід. Рифлена котушка 19 забезпечує подавання насіння в повітропровід 22 а через сопло 21 пневматичного ежектора створюється потужний повітряний потік для його транспортування до сошників.

Пневмомеханічний висівний апарат з турбінним колесом (рис. 3.15г) складається із корпусу 26, диска 23, турбінного розподільного колеса 24, сопла 21 та повітропроводів 22 і 27. Диск 23 відбирає насіння і подає на турбінне розподільне колесо 24, яке транспортує його до сошника 25.

Насіннєпроводи і тукопроводи призначені для переміщення насіння і мінеральних добрив від висівних апаратів до сошників. Верхню частину насіннє- і тукопроводів під'єднують до висівних апаратів, а нижню – кріплять до корпусу сошників.

На посівних машинах найчастіше застосовують трубчасті гумові, гофровані гумові, спірально-стрічкові, лійкоподібні, телескопічні і спірально-дротяні насіннє- і тукопроводи (рис. 3.16).

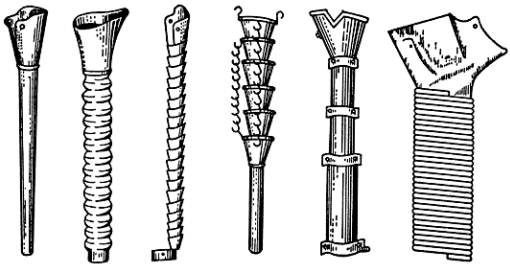



**Рис. 3.16. Насіннєпроводи і тукопроводи:**
а – трубчастий гумовий; б – гофрований гумовий; в – спірально-стрічковий; г – лійкоподібний; д – телескопічний; е – спірально-дротяний

Трубчастий гумовий насіннєпровід (рис. 3.16а) складається з металевої або пластмасової лійки і конусної трубки, виготовленої з прогумованого матеріалу або пластмаси. Лійку з насіннєпроводом приєднують до висівного апарата, а нижній кінець трубки вставляють у розтруб сошника.

Гофровані гумові насіннє- і тукопроводи (рис. 3.16б) застосовують для переміщення насіння і мінеральних добрив до сошників та добрив до підживлювальних ножів.

Спірально-стрічковий насіннєпровід (рис. 3.16в) складається із спіральної металевої стрічки, до якої у верхній частині кріпиться мундштук, а в нижній скоба. Мундштук приєднують до корпусу висівного апарата, а скобу – до розтруба сошника.

Лійкоподібні насіннє- і тукопроводи (рис. 3.16г) складаються із окремих, найчастіше металевих, лійок, з'єднаних між собою ланцюжками. Такі насіннє- і тукопроводи не мають потрібної гнучкості і обмежено стискаються. Їх використовують здебільшого для подавання мінеральних добрив у сошники овочевих сівалок і в підживлювальні ножі культиваторів.

Телескопічний насіннєпровід (рис. 3.16д) складається із металевих або пластмасових трубок різного діаметра, які послідовно вставлені одна в одну.

Спірально-дротяний насіннєпровід (рис. 3.16е) – це спіраль із сталевого дроту. Він гнучкий, легко згинається, подовжується, проте має значну масу і можливість розтягування витків спіралей. Їх установлюють переважно на овочевих сівалках.

На посівних і садильних машинах установлюють наральникові і дискові сошники. Застосовують наральникові сошники з гострим кутом входження у ґрунт – анкерні, з тупим – кілеподібні, а також полозоподібні, трубчасті, лапові та інші (рис. 3.17).

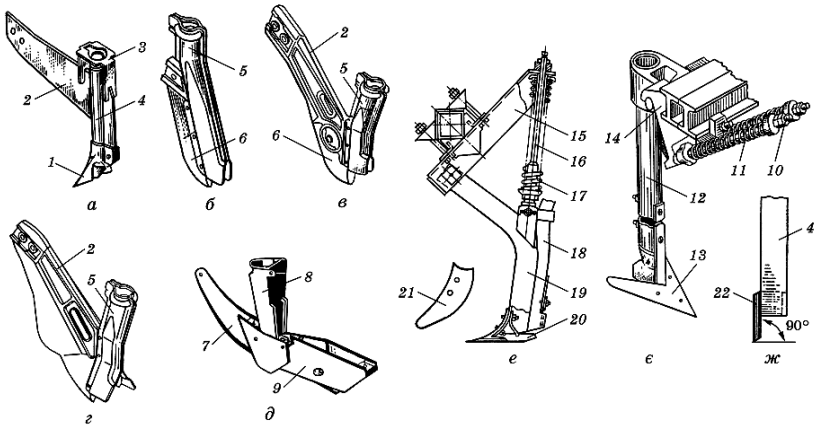



**Рис. 3.17. Сошники наральникові:**
а – анкерний; б – кілеподібний сівалки СЗТ-3,6А; в – кілеподібний сівалки СЗ-3,6А-03; г – кілеподібний льонової сівалки СЗ-3,6А-02; д – полозоподібний комбінований; е і є – лапові сошники стерньових сівалок; ж – трубчастий; 1 – наральник; 2 і 15 – кронштейни; 3 – скоба; 4 – трубка; 5 і 8 – лійки; 6 – кілеподібний наральник; 7 – полоз; 9 – п'ятка; 10 – болт; 11 і 17 – пружини; 12 і 19 – стовби; 13 і 20 – лапи; 14 – корпус; 16 – тяга; 18 – насіннєпровід; 21 і 22 – носки

Анкерний сошник (рис. 3.17а) складається з лійки для насіння (трубки) 4, наральника (носка) 1 і кронштейна 2. Під час руху сошника носок 1 утворює борозну, розгортаючи ґрунт, а із лійки насіння потрапляє на дно борозни.

Кілеподібний сошник (рис. 3.17б,в,г) складається із загостреної пластини (кіля) 6 і лійки для насіння 5. Кіль розрізує ґрунт, зміщує його в боки, переміщуючи частинки ґрунту зверху вниз, і ущільнює дно борозни. Кілеподібні сошники мають тупий кут входження у ґрунт (> 90°) і утворюють вузькі борозни.

Полозоподібні комбіновані сошники (рис. 3.17д) мають ліву та праву послідовно розміщені щоки і під час роботи утворюють дві борозни: першу – для мінеральних добрив, а другу – для насіння. Глибину ходу сошника регулюють переміщенням прикочувального котка.

Лапові сошники (рис. 3.17е,є) у нижній частині мають стрілчасті лапи 13 і 20. Під час роботи лапа підрізує і розпушує ґрунт, а по трубці під лапу подається насіння та мінеральні добрива.

Трубчастий сошник (рис. 3.17ж) складається із трубки 4 і наральника (носка) 22.

Дводисковий однорядковий сошник (рис. 3.18а,б) складається з чавунного корпусу з розтрубом 4, двох плоских дисків 1, установлених один щодо одного під кутом 10°, і повідця.

Дводисковий сошник для дворядкової сівби (рис. 3.18в) забезпечує вузькорядну сівбу з міжряддями 6,5…8,5 см. Диски сошника розміщені на осі під кутом 18°. Між дисками до розтрубу кріпиться подільник, який розподіляє насіння на два потоки і спрямовує його в обидві борозни.

Однодисковий сошник (рис. 3.18г) складається із плоского диска 1, лійки 12, маточини 13, кронштейна 15 і чистика 14. Диск установлений під кутом 8° до напрямку руху (кут атаки) і відхилений від вертикалі (кут крену) на 20°.

Дводисковий однорядковий сошник з ребордами (рис. 3.18д) установлюють на овочевих, рисових та інших сівалках. На дисках ззовні встановлюють реборди 16 у вигляді циліндричних кілець, які кріпляться до кронштейнів дисків. Реборди обмежують глибину ходу (2…5 см) сошників.

Дводисковий дворядковий сошник з ребордами (рис. 3.18е) складається з двох однодискових сошників з ребордами, двох лійок 20 для подавання насіння, сектора з трьома парами отворів і двох загортачів. Такі сошники встановлюють переважно на овочевих сівалках.

Дводисковий сошник з дисковим рифленим ножем (рис. 3.18є) встановлюють на сівалках для прямої сівби або використовують як змінний робочий орган до зернових рядкових сівалок.

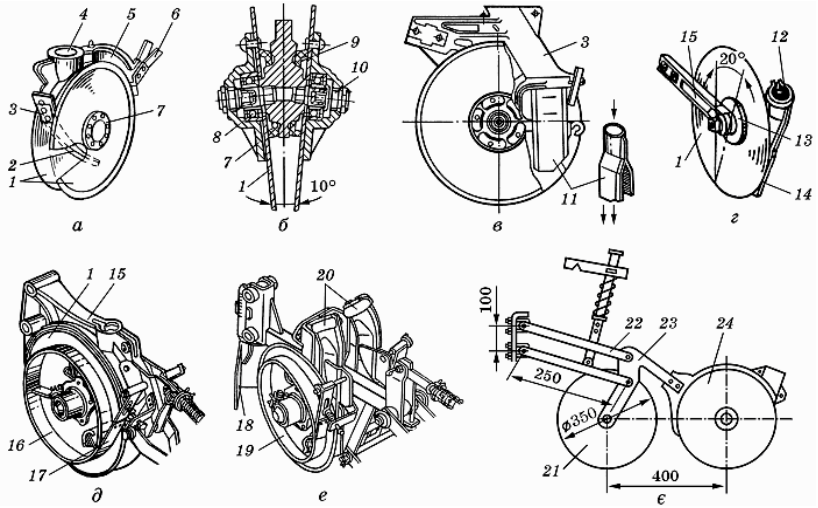



**Рис. 3.18. Сошники дискові:**

а і б – дводисковий однорядковий; в – дводисковий дворядковий; г – однодисковий; д – дводисковий однорядковий з ребордами; е – дводисковий дворядковий з ребордами; є – дводисковий з дисковим ножем; 1 – диски; 2 – напрямна пластина; 3, 14 і 17 – чистики; 4 – розтруб; 5 – корпус; 6 – повідець; 7 і 13 – маточини; 8 – підшипник; 9 – ущільнювач; 10 – вісь; 11 – розподільна лійка; 12 і 20 – лійки; 15 і 23 – кронштейни; 16 і 19 – реборди; 18 – грудковідвід; 21 – дисковий ніж; 22 – підвіска; 24 – сошник

Для повного загортання борозен використовують різні конструкції загортачів, шлейфів, борінок, дисків, котків тощо (рис. 3.19).

Пальцьові загортачі (рис. 3.19а,б) використовують у вигляді загострених зубів 1 на пружинних стояках 2 або наральників чи прутків циліндричного та овального перерізів.

Шлейфи мають вигляд кілець 6 і 8 та ланцюгів 7 (рис. 3.19в,г). Ними загортають неглибокі борозни і вирівнюють поверхню поля.

Борінку застосовують у вигляді масивних кілець 9 або плоскої рами із жорсткоприкріпленими до них зубами 10 (рис. 3.19д).

Циліндричні пневматичні котки (рис. 3.19е,є,ж) встановлюють на бурякових, кукурудзяних, овочевих та інших сівалках.

Полицеві загортачі (рис. 3.19є,ж) мають невеликі полиці 14 і 15. Поверхні полиць плоскі або криволінійні лівого і правого обертання.

Клиноподібні котки (рис. 3.19з) – це порожнисті циліндричні корпуси з клиноподібним профілем обода. Їх установлюють на пресових і стерньових зернових сівалках.

Конічні котки (рис. 3.19і,к) складаються з двох косовстановлених котків 18 і 19 з конічною поверхнею обода і спрямовані вершинами один до одного.

Дискові загортачі (рис. 3.19л) мають два сферичних диски 20, які встановлені під кутом до напрямку руху. Їх використовують для загортання глибоких і широких борозен.

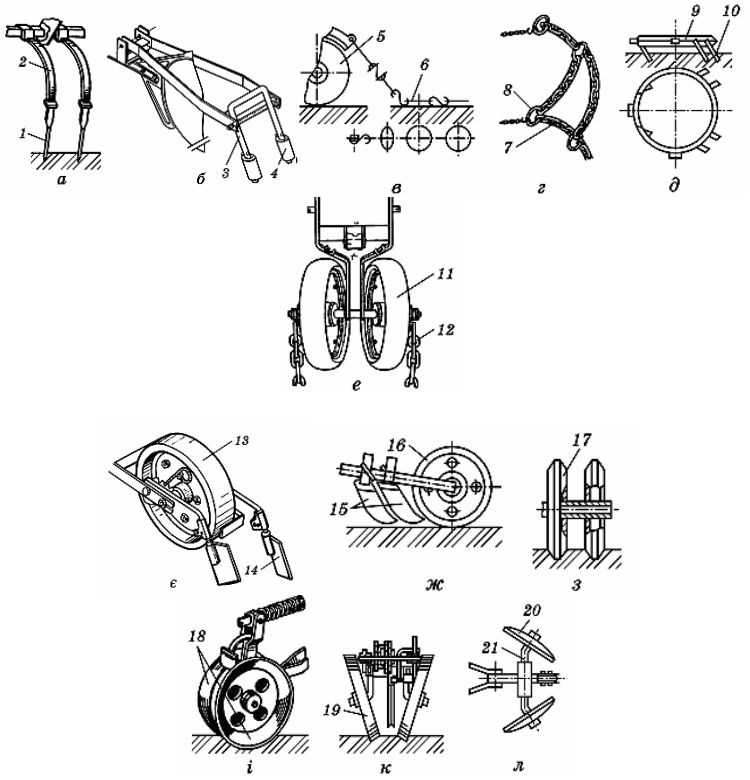



**Рис. 3.19. Робочі органи для загортання борозен:**
а і б – пальцьові загортачі; в – кільцевий шлейф; г – ланцюговий шлейф; д – кільцева борінка; е – ущільнювальний коток; є – коток з полицевими загортачами; ж – полицеві загортачі; з – клиноподібний коток; і і к – конічні котки; л – дискові загортачі; 1 і 10 – зуби; 2 – стояк; 3 – скоба; 4 – наральник; 5 – сошник; 6, 8 і 9 – кільця; 7 і 12 – ланцюги; 11, 13 і 16 – обгумовані котки; 14 і 15 – полиці; 17 – клиноподібні котки; 18 і 19 конусоподібні котки; 20 – сферичний диск; 21 – піввісь

### 3.6. Механізми передач сівалок

На посівних машинах вали насіннє- і туковисівних апаратів приводяться в рух від опорно-приводних коліс або прикочувальних котків. Для передачі руху застосовують зубчасті, ланцюгові або зубчасто-ланцюгові передачі.

На рис. 3.20 зображено механізм приводу висівних апаратів сівалки СЗ-3,6А.

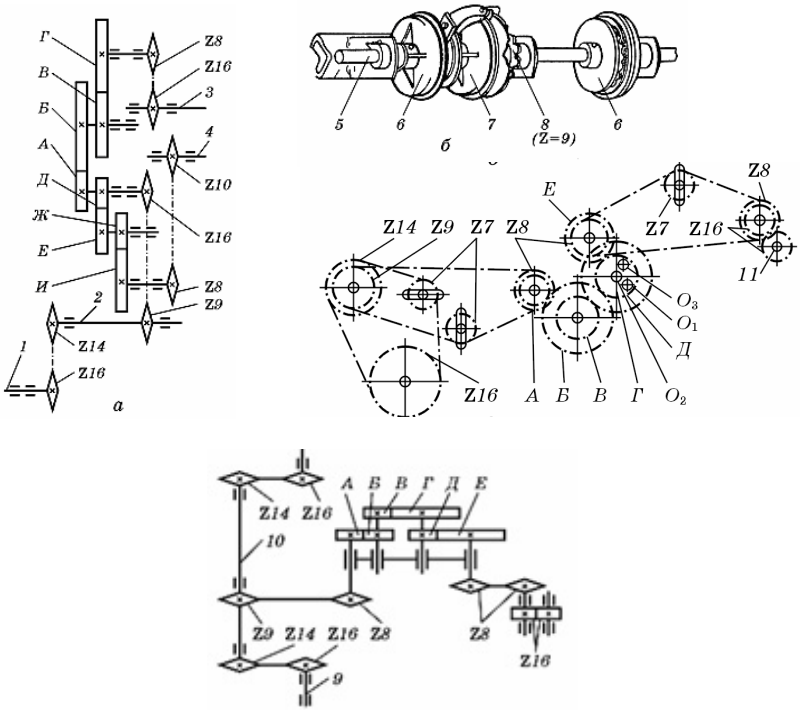



**Рис. 3.20. Механізми передач зернотукових сівалок:**
а – механізм передачі сівалки СЗ-3,6А; б – контрпривід; в – механізм передачі зернотрав'яної сівалки СЗТ-3,6А; 1 і 9 – осі коліс; 2, 5 і 10 – вали контрприводів; 3 – вал туковисівних апаратів; 4 і 11 – вали насіннєвисівних апаратів; 6 – обгінна муфта; 7 – роз'єднувач; 8 – зірочка (Z = 9)

Рух від осі 1 опорно-приводного колеса передається на вал контрприводу 2, а далі до шестерень А і Д редуктора. Від редуктора

ланцюговою передачею приводяться в рух туковисівні апарати 3, а двома іншими ланцюговими передачами – насіннєвисівні апарати 4.

На рис. 3.20, в наведено схему механізму приводу висівних апаратів для насіння трав сівалки СЗТ-3,6А. Рух від вала контрприводу 10 передається ланцюговою передачею до шестерні А редуктора, далі через шестерні Б, В, Г, Д і Е, ланцюгову і зубчасту передачі на вал 11 висівних апаратів.

Переміщенням шестерень у редукторі змінюють його передаточні числа від 0,260 до 1,785.

### 3.7. Механізми заглиблення і піднімання сошників

Для переведення сошників зернових сівалок з транспортного положення у робоче і, навпаки, із робочого – у транспортне, а також для встановлення їх на задану глибину застосовують гідрофіковані системи важільних механізмів (рис. 3.21).

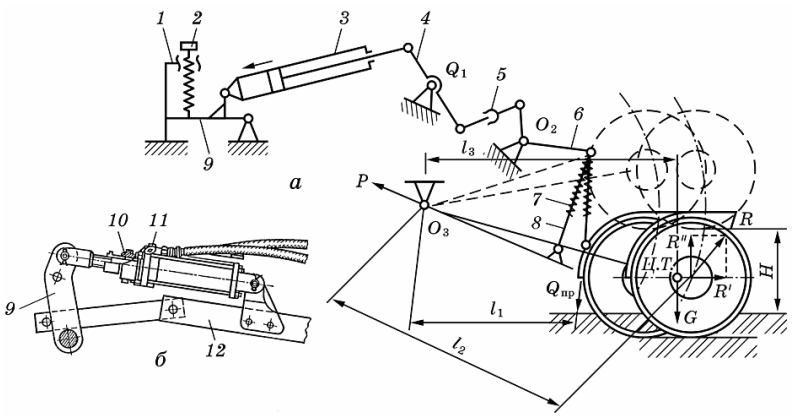



**Рис. 3.21. Механізми заглиблення і піднімання сошників зернотукових сівалок:**
а – схема механізму сівалки СЗ-3,6А; б – механізм заглиблення сошників сівалки СЗС-2; 1 – кронштейн; 2 – регулювальний гвинт; 3 – гідроциліндр ЦС-75; 4 і 9 – важелі; 5 – гвинтова тяга; 6 – важелі підняття сошників; 7 – пружина; 8 – натискна штанга; 10 – регулювальна гайка; 11 – гідроциліндр; 12 – рама

Механізм заглиблення і піднімання сошників зернотукової сівалки СЗ-3,6А складається із кронштейна 1 (рис. 3.21а), регулювального гвинта 2, гідроциліндра 3, двоплечих важелів 4, 6 і 9, гвинтових тяг 5 і натискних штанг 8 з пружинами 7.

На зернотукових модульних стерньових сівалках СЗС-2 механізм заглиблення і піднімання сошників складається із гідроциліндра 11 (рис. 3.21б) корпус якого кріпиться до рами 12, а шток – до важеля 9, регулювальної гайки 10, двох поздовжніх тяг, з'єднаних між собою стяжною гайкою, нижньої і верхньої ланок.

### 3.8. Підготовка зернових сівалок до роботи

Перед початком роботи здійснюють технічне і технологічне налагодження зернових сівалок. Спочатку перевіряють комплектність і технічний стан висівних апаратів, сошників, механізмів передач і піднімання сошників, а також інших складальних одиниць. Перевіряють роботу механізмів приводу насіннє- і туковисівних апаратів і піднімання сошників. Після цього здійснюють технологічне налагодження. Розміщують сошники на задане міжряддя, регулюють висівні апарати на рівномірність і норму висіву, встановлюють сошники на певну глибину. Розміщення сошників проводять за допомогою розмічувальної дошки або стрічки з прогумованого паса, на яких нанесено мітки рядків. Глибину ходу сошників зернових сівалок регулюють гвинтовим механізмом регулятора глибини, а транспортний просвіт (190…200 мм) – гвинтовими тягами механізму піднімання сошників.

Установлення висівних апаратів на рівномірність висіву насіння виконують наступним чином. Спочатку перевіряють положення котушок усіх висівних апаратів. У крайньому лівому положенні важеля регулятора висіву котушки мають бути у корпусах апаратів, а їхні торці лицюватися з площиною розеток. У кожному висівному апараті перевіряють і встановлюють зазор між клапаном і нижнім ребром муфти. Для насіння зернових культур зазор установлюють 1…2 мм, а для зернобобових культур – 8…10 мм. Рівномірність висіву оцінюють коефіцієнтом нерівномірності:

$$\delta = \frac{\Sigma(m - m_i)}{\Sigma m_i} 100, \qquad (3.1)$$

де $m = \sum m_i / k$ – середня маса насіння, яке висівається одним апаратом; $k$ – кількість висівних апаратів; $m_i$ – маса насіння, яке висіялось $i$-тим апаратом.

Коефіцієнт нерівномірності δ не має перевищувати 5…6%.

Установлення висівних апаратів сівалки на норму висіву виконують в такій послідовності. За номограмами орієнтовних норм висіву насіння або за таблицями підбирають відповідно до культури

передатне відношення редуктора (ланцюгової передачі) і довжину робочої частини котушки. Для ,більш рівномірного висіву насіння і найменшого пошкодження його передатне відношення беруть найменшим, а довжину робочої частини котушки – найбільшою. Висіяне насіння збирають і зважують. Якщо сівалка має пробовідбірники, то насіння збирають з трьох апаратів, а потім перераховують на всі висівні апарати. Маса висіяного насіння має відповідати розрахунковій $M_p$, яку визначають за формулою:

$$M_p = \pi DBQ/[10000(1-\varepsilon)], \tag{3.2}$$

де $\pi$ = 3,14 – стала величина; $D$ – діаметр опорно-приводного колеса, м; $B$ – робоча ширина захвату, м; $Q$ – задана норма висіву насіння, кг/га; $\varepsilon$ = 5…10% – коефіцієнт проковзування колеса.

Точність установлення норми висіву перевіряють, скориставшись виразом:

$$\frac{M_ф - M_p}{M_p} \le 3\%. \tag{3.3}$$

Під час розрахунків кількості висіву насіння визначають також кількість обертів колеса на площі 100 м² за формулою:

$$n = \frac{100(1-\varepsilon)}{\pi DB}. \tag{3.4}$$

Потім прокручують колеса певну кількість разів, висіяне насіння збирають і зважують, множать на 100 і порівнюють із заданою нормою Q. Установлення норми висіву насіння часто виконують разом з перевіркою рівномірності висіву. У такому разі від кожного висівного апарата насіння збирають окремо, зважують його і визначають коефіцієнт нерівномірності й фактичну масу висіяного насіння:

$$M_ф = \Sigma m_i. \tag{3.5}$$

Перевіряють норму висіву насіння у полі наважками по 20…60 кг. Їх засипають у насіннєві ящики і проїжджають агрегатом шлях до повного висіву наважки. Потім заміряють цю відстань, порівнюють з розрахунковою і перераховують на один гектар.

Виконують розрахунок вильоту маркера. Виліт маркера – це відстань від його диска до середини крайнього сошника. Його визначають за формулою:

$$L_M = \frac{B_p + b_c \pm C}{2}, \tag{3.6}$$

де $B_p$ – робоча ширина захвату сівалки (посівного агрегату), м; $b_c$ – ширина стикового міжряддя, м; $C$ – відстань між серединами передніх коліс трактора або внутрішніми (зовнішніми) краями гусениць, м; (+) – для лівого, а (–) – для правого маркерів.

### 3.9. Сівалки для сівби просапних культур

Для сівби просапних культур застосовують універсальні пневматичні і спеціальні сівалки. Універсальні пневматичні сівалки СУПН-8, СУПН-8А, СУПН-6А, СУПН-12А, УПС-8 та інші призначені для пунктирної сівби каліброваного або відсортованого насіння кукурудзи, соняшнику, сої, рицини, сорго та інших просапних культур з одночасним внесенням в рядки окремо від насіння мінеральних добрив.

Сівалка СУПН-8 (рис. 3.22) складається з рами 1, замка автозчіпки СА-1, двох опорно-приводних пневматичних коліс, восьми посівних секцій, чотирьох туковисівних апаратів, вентилятора 7, повітропроводів 6, механізму передач 2, двох маркерів 4 і уніфікованої системи контролю (УСК) технологічних параметрів.

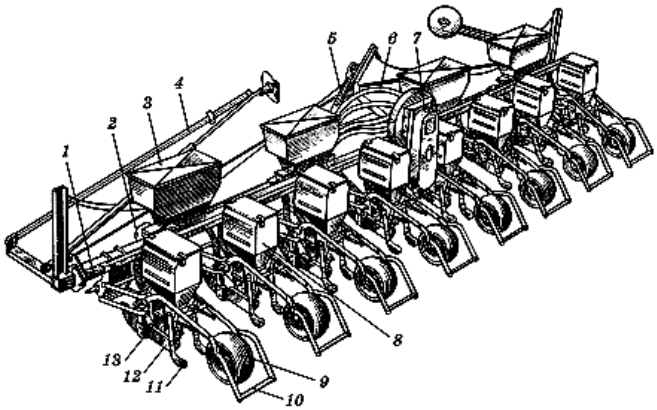



**Рис. 3.22. Сівалка СУПН-8:**
1 – рама; 2 – механізм передач; 3 – бункер з туковисівним апаратом; 4 – маркер; 5 – замок автозчіпки; 6 – повітропроводи; 7 – вентилятор; 8 – бункер для насіння; 9 – прикочувальне колесо; 10 – шлейф; 11 – загортач; 12 – сошник; 13 – насіннєвисівний апарат

Висівний пневмомеханічний апарат складається з корпусу 4 (див. рис. 3.15а), висівного диска 2 і кришки. У корпусі є забірна камера 5 для насіння, а в кришці – камера розрідження. Висівний

диск установлений на валу і приводиться в обертовий рух за допомогою ланцюгової передачі. На валу, поруч з диском, встановлено ворушилку 3, яка ворушить насіння в камері і забезпечує прилягання висівного диска до кришки. Камера розрідження 1 з'єднана повітропроводом 8 з вентилятором. Висівний диск складається з основи і накладки. Диск має отвори по колу діаметром 120 мм. Його встановлюють так, щоб до забірної камери він мав менші отвори. Сівалку обладнують чотирма комплектами дисків діаметром отворів 3,0 і 5,5 мм. Кількість отворів на диску 14 або 22.

Кількість висіяного насіння на 1 м рядка визначають за формулою:

$$N = \frac{mu(1-\varepsilon)}{\pi D}, \tag{3.7}$$

де $m$ – кількість отворів на диску; $u$ – передатне число механізму приводу; $D$ – діаметр обода опорно-приводного колеса, м; $\varepsilon$ = 0,05…0,10 – коефіцієнт проковзування коліс.

Сівалка має наступну послідовність регулювання. Норму висіву насіння регулюють частотою обертання диска за допомогою механізму передач, а також заміною дисків з різною (14 або 22) кількістю отворів. Дозу внесення мінеральних добрив регулюють частотою обертання шнеків туковисівних апаратів. Глибину ходу сошників у кожній посівній секції регулюють переміщенням прикочувального колеса відносно сошника.

Пневматична сівалка СУПН-8А більш удосконалена, ніж СУПН-8, і виготовлена на її основі. Вона забезпечує сівбу насіння кукурудзи, соняшнику, сорго, сої, люпину, кормових бобів, квасолі та інших культур. Сівалку обладнують транспортним пристроєм. Особливістю конструкції цієї сівалки є збільшена місткість бункерів для насіння до 260 дм$^3$, установлення тукових кілеподібних і насіннєвих полозоподібних з п'яткою сошників, наявність приводу вентилятора від ВВП трактора, можливість установлення посівних секцій на міжряддя 45, 70 і 90 см. Сівалку комплектують дисками з кількістю отворів 14, 22, 34, 50 і 90. У камерах висівних апаратів розрідження повітря має бути 0,003…0,005 МПа.

Механізми приводу насіннє- і туковисівних апаратів ланцюгово-зубчасті (рис. 3.23). Механізм приводу насіннєвисівних апаратів забезпечує передатні числа від 0,164 до 1,222.

Глибину ходу насіннєвих сошників регулюють гвинтовим механізмом прикочувального колеса кожної посівної секції.

Сівалка СУПН-12А має 12 посівних секцій, які за будовою і процесом роботи такі самі, як і в СУПН-8А. На сівалці встановле-

ний вентилятор відцентрового типу, який приводиться в рух від ВВП трактора і має частоту обертання 1000 хв$^{-1}$. СУПН-12А забезпечує ширину міжрядь 70 см. Сівалку обладнують також УСК технологічних параметрів. Робоча ширина захвату 8,4 м, робоча швидкість 6…7 км/год.

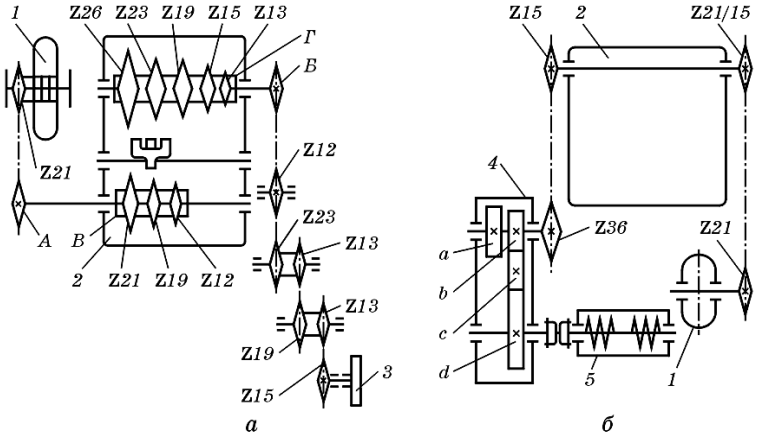



**Рис. 3.23. Схема механізмів приводу висівних апаратів сівалки СУПН-8А:**

а – насіннєвисівних; б – туковисівних; 1 – опорно-приводне колесо; 2 – механізм передач; 3 – висівний диск; 4 – зубчастий механізм передач; 5 – туковисівний апарат; a, b, c, d – шестерні

Універсальні пневматичні начіпні сівалки УПС-8 і УПС-12 мають відповідно вісім і дванадцять посівних секцій, переміщенням яких на рамі забезпечують міжряддя 45, 60, 70 і 90 см. Висівний апарат кожної посівної секції складається із корпусу 1 (рис. 3.24), фланця 3, ворушилки 4, висівного диска 5 і скидача зайвих насінин з механізмом регулювання.

Сівалки комплектують змінними висівними дисками з отворами 2,2; 3, 4 і 5,5 мм. Диски мають по 30, 40 і 60 отворів.

Бурякові сівалки призначені для пунктирної сівби каліброваного, звичайного і дражованого насіння цукрових і кормових буряків. На сівалках ССТ-8В, ССТ-12В, ССТ-18В і ССТ-24 установлюють механічні висівні апарати комірково-барабанного типу. Найпоширенішою є сівалка ССТ-12В (рис. 3.25).

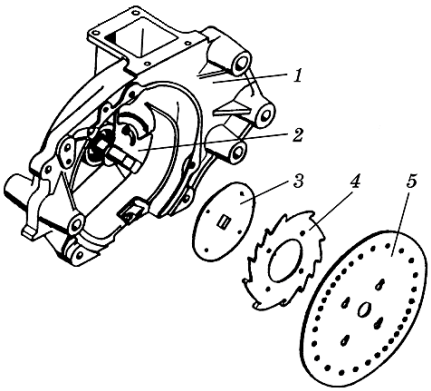



**Рис. 3.24. Висівний апарат сівалок УПС-8 і УПС-12:**
1 – корпус; 2 – заслінка; 3 – фланець; 4 – ворушилка; 5 – висівний диск

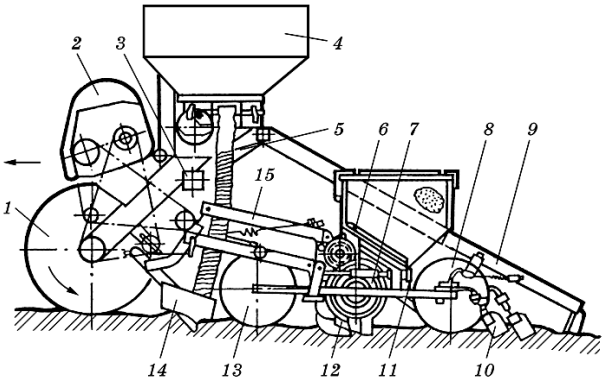



**Рис. 3.25. Бурякова сівалка ССТ-12В:**
1 – опорно-приводне колесо; 2 – механізм передач; 3 – рама; 4 – бункер з туковисівним апаратом; 5 – тукопровід; 6 – бункер для насіння; 7 – насіннєвисівний апарат; 8, 13 – прикочувальне колесо; 9 – слідоутворювач; 10 – загортач; 11 – механізм регулювання ходу сошників; 12 – насіннєвий сошник; 14 – туковий сошник; 15 – паралелограмна підвіска

Сівалку можна комплектувати пристроями для сівби насіння сої (СТЯ-81000), проса (СТЯ-23000), гречки (СТЯ-27000) та інших культур, а також пристроями для внесення в зону рядка гербіцидів та інсектицидів.

Глибина загортання насіння 20…60 мм. ССТ-12В забезпечує такі норми висіву насіння: 8; 10; 12; 14; 16; 18 і 20 штук на метр. Норму висіву визначають за такою самою формулою (3.7), як і для пневматичних сівалок СУПН. Сівалку укомплектовують УСК-12 для контролю за висівом насіння та рівнем його і мінеральних добрив у бункерах.

Висівні диски, що мають діаметр комірок 5,1 і 6 мм, установлюють відповідно до фракції насіння 3,5…4,5 і 4,5…5,5 мм. Норму висіву насіння регулюють установленням дисків з одним або двома рядами комірок і частотою їх обертання, а норму висіву добрив – частотою обертання пружинного дозатора. Глибину ходу тукового сошника регулюють упором і гвинтовим механізмом з пружиною, положення грудковідводів – переміщенням їх за висотою. Глибину ходу насіннєвого сошника регулюють гвинтовою тягою балансирної підвіски, активність загортачів – переміщенням їх ліворуч або праворуч, а стійкість ходу – пружинами.

Сівалки з пневмомеханічними висівними апаратами УПС-12 (рис. 3.26), СПС-12, СТВ-12 і СУ-12 забезпечують сівбу каліброваного, звичайного і дражованого насіння як цукрових і кормових буряків, так і кукурудзи, соняшнику, сої та інших просапних культур. Сівалки начіпні секційні. Посівні секції обладнують V-подібними котками, які ущільнюють ґрунт з обох боків рядка. Агрегатують з тракторами класу 1,4 і 2.

**Рис. 3.26. Сівалка з пневмомеханічними висівними апаратами УПС-12.**

Висівні апарати сівалки УПС-12 можна комплектувати шістьма комплектами дисків. Вентилятор пневматичної системи УПС-12 приводиться в дію від ВВП трактора за частоти обертання 540 хв$^{-1}$. Сівалку обладнують транспортним пристроєм і УСК за технологічними параметрами. УПС-12 забезпечує норми висіву насіння 1,7…28,0 штук на метр.

### 3.10. Овочеві сівалки

Для сівби овочевих культур застосовують переважно сівалки з пневмомеханічними і механічними висівними апаратами.

Сівалка овочева СО-4,2 (рис. 3.27) начіпна, призначена для широкорядного і стрічкового способів сівби насіння овочевих культур на рівній, гребеневій і грядковій поверхнях поля з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. Сівалка забезпечує сівбу з міжряддями 45, 60, 70, 90 і 8+62, 20+90, 50+90, 40+100, 32+32+76 і 5+27+50+27+50+71 см.

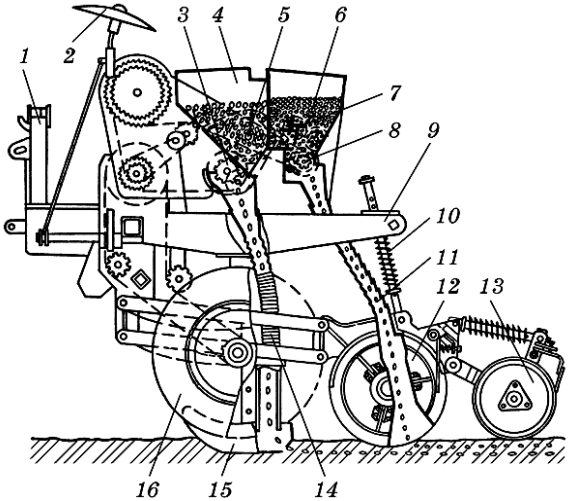



**Рис. 3.27. Функціональна схема овочевої сівалки СО-4,2:**
1 – замок автозчіпки; 2 – маркер; 3 – туковисівний апарат; 4 – тукове відділення ящика; 5 – шнек; 6 – насіннєве відділення ящика; 7 – ворушилка; 8 – насіннєвисівний апарат; 9 – рама; 10 – штанга; 11– насіннєпровід; 12 – сошник; 13 – коток; 14 – тукопровід; 15 – туковий сошник; 16 – колесо

Кожний зернотуковий ящик має два відділення: переднє – для мінеральних добрив, а заднє – для насіння. У туковому відділенні є шнек для подавання добрив до котушково-штифтових висівних апаратів. Усередині насіннєвого відділення ящика встановлено ворушилку для рівномірного подавання насіння до котушкових висівних апаратів. Котушки висівних апаратів мають різновеликі ребра і збільшену кількість жолобків.

Кількість висіву насіння регулюють робочою довжиною котушок і частотою їх обертання. Глибину загортання насіння 20, 30 і 40 мм регулюють заміною реборд на дисках сошників. Дозу внесення мінеральних добрив змінюють частотою обертання котушок туковисівних апаратів і заслінками, а глибину ходу тукових сошників – стисканням пружин штанг.

Сівалка СУПО-6А (рис. 3.28) призначена для сівби овочевих культур (огірків, томатів, перцю, баклажанів, кабачків тощо) пунктирним, гніздовим і рядковим способами на рівній поверхні поля та на грядках.

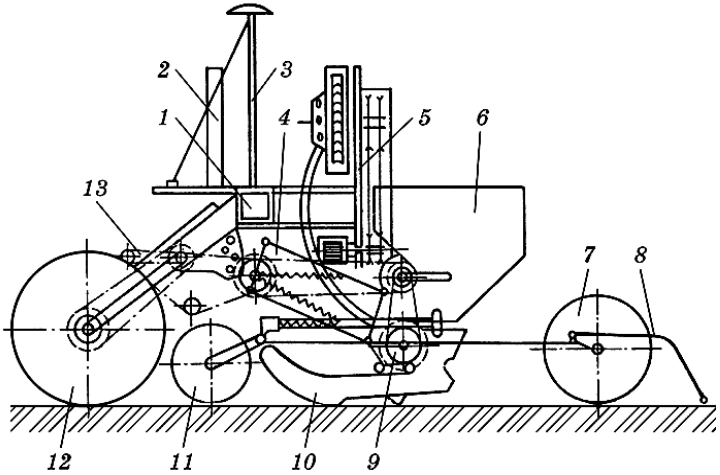



**Рис. 3.28. Схема овочевої сівалки СУПО-6А:**
1 – рама; 2 – замок автозчіпки; 3 – маркер; 4 – підвіска; 5 – вентилятор; 6 – бункер; 7 і 11 – прикочувальні колеса; 8 – шлейф; 9 – висівний апарат; 10 – сошник; 12 – опорно-приводне колесо; 13 – механізм приводу

Кількість висіяного насіння регулюють зміною частоти обертання дисків і заміною дисків з різною кількістю отворів. Кількість насінин, які висіваються у гніздо, регулюють важелем вилки скидача, а глибину ходу сошника – гвинтовим механізмом його підвіски. Профіль канавки борозни регулюють поворотом п’ятки сошника. Робоча ширина захвату сівалки 4,2 м, а робоча швидкість 5…9 км/год. Сівалку агрегатують з тракторами класу 1,4.

Пневматична овочева сівалка СУПО-9А має дев’ять посівних секцій, які за будовою та процесом роботи такі самі, як і в СУПО-6А. Вона забезпечує сівбу овочевих культур на рівній поверхні поля і на грядках пунктирним, гніздовим і рядковим способами. Робоча

ширина захвату сівалки 5,4 м, а робоча швидкість 5…9 км/год. Її агрегатують з тракторами класу 1,4; 2 і 3.

Сівалки СЛС-12 (рис. 3.29) і СЛС-5,4 призначені для сівби цибулі-сіянки пунктирним способом, часнику – рядковим на рівній поверхні поля або гребеневій та грядковій.

Норму висіву насіння регулюють змінними зірочками на вихідному валу редуктора з кількістю зубців 8, 9, 10, 11, 12 і 14, а глибину ходу сошників – переміщенням копіювальних котків посівних секцій.

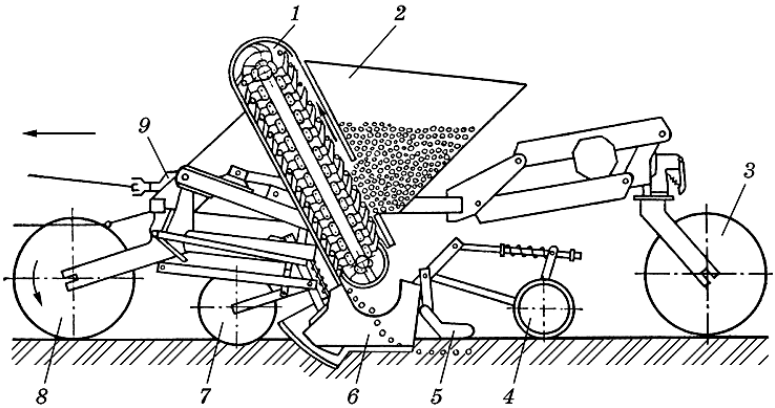



**Рис. 3.29. Сівалка СЛС-12 для сівби цибулі-сіянки пунктирним способом і часнику – рядковим**

Під час підготовки овочевих сівалок до роботи спочатку визначають кількість сошників за формулою:

$$L / b = m' + k, \qquad (3.8)$$

де $L$ – корисна довжина сошникового бруса (відстань між центрами повідців крайніх сошників), м; $b$ – ширина міжряддя, м; $m'$ – кількість міжрядь (ціле число); $k$ – залишок від ділення.

До одержаного цілого числа $m'$ додають одиницю, а залишок $k$ відкидають. Це число $m = m' + 1$ – визначає кількість сошників. Якщо кількість сошників непарна, то перший сошник розміщують посередині бруса, потім вліво і вправо на ширину міжряддя. За парної кількості їх від середини бруса позначають половину міжряддя в обидва боки і встановлюють сошники, а потім від них на ширину міжряддя вліво і вправо інші і так далі.

### 3.11. Картоплесаджалки

Картоплесаджалки призначені для садіння яровизованих або неяровизованих бульб картоплі рядковим способом з міжряддями 60 і 70 см з одночасним внесенням у рядки мінеральних добрив. Для садіння неяровизованої картоплі використовують переважно картоплесаджалки типу КСМ і КС.

Картоплесаджалка КСМ-4А (рис. 3.30) складається з рами 2, основного 7 і завантажувального 9 бункерів, двох живильних ковшів 8, чотирьох садильних апаратів 4 з ложечками, двох бункерів з туковисівними апаратами, двох опорних пневматичних 11 і двох металевих 16 коліс, чотирьох сошникових секцій, дискових загортачів 13, причіпного пристрою 1, механізму приводу висівних і садильних апаратів, гідросистеми, двох гідрофікованих маркерів 5 і 6 та системи сигналізації. Основний бункер металевий, він має дно, нахилене у бік живильного апарата, і два струшувачі. У нижній частині передньої стінки бункера є два вікна, які перекриваються заслінками. Завантажувальний бункер має два шарнірно з'єднаних відсіки – завантажувальний з решітчастим дном і проміжний. Живильний ківш 8 забезпечує рівномірне подавання бульб картоплі із основного бункера 7 до садильних апаратів. Кожний живильний ківш має дві боковини з козирками, розподільник, шнек і дві ворушилки.

Регулювання картоплесаджалки. Подавання бульб у живильні ковші регулюють заслінками основного бункера, а густоту садіння картоплі – частотою обертання садильних дисків за допомогою змінних зірочок (13, 15, 17, 18, 20 і 22 зубців) на проміжному валу механізму приводу. Кут входження сошників у ґрунт регулюють зміною довжини верхньої тяги підвісок сошників, а діапазон пристосування сошників до нерівностей рельєфу поля – упорним болтом секцій. Глибину ходу сошників регулюють переміщенням за висотою копіювальних коліс, а глибину загортання бульб картоплі і форму гребенів – поворотом косинок на півосях сферичних дисків та зміною натягу пружин натискних штанг. Дозу внесення мінеральних добрив регулюють переміщенням важелів регуляторів туковисівних апаратів.

Картоплесаджалки КСМГ-4А і КСМГ-6А створені на базі саджалок КСМ-4А і КСМ-6А. Вони призначені для садіння картоплі в попередньо нарізані на полі гребені з шириною міжрядь 70 см. Робоча швидкість картоплесаджалок 6...9 км/год. Продуктивність КСМГ-4А – 1,7...2,5, а КСМГ-6А – 2,5...3,8 га/год. Агрегатують їх із тракторами класу 1,4 і 3.

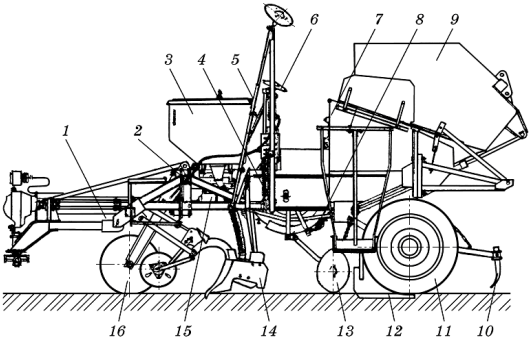



**Рис. 3.30. Картоплесаджалка КСМ-4А:**
1 – причіпний пристрій; 2 – рама; 3 – бункер з туковисівним апаратом; 4 – садильний апарат; 5 і 6 – маркери; 7 – основний бункер; 8 – живильний ківш; 9 – завантажувальний бункер; 10 – розпушувач; 11 – ходове колесо; 12 – стабілізатор; 13 – дисковий загортач; 14 – сошник; 15 – механізм приводу; 16 – опорне колесо

Картоплесаджалки КС-4 і КС-4Т напівначіпні і призначені для садіння картоплі гладеньким і гребеневим способами. Їх будова і робочий процес аналогічні типу картоплесаджалок КСМ. Місткість бункера для картоплі 1800 кг. Ширина захвату 2,8...3,0 м. Робоча швидкість до 10 км/год. Агрегатують їх з тракторами класу 2.

Картоплесаджалка САЯ-4 (рис. 3.31) призначена для садіння яровизованих і непророслих бульб картоплі рядковим способом з міжряддям 70 см з одночасним внесенням у борозни мінеральних добрив. Картоплесаджалка напівначіпна, автоматизована. Її агрегатують з тракторами класу 1,4; 2 і 3.

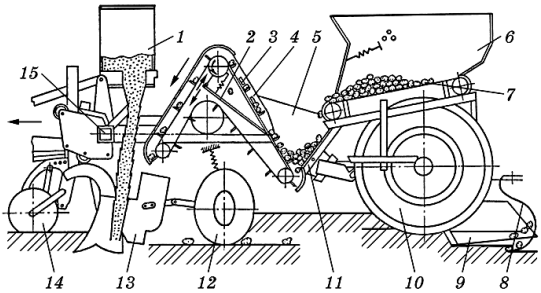



**Рис. 3.31. Функціональна схема картоплесаджалки САЯ-4А:**
1 – бункер з туковисівним апаратом; 2 – лоток; 3 – пружина; 4 – ложечка садильного апарата; 5 – живильний ківш; 6 – бункер; 7 – конвеєр бункера; 8 – розпушувач сліду коліс; 9 – стабілізатор; 10 – опорне пневматичне колесо; 11 – автоматичний пристрій; 12 – дисковий загортач; 13 – сошник; 14 – опорне колесо сошника; 15 – рама

Регулювання картоплесаджалки. Норму садіння регулюють двома змінними зірочками (28 і 36 зубців) механізму приводу садильних апаратів. Залежно від розмірів бульб картоплі на садильних апаратах установлюють змінні подільники з пружинами-скидачами. Глибину ходу сошників регулюють опорними колесами сошникових секцій, а глибину загортання бульб картоплі – поворотом сферичних дисків загортачів.

### 3.12. Розсадосадильні машини

Розсадосадильні машини призначені для садіння розсади овочевих (капусти, помідорів та ін.) і ефіроолійних культур, тютюну, суниць у горщечках або без них широкорядним і стрічковим способами, а також сіянців, живців дичок плодоягідних культур з одночасним прокладанням вологоутримувальної плівки або без неї.

Розсадосадильна машина СКН-6А (рис. 3.32а) складається з рами, шести садильних секцій, двох опорно-приводних коліс 14, механізму передач, водополивної системи з двома резервуарами 2 для води, стелажів 3 для ящиків із розсадою, двох маркерів 5, тенту 6 і системи сигналізації.

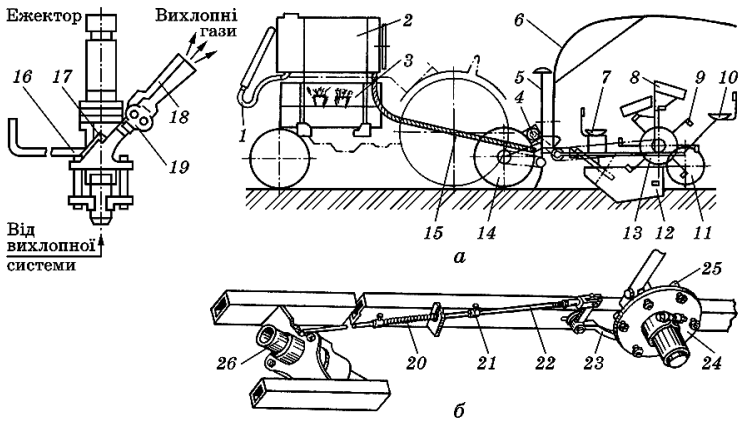



**Рис. 3.32. Розсадосадильна машина СКН-6А:**
а – схема машини; б – механізм приводу дозувального пристрою подавання води; 1 – заправний рукав; 2 – резервуар; 3 – стелажі; 4 – редуктор; 5 – маркер; 6 – тент; 7 і 10 – сидіння; 8 – полиця для ящиків; 9 – розсадотримач; 11 – коток; 12 – сошник; 13 – садильний апарат; 14 – колесо; 15 – трубопровід; 16 – рукоятка; 17 – заслінка; 18 – сопло; 19 – камера розрідження; 20 – пружина; 21 – втулка; 22 – тяга; 23 – важіль; 24 – диск; 25 – ролик; 26 – корпус

На рамі машини закріплено начіпний пристрій, трансмісійний і розподільний вали, редуктор 4, розподільник води і лівий та правий маркери 5 з обох боків. Раму встановлено на двох опорно-приводних колесах 14. Кожна садильна секція складається із продовгуватої рами, на якій встановлено садильний диск з розсадотримачами 9, сошник 12, два ущільнювальних котки 11, дві полиці 8 для ящиків з розсадою, переднє 7 і заднє 10 сидіння для робітників, дозувальний пристрій, ланцюгову передачу і ліве та праве лекала. Дозувальний пристрій подавання води складається із корпусу 26 (рис. 3.32б), тяги 22 і важеля 23. Усередині корпусу на осі закріплено заслінку, яка повертається тягою 22 і важелем 23 від роликів 25 диска 24. Диск 24 закріплено на маточині садильного диска.

Під час садіння розсади в горщечках на розсадотримачах установлюють опорні вилки, на які кладуть ці горщечки. Робочий процес машини відбувається так само, як і під час садіння розсади без горщечків.

Крок садіння розсади визначають із співвідношення:

$$a = \frac{10^4}{Nb}, \tag{3.9}$$

де $a$ – крок садіння, м; $N$ – норма садіння розсади, шт./га; $b$ – ширина міжряддя, м.

Частоту садіння розсади визначають за формулою:

$$\nu = v_м/a, \tag{3.10}$$

де $v_м$ – швидкість руху агрегату, м/с.

Регулювання розсадосадильної машини. Крок садіння регулюють кількістю розсадотримачів на диску і зміною частоти обертання дисків, а моменти закриття і відкриття розсадотримачів – переміщенням лекал у пазах тримачів. Глибину ходу сошників (8…22 см) регулюють переміщенням їх відносно рам секцій та переміщенням ущільнювальних котків по висоті. Подавання води регулюють переміщенням за колом диска з роликами відносно маточини садильного апарата і переміщенням тяги дозувального пристрою.

Розсадосадильні машини МРУ-4 і МРУ-6 за будовою і робочим процесом аналогічні СКН-6А. Ці машини забезпечують садіння розсади з кроком 12...100 см. Вони можуть забезпечувати роботу машини без дозаправлення розсадою за довжиною гону 800 м. На машинах передбачено можливість заміни дискового садильного

апарата на апарат для садіння розсади в горщечках, яка вирощена в коміркових касетах. Ширина захвату машини відповідно 2,8 і 4,2 м, продуктивність – до 3000 шт./год.

Із зарубіжних конструкцій розсадосадильних машин найбільше застосовують чотири- і шестирядкові самохідні машини, які за один прохід ущільнюють ґрунт у рядку, прокладають на поверхні поля вологоутримувальну плівку завширшки 80...140 або 80...190 см, роблять у ній отвори, проводять садіння розсади у борозни з одночасним поливом і присипають плівку ґрунтом.

### 3.13. Висадкосадильні машини

Висадкосадильна машина ВПС-2,8А (рис. 3.33) призначена для садіння маточних коренеплодів цукрових буряків і моркви з кроками відповідно 40, 55, 70 і 30...35 см.

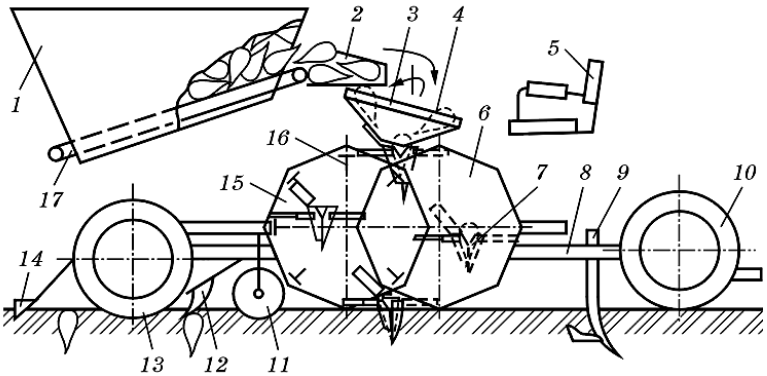



**Рис. 3.33. Функціональна схема висадкосадильної машини ВПС-2,8А:**
1 – бункер; 2 – лоток-накопичувач; 3 – диск зарядний; 4 – вікно диска; 5 – сидіння; 6 – диск ведучий; 7 – конус; 8 – основна рама; 9 – розпушувач; 10 – передні опорні колеса; 11 – копіювальне колесо; 12 – загортач; 13 – задні прикочувальні колеса; 14 – шлейф; 15 – ведений диск; 16 – виштовхувач; 17 – конвеєр бункера

Глибину садіння (270...320 мм) регулюють копіювальними колесами, а глибину розпушення ґрунту – переміщенням розпушувачів за висотою. Робоча ширина захвату машини 2,8 м. Місткість бункера 3000 кг. Робоча швидкість машини 1,8...3,5 км/год. Продуктивність до 0,8 га/год. Агрегатують машину з тракторами класу 2 і 3.

## 3.14. Робочі органи садильних машин

Робочими органами садильних машин є садильні апарати, сошники і загортачі борозен. Садильні апарати поділяють на дискові, елеваторні (ланцюгові, пасові, тросові), барабанні, голчасті тощо. Найпоширеніші дискові, ланцюгові, стрічкові і тросові з ложечками садильні апарати.

Дисковий з ложечками садильний апарат (рис. 3.34а) складається з диска 1, на якому з одного боку закріплено ложечки 2, а з другого – проти кожної ложечки – підпружинені затискачі 4. Затискач має палець, відвідний важіль і пружину 5.

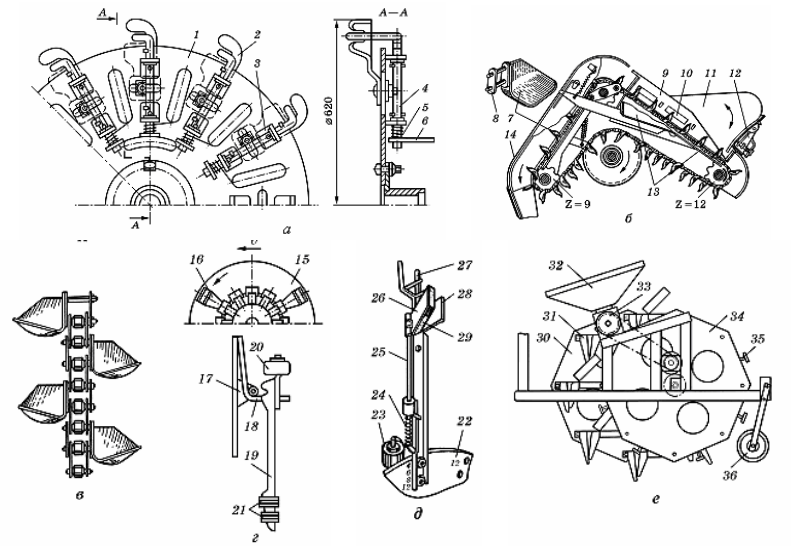



**Рис. 3.34. Садильні апарати:**
а – дисковий з ложечками; б – ланцюговий з ложечками; в – ланцюг з ложечками; г і д – розсадосадильних машин; е – висадкосадильної машини; 1, 15 і 22 – диски; 2 і 7 – ложечки; 3 і 17 – кронштейни; 4 – затискач; 5, 10, 18 і 24 – пружини; 6 – важіль; 8 – ланка втулковороликового ланцюга; 9 – подільник; 11 – рухомий скатний лоток; 12 – підпружинений клапан (датчик); 13 – живильний ківш; 14 – кожух; 16 – розсадотримач; 19 – пластина; 20 і 23 – ролики; 21 – гумові кільця; 25 – колінчастий стрижень; 26 і 28 – пластини; 27 – вилка; 29 – пориста гума; 30 – ведучий диск; 31 – конус; 32 – зарядний диск; 33 – редуктор; 34 – ведений диск; 35 – виштовхувач; 36 – копіювальне колесо

Під дією пружини палець притискується до ложечок. Пальці відводяться від ложечок, коли важіль затискача набігає на шину-копір. Шина закріплена на рамі з боку розміщення затискачів, поряд з диском. Диск жорстко закріплений на приводному валу. Такі апарати встановлюють на картоплесаджалках.

Ланцюговий з ложечками садильний апарат (рис. 3.34б,в) – це нескінченний втулково-роликовий ланцюг, на якому в шаховому порядку з певним кроком закріплені ложечки. Ланцюг з ложечками переміщується через живильний ківш і ложечки 7 захоплюють бульби, які переміщуються ланцюгом до сошника.

Дискові садильні апарати з розсадотримачами і на деяких з розподільниками установлюють, зазвичай, на розсадосадильних машинах. Використовують пластинчасті розсадотримачі важільного типу 16 (рис. 3.34г) і з поворотною рухомою пластиною 26 (рис. 3.34д).

Садильний апарат висадкосадильної машини складається із зарядного конусного диска 32 (рис. 3.34е), ведучого восьмигранного диска 30, конусів 31, веденого диска 34, виштовхувачів 35 і механізмів приводу дисків.

Коренеплоди укладають вручну на зарядний диск 32 хвостовою частиною вниз до його центра. Диск, обертаючись з частотою 19,2 хв$^{-1}$, переміщує коренеплід до вихідного вікна і він випадає в конус, установлений на ведучому диску.

Сошники на садильних машинах установлюють з гострим кутом входження в ґрунт і кілеподібні. Сошники картоплесаджалок мають переважно гострий кут входження. Сошник картоплесаджалки (рис. 3.35а) виконаний у вигляді порожнистого корпусу із змінним носком 13.

Сошники розсадосадильних машин кілеподібні. Вони складаються з двох боковин 15 (рис. 3.35б), які утворюють порожнину. В передній частині боковини сходяться і утворюють кіль 14, різальну частину, яка розрізує верхній шар ґрунту під час руху машини, утворюючи борозну.

Робочі органи для загортання борозен під час садіння картоплі – це сферичні диски і борінки (рис. 3.35в). Вони складаються з рами 24, двох півосей 22, сферичних дисків 17, штанги 19 з пружиною і борінки 20. Півосі мають косинки з отворами для регулювання кута атаки дисків.У передній частині борінки є планка з отворами для регулювання глибини ходу. Натискна штанга має отвори для регулювання зусилля пружини.

Ущільнювальні котки (рис. 3.35г) розсадосадильних машин призначені для загортання борозен і ущільнення ґрунту. Котки встановлено на осях 26, які закріплені на рамі секції під кутом до

горизонту і до напрямку руху. Біля кожного котка позаду закріплено чистики .

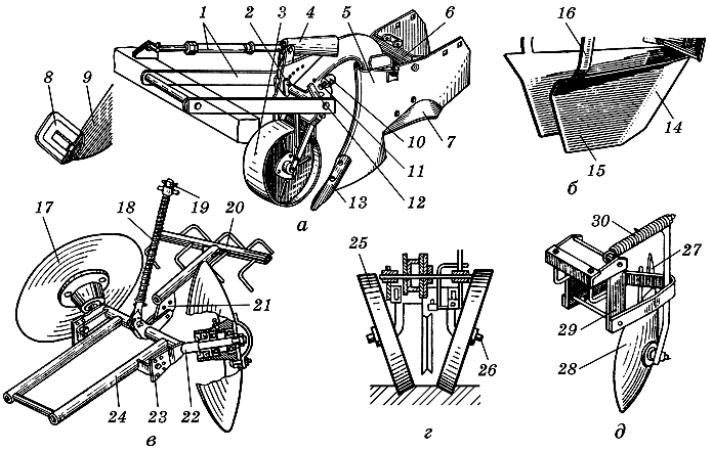



**Рис. 3.35. Сошники і загортачі садильних машин:**
а – сошник картоплесаджалки; б – сошник розсадосадильної машини; в – загортачі борозен; г – ущільнювальні котки; д – борозноріз; 1 – тяги паралелограмної підвіски; 2 – замок-фіксатор; 3 – копіювальне колесо; 4 – кронштейн; 5 – корпус сошника для ґрунтів, вільних від каміння; 6 – лоток туконапрямний; 7 – поличка; 8 – копір-каменевідбивач; 9 – корпус сошника для ґрунтів, засмічених камінням; 10 – гайка обмежувача опускання сошника; 11 – упорний болт; 12 – упор; 13 – носок сошника; 14 – кіль; 15 – боковина; 16 – кронштейн; 17 – сферичний диск; 18 і 30 – пружини; 19 – штанга; 20 – борінка; 21 – планка тяги борінки; 22 – піввісь дисків; 23 – косинка; 24 – рама; 25 – коток; 26 – вісь; 27 – полиця; 28 – диск; 29 – підвіска

Борознорізи (рис. 3.35д) призначені для нарізування поливних борозен одночасно із садінням розсади. Робоча секція складається із сферичного диска 28, полиці 27, підвіски 29, пружини 30 і стояка. Диск установлений на осі з кутом атаки 27°.

### 3.15. Тенденції розвитку машин для сівби і садіння

Конструкції посівних і садильних машин постійно вдосконалюються. Розробляють, виготовляють і застосовують широкозахватні модульні та роздільноагрегатні посівні машини, комплекси і системи для сівби зернових культур як на полях, підготовлених до сівби, так і по стерньових фонах з можливим поверхневим обробіт-

ком ґрунту, внесенням мінеральних добрив і ущільненням засіяних рядків.

Поширюється установлення на посівних і садильних машинах автоматизованих систем керування і контролю, мікропроцесорне керування висівом насіння, бортових комп'ютерів, а в кабіні трактора – монітора для контролю за рівнем посівного матеріалу в бункерах, кількістю висіву насіння і добрив, глибиною загортання, для визначення засіяної площі тощо.

Розробляються напрями розширення універсальності сівалок для просапних та овочевих культур за рахунок комплектування їх змінними бункерами різної місткості, дозаторами, змінними сошниками і загортачами борозен.

Ширше застосовуватиметься гідропривод для надання руху висівним і садильним апаратам, переведення машин із робочого положення у транспортне, переміщення їхніх рухомих частин, модулів, рам тощо.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Способи сівби і садіння сільськогосподарських культур.
2. Види сівби і садіння сільськогосподарських культур.
3. За якими ознаками класифікують машини для сівби і садіння?
4. Агротехнічні вимоги до посівних і садильних машин.
5. Будова зернових сівалок.
6. Як відбувається робочий процес зернотукової сівалки?
7. Послідовність встановлення зернової сівалки на задану норму висіву технологічного матеріалу.
8. Як регулюється глибина ходу сошників зернової сівалки?
9. Особливості конструкції зернотукової пневматичної сівалки з централізованим дозуванням.
10. Особливості конструкції і регулювання зернотрав'яної сівалки.
11. Особливості конструкції і налагодження пресових сівалок.
12. Особливості конструкції, процесу роботи і регулювання зернотрав'яної сівалки «Клен».
13. Особливості конструкції і підготовки до роботи стерньової сівалки.
14. Особливості конструкції пневматичних сівалок-культиваторів.
15. Будова і робота універсальної системи контролю технологічних параметрів посівних машин.

16. Особливості конструкції і використання широкозахватних комплексів для прямої сівби.
17. Особливості конструкції і процесу роботи універсальної сівалки Cross-Slot з сошником, що формує Т-подібну борозну.
18. Що відноситься до робочих органів сівалки?
19. Типи висівних апаратів сівалок.
20. Які чинники впливають на рівномірність висіву насіння?
21. Будова котушкових висівних апаратів.
22. Які регулювання мають котушкові висівні апарати?
23. Будова пневмомеханічних висівних апаратів.
24. Які регулювання мають пневмомеханічні висівні апарати?
25. Будова пневматичних висівних апаратів.
26. Які регулювання мають пневматичні висівні апарати?
27. Які насіннє- і тукопроводи застосовують найчастіше?
28. Типи сошників, що встановлюють на сівалках.
29. Робочі органи для повного загортання борозен.
30. Будова і призначення маркерів і слідопокажчиків.
31. Механізми передач сівалок.
32. Механізми заглиблення і піднімання сошників.
33. Послідовність підготовки зернових сівалок до роботи.
34. Назвіть складальні одиниці універсальної пневматичної сівалки.
35. Як визначають кількість висіяного насіння на одному метрі рядка?
36. Назвіть основні складальні одиниці бурякової сівалки з механічним висівним апаратом.
37. У чому полягають особливості конструкцій овочевих сівалок?
38. Як перевірити правильність розміщення сошників овочевої сівалки?
39. Будова картоплесаджалок КСМ-4А і САЯ-4А.
40. Які типи садильних апаратів установлюють на картоплесаджалках?
41. Послідовність установлення картоплесаджалки на задану норму садіння бульб.
42. Як регулюють глибину загортання бульб сошниками?
43. Поясність будову і послідовність робочого процесу розсадосадильної машини.
44. Як визначити крок і частоту садіння розсади?
45. Особливості конструкції, процесу роботи і регулювання висадкосадильної машини.
46. Робочі органи садильних машин.
47. Тенденції розвитку машин для сівби і садіння сільськогосподарських культур.

# РОЗДІЛ IV
# МАШИНИ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН

## 4.1. Актуальність, завдання та методи захисту рослин

Збереженню врожаю і поліпшенню якісних показників продовольчої продукції сприяють заходи щодо захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів, що є пріоритетними в технологіях з їх вирощування. Цей комплекс заходів ґрунтується на таких методах захисту рослин: організаційно-господарському, агротехнічному, механічному, фізичному, біологічному, хімічному та інтегрованому.

Організаційно-господарський метод охоплює полезахисне лісорозведення, осушення або зрошення земель, окультурення луків і пасовищ, підбір спеціальної рослинності на межах полів, організацію карантинної служби.

Агротехнічний метод передбачає застосування комплексу агротехнічних заходів: науково обґрунтованих сівозмін, систем обробітку ґрунту, підготовку посівного матеріалу, оптимальних термінів і способів сівби, підбору стійких до шкідників і хвороб сортів рослин тощо.

Механічний метод полягає у використанні різних перешкод, які заважають розселенню шкідливих організмів, або найпростіших механічних пристроїв, що знищують шкідників.

Фізичний метод ґрунтується дією на шкідливі організми, рослини і насіння променевої енергії (ультрафіолетове, інфрачервоне і рентгенівське випромінювання), теплоти, ультразвуку, різних електричних полів (електростатичне, УВЧ, ЗВЧ), радіоактивних препаратів, радіохвиль мікрохвильового діапазону тощо.

Біологічний метод передбачає використання проти шкідників, бур'янів, хвороботворних мікробів і бактерій їхніх природних ворогів (паразитів, хижаків, мікроорганізмів), а також бактеріальних препаратів (антибіотиків), що виділяються з різних грибів і бактерій.

Хімічний метод полягає у використанні проти шкідників, хвороб та бур'янів різних хімічних препаратів – отрутохімікатів. Завдяки високій ефективності та рентабельності цей метод найпоширеніший. Тривале застосування отрутохімікатів спричинює появу стійких до них шкідників, хвороб та бур'янів, забруднення довкілля, призводить до накопичення токсичних речовин у ґрунті, рослинах і водоймах.

Світова практика свідчить, що жоден з існуючих методів не дає повної гарантії захисту рослин. Навіть хімічний метод використання сильнодіючих отрутохімікатів забезпечує максимум 99%

знищення шкідливих організмів. Тому альтернативою винищувальній концепції став інтегрований метод.

Інтегрований метод полягає в гармонійному поєднанні перерахованих методів. Він ґрунтується на комплексному використанні всіх доцільних профілактичних і винищувальних методів, їх системному аналізі, прогнозуванні розвитку шкідливих об'єктів і рівня їх шкодочинності за даними обліку багатьох чинників, тобто на системі моніторингу (спостереження) за кожним конкретним полем. Кінцевою метою інтегрованого методу є не повне знищення шкідливих об'єктів, а лише регулювання кількості шкідливих і корисних видів. Критерієм застосування захисних заходів при цьому є так званий поріг шкодочинності (така кількість шкідливих об'єктів на 1 м$^2$ поверхні поля, яка завдає шкоди врожаю значно більше, ніж витрати для запобігання цим втратам). Екологічна доцільність, передбачена в інтегрованому методі, потребує, щоб витрати на захисні заходи були значно нижчими, ніж вартість збереженого врожаю.

Доцільність інтегрованого методу можна досягти за наявності високої професійної підготовки працівників сільськогосподарського виробництва, високої культури землеробства, бездоганної виробничої і технологічної дисципліни. Цей метод захисту рослин є тим більше привабливим, оскільки його ідеї можуть бути реалізовані у високих технологіях XXI ст., однією з яких є система точного землеробства (СТЗ), яка передбачає використання електронних інформаційних систем у визначенні оперативних рішень для кожної ділянки поля.

### 4.2. Отрутохімікати, технологічні принципи їх нанесення і способи застосування, комплекси машин та їх класифікація

Отрутохімікати, які застосовують для захисту рослин, називають пестицидами (pestis – зараза, caedo – вбивати). Залежно від призначення їх поділяють на: гербіциди (herba – трава) для боротьби з бур'янами; фунгіциди (funqus – гриб) для боротьби з хворобами рослин, спричиненими грибковими організмами, інсектициди (insektis – комаха) для боротьби зі шкідливими комахами; бактерициди для боротьби з бактеріальними захворюваннями.

За своїми властивостями до гербіцидів подібні арборициди (речовини для знищення деревної рослинності), десиканти (для висушування рослин на корені), дефоліанти (прискорюють старіння і опадання листя). Для захисту рослин застосовують також хімічні препарати, які відлякують (репеленти) або приманюють (атрактанти) комах. Ці препарати випускають у різних препаративних фор-

мах: у вигляді порошку, гранул, концентрату емульсії, масляного розчину тощо.

Підготовлені до використання пестициди у вигляді водних і масляних розчинів, емульсій, суспензій або тонко розмеленого порошку наносять за допомогою різних технологічних способів на насіння, рослини, ґрунт і стіни складських приміщень.

Найпоширенішим технологічним способом застосування пестицидів є розпилення робочої рідини або порошку. Розрізняють такі способи розпилення: механічний, утворення електрично заряджених аерозолів, конденсаційний, термомеханічний.

Під час механічного розпиленні рідини забезпечують збільшення площі її питомої поверхні для утворення тонких рідинних плівок або ниток, використовуючи різні чинники механічної дії.

Двоступінчасте розпилення рідини полягає у «повторному подрібненні» краплин у повітряному потоці, яке відбувається під час авіаобприскування. Перша стадія – розпилення у разі витікання рідини під тиском із сопла гідравлічного розпилювача або сходу її з периферії обертового розпилювача – призводить до утворення «первинних» краплин; друга стадія – повітряне подрібнення найбільших «первинних» краплин у разі їх швидкого руху їх (разом із літаком) відносно навколишнього повітря.

Утворення електрично заряджених аерозолів полягає у наданні розпиленим частинкам електричних зарядів і в проведенні процесу покриття в електричному полі, тобто в застосуванні електронно-іонної технології, що ґрунтується на використанні силової взаємодії електричних полів і зарядів, які переносяться частинками матеріалу.

Зв'язані аерозолі утворюються у разі додавання до робочої рідини полімерних ниткоутворювальних засобів. Під час розпилення утворюються краплини, нанизані на нитки, що сприяє їх гравітаційному осіданню на оброблювані об'єкти.

Розпилення порошків. Аерозолі, дисперсна фаза яких складається з відносно твердих частинок, утворюються диспергуванням твердих тіл або розпиленням порошків чи рідких розчинів і суспензій з наступним випаровуванням рідини.

Конденсаційне утворення аерозолів. У разі охолодження пари, що є в повітрі, завдяки змішуванню її з холодним повітрям або розширенню утворюється перенасичена пара, яка конденсується з утворенням великої кількості найдрібніших краплинок. Так утворюються атмосферні хмари, коли тепле вологе повітря піднімається у холодні верхні шари атмосфери, тумани – у разі охолодження приземного шару вологого повітря у вечірній час і дим у разі змі-

шування гарячих вологих топкових газів з навколишнім холодним повітрям.

Термомеханічні аерозолі. Утворення аерозолю в сучасному термомеханічному генераторі складається з двох фаз. Під час першої фази утворюється швидкісний потік гарячого газу, під час другої – у цьому самому швидкісному потоці гарячого газу, що має температуру 400…600° С, розпилюють розчин пестицидів у мінеральному маслі; утворюються первинні краплинні розчини. У разі розпилення й наступного руху газокраплинної суміші відбувається часткове випаровування наявного в краплинах розчинника і пестициду. Суміш парів і газу, в якій зависли не зовсім випаровані краплинки, виходячи із сопла генератора в атмосферу, утворює турбулентний вільний струмінь, у якому газ і пара змішуються з навколишнім відносно холодним повітрям. Пара охолоджується, стає перенасиченою і конденсується як спонтанно, так і на ядра конденсації, якими є не до кінця випаровані краплинки, наявні в газоподібних продуктах згоряння газові іони, частинки сажі тощо. Суміш «вторинних» і не зовсім випарованих «первинних» краплинок, завислих у повітрі, утворює термомеханічний аерозоль, який використовують для оброблення закритих приміщень, окремих дерев, лісових масивів, полів та інших об'єктів.

Залежно від місця розвитку хвороби чи шкідника, стану і фази розвитку рослини можна використовувати фізичні чинники (термічне знезараження, вогневу культивацію) або способи хімічного захисту рослин: протруювання насіння; обприскування; обпилення рослин і ґрунту; нанесення аерозолів на рослини і оброблення парників, зерносховищ; фумігація рослин, ґрунту, сховищ і насіння; розкидання отруєних принад; внесення гранульованих пестицидів у ґрунт.

Термічне знезаражування насіння проводять тоді, коли збудники хвороб (зокрема, летюча сажка) знаходяться у тканині насіння і знищити їх пестицидами важко. Основний технологічний принцип полягає у витримуванні посівного матеріалу у підігрітій воді для знищення спорів грибів і збереження зародків насіння.

Протруювання полягає у нанесенні на поверхню насіння або бульб отрутохімікатів з метою знищення збудників хвороб грибкового і бактеріального походження і є обов'язковою технологічною операцією.

У разі сухого протруювання відбувається значне розпилення пестицидів, тому його застосовують тільки з одночасним зволожуванням насіння та пестицидів (додають не більше ніж 1…2% води з клейкими речовинами).

Мокре протруювання полягає у значному зволожуванні насіння розчином пестицидів. Вологість насіння підвищується настільки, що висівати чи зберігати його без просушування неможливо, що є істотним недоліком, який перешкоджає широкому застосуванню такого протруювання.

Під час зволоженого протруювання на насіння наносять рідкі пестициди високої концентрації з нормою витрати робочої рідини 10…15 *л*/т. Вологість насіння при цьому підвищується незначно і його можна відразу висівати або тривалий час зберігати. Дедалі поширюється інкрустація насіння, коли в робочу рідину, що складається з води і протруювача, вводять плівкоутворювальні полімерні добавки, які після висихання утворюють навколо кожної насінини плівку, що міцно закріплює частинки отрутохімікату на її поверхні.

Обприскування – один із основних способів застосування пестицидів для захисту сільськогосподарських культур, який полягає в нанесенні хімічних препаратів у крапельно-рідкому стані на об'єкти оброблення (рослини, ґрунт, шкідники тощо). Розрізняють звичайне, малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування.

Під час звичайного обприскування витрата робочої рідини становить 1000…2000 *л*/га в саду, 200…400 *л*/га на польових культурах, 600…800 *л*/га на виноградниках. Таке обприскування малопродуктивне і потребує значних енергетичних і трудових витрат.

Витрата робочої рідини у разі малооб'ємного обприскування порівняно із звичайним зменшується в 3-10 разів, а кількість пестицидів залишається незмінною, тобто значно збільшується концентрація робочої рідини.

Під час ультрамалооб'ємного обприскування застосовують тільки заводські препарати, витрати їх у садах і на виноградниках становлять 5…25 *л*/га, а на польових культурах – 0,5…3,0 *л*/га.

Обпилення – це нанесення на листостеблеву поверхню сільськогосподарських культур сухих порошкоподібних пестицидів.

Аерозольні обробки передбачають переведення робочих рідин у дрібнодисперсний стан, коли їх частинки літають в повітрі у вигляді диму (тверді частинки) або туману (рідкі частинки). Туман і дим, легко проникаючи в усі щілини складських приміщень, парників, крон дерев, рівномірніше розподіляються на оброблюваній поверхні, що дає змогу зменшити витрату отрутохімікатів під час високої продуктивності обробок.

Фумігація полягає в застосуванні пестицидів, що швидко випаровуються, проти найнебезпечніших збудників хвороб кореневої системи виноградників та шкідників чайних плантацій і цитрусових насаджень або в складських приміщеннях.

Розкидання отруйних принад передбачає застосування проти шкідників сумішей пестицидів з продуктами їх живлення у місцях скупчення шкідників.

Внесення гранульованих пестицидів полягає у використанні гранул, які складаються з наповнювача – інертної речовини, діючої речовини – пестициду, в'яжучої речовини та інших добавок. Гранульовані пестициди вносять розкидним, стрічковим або рядковим способом із загортанням у ґрунт або поверхнево. Норма внесення становить 2,5…50 кг/га.

Комплекс машин для захисту рослин охоплює такі групи: обладнання для термічного знезаражування насіння; протруювачі; обприскувачі; машини для приготування робочих розчинів; обпилювачі; аерозольні генератори; фумігатори; розкидачі отруйних принад; аплікатори для внесення у ґрунт гранульованих пестицидів; засоби механізації біологічного методу захисту рослин.

У межах кожної групи машини класифікують за призначенням, типом енергетичного джерела для приведення в дію, характером технологічного процесу, способом агрегатування тощо.

### 4.3. Агротехнічні вимоги до машин для захисту рослин

Машини для захисту рослин мають відповідати вимогам санітарної гігієни, мати пристрої для промивання чистою водою в екстремальних випадках, бути зручними в керуванні та безпечними в користуванні.

Під час передпосівної обробки насіння не має пошкоджуватися, а термічного знезаражування – знижуватися його схожість. Покриття насіння пестицидами має бути рівномірним, відхилення фактичної дози від заданої допускається не більше ніж ± 3%.

Відповідно до зональних рекомендацій посіви потрібно обробляти у стислі агротехнічні терміни, а також дотримуватися вказівок служби хімічного захисту рослин.

Робоча рідина має бути однорідною, а відхилення концентрації від розрахункової не повинно перевищувати ± 5%.

Обприскувачі, обпилювачі та аерозольні генератори мають забезпечувати задану дисперсність розпилу і рівномірний розподіл пестицидів на оброблюваній площі із заданою нормою. Допустима нерівномірність розподілу робочої рідини за шириною захвату не повинна перевищувати 30%, а за довжиною гону – 25%. Допустиме відхилення фактичної дози від заданої під час обпилення становить ±15%, а обприскування – +15 і –20%. Швидкість вітру під час обприскування має бути не більше ніж 5 м/с, а обпилення – 3 м/с. Обприскування не рекомендується проводити за температури навколиш-

нього повітря понад 23° С та за наявності висхідних потоків повітря. Забороняється здійснювати обприскування під час дощу.

Для захисту рослин у системі точного землеробства застосовують мобільні машини, які повинні мати відповідні пристрої для зміни норми внесення препарату на ходу.

### 4.4. Загальна будова і процес роботи машин для захисту рослин

Машини для хімічного захисту рослин, працюють за єдиною принциповою схемою, яка передбачає послідовне виконання операцій дозування отрутохімікату, його розпилення і транспортування розпилених часточок на об'єкт обробки.

За звичайного обприскування переважають краплини розміром 600…250 мкм, за малооб'ємного – 250…100, за ультрамалооб'ємного – 100…20, за аерозольного – 5,0…0,5 мкм.

Від розміру краплинок залежать втрати отрутохімікатів під час транспортування їх від машини до об'єкта обробки. Якщо розпилювальні пристрої наносять отрутохімікати примусово за допомогою турбулентного повітряного потоку, то повітрокраплинний струмінь має полідисперсний спектр (неоднакові за розміром краплинки). Зіткнувшись з об'єктом обробки, великі (більш інерційні) частинки, розміщені ближче до центра струменя, вдаряють у нього і осідають на його передній, лобовій поверхні, а більш мілкі (менш інерційні), розміщені ближче до краю струменя, разом з повітряним потоком огинають перешкоду і внаслідок утворюваних завихрень і турбулентної дифузії осідають на його зворотному боці. Отже, за допомогою турбулентних струменів найдрібніші частинки отрутохімікатів з мінімальними втратами потрапляють до найбільш недоступних місць на рослинах.

Якщо розпилені частинки отрутохімікату доставляють до об'єкта обробки під дією сил тяжіння (гравітаційне осідання), що відбувається під час авіаційного обприскування, то втрати отрутохімікату через знесення із зменшенням розміру його частинок зростають. Знесення вітром найбільш токсичних дрібних частинок за межі поля крім неефективного використання хімікатів може спричинити серйозні пошкодження рослин на сусідніх полях. Ось чому забороняється внесення гербіцидів за допомогою вентиляторних обприскувачів. Це саме стосується й авіаційного обприскування, яке слід застосовувати лише в крайніх випадках, у разі масового розмноження шкідників, чого не має бути за високої культури землеробства.

## 4.5. Машини для знезаражування посівних та садильних матеріалів

Оброблення насіння і бульб вважається одним із основних видів застосування пестицидів, який здатний захистити рослину не тільки у фазі проростання, а й протягом наступних етапів росту і розвитку. Оброблення насіння і бульб локалізує хімікат безпосередньо в тому місці, де він потрібний.

Перевагами оброблення насіння і бульб є ефективність, економія матеріалу, менше забруднення навколишнього середовища і більша вибірковість щодо корисних мікроорганізмів.

Комплекс обладнання для термічного знезаражування та сушіння насіння КТС-0,5 призначений для безперервного однофазного термічного знезаражування насіння зернових культур, ураженого летючою сажкою, і наступного сушіння до кондиційної вологості. Він має вигляд механізованого цеху, що монтується в спеціальному приміщенні 18,0×18,0× 10,5 м і розрахований на продуктивність 0,4…0,5 т/год.

Кожна секція має експозиційну місткість 3 (рис. 4.1), повітропідігрівник з вентилятором, сушарку 4 і насос 14.

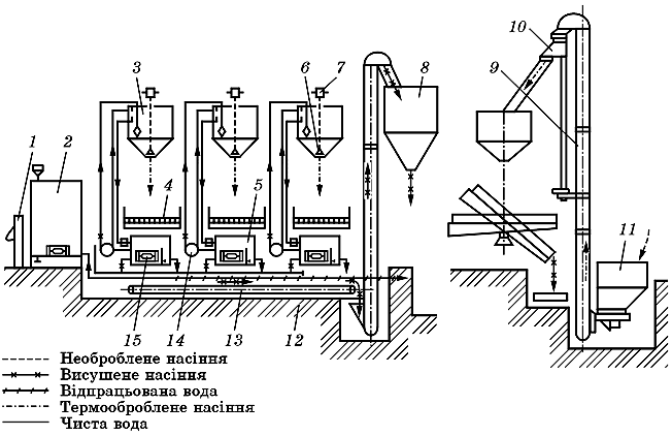



**Рис. 4.1. Технологічна схема обладнання для термічного знезаражування та сушіння насіння КТС-0,5:**
1 – пульт керування; 2 – резервуар; 3 – експозиційна місткість; 4 – сушарка; 5 – проміжна місткість; 6 – випускний клапан; 7 – електромагніт; 8 – бункер-нагромаджувач; 9 – норія ТКН-10; 10 – розподільник; 11 – приймальний бункер з дозатором; 12 – відстійна яма; 13 – горизонтальний конвеєр; 14 – насос; 15 – електронагрівник

Залежно від потреби можуть бути використані одна, дві або три секції. До складу обладнання для знезаражування насіння входять три експозиційні місткості, проміжна місткість 5, відцентровий насос і комунікації. Система завантажування насіння складається з приймального бункера 11, норії 9, розподільника 10 і насіннєпроводів.

До сушильного обладнання належать три поворотні платформові сушарки 4, три вентилятори, три повітропідігрівники з пристроєм для спалювання рідкого палива і повітропровід.

Під час завантажування насіння рівень води піднімається до верхнього датчика, який вмикає дозатор насіння. Положення датчика регулюють так, щоб під час заповнення експозиційної місткості насінням вода не переливалась через верхній переливний патрубок.

Протруювачі призначені для хімічного знезаражування насіння і бульб. Залежно від того, де відбувається підготовка насіння до сівби – на насіннєвому заводі, у великому чи невеличкому фермерському господарстві, промисловість випускає протруювачі продуктивністю 3…10 т/год: АПН-4; АПЗ-10; ПНШ-3; ПНШ-5; ПС-10А; ПК-20. Для хімічного знезаражування бульб використовують протруювач Gumatox-S.

Технологічний процес будь-якого протруювача полягає в дозуванні подавання насіння або бульб і хімічного препарату та нанесення препарату на поверхню насіння чи бульб. Тому всі протруювачі працюють за єдиною схемою: організація дозованого подавання насіння або бульб і хімічного препарату в протруювальний робочий орган і вивантаження протруєного насіння або бульб у відповідну тару (мішки, завантажувачі сівалок або саджалок).

Протруювач для знезаражування бульб картоплі «Гуматокс-С» (рис. 4.2) призначений для боротьби з хворобами на поверхні бульб насіннєвої картоплі. Бульби обробляють безпосередньо перед садінням. Машина має вигляд агрегату, який пересувається, в межах протруювального майданчика.

Машина працює таким чином. Установлюють її на рівному майданчику, підключають до електричної мережі відповідно до правил електробезпеки та перевіряють на холостому ходу працездатність усіх вузлів і механізмів. Заливають у бак 12 відміряну кількість води і запускають у дію гідравлічну систему, перевіряючи хвилинну витрату рідини через розпилювачі 6, яка має забезпечити протруювання бульб із заданою нормою витрати рідини за продуктивності 10…12 т/год. Якщо є потреба, за допомогою регулятора тиску 9 змінюють тиск у гідравлічній системі, який контролюється манометром 8.

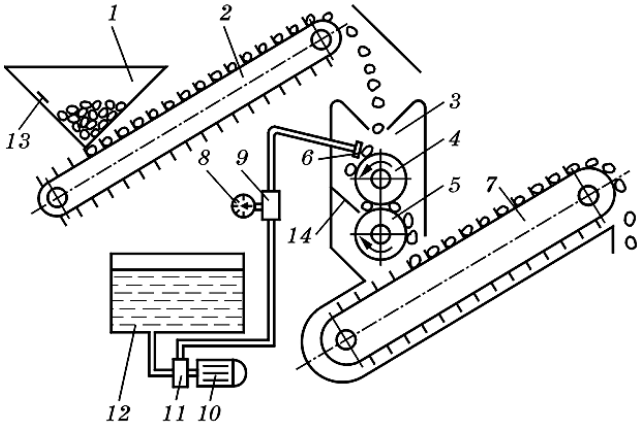



**Рис. 4.2. Технологічна схема протруювача для знезаражування бульб картоплі «Гуматокс-С»:**
1 – приймальний бункер бульб; 2 – конвеєр подавання бульб до камери протруювання; 3 – камера протруювання; 4 і 5 – валики, обтягнуті товстим поролоном; 6 – розпилювачі рідини; 7 – вивантажувальний конвеєр; 8 – манометр; 9 – регулятор тиску; 10 – електродвигун; 11 – насос; 12 – бак для робочої рідини отрутохімікату; 13 – датчик рівня картоплі; 14 – напрямний щиток

Протруювач камерний ПК-20 (рис. 4.3) призначений для зволоженого протруювання насіння зернових, бобових і технічних культур водними розчинами і суспензіями пестицидів. Він має вигляд автоматичної самопересувної машини, всі механізми якої приводяться в рух від електродвигунів загальною потужністю 5 кВт.

Протруювачем виконують такі технологічні операції: заправлення бака водою, приготування робочої рідини, самозавантаження насінням і протруювання насіння, вивантаження протруєного насіння у завантажувачі сівалок або мішки.

Подавання робочої рідини і насіння в камеру протруювання синхронізоване за допомогою трьох датчиків 6 (В, С, Н), які змонтовані в бункері для насіння 5. Якщо немає одного з компонентів, то процес протруювання припиняється. Верхній датчик (В) керує приводом завантажувального шнека, середній (С) – приводом самохода, нижній (Н) – приводом дозатора 8, диска розсіювання насіння 9 та розпилювача робочої рідини 10. Під час роботи протруювача на двох (верхній і нижній) датчиках нижній керує приводом самохода, дозатора 8, диска розсіювання насіння 9 та розпилювача робочої рідини 10.

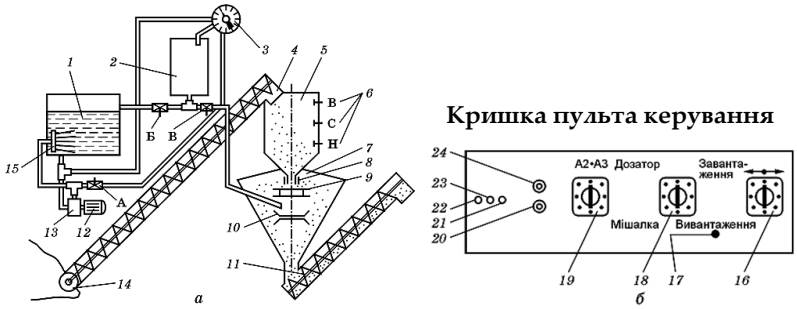



**Рис. 4.3. Схема роботи протруювача ПК-20:**
а – технологічна схема; б – схема пульта керування; 1 – бак для отрутохімікату; 2 – мірний циліндр; 3 – дозатор робочої рідини; 4 – завантажувальний шнек; 5 – бункер для насіння; 6 – датчики рівня насіння: В – верхній, С – середній, Н – нижній; 7 – камера протруювання; 8 – дозатор насіння; 9 – диск розсіювання насіння; 10 – розпилювач робочої рідини; 11 – вивантажувальний шнек; 12 – електродвигун насоса; 13 – насос; 14 – шнековий підбирач насіння; 15 – гідравлічна мішалка; 16 – перемикач «Самохід»; 17 – кнопка «Блокування»; 18 – перемикач «Налагодження»; 19 – перемикач «Режим роботи»; 20 – лампочка «Заблоковано»; 21 – лампочка «Верхній датчик»; 22 – лампочка «Нижній датчик»; 23 – лампочка «Середній датчик»; 24 – лампочка «Мережа»

Протруювач розрахований на роботу у трьох режимах: налагоджувальному і двох автоматичних. Під час налагоджувального режиму перевіряють та налагоджують електрообладнання і механізми, а також готують робочий розчин безпосередньо у баку протруювача, якщо застосовуються водорозчинні (рідкі) препарати або концентрати суспензій. У разі використання для протруювання насіння порошкоподібних препаратів у бак протруювача заливають готовий до протруювання робочий розчин рідини, приготовлений у допоміжних місткостях.

В автоматичному режимі «А2» (на верхньому і нижньому датчиках насіння) протруювач працює тоді, коли бурти насіння високі (понад 2 м).

Коли бункер заповнюється насінням до рівня верхнього датчика, загоряється лампочка «Верхній датчик» 21 і вимикається двигун завантажувального шнека. У разі зниження рівня насіння нижче від верхнього датчика гасне лампочка «Верхній датчик» 21, вмикається двигун завантажувального шнека, а у разі подальшого зниження рівня насіння нижче від нижнього датчика гасне лампочка «Нижній датчик» 22, вимикається двигун дозатора 8, приводу диска розсіювання

насіння 9 та розпилювача 10 і вмикається двигун самохода. Подавання робочої рідини припиняється, протруювання не відбувається і протруювач починає рухатися вперед на бурт насіння.

У разі зниження рівня насіння нижче від верхнього датчика гасне лампочка «Верхній датчик» 21 і вимикається двигун завантажувального шнека 4; за зниження рівня насіння нижче від середнього датчика гасне лампочка «Середній датчик» 23 і вимикається двигун самохода, а у разі подальшого зниження рівня нижче від нижнього датчика гасне лампочка «Нижній датчик» 22, вимикається двигун дозатора 8, приводу диска розсіювання насіння 9 та розпилювача і вмикається двигун самохода. Припиняється подавання робочої рідини, протруювання зупиняється, протруювач починає рухатися вперед на бурт. Для запобігання потраплянню на диск розсіювання насіння 9 сторонніх предметів у бункері для насіння 5 вмонтовані захисні сітки.

### 4.6. Технологічне налагодження протруювачів

Технологічне налагодження протруювачів на заданий режим роботи, продуктивність щодо зерна П, т/год і норми витрати робочої рідини на одну тонну насіння $q_P$, *л*/т у кожному конкретному випадку встановлюють відповідно до інструкції з експлуатації, яка додається до кожної машини. Тому послідовність проведення технологічного налагодження доцільно розглянути на прикладі протруювача ПК-20 як найпоширенішого в господарствах різних форм власності і найбільш досконалого за конструкцією.

Перед початком роботи проводять обкатування і налагодження протруювача у такій послідовності. Для запобігання виходу з ладу ущільнень насосної установки 13 (див. рис. 4.3) перед обкатуванням в бак 1 через відкриту горловину заливають 50…60 *л* води. Обкатування проводять у трьох режимах: налагоджувальному, автоматичних А3 і А2. Перед початком обкатування важіль самохода переводять у положення «Холостий хід», а перемикач «Режим роботи» 19 – у положення А3 (А2) і проводять обкатування протягом 10…15 хв. Перевіряють роботу механізмів (не має бути різких стуків, шумів) і ступінь нагріву двигунів, корпусів підшипникових вузлів. Температура їх нагрівання не має перевищувати 60…70 °С. Усувають виявлені недоліки і проводять обкатування протруювача в налагоджувальному режимі, перевіряючи дію всіх механізмів. Потім проводять обкатування мотор-редуктора хвильового зубчастого ЗМВ-80 самохода.

Якщо потрібно використати іншу норму витрати робочої рідини $q_P$ з іншою нормою витрати препарату q, не наведеною в ін-

струкції, то кількість препарату на об'єм бака визначають за формулою:

$$Q = \frac{U_б q}{q_p} = \frac{180q}{q_p}, \qquad (4.1)$$

де $Q$ – кількість препарату на об'єм бака, кг (*л*); $q_p$ – витрата робочої рідини на одну тонну насіння, *л*/т, $U_б$ – об'єм бака, *л*; $q$ – норма витрати препарату, *л* (кг/т).

У разі застосування для протруювання рідких препаратів витрати робочої рідини $q_p$ становлять 5…10 *л*/т.

Для визначення фактичної продуктивності дозатора насіння за постійного режиму роботи (безперервне вивантаження насіння), коли перемикач «Режим роботи» встановлено у положення А3 і протруювач рухається вперед з робочою швидкістю без протруювання насіння (ручка крана, що на рис. 4.3, а, в положенні «Закрито»), беруть три проби насіння. Фактичну середню продуктивність дозатора насіння визначають за формулою:

$$П_ф = 3{,}6\frac{m_1 + m_2 + m_3}{t_1 + t_2 + t_3}, \qquad (4.2)$$

де $П_ф$ – фактична середньоарифметична продуктивність дозатора насіння, т/год; $m_1$, $m_2$, $m_3$ – маса насіння першої, другої і третьої проби, кг; $t_1$, $t_2$, $t_3$ – час взяття першої, другої і третьої проби, с.

Тривалість зняття проб визначається об'ємом тари.

Слід зауважити, що під час протруювання насіння з продуктивністю 3…5 т/год, робочих рідин з порошкоподібних водонерозчинних препаратів приготовляють, виходячи з витрати їх не менше ніж 10 *л*/т, а за протруювання з продуктивністю 20 т/год – не більше ніж 10 *л*/т.

Якщо є потреба працювати з нормою витрати робочої рідини, яку не зазначено в інструкції, то витрату робочої рідини (подачу дозатора) за хвилину розраховують за формулою:

$$P = \frac{Пq_p}{60}, \qquad (4.3)$$

де Р – витрата робочої рідини (подача дозатора), *л*/хв, П – продуктивність протруювача, т/год, $q_P$ – норма витрати робочої рідини на одну тонну насіння, *л*/т.

Конструкцією дозатора передбачено два варіанти його роботи: за мінімальних подач (витрата робочої рідини 0,5…2,8 *л*/хв); за максимальних (1,5…3,8 *л*/хв).

Після налагодження дозатора насіння і дозатора рідини ручки кранів переводять у положення «Робота», а перемикач «Режим роботи» 19 – у положення автоматичного режиму А3 або А2 (залежно від висоти бурта).

### 4.7. Машини для протруювання насіння

Протруювач насіння універсальний ПС-10А (рис. 4.4) призначений для зволоженого протруювання насіння зернових, бобових і технічних культур водними суспензіями пестицидів. Це самохідна автоматична машина, всі механізми якої приводяться в рух електродвигунами загальною потужністю 5,5 кВт.

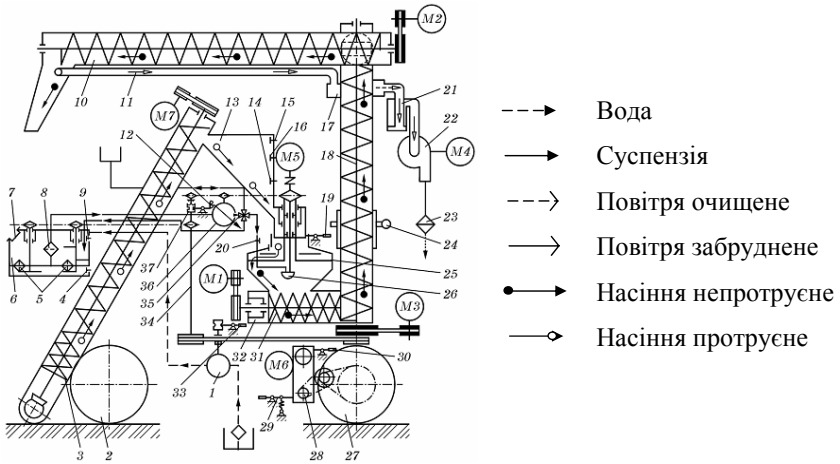



**Рис. 4.4. Технологічна схема протруювача ПС-10А:**
1 – насос; 2 – передній міст; 3 – завантажувальний пристрій; 4 і 9 – датчики рівня рідини в резервуарі; 5 – електронагрівники; 6 – резервуар; 7 – кришка резервуара; 8 – всмоктувальний фільтр; 10 – вивантажувальний шнек; 11 – повітропровід; 12 – електромагніт; 13 – бункер для насіння; 14, 15 і 16 – відповідно нижній, верхній і середній датчики рівня насіння; 17 – колектор; 18 – проміжний шнек; 19 – важіль дозатора насіння; 20 – датчик контролю витрати робочої рідини; 21 – бункер фільтрів; 22 – вентилятор; 23 – фільтр; 24 – механізм повороту шнека; 25 – розподільний диск насіння; 26 – розпилювач; 27 – ведучий міст; 28 – привід самохода; 29 – важіль перемикання передач; 30 – важіль керування самохода; 31 – шнек камери; 32 – камера протруювання; 33 – важіль вимкнення насоса; 34 – проміжний вал; 35 – чотириходовий кран; 36 – дозатор робочої рідини; 37 – муфта вмикання дозатора

До основних складальних одиниць машини належать завантажувальний пристрій 3, бункер для насіння 13, камера протруювання 32 з розподільним диском 25, проміжний 18 та вивантажувальний 10 шнеки, резервуар 6, насос 1, дозатор робочої рідини 36, пульт керування і самохід.

Усі складальні одиниці машини змонтовані на рамі, встановленій на чотирьох пневматичних колесах.

Протруювач може виконувати такі операції: заповнення резервуара водою, приготування робочої рідини (суспензії), самозавантаження насінням, протруювання його і вивантаження. Протруювач обладнаний системою очищення забрудненого повітря.

Робоча рідина і насіння в камеру протруювання надходять синхронно завдяки системі датчиків, установлених в бункері для насіння і резервуарі для робочої рідини. Якщо немає одного із компонентів (робочої рідини або насіння), то процес протруювання припиняється.

Суспензію готують у резервуарі 6, в який через горловину за допомогою спеціального пристрою завантажують у потрібній кількості пестициди, клейкі й стимулюючі речовини, а насосом 1 подають воду до рівня верхнього датчика 9. Компоненти змішують мішалками протягом 5…10 хв. За зниженої температури навколишнього повітря суспензію підігрівають електронагрівниками 5.

Протруювач насіння ПНШ-5 призначений для передпосівної обробки насіння зернових, бобових і технічних культур водними суспензіями пестицидів. Основними складальними одиницями установки є шнековий підбирач і конвеєр, резервуар для приготування робочої рідини, дозатор, дисковий розпилювач, система очищення повітря і самохід. Насіння протруюється в автоматичному режимі. Шнек-підбирач з бурту завантажує насіння в нагромаджувальну компенсаційну камеру, з якої через дозувальну щілину, що регулюється засувкою, воно потрапляє в камеру протруювання. Водночас з резервуара робоча рідина надходить у дозатор, а далі до розподільника, звідки у разі положення «Протруювання» – на розпилювач і в камеру протруювання.

На протруювачі встановлено систему відсмоктування повітря з вивантажувальної камери та його очищення фільтрами.

### 4.8. Технічне обслуговування протруювачів і техніка безпеки під час протруювання

Своєчасний і якісний догляд за протруювачем дає змогу з’ясувати і усунути причини, які зумовлюють його передчасне спрацю-

вання та поломку, гарантує безвідмовну роботу впродовж усього терміну експлуатації.

Передбачено такі види технічного обслуговування протруювачів: щозмінне технічне обслуговування (ЩТО), яке здійснюють через 6…12 год; перше технічне обслуговування (ТО-1) – через 60 год; технічне обслуговування під час зберігання – один раз на сезон.

Під час щозмінного технічного обслуговування видаляють залишки робочої рідини з усіх елементів гідрокомунікації, після чого промивають систему водою і зливають залишки води, не забуваючи відкрутити зливні пробки, що є в корпусі насоса.

Під час першого технічного обслуговування (ТО-1) виконують роботи щозмінного технічного обслуговування, а також очищують складальні частини машини від залишків насіння, пилу, бруду і пестицидів. Перевіряють комплектність, технічний стан, наявність затяжки зовнішніх кріплень машини.

Готуючи протруювач до довготривалого зберігання, виконують операції ТО-1 і, крім того, промивають розчином хлорного вапна забруднені робочою рідиною поверхні машини.

Виконуючи протруювання насіння, слід пам'ятати про основні правила безпеки. Так, протруювання, зберігання, перевезення і завантаження насіння у сівалки здійснюють відповідно до вимог державних санітарних правил (ДСП 8.8.12.001–98).

Забороняється допускати до роботи жінок, громадян, які не досягли 18 років, робітників, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки під час транспортування, складання, обкатування і експлуатації протруювача.

Обслуговуючий персонал забезпечується спецодягом, спецвзуттям, респіраторами і захисними окулярами.

Забороняється: виконувати очищення робочих органів протруювача, промивання, дегазацію, а також регулювання і ремонт електрообладнання під напругою; вмикати протруювач в електромережу без пристрою захисного вимикання ЗОУП-25; у разі ввімкненого автоматичного вимикача штовхати протруювач на холостому ходу самохода, переїжджати з місця на місце; мити протруювач струменем води, щоб уникнути прямого потрапляння її на електрообладнання.

### 4.9. Машини для обприскування рослин

Штангове обприскування забезпечує рівномірний розподіл робочої рідини на оброблювані об'єкти за мінімального здування її вітром і широко застосовується в усіх зонах України. Вносити гербіциди рекомендується тільки штанговими обприскувачами.

Для реалізації технологій обприскування комплекс машин охоплює технічні засоби для приготування робочих розчинів, транспортування їх на об'єкти обробок і обприскування.

**Класифікація обприскувачів.** За призначенням обприскувачі поділяють на польові, садові, виноградникові, універсальні, для закритого ґрунту та ін. За типом розпилювального пристрою вони є штангові, вентиляторні та комбіновані. За витратою робочої рідини розрізняють звичайні, малооб'ємні та ультрамалооб'ємні, а за типом приводу робочих органів і габаритними розмірами – ранцеві, тачкові, тракторні, автомобільні й авіаційні обприскувачі.

За способом агрегатування тракторні обприскувачі поділяють на причіпні, начіпні, напівначіпні, монтовані та самохідні.

Обприскувачі складаються з робочих і допоміжних органів. До робочих органів належать насос, розпилювальні та заправні пристрої, мішалки; до допоміжних – рама, резервуар, фільтри, регулятори тиску, всмоктувальна і нагнітальна магістралі, органи керування і контролю, ходова частина (для причіпних обприскувачів).

Базовою моделлю серійних штангових обприскувачів є обприскувач серії ОПШ-2000, який випускається в семи модифікаціях, а для вентиляторних обприскувачів – ОПВ-2000. Використовуються також штангові обприскувачі ОПШ-15-03, ОП-2000-01, ОМ-630-2, ОМ-320-2 і вентиляторні – ОПВ-1200-01, ОУМ-4, ОМ-630, ОМ-320 та інші.

**Робочі органи обприскувачів**. Польові культури обприскують під тиском 2…10 бар, виноградники і сади 10…20 бар. Насоси є гідравлічні та пневматичні. За принципом дії їх поділяють на швидкісні (відцентрові, вихрові) та об'ємні (мембранно-поршневі, плунжерні, поршневі, шестеренні). Залежно від створюваного тиску насоси є низького (5…6 бар), середнього (20…25 бар) і високого (до 50 бар) тиску. Вихрові, відцентрові та шестеренні насоси застосовують в обприскувачах з низьким робочим тиском, а мембранно-поршневі, плунжерні, поршневі – в обприскувачах із середнім і високим тиском.

На більшості сучасних вітчизняних і зарубіжних обприскувачів установлюють мембранно-поршневі насоси. Вони компактні, надійні в роботі, мають простий привід, широкі межі регулювання робочого тиску (0…20 бар) і високу продуктивність (до 210 *л*/хв). Мембранно-поршневі насоси фірми COMET (Італія) випускають у кількох серіях залежно від потреб споживачів.

Мембранно-поршневий насос (рис. 4.5а) складається з корпусу 1, в якому на підшипниках установлено вал 2 з ексцентриком 9, а радіально до осі в корпусі розміщено шість циліндрів 13. У циліндрах 13 влаштовано поршні 12, які з'єднуються з шатунами 11, а вони, у свою чергу, з ексцентриком 9 вала 2 за допомогою голчастих

підшипників 10. Над поршнями встановлено мембрани 14, над якими влаштовано клапанні коробки зі всмоктувальними 4 і нагнітальними 6 клапанами, об'єднаними у всмоктувальний 3 та нагнітальний 7 колектори.

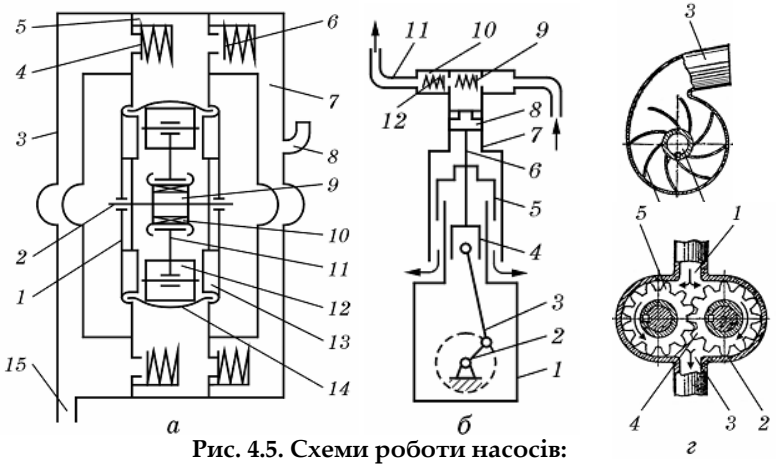



**Рис. 4.5. Схеми роботи насосів:**
а – мембранно-поршневий: 1 – корпус; 2 – вал; 3 – всмоктувальний колектор; 4 – всмоктувальний клапан; 5 – кришка; 6 – нагнітальний клапан; 7 – нагнітальний колектор; 8 – нагнітальний канал; 9 – ексцентрик; 10 – голчастий підшипник; 11 – шатун; 12 – поршень; 13 – циліндр; 14 – мембрана; 15 – вхідний канал; б – трипоршневий: 1 – корпус насоса; 2 – колінчастий вал; 3 – шатун; 4 – повзун; 5 – захисний екран; 6 – шток; 7 – циліндр; 8 – поршень; 9 – всмоктувальний клапан; 10 – клапанна коробка; 11 – нагнітальна магістраль; 12 – нагнітальний клапан; в – відцентрований насос: 1 – всмоктувальний канал; 2 – робоче колесо; 3 – напірний канал; г – шестеренний насос: 1 – всмоктувальний канал; 2 – корпус; 3 – напірний канал; 4 – ведуча шестерня; 5 – ведена шестерня

Трипоршневий уніфікований насос (рис. 4.5б) складається з корпусу 1 кривошипно-шатунної групи, клапанної коробки 10 та циліндрів 7. За принципом роботи трипоршневий насос нагадує роботу трьох однопоршневих насосів зі спільним колінчастим валом, корпусом та клапанною коробкою, тому цикл роботи в усіх циліндрах здійснюється за однією схемою, а зміщення колін колінчастого вала на 120° забезпечує перекриття такту нагнітання на 60° і сприяє рівномірній подачі.

Відцентровий насос (рис. 4.5в) складається із завиткового корпусу з напірним патрубком 3, кришки, до центра якої приєднано всмоктувальний патрубок, і встановленого на валу лопатевого колеса 2.

Шестеренний насос (рис. 4.5г) складається з корпусу 2, в якому обертається дві шестерні – ведуча 4 і ведена 5. У корпусі є всмоктувальний 1 та напірний 3 канали. Під час обертання шестерень у западини між зубцями потрапляє рідина і переганяється із всмоктувального каналу в напірний.

Розпилювальні наконечники (розпилювачі, форсунки) (рис. 4.6) призначені для дозування і диспергування робочої рідини. За способом розпилювання розпилювачі поділяють на гідравлічні (відцентрові, вихрові, дефлекторні і щілинні), пневматичні (пульверизаційні і прямоструменеві) та обертові (дискові і барабанні).

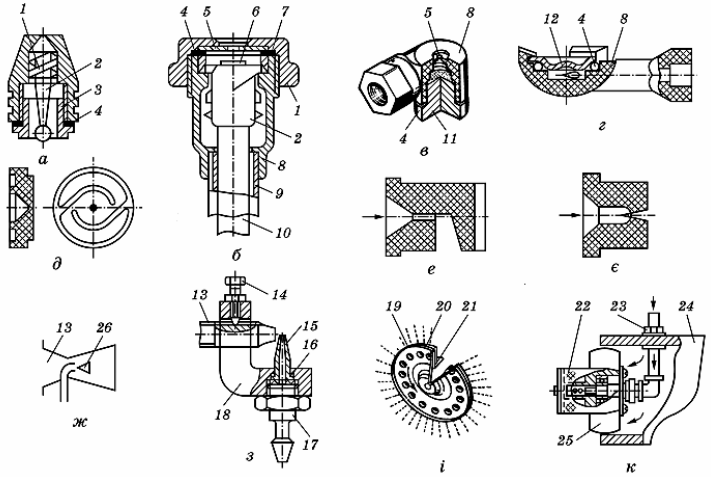



**Рис. 4.6. Типи розпилювальних наконечників:**
а – г – відцентрові відповідно польовий, садовий, типу УН і РЦ; д – вихровий; е – дефлекторний; є – щілинний; ж – пневматичний; з – пневматичний пульверизаційний; і – обертовий дисковий; к – обертовий циліндричний; 1 – ковпачок; 2 – осердя; 3 – ніпель; 4 і 16 – ущільнювальна і регулювальна прокладки; 5 – змінний диск з вихідним отвором; 6 – гумове кільце; 7 – втулка; 8 – корпус; 9 – трубка; 10 – шток; 11 – заглушка; 12 – діафрагма; 13 – сопло для подавання повітря; 14 – стопорний болт; 15 – розпилювальний наконечник; 17 – штуцер; 18 – кронштейн; 19 і 20 – диски; 21 – кришка (кожух); 22 – сітчастий циліндр; 23 – штуцер для підведення робочої рідини; 24 – повітропровід (корпус); 25 – крилатка; 26 – плівкоутворювач

Польовий відцентровий розпилювач (рис. 4.6а) працює за тиску 3…8 бар і створює конусоподібний факел 1…2 м завдовжки з кутом конуса розпилювання 80…98°. Між торцем гвинтового осердя 2 і внутрішньою поверхнею ковпачка 1 утворюється простір-камера завих-

рення. В процесі роботи рідина, рухаючись під тиском гвинтовим каналом, набуває обертального руху і виходить крізь сопло ковпачка у вигляді конусоподібної плівки. Під дією опору повітря плівка розпадається на дрібні краплини, розмір яких залежить від інтенсивності завихрення перед виходом із сопла. Чим менші діаметр різьби осердя і діаметр сопла, тим більшою буде дисперсність розпилювання. Такі розпилювачі застосовують у ранцевих апаратах і обприскувачах для роботи в теплицях і оранжереях.

Садовий відцентровий розпилювач (рис. 4.6б) працює за тиску 20…25 бар і створює більш потужний і регульований струмінь. Він дозволяє змінювати кут розпилювання. Якщо осердя наближати до диска, то кут конуса і ширина захвату збільшуватимуться, а далекобійність зменшуватиметься.

У тангенціальних розпилювачах типу УН (рис. 4.6в) рідина в камеру завихрення, утворювану диском 5 і заглушкою 11, підводиться за дотичною, унаслідок чого набуває обертового руху, а під час виходу з сопла розпадається на краплинки.

За таким самим принципом працює і відцентровий розпилювач типу РЦ (рис. 4.6г).

Вихровий розпилювач (рис. 4.6д) також є різновидом відцентрового. Проходячи через камеру завихрення, рідина виходить крізь сопло розпилювальної шайби, обертаючись у вигляді порожнистого конічного факела.

У дефлекторних розпилювачах (рис. 4.6е) струмінь рідини, виходячи під тиском із сопла круглого перерізу, вдаряється до стінки розміщеного проти нього заглиблення (дефлектора) і подрібнюється на краплинки, утворюючи плоский факел розпилювання.

Щілинний розпилювач (рис. 4.6є) має вихідний отвір у вигляді вузької щілини, яка розширюється в бік виходу рідини. Проходячи під тиском такий отвір, рідина на виході розширюється і розпилюється, утворюючи плоский віялоподібний факел.

У пневматичних розпилювачах рідина може подаватись співвісно руху повітряного потоку (рис. 4.6ж) або під кутом до потоку повітря (рис. 4.6з). У розпилювачі типу сопла Вентурі рідина надходить до конусного плівкоутворювача 26 (див. рис. 4.6ж), де швидкісний повітряний потік розпилює плівку рідини на дрібні краплини. У пневматичному розпилювачі пульверизаційного типу (див. рис. 4.6з) рідина виходить із сопла 15 і зазнає дії струменя повітря, що виходить із сопла 13, розпилюється на дрібні краплинки, які підхоплюються потужним повітряним потоком, створюваним вентилятором, і транспортуються до об’єкта обробки.

Обертові розпилювачі застосовують у разі ультрамалообʼємного обприскування з нормою внесення 1…10 л/га. Найчастіше застосовують розпилювачі у вигляді дисків і барабанів, які швидко обертаються (4000…14000 хв$^{-1}$).

Обертовий дисковий розпилювач (рис. 4.6і) має вигляд головки, що складається з однієї або кількох пар дисків 19 і 20 діаметром 8…216 мм. Між кожною парою дисків є зазор майже 2,5 мм. Рідина з напірної магістралі підводиться до центра дисків, звідси під дією відцентрових сил зміщується до периферії, розтягуючись у тоненьку плівку, яка сходить із зовнішніх кромок дисків і подрібнюється на краплини діаметром 60…150 мкм.

У разі розпилювання обертовим розпилювачем у вигляді сітчастого циліндра (рис. 4.6к) рідина через штуцер 23 трубкою надходить у центральну частину сітчастого циліндра 22, розподіляючись рівномірно за всією довжиною. Потім відцентровою силою вона відкидається до периферії, де зазнає дії сітки барабана, яка обертається з великою швидкістю за допомогою крилатки 25 під дією повітряного струменя. Повітряний потік, який надходить через повітропровід 24, підхоплює розпилені краплинки і транспортує їх на обʼєкт обробки.

Для обприскування польових культур застосовують горизонтальні (рис. 4.7а), для обприскування виноградників – вертикальні (рис. 4.7б), а для обприскування деяких овочевих культур і бавовнику – комбіновані (рис. 4.7в) штанги. Горизонтальні штанги сучасних обприскувачів мають велику (15…42 м) ширину захвату і складаються з окремих секцій фермової конструкції.

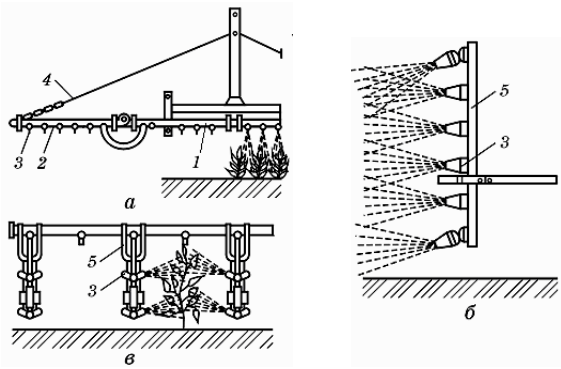



**Рис. 4.7. Типи штанг:**
а – горизонтальна; б – вертикальна, в – комбінована; 1, 2 і 5 – відповідно середня, бічна і вертикальна секції; 3 – розпилювач; 4 – розтяжка

За робочого тиску в напірній магістралі клапан 3 (рис. 4.8) відкритий, робоча рідина проходить через фільтр 6, вкладиш 7 розпилювача і в диспергованому вигляді наноситься на оброблювані об'єкти.

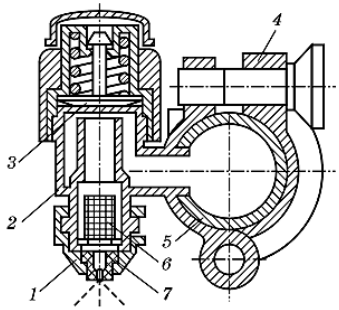



**Рис. 4.8. Розпилювальна головка:**
1 – ковпачок; 2 – корпус; 3 – клапан; 4 – скоба; 5 – колектор; 6 – фільтр; 7 – вкладиш

Брандспойти (див. рис. 4.6б) призначені для обприскування вручну окремих дерев у садах і лісосмугах, а також у важкодоступних місцях. Вони є звичайні і далекобійні. Дальність польоту розпилених садовим брандспойтом краплин становить 4…8 м, а далекобійним – 12…15 м.

Вентиляторні розподільні пристрої призначені для дистанційного обприскування, яке передбачає розпилювання робочої рідини і транспортування утворених краплин за допомогою повітряного потоку до оброблюваного об'єкта. Використовують пневматичні розпилювачі (див. рис. 4.6ж,з).

Для створення повітряного потоку застосовують вентилятори двох типів: осьові і відцентрові. Подача відцентрових вентиляторів становить 1,38…8,35 м$^3$/с, а швидкість повітряного потоку, створюваного ними, – 70…160 м/с, що забезпечує додаткове або повне розпилювання робочої рідини і транспортування краплинок на оброблювані рослини. Подача осьових вентиляторів становить 8,35…27,8 м$^3$/с, а швидкість створюваного повітряного потоку – 30…50 м/с. Такі вентилятори здебільшого транспортують попередньо розпилену робочу рідину на оброблювані рослини.

Вентилятори з круглим отвором мають звужене конічне (рис. 4.9а) або розширене конічне вихідні сопла (рис. 4.9в), а з прямокутним отвором – щілиноподібне (рис. 4.9б).

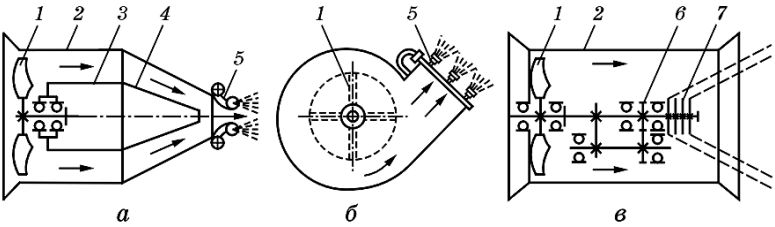



**Рис. 4.9. Схеми вентиляторних розподільних пристроїв:**
а – осьовий з конічним звужувальним соплом; б – відцентровий з прямокутним (щілиноподібним) соплом; в – осьовий з конічним розширювальним соплом; 1 – лопать вентилятора; 2 – дифузор; 3 – циліндр; 4 – ковпак; 5 – наконечник; 6 – редуктор; 7 – обертовий дисковий розпилювач

Комбіновані або пневмоштангові пристрої є двох різновидів. В одному з варіантів кілька вентиляторів спільно з обертовими дисковими розпилювачами встановлюють уздовж штанги і приводять в обертання гідромоторами. У другому варіанті – до несівної металевої конструкції штанги приєднують виготовлену з поліхлорвінілової плівки циліндричну оболонку, яка надувається повітрям за допомогою вентилятора. В нижній частині оболонки є отвори (діаметром > 40 мм), напроти яких на колекторі розміщені розпилювачі. Пневмоштанговий розподільний пристрій дає змогу працювати й у вітряну погоду, не знижуючи якості й ефективності оброблення рослин, а також на 60% знижувати витрату отрутохімікатів.

Мішалки призначені для забезпечення сталої концентрації розчину протягом спорожнення резервуара та запобігання осіданню на дно нерозчинних пестицидів. Гідравлічна мішалка (рис. 4.10) складається з корпусу 3 із змішувальною камерою, жиклера 2 і різьбової втулки 1.

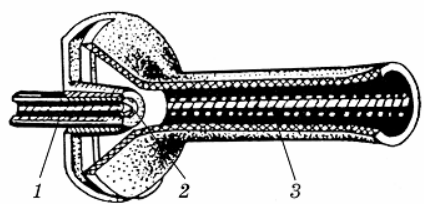



**Рис. 4.10. Гідравлічна мішалка:**
1 – різьбова втулка; 2 – жиклер; 3 – поліетиленовий корпус

Під час роботи рідина подається з нагнітальної магістралі під тиском до жиклера, виходячи з якого підсмоктує рідину з резервуара, перемішуючи її. Пневматична мішалка – це труба з отворами, до якої підводиться повітря. Виходячи крізь отвори в резервуар, повітря перемішує рідину. Лопатева мішалка має вигляд вала із привареними лопатями під певним кутом. Під час обертання вала лопаті перемішують рідину.

Резервуари (баки) призначені для розміщення робочої рідини (в окремих випадках і для її приготування) та забезпечення робочого процесу обприскувача протягом певного часу. Форму і розміри баків вибирають з таким розрахунком, щоб у них не було «мертвих зон», в яких міг би накопичуватись осад. У верхній частині бак має горловину з фільтром, у нижній – відстійник зі спускною пробкою. Баки обладнують, зазвичай, рівнемірами поплавкового типу. Баки малої місткості виготовлюють з поліетилену, великої – з склопластику або поліестера, армованого скловолокном.

Обприскувач напівпричіпний штанговий ОПШ-2000 призначений для суцільного обприскування об'єктів обробки робочими рідинами пестицидів або рідкими мінеральними добривами типу КАС (карбамідно-аміачної селітри). Агрегатується з тракторами класу 1,4 і 2. Обприскувач випускають у семи модифікаціях, які залежно від потреби замовника можуть мати різну комплектацію.

На рис. 4.11 показано технологічний процес обприскувача ОПШ-2000 з дистанційним керуванням. Під час роботи робоча рідина із бака 2 через кульовий кран 7 і всмоктувальний фільтр 8 засмоктується мембранно-поршневим насосом 9 і через дросельний клапан 6, напірний фільтр 5, блок електрогідроклапанів 4 подається до секцій штанги 1.

Працює обприскувач таким чином. Робоча рідина з бака 2 через триходовий вентиль 7, всмоктувальний фільтр 8 засмоктується мембранно-поршневим насосом 9 і подається в нагнітальну магістраль. Проходячи через напірний фільтр 5, робоча рідина надходить на пульт керування. Через розвантажувальний клапан рідина надходить до секційних клапанів. Мембраннопоршневий насос забезпечує стабільний тиск робочої рідини, який установлюють регулятором і контролюють манометром. Через відкриті клапани трисекційного розподільника рідина надходить до секцій штанги і, проходячи через розпилювачі, подрібнюється на дрібні краплини, які покривають оброблювані об'єкти. Залежно від потреби можуть працювати один, два або три клапани секційного розподільника.

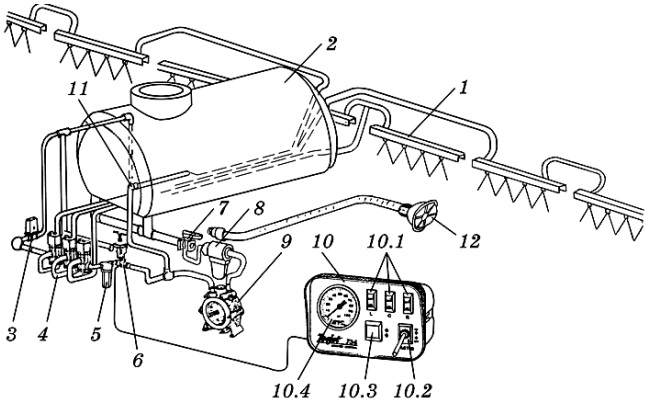



**Рис. 4.11. Схема роботи обприскувача ОПШ-2000 з дистанційним керуванням:**
1 – штанга; 2 – бак; 3 – електричний регулювальний клапан; 4 – блок електрогідроклапанів; 5 – фільтр; 6 – дросельний клапан; 7 – триходовий вентиль; 8 – фільтр; 9 – мембранно-поршневий насос; 10 – пульт керування (10.1 – кнопки подавання рідини на секції; 10.2 – кнопка подавання живлення; 10.3 – кнопка керування регулювальним клапаном; 10.4 – манометр); 11 – гідромішалка; 12 – заправний рукав з фільтром

На задану норму витрати робочої рідини на один гектар оброблюваних культур обприскувач установлюють вибором певної ширини робочого захвату, швидкості руху агрегату, кількості розпилювачів з відповідним діаметром вихідного отвору та регулюванням тиску робочої рідини в нагнітальній магістралі.

Обприскувач малооб'ємний причіпний, штанговий ОП-2000-2-01 має таке саме призначення, що і обприскувач ОПШ-2000, який був сконструйований на його основі з використанням більш досконалих вузлів і деталей, що виготовляються провідними західними фірмами.

Обприскувач малооб'ємний монтований штанговий ОМ-630-2 призначений для хімічної обробки польових культур робочими рідинами пестицидів. Він має вигляд змонтованої на рамі конструкції, яка начіплюється на начіпну систему трактора.

Основними складальними одиницями обприскувача є: рама, бак з нержавіючої сталі з гідромішалкою, поршневий насос, регулятор тиску з демпферним пристроєм та манометром, п'ятисекційна штанга, карданна передача. На задану норму витрати робочої рідини обприскувач установлюють методом закритого

струменя за допомогою дозатора і спеціальної шкали, а також зміною типу розпилювача.

Обприскувач монтований ультрамалооб'ємний штанговий ОМ-320-2 призначений для хімічного захисту від шкідників і хвороб зернових, просапних, овочевих і технічних культур. Він є змонтованою на рамі конструкцією, встановленою на триточкову начіпну систему трактора. Обприскувач може агрегатуватися тільки з тракторами, обладнаними гідравлічною системою відбору потужності (ГСВП) з витратою масла 100 *л*/хв за тиску 10 МПа. Основними складальними одиницями обприскувача є бак з гідравлічною мішалкою, поршневий насос, рама, штанга, розпилювальний пристрій, карданна передача і елементи комунікації.

Обприскувач причіпний вентиляторний ОПВ-2000 (рис. 4.12) призначений для хімічного захисту багаторічних насаджень (садів, виноградників, хмільників) від шкідників та хвороб методом малооб'ємного і звичайного обприскування всіма видами пестицидів, крім гербіцидів.

На ринок України поставляють обприскувачі ведучі світові виробники. Так, американська фірма Miller поставляє самохідні обприскувачі Nitro 4215, 4240 (рис. 4.13), 4275 з місткістю резервуарів 3785 і 5300 *л* та потужністю двигунів 158, 176 і 202 кВт.

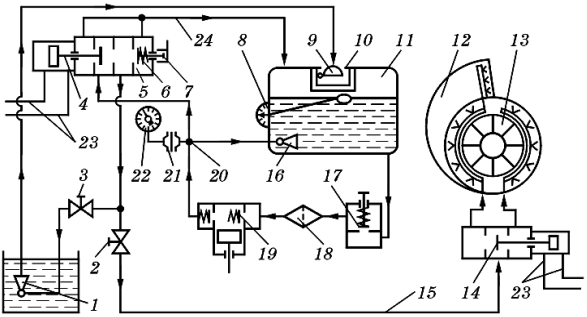



**Рис. 4.12. Схема роботи обприскувача ОПВ-2000:**
1 – ежектор; 2 – вентиль напірної магістралі; 3 – вентиль ежектора; 4 – шток з клапаном; 5 – регулятор тиску; 6 – клапан; 7 – гайка; 8 – рівнемір; 9 – клапан; 10 – заправна горловина з фільтром; 11 – бак; 12 – завиток; 13 – вентиляторно-розпилювальний пристрій; 14 і 17 – клапани; 15 – напірна магістраль; 16 – гідромішалка; 18 – фільтр; 19 – насос; 20 – розподільник потоку рідини; 21 – демпферний пристрій; 22 – манометр; 23 – маслопроводи високого тиску; 24 – перепускний рукав

**Рис. 4.13. Самохідний обприскувач Miller Nitro 4240**

Обприскувач Miller Nitro комплектують штангами з шириною захвату 27,4 і 36, 6 м. Ширину колії регулюють гідравлічно з кабіни обприскувача в діапазоні 305-406 см. Відстань між розпилювачами 38 см. Продуктивність насоса 795 *л*/хв за робочого тиску до 0,56 МПа. Радіус повороту – 4,5 м.

Фірма Apache поставляє на ринок України самохідні обприскувачі AS 715 (рис. 4.14), AS 1010 і AS 1210 з місткістю резервуарів 2840, 3780 і 4543 *л*.

**Рис. 4.14. Самохідний обприскувач Apache AS 715**

Обприскувачі обладнують двигунами 118, 158 і 202 кВт. Ширина захвату обприскувача може приймати значення 18, 24, 27 і 30 м. Ширина колії регулюється гідравлічно в широкому діапазоні. Обприскувач укомплектований системою активної промивки бака.

Для автоматизації управління встановлено GPS навігатор Raven Cruizer.

Компанія Bargam поставляє на ринок України причіпні обприскувачі Iris, Elios BDL, Elios BDL Air (рис. 4.15), Fox BDL, Fox BDL Air, Compact BDL, Compact BDL Air.

**Рис. 4.15. Причіпний обприскувач Elios BDL Air з наддувом повітря**

З використанням космічних навігаційних систем кількість шкідливих об'єктів прив'язується до координат поля. На підставі отриманої інформації з використанням відповідного програмного забезпечення будують карту змінних норм внесення робочої рідини, яка враховує реальну наявність шкідливих об'єктів. Цю карту вставляють у бортовий комп'ютер обприскувача і агрегат, обладнаний антеною супутникової навігації, забезпечує потрібну норму внесення для кожної ділянки поля.

Швидкість обприскувача $v$, км/год, можна змінювати в широких межах залежно від марки трактора, особливостей оброблюваних культур і умов прохідності на певній ділянці.

За підрахованою хвилинною витратою робочої рідини через один розпилювач, скориставшись таблицями, можна вибрати діаметр вихідного отвору і тиск робочої рідини.

Основний спосіб руху агрегатів під час обприскування польових культур – човниковий з петльовими (переважно штангові обприскувачі) і безпетльовими поворотами (вентиляторні обприскувачі).

Вентиляторні обприскувачі під час оброблення садів рухаються, зазвичай, човниковим способом з петльовими чи безпетльовими поворотами.

Заходи техніки безпеки під час експлуатації обприскувачів передбачають ґрунтовне знання будови і правил їх експлуатації, а

також санітарних правил транспортування, зберігання і застосування пестицидів у народному господарстві.

Забороняється допускати до роботи з обприскувачами осіб віком до 18 років і жінок, вживати їжу та палити на місці роботи, працювати з пошкодженими рукавами і негерметичними з'єднаннями, пошкодженим склом кабіни, використовувати в господарських цілях бак обприскувачів і тару від розчинів пестицидів, мити бак і комунікацію поблизу водойм.

Особи, допущені до роботи з обприскувачами, мають пройти медичний огляд і періодично проходити його не рідше ніж один раз на рік. Заправляючи обприскувачі, одягають гумові чоботи, рукавиці, фартух, а також окуляри і фільтрувальний респіратор. Бачок для миття рук під час експлуатації обприскувачів має бути заповнений питною водою.

Після закінчення робіт обприскувачі промивають у спеціально відведеному місці, розміщеному не ближче ніж 200 м від житлової зони, виробничих приміщень, джерел водопостачання. Промивальну воду збирають у спеціально викопані ями 1 м завглибшки. Після заповнення ями її вміст обробляють хлорним вапном і засипають землею.

Усі операції технічного обслуговування поділяють на обов'язкові до виконання в певні терміни і такі, які виконують за потребою. Технічне обслуговування обприскувачів є щозмінне (ЩТО), перше технічне обслуговування (ТО-1) і технічне обслуговування під час ставлення на зберігання.

### 4.10. Машини для приготування робочих розчинів

Для приготування робочих рідин з кристалічних речовин, змочуваних порошків, концентратів емульсій і паст, які утворюють у воді розчини, суспензії і емульсії, використовують агрегати АПЖ-12, СТК-5Б, «Пемикс-1002», стаціонарний пункт СЗС-10 та інші.

Агрегат для приготування робочих рідин пестицидів АПЖ-12 представлений на рис. 4.16.

Він призначений для: забирання води з джерела водопостачання; забирання пастоподібних, кристалічних, порошкоподібних та рідких пестицидів з допоміжного резервуара і завантаження їх в основний і додатковий резервуари; фільтрації рідини; приготування концентрованих розчинів у додатковому резервуарі та відкачування їх в основний; змішування різних концентратів з розчинниками в основному резервуарі; забирання робочої рідини з основного резервуара і заправлення резервуарів обприскувачів, заправних засобів, літаків та гелікоптерів.

Робочі органи агрегату в стаціонарних умовах приводяться в дію від трактора МТЗ-80 через карданну передачу або від власного електродвигуна потужністю 15 кВт.

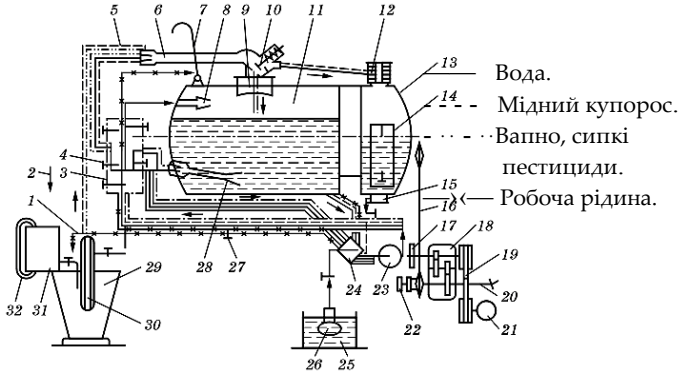



**Рис. 4.16. Схема роботи агрегату для приготування робочих рідин пестицидів АПЖ-12:**

1 – рукав для зливання з фільтра; 2 – завантажування компонентів; 3 – пульт керування; 4 і 27 – клапани; 5 – комунікація; 6 – гідроелеватор; 7 – заправна штанга; 8 – пристрій для розмивання пестицидів; 9, 15, 24 і 26 – фільтри; 10 – заслінка; 11 – основний резервуар; 12 – гідромеханічний подрібнювач; 13 – додатковий резервуар; 14 – рамна мішалка; 16 – ланцюгова передача; 17 – муфта; 18 – редуктор; 19 – клинопасова передача; 20 – ВВП трактора; 21 – електродвигун; 22 – фрикційна муфта; 23 – відцентровий насос; 25 – джерело водопостачання; 28 – гідромішалка; 29 – допоміжний резервуар; 30 – забірний рукав гідроелеватора; 31 – дозатор рідини; 32 – водомірна трубка

У комплекті агрегату є викидний рукав 40 м завдовжки для заправлення літаків та гелікоптерів у разі приготування робочих рідин на тимчасових або постійних летовищах.

Керує агрегатом оператор з пульта керування. Готують робочу рідину два робітники – оператор і його помічник. Місткість основного резервуара 3200 *л*, додаткового 560, допоміжного 110 *л*. Подача насоса 600 *л*/хв за тиску 0,4 МПа. Продуктивність агрегату 12 м$^3$/год.

### 4.11. Машини для обпилювання

Обпилювання полягає у нанесенні на листкову поверхню сільськогосподарських рослин сухих порошкоподібних пестицидів.

За призначенням обпилювачі – універсальні машини, які за типом приводу поділяють на тракторні, авіаційні та ранцеві. Обпилювач універсальний ОШУ-50А (рис. 4.17) призначений для обпилювання сухими порошкоподібними пестицидами садів, виноградників, чагарників, посівів польових, технічних та овочевих культур, а також лісових смуг і масивів.

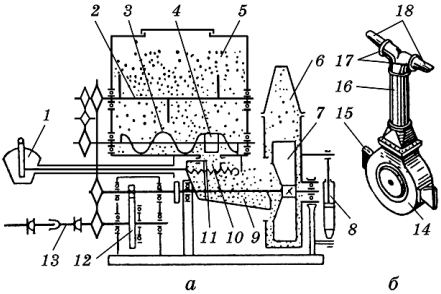



**Рис. 4.17. Схема роботи обпилювача ОШУ-50А:**
а – схема обпилювача; б – виноградниковий розпилювальний пристрій; 1 – регулювальний важіль зі шкалою; 2 – мішалка; 3 – живильний шнек; 4 – котушка; 5 – бункер; 6 – розпилювальне сопло; 7 – вентилятор; 8 – гідроциліндр; 9 – лоток; 10 – вихідний патрубок; 11 – заслінка; 12 – редуктор; 13 – карданна передача; 14 – кожух вентилятора; 15 – щілиноподібний наконечник; 16 – труба; 17 – наконечники; 18 – лопатки

Під час обпилювання садів, польових, технічних і овочевих культур, лісових смуг і масивів використовують садово-польовий розпилювальний пристрій (рис. 4.17а), а виноградників і чагарників (3-4 ряди) – виноградниковий (рис. 4.17б).

Для регулювання обпилювача на задану норму витрати пестицидів підраховують витрату порошку за хвилину за вибраних швидкості руху агрегату та ширини захвату (так само, як і для обприскувачів) і встановлюють її перекриттям вікна вихідного патрубка 10 за допомогою дозувальної заслінки 11. Ширина захвату обпилювача під час оброблення польових культур становить до 100 м. Агрегатується з тракторами класу 0,9 і 1,4.

## 4.12. Машини для аерозольних обробок

Аерозольний генератор АГ-УД-2 (рис. 4.18) призначений для боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур, садів, лісосмуг, а також для оброблення складських і тваринницьких приміщень. За допомогою двигуна УД-2 приводиться в дію повітронагнітач 14.

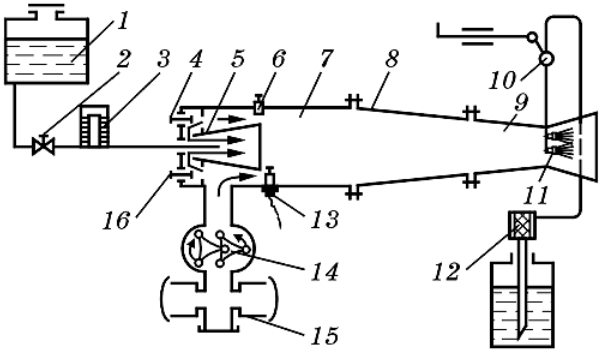



**Рис. 4.18. Схема роботи аерозольного генератора АГ-УД-2:**
1 – бачок для бензину; 2 – кран; 3 – компенсатор; 4 і 16 – регулятори температури; 5 – пальник; 6 – оглядове віконце; 7 – камера згоряння; 8 – жарова труба; 9 – робоче сопло; 10 – дозувальний кран; 11 – розпилювач пестицидів; 12 – приймач з фільтром; 13 – запальна свічка; 14 – повітронагнітач; 15 – фільтри

На задану норму витрати пестицидів аерозольний генератор регулюють таким чином. Оскільки витрата пестицидів за хвилину під час утворення аерозолів обмежена і від неї залежать якісні показники аерозолів (ступінь випаровування), то її вибирають залежно від конкретних умов. Ширину захвату під час оброблення аерозолями визначають пробним пуском генератора, спрямовуючи струмінь аерозольного туману під кутом 45° до напряму вітру. Точка, в якій струмінь туману відривається від землі і піднімається вгору, фіксує ширину захвату.

Під час оброблення приміщень термомеханічними аерозолями слід чітко дотримуватися правил пожежної безпеки. Приміщення звільняють від легкозаймистих речовин, харчових продуктів, тварин тощо, закривають усі отвори, залишаючи один, навпроти якого на певній відстані встановлюють аерозольний генератор. Потім запускають генератор і протягом розрахованого часу спрямовують у відкритий отвір приміщення струмінь аерозольного туману. Після цього закривають цей отвір і приміщення на 2 (дві) години. Аерозолі проникають у найменші щілини і згубно діють на шкідників. Після цього інтенсивно провітрюють оброблене приміщення.

## 4.13. Машини для фумігації

**Фумігацію** – швидке випаровування пестицидів – застосовують проти найнебезпечніших збудників хвороб кореневої системи виноградників та шкідників чайних плантацій і цитрусових насаджень. Цей спосіб застосовують переважно для знезаражування ґрунту.

Фумігатор ФПЧ (рис. 4.19) призначений для внесення у ґрунт рідких фумігантів з метою захисту виноградників від філоксери і є пристроєм до плуга ПРВН-2,5А «Виноградар». Фумігатором вносять пестициди в ґрунт одночасно з культивацією на глибину 15…20 см (залежно від ширини міжрядь фумігант вносять у 5 – 7 борозен) та під час глибокого осіннього розпушування ґрунту. Фумігатор складається з рами, підрамника, резервуара, дозаторів, сигнального пристрою і зливних трубок. Усі складові фумігатора монтують на рамі плуга ПРВН-2,5А.

Норму внесення препарату в межах 30…500 кг/га регулюють дозатором 4 та кількістю зливних трубок 9. Агрегатується фумігатор з тракторами класу 2, обслуговує його тракторист.

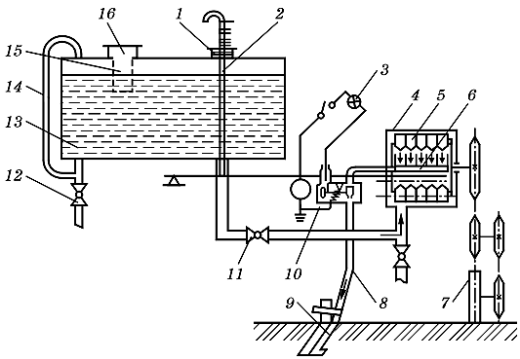



**Рис. 4.19. Схема роботи фумігатора ґрунту ФПЧ:**
1 – штуцер; 2 – вирівнювальна трубка; 3 – сигнальна лампочка; 4 – дозатор; 5 – блок черпачків; 6 – чаша; 7 – колесо машини ПРВН-2,5; 8 – трубопровід; 9 – зливна трубка; 10 – сигнальний пристрій; 11 – вентиль; 12 – зливний вентиль; 13 – резервуар; 14 – рівнемір; 15 – фільтр; 16 – заливна горловина

Хмільниковий фумігатор ПФХ-2 (рис. 4.20) призначений для внесення в ґрунт пестицидів і водного аміаку та для суцільного об-

прискування хмільників. Його використовують також для обприскування хмільників і невеликих садів за допомогою брандспойтів.

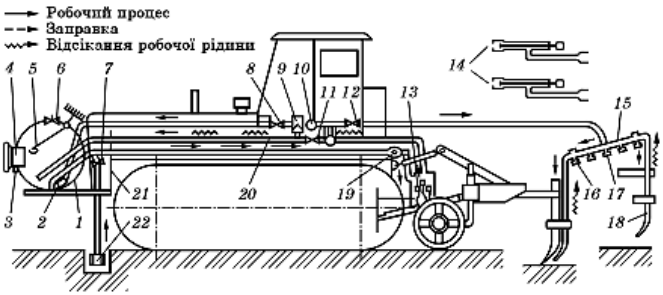



**Рис. 4.20. Схема хмільникового фумігатора ПФХ-2:**
1 – резервуар; 2 – гідромішалка; 3 – пробковий кран; 4 – бак-дозатор; 5 – рівнемір; 6 – запобіжний клапан; 7 – триходовий кран; 8, 11 і 12 – вентилі; 9 – редукційний клапан; 10 – манометр; 13 – насос; 14 – брандспойти; 15 – штанга; 16 – розпилювач; 17 – заглушка; 18 – лапа підживлювача; 19 – фільтр; 20 і 21 – рукави; 22 – забірний фільтр

## 4.14. Застосування сільськогосподарської авіації для захисту рослин

Сільськогосподарську авіацію широко застосовують у боротьбі проти шкідників і хвороб рослин, для знищення бур'янів, внесення мінеральних добрив та інших робіт.

Гелікоптери використовують для оброблення садів, виноградників, лісів, у важкодоступних гірських умовах. Завдяки значній ширині захвату і великій швидкості під час оброблення рослин авіаційними апаратами досягають високої продуктивності.

У сільському господарстві застосовують літаки АН-2, АН-2М, ЯК-12 і гелікоптери Мі-1НХ, КА-15, Мі-2 і КА-26.

Обприскувач літака АН-2 (рис. 4.21) встановлений на літаку біпланового типу. Літак має двомісну пілотну і вантажну кабіни, розділені стінкою і дверима.

У вантажній кабіні розміщено бак для отрутохімікатів. На літаку встановлено бензиновий двигун потужністю 735 кВт. Швидкість літака під час виконання сільськогосподарських робіт 160 км/год. Корисне завантаження отрутохімікатами 1340 кг.

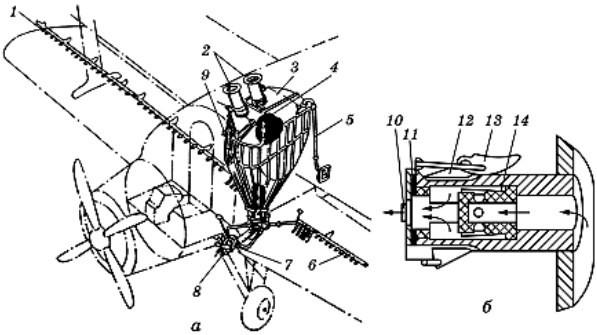



**Рис. 4.21. Обприскувач літака АН-2:**
а – загальний вигляд; б – будова розпилювача; 1 – розпилювач; 2 – завантажувальні люки; 3 – бак; 4 – гідромішалка; 5 – заправна труба; 6 – штанга; 7 – відцентровий насос; 8 – вітряк; 9 – окуляр; 10 – ковпачок; 11 – гумова шайба; 12 – корпус відсічного клапана; 13 – замок; 14 – гумова трубка клапана

На задану норму витрати робочої рідини $Q$, *л*/га, авіаційні обприскувачі встановлюють так. Вибирають ширину робочого захвату $B$ і, знаючи швидкість польоту $v$, км/год, знаходять витрату отрутохімікатів за секунду, *л*/с :

$$q = \frac{Q \cdot B \cdot v}{36000}. \qquad (4.4)$$

Відповідно до підрахованої витрати за секунду підбирають певну кількість розпилювачів і розмір їхніх вихідних отворів. На зайві ніпелі встановлюють заглушки.

Під час обприскування гербіцидами необхідно забезпечити більш грубе розпилювання рідини. Для цього зменшують тиск і у штанзі, встановлюючи дросельні пластинки у місцях з'єднання середніх секцій штанги з патрубками.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Методи захисту рослин та їх порівняльна характеристика.
2. Які отрутохімікати застосовують для захисту рослин? Способи їх нанесення на рослини.

3. Які агротехнічні вимоги мають задовольняти машини для захисту рослин?
4. У чому полягає суть процесу роботи машин для захисту рослин і яка їх загальна будова?
5. Який комплекс машин застосовують для знезаражування посівних та садильних матеріалів?
6. Будова і процес роботи комплексів для термічного знезаражування насіння.
7. Як відбувається технологічний процес протруювача для знезаражування бульб картоплі?
8. Суть технологічного процесу сучасних протруювачів насіння, їх будова і налагоджування на заданий режим роботи.
9. Які технології та типи машин застосовують для обприскування рослин?
10. Загальна будова і типи робочих органів та допоміжного обладнання обприскувачів.
11. Технологічний процес і особливості використання штангових обприскувачів.
12. Технологічний процес і особливості використання вентиляторних обприскувачів.
13. Будова систем контролю і автоматичного регулювання витрати робочої рідини сучасних обприскувачів.
14. В якій послідовності здійснюється технологічне налагодження та організація роботи оприскувачів?
15. Суть технологічного процесу агрегату для приготування робочих рідин пестицидів.
16. Особливості застосування процесу обпилювання рослин і суть технологічного процесу обпилювача.
17. Які особливості застосування аерозолів у сільському господарстві та суть технологічного процесу аерозольного генератора?
18. Які машини використовують для фумігації та їхній технологічний процес?
19. Особливості застосування сільськогосподарської авіаційної апаратури для обприскування і особливості її налагоджування на заданий режим.
20. Які основні заходи техніки безпеки і технічного обслуговування машин для хімічного захисту рослин?

# РОЗДІЛ V
# МАШИНИ ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ

## 5.1. Завдання та способи заготівлі кормів

Раціонально організована кормова база має відповідати таким основним вимогам: повне і безперебійне забезпечення тварин повноцінними кормами впродовж року, заготівля високоякісних і дешевих кормів, випереджальне виробництво кормів порівняно зі зростанням поголів'я тварин, створення страхових запасів кормів на випадок неврожаю.

Основними кормовими продуктами для сільськогосподарських тварин є корми рослинного походження. До них належать грубі, соковиті, зелені, концентровані корми та кормові відходи технічних виробництв. Для заготівлі кормів широко використовують трав'янисті рослини (кормові трави) у вигляді сіна, силосу, сінажу, свіжого зеленого корму, трав'яного борошна, трав'яної пасти та іноді зерна.

Залежно від природно-кліматичних зон і господарських умов застосовують різні способи заготівлі кормів:

а) заготівля розсипного сіна. Цей спосіб передбачає: скошування трав, сушіння в покосах, ворушіння, згрібання сіна у валки, перевертання валків, підбирання валків з утворенням копиць, підбирання копиць і транспортування до місць скиртування, укладання сіна у стоги та скирти;

б) заготівля пресованого сіна. Траву після скошування, сушіння і згрібання у валки підбирають з одночасним пресуванням у паки. Збирають і пресують сіно за його вологості не більше ніж 25%. Залежно від умов паки досушують у полі або підбирають безпосередньо у транспортні засоби, перевозять до місць зберігання і досушують у штабелях активним вентилюванням;

в) збирання трав і силосних культур з подрібненням. Силос, сінаж і трав'яне борошно готують з подрібнених рослин. Для отримання силосу скошену і подрібнену зелену масу закладають у траншеї або силосні башти, де її перед герметизацією ущільнюють, а також герметизують плівкою. Технологія приготування сінажу передбачає закладання пров'яленої до 50...55% та подрібненої до 3 см маси в башти, сінажні траншеї або герметизують плівкою. Трав'яне борошно одержують також із подрібнених до 3 см рослин, висушених до вологості 8...12% у високотемпературних сушарках.

Після розмелювання масу гранулюють або зберігають у розсипному вигляді (сінне, вітамінне борошно);

г) Заготівля сінажу в паках чи рулонах з їх герметизацією липкою стрічкою.

### 5.2. Класифікація і характеристика машин для заготівлі кормів

Машини для заготівлі кормів можна поділити на дві основні групи: для заготівлі трав на сіно і сінаж та для заготівлі силосу і свіжої подрібненої зеленої маси. Класифікують їх за такими ознаками: за способом агрегатування – причіпні, начіпні, напівначіпні та самохідні; за типом різального чи подрібнювального апарата – сегментно-пальцьові, дискові, ротаційні та барабанні; за кількістю різальних апаратів – одно-, дво-, три- та багатобрусні. Залежно від технології заготівлі кормів використовують певний комплекс кормозбиральних машин. Під час заготівлі трав на сіно застосовують косарки, ворушилки, граблі, підбирачі-копнувачі, прес-підбирачі, обмотувачі паків герметизувальною плівкою, волокуші, копицевози, стогокладки, стогоутворювачі, пакопідбирачі, стаціонарні преси, вентильовані сіносховища.

Комплекс машин для збирання трав на сінаж складається з косарок-плющилок, підбирачів-подрібнювачів-навантажувачів, транспортних візків і прес-підбирачів, обмотувачів паків герметизуючою плівкою.

Для подрібнення зеленої маси, яка використовується для згодовування тваринам без зберігання та заготівлі силосу на зимовий період, застосовують косарки-подрібнювачі, підбирачі-подрібнювачі, косарки-плющилки, силосозбиральні та кормозбиральні комбайни і комплекси.

### 5.3. Основні агротехнічні вимоги до машин для заготівлі кормів

Під час збирання трав слід дотримуватися певних агротехнічних вимог. Перший укіс бобових трав необхідно починати в стадії бутонізації, лучних – на початку цвітіння, а злакових – під час появи колосків.

Косовицю слід проводити протягом 5...7 днів, а на низинних луках, плавнях і болотах упродовж 7...10 днів.

Під час косіння слід забезпечувати оптимальну висоту зрізу: для природних трав у степовій зоні – 4,0...4,5 см, а в лісолучній і лі-

состеповій зонах 5...6 см. Отаву осіннього укосу слід зрізати на висоту 6...7 см, а сіяні багаторічні трави в межах 7...9 см.

Під час сушіння трави і згрібання сіна стежити за тим, щоб не було втрат. Сінозбиральні машини не мають надмірно ворушити, перетрушувати і засмічувати сіно. У пересохлому сіні обламується багато листя і суцвіття, а у вологому – розвиваються мікроорганізми, які руйнують поживні речовини.

Машини мають забезпечувати укладання трави у прямолінійні валки, правильне перевертання валків на півоберта для прискорення сушіння нижніх шарів, а також повне збирання сіна кондиційної вологості.

Копиці сіна мають бути правильної форми. Маса копиці у степовій зоні має становити 50...500 кг, а у лісолучній – 50...150 кг.

### 5.4. Косарки, косарки-плющилки і косарки-подрібнювачі

Косарки призначені для скошування природних або сіяних трав. Цю технологічну операцію виконують різальні апарати. Вони приводяться в дію від вала відбору потужності трактора, можуть мати індивідуальний гідро- або електропривід та приводитися в дію від власних ходових коліс. Залежно від технологічного процесу косарки можна обладнувати додатковим плющильним або подрібнювальним апаратом.

Різальний апарат (рис. 5.1) – основний робочий орган косарки, який складається з пальцьового бруса 1 і ножа 12, що здійснює зворотно-поступальний рух. Пальцьовий брус кріпиться до внутрішнього і зовнішнього 13 подільників, які спираються на сталеві полозки 14. За допомогою полозків 14 регулюється задана висота зрізу. До бруса 1 за допомогою болтів 2 кріпляться пальці 9 з протирізальними пластинами 8. Рухомий ніж 12 має головку 11 для приєднання до привідного шатуна та наклепані вздовж ножа сегменти 7.

Різальний апарат потребує певних регулювань. Кут нахилу вперед або назад регулюють поворотом рухомої рами відносно нерухомої. Центрування ножа здійснюють зміною довжини шатуна таким чином, щоб у крайніх його положеннях середини сегментів збігалися з серединами пальців або не доходили до середини на 5 мм. Зазор між носком сегмента і протирізальною пластиною, який встановлюється змінними прокладками, має бути не більше ніж 0,1...0,3 мм.

Розрізняють кілька типів різальних апаратів, які мають різні співвідношення відстаней між протирізальними пластинами ($t_0$), сегментами ($t$) і ходом ножа ($S$). За співвідношення $S = t = t_0$ вони нале-

жать до різальних апаратів нормального різання з одинарним пробігом ножа. Більшість косарок мають апарати, в яких $S$ = 76,2 мм.

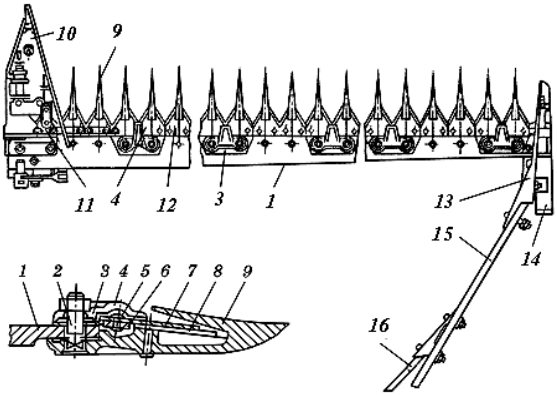



**Рис. 5.1. Різальний апарат косарки:**
1 – пальцьовий брус; 2 – болт; 3 – пластина тертя; 4 –притискна лапка; 5 – заклепка; 6 – спинка ножа; 7 – сегмент; 8 – протирізальна пластина; 9 – палець; 10 – внутрішній подільник; 11 – головка ножа; 12 – ніж; 13 – зовнішній подільник; 14 – опорний полозок; 15 – польова дошка; 16 – прутки-стеблевідводи

В основу роботи різальних апаратів покладено підпірний та безпідпірний принципи зрізування. Різальні апарати підпірного зрізування є сегментно-пальцьові (розглядалися вище) та безпальцьові (рис. 5.2). У таких апаратах стебла під час зрізування спираються на певні елементи машини. У сегментно-пальцьових апаратах є різальна пара – сегмент 2 (рис. 5.2а) і протирізальна пластина пальця 1.

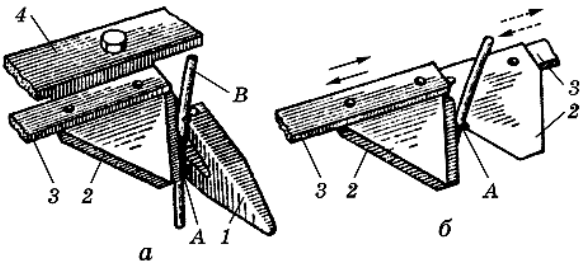



**Рис. 5.2. Різальні апарати підпірного зрізування:**
а – сегментно-пальцьовий; б – безпальцьовий; 1 –палець; 2 – сегмент; 3 – спинка ножа; 4 – пальцьовий брус

У безпальцьовому апараті (рис. 5.2б) різальна пара – два сегменти 2, які перерізають стебло з опорою в одній точці А. Такі різальні апарати менше забиваються під час збирання заплутаних та полеглих рослин. Застосовують одно- і двоножеві апарати: в одноножевому рухомий один ніж, а у двоножевому – обидва ножі, завдяки чому поліпшується зрівноваженість усієї машини. Проте такі косарки мають складнішу конструкцію приводу в дію ножів.

Різальні апарати безпідпірного зрізування (рис. 5.3) – це ротаційно-дискові, сегментно-дискові і ротаційно-барабанні апарати.

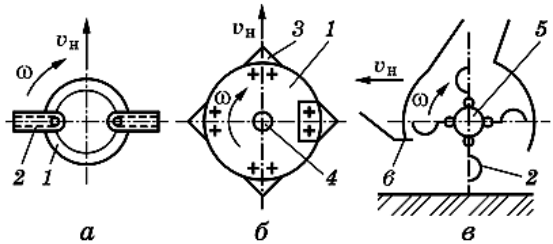



**Рис. 5.3. Різальні апарати безпідпірного зрізування:**
а – ротаційно-дисковий; б – сегментно-дисковий; в – ротаційно-барабанний; 1 – диск; 2 – ніж; 3 – сегмент; 4 – вал диска; 5 – вал барабана; 6 – протирізальний ніж

Різальні елементи цих апаратів – ножі 2, шарнірно з'єднані з диском 1 (рис. 5.3а) чи валом барабана 5, або сегменти 3, які жорстко приєднані до диска 1 (рис. 5.3б). Ножі ротаційних апаратів здійснюють обертальний рух з лінійною швидкістю до 50...60 м/с разом з диском або барабаном. Це дає змогу істотно збільшити робочу швидкість косарки чи жатки. Апарати безпідпірного зрізування простіші за будовою і надійніші в роботі, але під час зрізування рослин вони додатково подрібнюють стебла, що призводить до надмірних втрат скошеної зеленої маси. Косарки з ротаційно-дисковими різальними апаратами КРН-2,1 мають більші енерговитрати на одиницю зібраної площі, вони більш металомісткі.

Ротаційно-барабанні різальні апарати застосовують у машинах для збирання силосних культур (низькорослих) з одночасним подрібненням рослин, наприклад, косарка-подрібнювач КИР-1,5. Для кращого зрізування і подрібнення рослинної маси додатково встановлюють протирізальний ніж 6 (рис 5.3в).

Фірма Claas випускає ротаційні дискові косарки моделей Corto та Disko начіпного та причіпного типу понад 45 моделей. Начіпна косарка Disko 210 (рис. 5.4) має ширину захвату 2,1 м, п'ять дисків з двома ножами на кожному диску і потребує потужності на агрегатування 30…35 кВт.

**Рис. 5.4. Начіпна дискова косарка Disko 210**

Причіпні косарки Disko комплектуються пристроями для здвоювання валків транспортерного типу.

Фірма Kuhn поставляє на ринок України причіпні косарки-плющилки з центральною тяговою штангою та стрічковим конвеєром FC 303 GC RA, FC 303 RGC RA, FC 353 GC RA, FC 353 RGC RA (рис. 5.5), які дозволяють рухатися човниковим способом під час скошування трав.

Косарки мають ширину захвату 3 і 3,5 м та шість і сім ножових дисків. Приводяться в дію від незалежного вала відбору потужності трактора з частотою обертання 1000 хв$^{-1}$. Для плющення злакових трав встановлюють плющильний апарат з вільно коливальними циліндричними пальцями і гребінками, а для плющення бобових – шевронними вальцями.

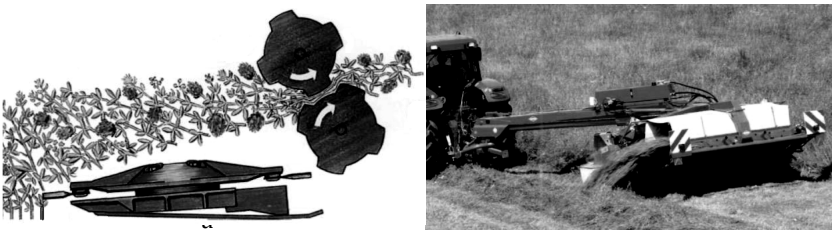


**Рис. 5.5. Технологічні процеси скошування і плющення (а) та здвоювання валка (б) причіпною косаркою-плющилкою з центральною тяговою штангою та стрічковим конвеєром FC 353 RGC RA**

Основні технічні дані сучасних косарок наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

**Машини для зрізування трав на сіно та сінаж**

| Назва і марка | Країна-виготовлювач | Показник | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Ширина захвату, м | Висота зрізу, мм | Продуктивність, га/год |
| Косарка однобрусна начіпна КОН-2,2 | Україна | 2,2 | 30…40 | 1,5...2,0 |
| Косарки КМ-1,2; КМ-1,35; КМ-1,5 | Україна | 1,2…1,5 | 35…40 | 0,8...1,0 |
| Косарка начіпна КН-1,8 | Україна | 1,8 | 30…40 | 1,5...1,8 |
| Косарка начіпна КС-Ф-2,1 | Україна | 2,1 | 25…35 | 1,8...2,0 |
| Косарка до СШ Т-16 МГ | Україна | 2,1 | 60…80 | 1,7...2,0 |
| Косарка ротаційна КР-1 | Україна | 2,1 | 40…100 | 1,3...2,85 |
| Косарка ротаційна КРС-2 | Україна | 2,0 | 40…60 | 2,0…2,5 |
| Косарка-подрібнювач КИР-1,5 | Україна | 1,5 | 50…400 | до 1,5 |
| Косарка ротаційна «Disco» | Німеччина | 3,0 | 40…70 | 3,0...3,5 |
| Косарка дискова GMD КЮН | Франція | 1,2…2,8 | 30…40 | 1,0...3,5 |
| Косарка трав'яна «Optimo» ЛЕЛИ | Нідерланди | 1,6…3,1 | 30…40 | 1,6...3,2 |
| Косарка EG-220 АГКО | США | 1,2…1,8 | 15…100 | 1,5...2,0 |
| Косарка барабанна KD-165 | Норвегія | 1,6…1,8 | 35…42 | 1,5...1,8 |
| Косарка дискова CAT | Австрія | 1,6…2,8 | 40...50 | 1,4...3,0 |
| Косарка дискова KD | Норвегія | 2,1…2,4 | 25…55 | 2,0...2,5 |
| Косарка-плющилка причіпна АГКО | США | 2,2…4,9 | 30…120 | 2,0...5,0 |
| Косарка-плющилка дискова АГКО | США | 4,6 | 30…70 | 3,5...4,0 |
| Косарка-плющилка ТА-330 Квернеланд | Німеччина | 3,6…5,0 | 20…40 | 3,0...5,0 |
| Косарка-плющилка «Krone» AM | Німеччина | 2,0…2,8 | 20…40 | 2,0...2,5 |
| Косарка-плющилка Нью-Холланд | Італія | 2,2…3,7 | 30…150 | 2,0...3,5 |
| Дискова косарка-плющилка KUHN 302 RG | Франція | 3,0 | 30…40 | 1,0...3,5 |
| Дискова косарка-плющилка KUHN ALTERNA 50 | Франція | 3,9…4,8 | 30…70 | 2,0…5,0 |

## 5.5. Граблі, ворушилки, підбирачі та прес-підбирачі

Для заготівлі сіна сучасні технології передбачають використання комплексу сінозбиральних машин: граблів, сіноворушилок, ворушилок-розпушувачів, ворушилок-валкоутворювачів, підбирачів-копнувачів, копицево-зів, волокуш, стогокладів, стогоутворювачів, прес-підбирачів, пакопідбирачів, стаціонарних пресів і вентильованих сіносховищ.

Для згрібання трави чи сіна у поперечні валки використовують причіпні поперечні ГП-14 і ГП-Ф-16 та напівначіпні ГП-Ф-10 і ГПП-6 граблі. Граблі складаються з грабельних апаратів 2 (рис. 5.6), які шарнірно закріплені на трьох секціях рами 1. До середньої секції кріпиться сниця 7 для приєднання граблів до трактора. У робочому положенні вони спираються на два ходових 4 і два самоустановлюваних колеса 9.

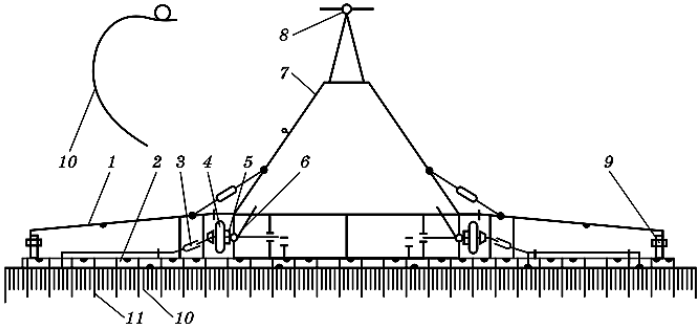



**Рис. 5.6. Поперечні граблі ГП-14:**
1 – рама; 2 – грабельний апарат; 3 – механізм піднімання грабельного апарата; 4 – ходове колесо; 5 – автомат піднімання; 6 – важіль вмикання автомата; 7 –сниця; 8 – причіп; 9 – самоустановлюване колесо; 10 – зуб; 11 – очисний прут

Для згрібання сіна у поздовжні валки використовують причіпні граблі – колісно-пальцьові валкоутворювачі ГВК-6 та граблі – ротаційні зворушувачі-розпушувачі ГВР-6. Їх застосовують також для ворушіння трави чи сіна у покосах, перевертання валків, утворених поперечними граблями.

Колісно-пальцьові граблі ГВК-6 (рис. 5.7) складаються з двох однакових за будовою секцій (правої і лівої), з'єднаних між собою зчіпкою 10.

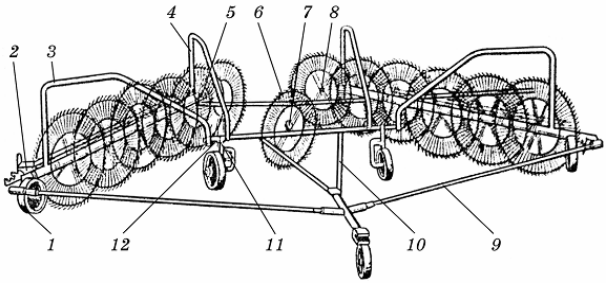



**Рис. 5.7. Колісно-пальцьові граблі ГВК-6:**
1 – опорне пневматичне колесо; 2 – рама секції; 3 – передній брус; 4 – задній брус; 5 – бокове робоче пальцьове колесо; 6 – центральне робоче пальцьове колесо; 7 – кронштейн; 8 – вісь робочого колеса; 9 – бокова розсувна розтяжка; 10 – зчіпка; 11 – висувна труба; 12 – опорна труба

Під час ворушіння покосів чи сіна передні кінці секцій граблів зводять, а задні, навпаки, розводять. Для обертання валків використовують тільки одну секцію у такому самому положенні, як і для утворення валків. Ширину валків (0,8...1,2 м) регулюють зміщенням секцій за допомогою розсувних бокових розтяжок 9. Тиск робочих коліс 5 на ґрунт регулюють гвинтовим механізмом піднімання коліс.

Для згрібання трав чи сіна, обертання та розкидання валків сіна застосовують також ротаційні граблі. Ротаційні граблі-розпушувачі ГВР-6Б складаються з двох роторів, двох щитків для формування валка, чотирьох опорних коліс, причіпного пристрою та механізму приводу. Ротор складається з диска, до якого прикріплено сім граблин. На штангах граблин закріплено пружинні пальці.

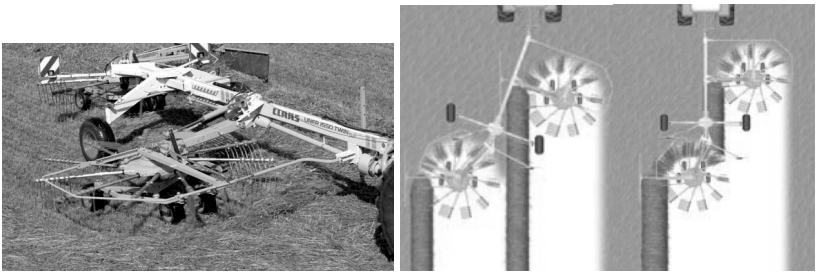
Під час роботи ротори, обертаючись від вала відбору потужності трактора, формують, обертають або розкидають валок, розпушують траву чи сіно в покосах.

Фірма Claas поставляє на ринок України роторні ворушилки Volto з шириною захвату від 4,5 до 13 м, зокрема Volto 770 (рис. 5.8).

Ворушилка Volto 770 має ширину захвату 7,7 м, шість роторів з семи граблинами кожний і привід у дію робочих органів від вала відбору потужності трактора.

Фірма Claas поставляє на ринок України роторні граблі серії Liner з шириною захвату від 3,2 до 12,2 м. Роторні граблі Liner 1550 Twin Profil (рис. 5.9) обладнані двома роторами і забезпечують залежно від урожайності рослинної маси формування одного або двох валків.

**Рис. 5.8. Роторна ворушилка Volto 770.**



а б в

**Рис. 5.9. Роторні граблі Liner 1550 Twin Profil (а) та схеми формування двох (б) та одного (в) валка**

Причіп-підбирач ТП-Ф-45 використовують для підбирання прив'яленої трави вологістю до 45%, сіна або соломи із валків з подрібненням або без подрібнення маси, подавання її до кузова, транспортування маси до місця скиртування та вивантаження. Продуктивність до 4,7 т/год. Агрегатується з тракторами тягового класу 1,4.

Для підбирання трави з валків, подрібнення її та накопичення в кузові фірма Claas поставляє на ринок України підбирачі-подрібнювачі серії Quantum та Cargos. Підбирач-подрібнювач Quantum 5700P (рис. 5.10) обладнано барабанно-пальцевим підбирачем з шириною захвату 1,8 або 2 м. За допомогою роторного подрібнювача забезпечується найменша довжина різання 45 або 38 мм. Обладнаний кузовом з місткістю 34,5 м$^3$. Для автоматизації управління машиною використовується комп'ютерна система Isobus.

**Рис. 5.10. Підбирач-подрібнювач Quantum 5700P**

Прес-підбирачі застосовують для пресування сіна у паки циліндричної (рулонів) або прямокутної форми. Середня (за об'ємом) щільність сіна становить 60...65 кг/м$^3$, а пресованого і зв'язаного у паки – 200...400 кг/м$^3$. Тому перевезення і зберігання непресованого сіна потребує громіздких транспортних засобів і сховищ. Спресоване у паки сіно зручне для перевезення, менше псується, його смакові і поживні властивості добре зберігаються, сіно легко обліковується та менш пожежонебезпечне. Застосування прес-підбирачів скорочує кількість операцій на збиранні та зменшує витрати на 1 т зібраного сіна. Збирати сіно з валків з одночасним пресуванням у паки можна за його вологості 20...25%. Якщо сіно пресують за більшої вологості, то його досушують у паках на полі або у провітрюваних приміщеннях.

Сучасні прес-підбирачі утворюють паки масою 25...50 кг (прямокутної форми) та до 750 кг (циліндричної форми).

Прес-підбирач ППЛ-Ф-1,6М призначений для підбирання валків сіна чи соломи і пресування у паки прямокутної форми (0,5 × 0,5 × 0,36 м) з одночасним автоматичним обв'язуванням пака шпагатом. Він складається з підбирача барабанного типу, пакувальників, пресувальної камери, пресувального поршня, в'язальних апаратів, механізму приводу робочих органів, двох опорних пневматичних коліс, лотока для вивантаження паків у транспортні засоби та причіпного пристрою. Під час руху машини підбирач підбирає валок сіна або соломи і спрямовує його до пакувальників, які подають масу сіна до вікна передньої частини пресувальної камери. Потім пресувальний поршень подає окремі порції сіна до дротів або шпагатів, які проходять через пресувальну камеру. Після закінчення формування паки мірне колесо включає в роботу в'язальні апа-

рати, які зв'язують паку. Зв'язана пака надходить до начіпного лотока, який подає його у транспортний засіб або на стерню.

Щільність пресування паки (до 200 кг/м$^3$) регулюється зміною поперечного перерізу вихідного отвору пресувальної камери спеціальними регулювальними гвинтами. Довжину паки у межах 0,5... 1,0 м регулюють заміною мірного колеса.

Фірма Claas поставляє на ринок України великогабаритні пакові прес-підбирачі серії Quadrant. Прес-підбирачі Quadrant 3400 (рис. 5.11) обладнаний барабанно-пальцевим підбирачем з шириною захвату 2,35 м. Подрібнювальний апарат обладнаний 25 ножами, а пресувальний поршень здійснює 46 робочих ходів за хвилину. Довжину паки регулюють в діапазоні від 0,5 до 3 м.

Прес-підбирач рулонний ППР-110 (рис. 5.12) призначений для підбирання сіна чи соломи із валка, пресування в паки циліндричної форми з обв'язуванням шпагатом.

Продуктивність на сіні 6 т/год. Параметри рулону: довжина 120 см, діаметр 110 см, маса 120...200 кг (сіно), 80...130 кг (солома). Агрегатується з тракторами тягового класу 0,9 і 1,4.

Прес-підбирач складається з підбирача 8, на привідному валу якого встановлено фрикційну запобіжну муфту, та пресувальної камери 7, що має передню і задню частини. Підбирач боковинами шарнірно закріплений на корпусах підшипників пресувального барабана 6. Піднімається підбирач гідроциліндром, установленим з правого боку машини, а опускається під дією сили свого тяжіння. В транспортному (піднятому) положенні підбирач фіксується з обох боків камери пресування спеціальними фіксаторами. В робочому (опущеному) положенні він опирається на ґрунт опорними колесами і утримується підтримувальними пружинами.

**Рис. 5.11. Прес-підбирачі Quadrant 3400RS**

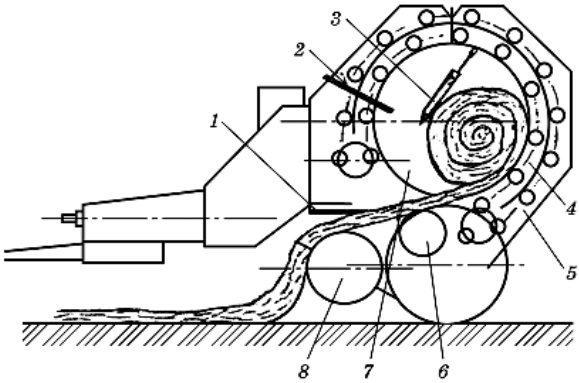



**Рис. 5.12. Рулонний прес-підбирач ППР-110:**
1 – притискна гребінка; 2 – стрілка; 3 – гідроциліндр; 4 – механізм пресування; 5 – задня камера; 6 – пресувальний барабан; 7 – пресувальна камера; 8 – підбирач

У пресувальній камері утворюється рулон сіна. Передня частина її має ведучий вал з механізмами пресування 4 і шарнірно підвішену задню камеру 5, яка відкривається і закривається за допомогою гідроциліндра 3. Задня частина пресувальної камери закривається і відкривається спеціальними додатковими гідроциліндрами, важелями і утримується в закритому положенні двома заскочками, які відтягуються вперед пружинами, під час відкривання задньої камери. Із ланцюгом, який через пружину відтягує ліву заскочку, шарнірно зв'язане плече важеля стрілки 2 (покажчика щільності рулону). Цей покажчик сигналізує про закінчення формування рулону. Під час відкривання задньої камери через систему тяг і механізмів вимикається кулачкова муфта, завдяки чому всі механізми прес-підбирача зупиняються. Якісна і надійна робота прес-підбирача забезпечується за ширини валка не більш як 1,2 м.

Технологічні регулювання. Запобіжна муфта приводу робочих органів регулюється на передачу крутного моменту 400...420 Н·м стисканням пружин, які притискують один до одного ведений і ведучий диски. Запобіжна муфта підбирача регулюється на передачу крутного моменту 300...330 Н·м.

Фірма Claas поставляє на ринок України рулонні прес-підбирачі серій Rollant та Variant. Рулонний прес-підбирач Rollant 455RS (рис. 5.13) обладнаний барабанно-пальцевим підбирачем з шириною захвату 2,1 м. В пресувальній камері встановлено 16 вальців, які формують рулон діаметром 1,25…1,35 м. Конструкцією пе-

редбачено змащування ланцюгових передач механізму приводу робочих органів. Рулони обв'язуються шпагатом або сіткою. В пресподбирачах Rollant Uniwrap під час заготівлі сінажу рулони обмотуються і герметизуються плівкою.

**Рис. 5.13. Рулонний прес-підбирач Rollant 455RS**

Для подрібнення рослинної маси може бути встановлено 12, 13 або 25 ножів. Прес-підбирач обладнаний вальцевим пресувальним апаратом який формує рулон діаметром від 1,25 до 1,35 м з подальшим обв'язуванням сіткою.

Стислі дані про машини для збирання сіна наведено в табл. 5.2.

Пристрій для навантаження і укладання пак і рулонів ПТ-Ф-500 використовують для підбирання на полі та навантаження великогабаритних паків прямокутної форми і рулонів у транспортні засоби, розвантаження транспортних засобів, складання пак у скирти. Встановлюється на навантажувачах ПКУ-0,8 та ПФ-0,5Б.

Таблиця 5.2

Машини для збирання сіна

| Назва і марка | Країна виготовлювач | Показник | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Ширина захвату, м | Кількість роторів, шт. | Продуктивність, га/год |
| Сіноворушилка АГКО (3715-3750) | США | 3,0…5,0 | 2…4 | 4,5…7,0 |
| Ворушилка начіпна SG, Гаспардо | Італія | 2,4…4,0 | 2...4 | 3,0…5,0 |
| Ворушилка-валкувач «Zaga» HD | Англія | 3,0…3,8 | 2 | 4,0…4,5 |
| Ворушилка-розпушувач «Krone» KWT | ФРН | 7,7…10,5 | 6...8 | 6,0…10,0 |
| Ротаційний валкувач «Kuhn» GA | Франція | 3,0…7,3 | 1 | 2,6…7,0 |
| Ворушилка-валкувач «Lotus» ЛЕЛИ | Нідерланди | 4,6…7,7 | 4...6 | 5,0…9,0 |
| Ротаційний розпушувач «Hit» | Австрія | 4,0…7,8 | 4...6 | 4,0…8,0 |
| Ворушилка-валкувач «Rotakon» | Англія | 3,3…4,3 | 2 | 3,0…5,0 |
| Ворушилка-валкувач «Fransgard» TI | Данія | 3,0…4,0 | 2 | 3,0…8,0 |
| Граблі «Lely» 620-730 | Нідерланди | 6,2…7,3 | 2 | 8,0…10,0 |
| Граблі-валкоутворювачі TA, Квернеланд | Норвегія | 3,4…7,5 | 2 | 5,0…8,0 |
| Начіпні граблі RG | Італія | 2,8…3,5 | 1 | 3,0…7,0 |
| Рулонний прес-підбирач ППР-110 | Україна | 1,1…1,2 | 120...200 | 0,9…1,0 |
| Рулонний прес-підбирач АГКО 4800 | США | 1,5…1,8 | 327...907 | 1,0…2,0 |
| Рулонний прес-підбирач Вестерн 1211 | Канада | 1,4…1,5 | 270...540 | 1,0…1,5 |
| Рулонний прес-підбирач Кейс 8400 | США | 1,0…1,5 | 249...998 | 1,0…1,5 |
| Рулонний прес-підбирач «Rollant» КЛААС | ФРН | 1,58…2,0 | 350...500 | 1,3…1,8 |
| Паковий прес-підбирач «Quadrant» КЛААС | ФРН | 2…2,1 | 180...370 | 1,8…2,0 |
| Рулонний прес-підбирач «Krone» KR | ФРН | 1,8…1,95 | 300...450 | 1,7…2,0 |
| Паковий прес-підбирач «Big Pack» | ФРН | 2,0 | 150...300 | 1,5…2,0 |
| Паковий прес-підбирач «Massey Ferguson» | Англія | 1,9…2,4 | 320...600 | 2,0…2,5 |
| Рулонний прес-підбирач Нью Холланд | Італія | 1,8 | 180...680 | 1,5…2,0 |
| Підбирач-копнувач «Krone» Titan | ФРН | 1,6 | Місткість кузова, м$^3$ 48 | 1,5…2,0 |
| Підбирач-копнувач Менгеле | ФРН | 1,65 | 20,8...23,3 | 1,5…2,0 |

## 5.6. Силосозбиральні і кормозбиральні комбайни

Силосні культури збирають силосо- і кормозбиральними комбайнами. За способом агрегатування силосозбиральні комбайни поділяють на причіпні, напівпричіпні, начіпні та самохідні.

Силосозбиральний комбайн КСС-2,6А (рис. 5.14) призначений для збирання на силос високостеблових культур (кукурудзи, соняшнику тощо). Продуктивність до 90 т/год. Агрегатується з трактором Т-150К.

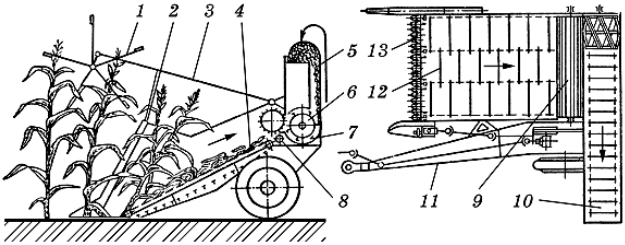



**Рис. 5.14. Силосозбиральний комбайн КСС-2,6А:**
1 – мотовило; 2 – пальцьовий подільник; 3 – важелі; 4 – платформа; 5 – силосопровід; 6 – подрібнювальний барабан; 7 – протирізальний брус; 8 –живильний валець; 9 – бітерний барабан; 10 – вивантажувальний конвеєр; 11 –причіпна сниця; 12 – конвеєр жатки; 13 – різальний апарат

Технологічні регулювання комбайна. Діаметр мотовила можна змінювати в межах 1800...2800 мм переміщенням променів напрямними. Передбачене регулювання частоти його обертання зміною передатного числа (змінними зірочками). Висоту зрізу стебел установлюють переміщенням копіювального башмака. Переміщенням подрібнювального барабана з підшипниками рамою регулюють зазор між ножами барабана та протирізальною пластиною в межах 3...8 мм.

Кормозбиральні комбайни КПИ-Ф-2,4А і КПИ-Ф-30 призначені для скошування зелених і підбирання валків пров'ялених сіяних та природних трав, збирання кукурудзи та інших силосних культур з одночасним подрібненням і завантаженням у транспортні засоби. Комбайни складаються з причіпного подрібнювача та змінних робочих органів: підбирача, жатки для трав, жатки для зрізування силосних культур суцільного посіву, жатки для збирання кукурудзи рядкового посіву. Для подрібнення зерен кукурудзи у восковій і повній зрілості комбайни додатково укомплектовані рекатером. Агрегатуються комбайни з тракторами тягового класу 1,4 і 3,0.

Кормозбиральний комбайн «Рось-2» призначений для скошування трав, кукурудзи та інших силосних культур до 1,5 м заввишки, одночасного подрібнення і завантаження в транспортні засоби грубоподрібнених зелених кормів. Його можна використовувати для скошування у валок або мульчування стебел кукурудзи, бадилля картоплі та гички цукрових буряків. Агрегатується з тракторами тягового класу 1,4.

Кормозбиральний комбайн КДП-3000 «Полесье» має аналогічне призначення. За допомогою роторної жатки можна збирати кукурудзу довільної висоти і врожайності незалежно від схем і способів посіву. Подрібнювач радіально-дискового типу забезпечує високу якість подрібнення листостеблової маси. Комбайн обладнаний спеціальною муфтою, що зменшує (гасить) відцентрові вібрації, та спеціальним пристроєм, який збільшує робочий ресурс вала відбору потужності трактора. Агрегатується з тракторами тягового класу 3,0.

Кормозбиральний комплекс К-Г-6 «Полесье» комплектується жаткою роторного типу для збирання кукурудзи, жаткою для збирання трав, підбирачем, подрібнювачем дискового типу та обладнаний металодетектором. Енергетичний засіб, крім роботи у складі кормозбирального агрегату, може бути використаний в агрегаті з комбайном для збирання цукрового буряку, а також з комплексом машин для сільськогосподарських робіт загального призначення. Агрегат має реверс місця керування, що дає змогу працювати в прямому і зворотному напрямах. Завдяки високій прохідності комбайн може працювати в складних ґрунтово-кліматичних умовах.

Самохідний кормозбиральний комбайн «Maral-125» призначений для збирання всіх кормових культур з подрібненням. Оптимальний потік кормової культури забезпечується вісьмома живильними і підпресовувальними вальцями. Довжина подрібнених частинок регулюється в широких межах. Керування силосопроводом електрогідравлічне. Перемикання швидкості живильних робочих органів триступеневе. Комбайн обладнаний гідростатичним рульовим керуванням та автоматичним тягово-зчіпним пристроєм для агрегатування з причепом. Потужність двигуна 125 кВт.

Самохідний кормозбиральний комбайн «Maral-190» має переваги перед комбайном «Maral-125». Він укомплектований змінними адаптерами для подрібнення рослин упродовж усього збирального сезону і призначений для збирання зелених кормів, силосних культур, соломи, заготівлі сінажу. Подрібнювальний барабан забезпечує ефективніше викидання подрібненої маси. Є три ступеня регулювання довжини різання. Потужність двигуна 191 кВт.

Найсучасніші конструкції зернозбиральних комбайнів фірми Claas представлені моделями: Jaguar 980 (рис. 5.15), 970, 960, 950, 940, 930, 900, 890, 870, 850, 830.

**Рис. 5.15. Самохідний кормозбиральний комбайн фірми Claas Jaguar 980**

Самохідний кормозбиральний комбайн фірми Claas Jaguar 980 обладнаний дизельним двигуном потужністю 630 кВт. Комплектується кукурудзозбиральними жатками з шириною захвату 12, 10 і 8 м. Пальцево-пружинні підбирачі мають ширину захвату 3,8 або 3 м. Ножовий подрібнювальний барабан має довжину 750 мм, діаметр 630 мм і частоту обертання 1200 хв$^{-1}$

Кормозбиральний комбайн «Дон-680» комплектується роторною жаткою ЖР-3500 із шириною захвату 3,5 м, яка забезпечує збирання кукурудзи довільної висоти; жаткою для збирання трав з шириною захвату 5 м, підбирачем з шириною захвату 3 м. Забезпечується висока якість подрібнення і трамбування силосної маси. Потужність двигуна 206 кВт.

Стислі технічні дані про машини для заготівлі силосу наведено в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

**Машини для заготівлі силосу**

| Назва і марка | Країна виготов-лювач | Показник | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Ширина захвату, м | Висота зрізу, мм | Продуктивність, т/год |
| Кормозбиральний комбайн «Рось-2» | Україна | 2,0 | 60…160 | 20…45 |
| Кормозбиральний комбайн КПИ-Ф-2,4А | Україна | 1,4…2,4 | 60…120 | 16…60 |
| Кормозбиральний комбайн КПИ-Ф-30 | Україна | 2,1…2,4 | 60…150 | 22…75 |
| Кормозбиральний комбайн КДП-3000 «Полесье» | Білорусь | 2,2…3,4 | 50…200 | 16…43 |
| Кормозбиральний комплекс К-Г-6 «Полесье» | Білорусь | 2,1…2,2 | 60…150 | 14…28 |
| Силосозбиральний комбайн КСС-2,6А | Україна | 2,6 | 60…180 | 50…90 |
| Кормозбиральний комбайн «Дон-680» | Росія | 3,0…5,0 | 50…150 | 45…90 |
| Кормозбиральний комбайн Полесье-250» | Україна | 2,1 | 50…150 | 40…80 |
| Силосозбиральний комбайн Нью Холланд, FX | Італія | 2,1…3,0 | 60…160 | 30…70 |
| Кормозбиральний комбайн «Джон Дір 3950» | США | 1,7…2,2 | 50…150 | |
| Кормозбиральний комбайн «Гігант-400» | ФРН | 3,0…4,5 | 60…160 | |
| Кормозбиральний комбайн «Jaguar» | ФРН | 2,1…3,0 | 60…150 | |
| Кормозбиральний комбайн «Maral-125» | ФРН | 2,0…2,1 | 50…160 | |
| Кормозбиральний комбайн «Mammut» | ФРН | 2,1…4,5 | 60…200 | |
| Косарка-подрібнювач КИР-1,5 | Україна | 1,5 | 50…100 | |
| Косарка-подрібнювач КИП-1,5 «Полесье-1500» | Білорусь | 1,5 | 50…300 | 0,7 га/год<br>0,5…1,2 га/год |

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Завдання та способи заготівлі кормів.
2. Класифікація машин для заготівлі кормів.
3. Агротехнічні вимоги до машин для заготівлі кормів.
4. Будова, процес роботи і регулювання косарки.
5. Які є типи різальних апаратів?
6. Особливості конструкцій різальних апаратів підпірного різання.
7. Особливості конструкцій різальних апаратів безпідпірного різання.
8. Особливості конструкції і підготовки до роботи косарки-плющилки.
9. Особливості конструкції і налагодження косарок-подрібнювачів.
10. Класифікація граблів.
11. Будова і процес роботи поперечних граблів.
12. Будова, процес роботи і налагодження колісно-пальцьових граблів.
13. Особливості конструкції і налагодження роторних граблів.
14. Особливості будови і роботи ворушилок.
15. Будова і робота підбирача-подрібнювача.
16. Які є типи прес-підбирачів?
17. Будова і процес роботи поршневого прес-підбирача.
18. Послідовність підготовки до роботи поршневого прес-підбирача.
19. Особливості конструкції і налагодження рулонного прес-підбирача.
20. Поясніть призначення і роботу пристрою для навантаження та укладання пак і рулонів.
21. Класифікація силосозбиральних і кормозбиральних комбайнів.
22. Будова, процес роботи і регулювання силосозбирального комбайна.
23. Особливості конструкцій і підготовки до роботи кормозбиральних комбайнів.
24. Назвіть марки перспективних кормозбиральних комбайнів.
25. Напрями і тенденції розвитку машин для заготівлі кормів.

# РОЗДІЛ VI
# МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ, ЗЕРНОБОБОВИХ, КРУП'ЯНИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

## 6.1. Характеристики зернових культур як об'єкта збирання, способи збирання і агротехнічні вимоги, комплекс машин

**Зернові культури** – це зернові злаки і зернові бобові, а також гречка. До зернових злаків належать хлібні (пшениця, жито, ячмінь) просоподібні (просо, рис, овес, сорго, кукурудза). Суцвіттям хлібних злаків є колос, а просоподібних – волоть. У кукурудзи чоловіче суцвіття – волоть, жіноче – качан. Пшеницю, жито і ячмінь ще називають зерновими колосовими, а гречку, просо, рис і овес – круп'яними. До зернових бобових культур належать горох, квасоля, соя тощо.

Кількість стебел на 1 м$^2$, наприклад, пшениці, може становити від 150 до 500 шт. і більше, для машинного збирання їх має бути не менше ніж 250.

Урожайність різних культур також нерівномірна. Розрахунками встановлено, що врожайність пшениці може досягати 250 ц/га, а межу 100...120 ц/га багато господарств уже подолали. Потенціал озимого ячменю перевищив 80...90 ц/га, озимого жита 50...70 ц/га, а кукурудзи – 100...120 ц/га. Проте не в кожному регіоні навіть зернові культури можуть дати такий урожай.

Співвідношення маси зерна і незернової частини (як і врожайність) має виняткове значення для оптимального завантаження збиральної машини. Воно, зазвичай, становить 1:1,5–1:2 і тільки для окремих сортів – 1:0,8.

Пряме комбайнування передбачає зрізування стебел, обмолот хлібної маси, відокремлення зерна від соломи, очищення зерна від домішок і збирання продуктів обмолоту (зерна, полови і соломи). Зерно збирають у бункер комбайна, а солому і полову укладають у копиці чи валки на полі або подрібнюють і збирають у візки або розкидають на полі.

Агротехнічні вимоги до прямого комбайнування такі. За жаткою комбайна допускається до 1% втрат зерна під час збирання прямостоячих хлібів і 1,5% – полеглих. Втрати зерна за молотаркою не мають перевищувати 1,5% під час збирання зернових колосових і 2% – рису. Подрібнення має бути не більше ніж 1% для насіннєвого зерна, 2 – продовольчого, 3 – зернобобових і круп'яних культур і 5% – для рису. Чистота зерна в бункері має бути не нижче ніж 95%.

Роздільне комбайнування полягає в тому, що рослинну масу зрізують і обмолочують не одночасно, а роздільно, тобто за дві фази. Спочатку рослини зрізують і укладають у валки валковими жатками для підсихання і достигання (перша фаза), а через 3...5 днів підбирають валки комбайнами, обладнаними підбирачами. Далі процес відбувається так само як і за однофазного способу. За двофазного способу збиральні роботи починають на 5...10 днів раніше, ніж за однофазного, що має неабияке господарське значення. Стебла під час лежання у валках підсихають, а бур'яни в'януть. Тому значно полегшується наступний обмолот і очищення зерна, пропускна здатність молотарки помітно підвищується. Однак, при цьому збиральні машини рухаються полем двічі, а це призводить до збільшення витрат коштів. Роздільним комбайнуванням збирають культури, які нерівномірно достигають, забур'янені хліба, а також ті, густота яких не менше ніж 300 – 350 рослин на 1 м$^2$ і висота не менше ніж 60 см. Висоту зрізу у валкових жатках установлюють 12...25 см (для жита 25...30 см). Полеглі хліба скошують на мінімальній висоті. У зонах з підвищеною вологістю формують тонкі широкі валки, а в сухих – неширокі товсті з нахилом стебел 10...30° до поздовжньої осі валка.

Агротехнічні вимоги до роздільного комбайнування такі. Втрати зерна за валковою жаткою для прямостоячих хлібів допускаються не більше ніж 0,5%, для полеглих – 1,5%. Втрати за молотаркою не мають перевищувати 1%. Чистота зерна в бункері має бути не менше ніж 96%.

**Комплекс зернозбиральних машин.** Для скошування зернових культур і укладання їх у валки використовують навісні, причіпні та самохідні валкові жатки. Начіпні жатки ЖВН-6Б, ЖРБ-4,2А, ЖВР-10А навішують на зернозбиральні комбайни «Нива» і «Єнісей». Причіпні жатки ЖВП-4,9, ЖВП-6 агрегатують з колісними тракторами класу 1,4.

Жатки ЖБВ-4,2, ЖВН-6Б-01, ЖБВ-5, ЖВР-10-03А агрегатують із спеціальними енергетичними засобами КПС-5Г, КПС-5Б, Д-101А і Е-304.

Валки підбирають підбирачами барабанно-грабельного типу (54-102А), полотенно-конвеєрними (ППТ-3А) та платформами-підбирачами, які встановлюють на зернозбиральні комбайни.

Для збирання зернових культур одно- чи двофазним способом використовують комбайни «Нива», «Єнісей», «Дон» та їх модифікації, а також нові вітчизняні комбайни «Славутич», «Лан», комбайни спільного виробництва «Обрій», «Степ» «Скіф» і комбайни зарубіжних фірм Claas (Німеччина), John Deere (США), Massey Ferguson (Велика Британія), New Holland (Італія), Sampo Rosenlew (Фінляндія) тощо.

## 6.2. Зернозбиральні комбайни

### 6.2.1. Призначення, загальна будова і технологічний процес роботи комбайнів зарубіжних фірм

**Загальна будова**. Будь-який самохідний комбайн складається з таких основних агрегатів: жатної частини, молотарки з бункером для зерна, двигуна (дизеля), пристрою для збирання незернової частини врожаю, ходової частини та кабіни з органами керування.

Комбайн СК-5М «Нива», переміщуючись на полі, завдяки подільникам (рис. 6.1), мотовилу, різальному апарату, шнеку із пальцьовим механізмом та похилому плаваючому конвеєру зрізує і спрямовує хлібну масу в приймальну камеру молотарки.

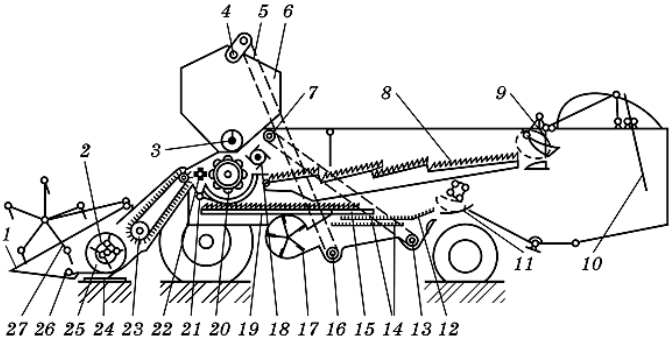



**Рис. 6.1. Технологічна схема комбайна СК-5М «Нива»:**
1 – подільник; 2 – пальцьовий механізм; 3 – вивантажувальний шнек; 4 – розподільний шнек; 5 – зерновий елеватор; 6 – бункер; 7 – колосовий елеватор; 8 – соломотряс; 9 – соломонабивач; 10 – копнувач; 11 – половонабивач; 12 – подовжувач верхнього решета; 13 – колосовий шнек; 14 – верхнє і нижнє решета; 15 – пальцьова решітка; 16 – зерновий шнек; 17 – вентилятор; 18 – відбійний бітер; 19 – стрясна дошка; 20 – молотильний апарат; 21 – каменевловлювач; 22 – приймальний бітер; 23 – плаваючий конвеєр; 24 – башмак жатки; 25 – шнек жатки; 26 – різальний апарат; 27 – мотовило

Приймальний бітер спрямовує хлібну масу до молотильного зазору між бильним барабаном і підбарабарабанням, де і обмолочується зерно. Грубий ворох, що виходить із молотильного зазору, гальмується відбійним бітером і спрямовується ним на клавішний соломотряс, де залишкове вимолочене зерно сепарується, а солома транспортується у копнувач.

Зерно, яке виділилось у молотильному апараті та на соломотрясі, надходить на вітрорешітний очисник, де за допомогою решіт і повітряного потоку, створюваного вентилятором, очищається від домішок і необмолочених колосків.

Технологічна схема комбайна РСМ-10 «Дон-1500» зображена на рис. 6.2.

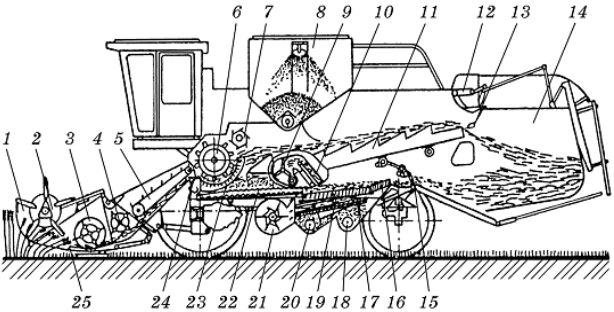



**Рис. 6.2. Технологічна схема комбайна РСМ-10 «Дон-1500»:**
1 – подільник; 2 – мотовило; 3 – шнек; 4 – бітер проставки; 5 – похилий (плаваючий) конвеєр; 6 – молотильний барабан; 7 – відбійний бітер; 8 – зерновий бункер; 9 – домолочувальний пристрій; 10 – елеватор колосків; 11 – соломотряс; 12 – соломонабивач; 13 – лоток; 14 – камера копнувача; 15 – половонабивач; 16 – подовжувач решета; 17 – нижнє решето; 18 – колосовий шнек; 19 – верхнє решето; 20 – зерновий шнек; 21 – вентилятор; 22 – стрясна дошка; 23 – підбарабання; 24 – каменевловлювач; 25 – різальний апарат

За конструктивно-компонувальною схемою робочих органів «Дон-1500» відрізняється від комбайна «Нива» наявністю в жатній частині бітера проставки 4, а в молотарці автономного домолочувального пристрою 9 і відсутністю в молотарці приймального бітера.

Комбайни СК-10 «Ротор» і КТР-10 «Дон-Ротор» (рис. 6.3) виконані не за класичною схемою. Робочі органи жатної частини такі самі, як і в комбайна «Дон-1500», а в молотарці замість поперечного молотильного апарата і клавішного соломотряса встановлений молотильно-сепарувальний агрегат, який має аксіальний ротор 5, молотильні 6 і сепарувальні 14 решітки. Гвинтові лопаті ротора захоплюють хлібну масу, яка надходить від похилого конвеєра, і спрямовують її в зазор між ротором і молотильними решітками, де відбувається обмолот. Залишкове вимолочене зерно сепарується у зоні сепарувальних решіток.

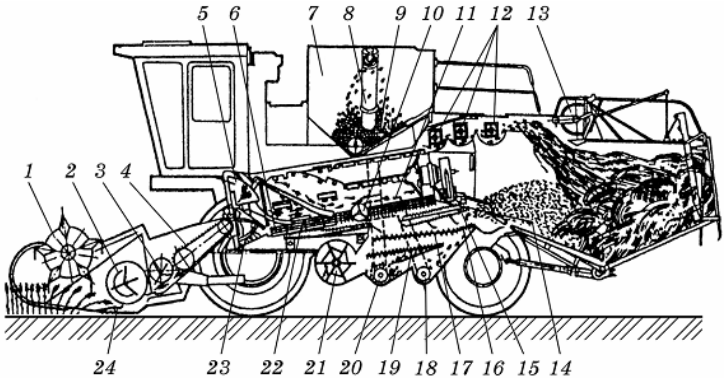



**Рис. 6.3. Технологічна схема комбайна КТР-10 «Дон-Ротор»:**
1 – мотовило; 2 – шнек; 3 – бітер проставки; 4 – похилий конвеєр; 5 – ротор; 6 – молотильна решітка; 7 – зерновий бункер; 8 – завантажувальний шнек; 9 – зерновий елеватор; 10 – домолочувальний пристрій; 11 – колосовий елеватор; 12 – транспортувальні бітери; 13 – копнувач; 14 – сепарувальна решітка; 15 – подільник потоку вороху; 16 – подовжувач верхнього решета; 17 – верхнє решето; 18 – колосовий шнек; 19 – нижнє решето; 20 – зерновий шнек; 21 – вентилятор; 22 – основна стрясна дошка; 23 – приймальна камера молотильного апарата; 24 – різальний апарат

Ростсільмаш поставляє на ринок України нові зернозбиральні комбайни Torum 780, Torum 740 , Acros 580, Acros 560, Acros 530, Vector 420, Vector 410.

Torum 740 (рис. 6.4) – високопродуктивний роторний зернозбиральний комбайн, який має унікальну систему обмолоту Advanced Rotor System (бітерна похила камера, дека ротора, що обертається, безступінчастий привід ротора); зернова жатка Pover Stream; двигун потужністю 294 кВт; зерновий бункер об'ємом 10500 *л* з високошвидкісним вивантаженням – 105 *л*/хв.; висока транспортна швидкість – до 27 км/год і як опція – напівгусеничний хід та повний привід всіх коліс. У комбайні передбачено синхронізацію швидкості мотовила зі швидкістю руху комбайна; подовжений стіл жниварки; оригінальну двокаскадну систему очищення площею 5,2 м$^2$; автономний дообмолочувальний пристрій.

Комбайн обладнаний інформаційною системою Adviser з унікальними функціями ситуаційного кадрування і голосового сповіщення, яка безперервно стежить за процесом обмолоту і роботою механізмів комбайна.

**Рис. 6.4. Зернозбиральний комбайн Torum 740**

Фірма Claas поставляє на ринок України нову лінію високопродуктивних зернозбиральних комбайнів серії 600: Lexion 620, 630, 630 Montana, 640, 650, 660, 670 (рис. 6.5), 670 Terra Trac і 670 Montana з шириною молотарки з прискорювачем (APS) 1420 і 1700 мм, кількістю клавіш 5 і 6, довжиною соломотряса 4,4 м і площею 6,25 та 7,48 м², площею очистки 4,8 та 5,8 м² і номінальною потужністю двигуна від 205 до 316 кВт. Комбайни можуть комплектуватися жатками з шириною захвату 7,5; 9; 10,5 і 12 м.

**Рис. 6.5. Зернозбиральний комбайнів Lexion 670**

Крім того, фірма Claas поставляє на ринок України зернозбиральні комбайни Lexion 570C, 570, 570 Montana, 570 Terra Trac, 580,

580 Terra Trac, 600 і 600 Terra Trac, які обладнані гібридною молотильно-сепаруючою системою APS + ROTO PLUS, а також Lexion 510, 520, 520 Montana, 530, 530 Montana, 540, 540C, 550, 550 Montana, 560, 560 Montana, 560 Terra Trac, які обладнані системою обмолоту APS та клавішними сепараторами з барабанним багатопальчиковим активізатором (рис. 6.6).

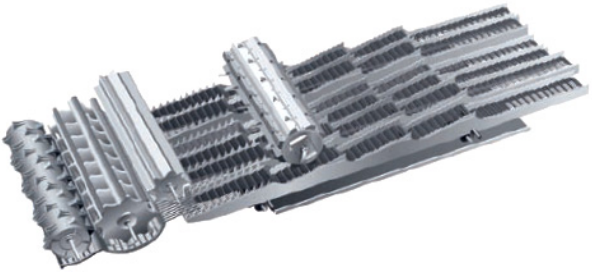


**Рис. 6.6. Система обмолоту APS та клавішний сепаратор з барабанним багатопальчиковим активізатором**

Зернозбиральні комбайни фірми Claas серії Tucano наступних моделей: Tucano 470 і 480 з гібридною молотильно-сепарувальною системою APS + ROTO PLUS (рис. 6.7а) і Tucano 320, 330, 340, 430, 440, 450 з молотильною системою APS і клавішними сепараторами з кривошипно-пальцевими активізаторами (рис. 6.7б).

а б

**Рис. 6.7. Молотильні (а) та сепарувальні (б) системи комбайнів Tucano**

Молотильною системою APS і клавішним сепаратором з кривошипно-пальцевим активізатором обладнано комбайн Avero 240, який комплектують жатками з шириною захвату 3,71, 5,46, 6,07 і 6,68 м, зерновим бункером місткістю 5600 *л* і двигуном потужністю 145 кВт.

Найменший клас комбайнів, які поставляє на ринок України фірма Claas, це Dominator 130, 140 і 150, які обладнують жатками з шириною захвату 3,05; 3,66; 3,96; 4,27; 4,57; 5,18 і 6,09 м.

Фірма Массей Фергюсон поставляє на ринок України роторні комбайни Fortia MF 9695, 9795, 9895 (рис. 6.8), на які встановлені двигуни потужністю 245, 280 і 340 кВт і зернові бункери місткістю 10,5 і 12,3 м$^3$.

Комбайни обладнані похилими камерами шириною 1121 і 1408 мм, а для оптимального завантаження ротора молотарки на вході встановлено живильний бітер зі спіральними витками діаметром 457 мм, який ефективно видаляє каміння із хлібної маси. Молотильно-сепарувальний ротор має довжину 3,55 м та гідростатичний привід. Площа повітряно-решітної очистки становить 4,4 і 5,35 м$^2$. Зернові бункери обладнані вивантажувальним шнеком продуктивністю 159 *л*/хв. Кабіна обладнана ергономічним робочим місцем оператора. Центром управління комбайном є термінал GTA Console II, який прийшов на заміну термінала Fildstar.

**Рис. 6.8. Роторний комбайн Fortia MF 9895 фірми Массей Фергюсон**

Крім того, фірма Массей Фергюсон поставляє на ринок України клавішні комбайни Centora MF 7280 і 7282 (рис. 6.9), на яких встановлені двигуни потужністю 280 і 305 кВт і зернові бункери місткістю 9,5 і 10,5 м$^3$.

Жатка 1 обладнана поздовжнім стрічково-планчастим транспортером між різальним апаратом і шнеком. Похила камера 2 обладнана автоматичною системою натягу та гідравлічним реверсом, що усуває забивання. Система обмолоту 3 універсальна для всіх сільськогосподарських культур. Система Constant Flow 4 забезпечує постійний потік хлібної маси і забезпечує автоматичне регулювання швидкості комбайна під час роботи з максимальною продуктив-

ністю. Роторний сепаратор 5 має два діапазони швидкостей: 900 хв$^{-1}$ – у разі збирання зернових і 480 хв$^{-1}$ – зернобобових. Восьмиклавішний соломотряс має клавіші з відкритою (2/3 довжини) передньою частиною і закритою (1/3 довжини) задньою частиною. Система сепарації 7 має два напрями повітряного потоку – безпосередньо на решета і на передню частину скатної дошки. Система вивантаження бункера 8 має шнек з висотою вивантаження 4,5 м і часом вивантаження: 110 с – для бункера місткістю 9,5 м$^3$; 121 с – для бункера місткістю 10,5 м$^3$.

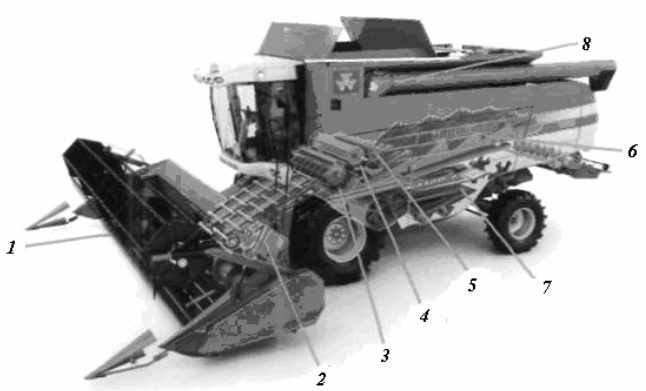
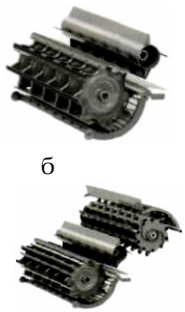



**Рис. 6.9. Клавішний комбайн Centora MF 7282 фірми Массей Фергюсон:**
1 – жатка; 2 – похила камера; 3 – система обмолоту; 4 – система забезпечення постійного потоку хлібної маси; 5 – роторний сепаратор; 6 – клавішний соломотряс; 7 – повітряно-решітна очистка; 8 – бункер із системою вивантаження зерна

На клавішні комбайни фірми Массей Фергюсон моделей Activa MF 7240, 7245 (рис. 6.10а) і 7246 встановлені двигуни потужністю 129 і 305 кВт і зернові бункери місткістю 9,5 і 10,5 м$^3$. Комбайни мають широкий вибір типорозмірів жаток-хедерів від 4,2 до 7,6 м, які забезпечують швидку і рівномірне подавання хлібної маси за рахунок розташування вздовж шнека пальців.

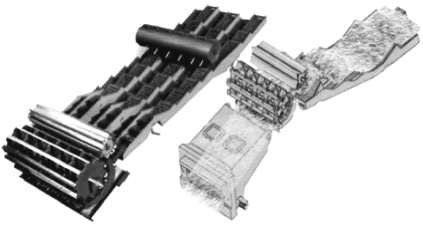
Молотарки комбайнів обладнані молотильними барабанами діаметром 600 мм (рис. 6.10б), а молотильний пристрій комбайна Activa S складається з барабана і роторного сепаратора, дека якого, за необхідності, може виводитися із зони обмолоту за допомогою електропривода (рис. 6.10в). Комбайни обладнані інформаційним монітором Agritronic plus, який забезпечує просте і зручне управління.



а б в

**Рис. 6.10. Зернозбиральний комбайн фірми Массей Фергюсон Activa MF 7245 (а) і молотильні апарати комбайнів Activa (б) і Activa S (в)**

Фірма Джон Дір поставляє на ринок України зернозбиральні комбайни клавішного типу з системами обмолоту та сепарації WTS і CWS: 1450 CWS, 9540i CWS, 9560i CWS, 9640i WTS/CWS, 9660i WTS, 9680i WTS (рис. 6.11а), які обладнані двигунами потужністю 125, 132, 150, 184, 205 і 230 кВт та зерновими бункерами об'ємом 6000, 7500, 8000, 9000 і 11000 *л*.



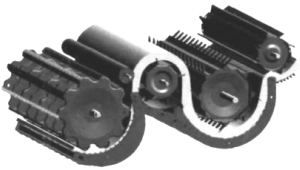
а б в

**Рис. 6.11. Зернозбиральний комбайн 9680i WTS (а) і системи обмолоту та сепарації WTS (б) і CWS (в)**

Нові зернозбиральні комбайни із системами обмолоту та сепарації (рис. 6.11, б і в) WTS і CWS мають класичну барабанну схему обмолоту з клавішним соломотрясом. Молотильний апарат має барабан діаметром 660 мм і обладнаний трьома типами підбарабань, відбійний бітер з решітчастим підбарабанням та одинадцятиступінчастий клавішний соломотряс.

Зернозбиральні комбайни фірми Джон Дір серії Т: Т540, Т540i, Т550, Т550i, Т560, Т560i, Т660, Т660i, Т670 і Т670i (рис. 6.12, а) обладнані інноваційною багатобарабанною системою обмолоту та

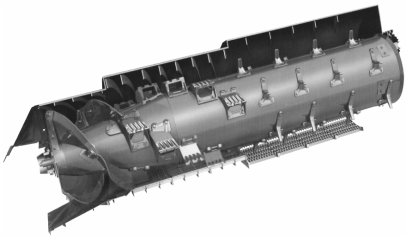
сепарації, мають двигуни потужністю 217, 262 і 299 кВт і бункери місткістю 8000 і 10000 *л*.



а б

**Рис. 6.12. Зернозбиральний комбайн фірми Джон Дір Т670 (а) і багатобарабанна система обмолоту та сепарації (б)**

Роторні комбайни фірми Джон Дір 9570 STS, 9670 STS, 9770 STS і 9870 STS (рис. 6.13а) обладнані двигунами потужністю 195, 225, 265 і 325 кВт, жатками з шириною захвату 7,6; 9,1 і 10,7 м, стрічковим підбирачем і бункерами місткістю 7800, 8000 і 10600 *л*.



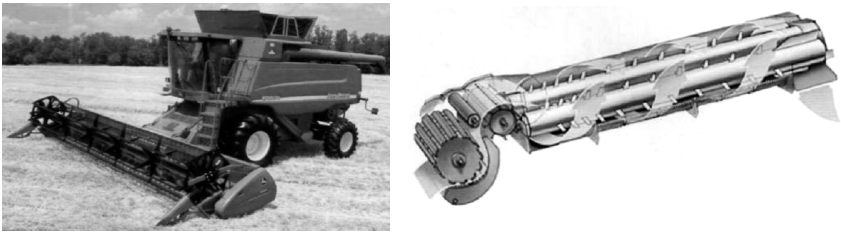
а б

**Рис. 6.13. Комбайн фірми Джон Дір 9870 STS (а) і молотильно-сепарувальна система роторного типу (б)**

Діаметр ротора (рис. 6.13б) збільшується у разі переходу із зони подавання хлібної маси в зону обмолоту та із зони обмолоту в зону сепарації, що дає можливість управляти потоком хлібної маси, розподіляючи її рівномірно вздовж ротора, і зменшити можливість забивання.

Барабанно-роторний комбайн фірми Джон Дір С670 (рис. 6.14а) обладнаний двигуном потужністю 299 кВт, молотильним апаратом з барабаном діаметром 660 мм і шириною 1400 мм, двома зубовими роторами довжиною 3,4 м і бункером місткістю 10000 *л*. Два аксіальних поздовжніх ротори обертаються назустріч

один одному. Кожух системи сепарації у верхній частині має видовжену форму. Така будова дозволяє усунути можливість виникнення затору та покращує характеристики сепарації.



а б

**Рис. 6.14. Комбайн фірми Джон Дір С670 (а) і система обмолоту та сепарації CTS (б)**

Обмолочений матеріал з молотильного барабана спрямовується до роторів за допомогою бітера, який не відбиває матеріал, а перекидає його через себе (рис. 6.14б). Таке спрямування матеріалу дало змогу покращити якість зерна та соломи за рахунок меншого пошкодження. Для простоти обслуговування аксіальні ротори разом із кожухом можуть бути легко демонтовані без будь-яких допоміжних засобів силами одного оператора.

На зернозбиральних комбайнах фірми Джон Дір встановлюють високотехнологічні системи очищення зерна Dyna-Flo II ICC (рис. 6.15) і Quadra-Flo.

Системи очищення зерна Dyna-Flo II ICC складається з транспортуючих шнеків, які легко і рівномірно подають зерновий ворох на решітний стан.

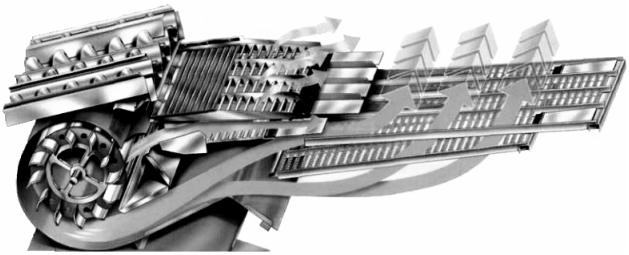
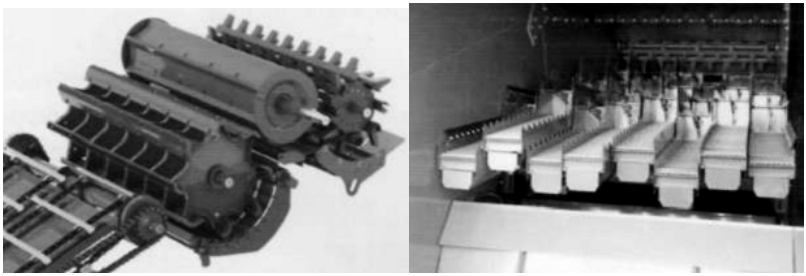


**Рис. 6.15. Системи очищення зерна Dyna-Flo II ICC зернозбиральних комбайнів фірми Джон Дір**

Для ефективної роботи комбайна необхідно забезпечити оптимальне завантаження всіх його систем і в першу чергу молотарки. Для цього в комбайнах Challenger корпорація AGCO використала свою фірмову систему автоматичного підтримання оптимального завантаження молотарки (рис. 6.16а) Constant Flow, яка регулює швидкість комбайна залежно від урожайності на полі. Ще однією перевагою комбайнів CH 654 і CH 658 є наявність 8-клавішного соломотряса (рис. 6.16б) з найбільшою площею сепарації, що становить близько 10 м$^2$.



а б

**Рис. 6.16. Молотарка комбайна Challenger (а) і 8-клавішний соломотряс (б)**

Аксіально-роторні комбайни представлено трьома моделями комбайнів 6, 7 та 8 класу: CH660, CH670 і CH680 (згідно з класифікацією Massey Ferguson, ці машини є аналогами модельного ряду MF9000). Машини мають найбільший ротор в галузі – 3550 мм довжиною і 700…800 мм у діаметрі, з гідростатичним приводом. Вважається, що чим більші лінійні розміри ротора, тим вища продуктивність. Але в роторних комбайнах Challenger є ще одна перевага: молотильно-сепарувальний пристрій (рис. 6.17) працює в ощадливому режимі, що забезпечує збільшення продуктивності за зменшення травмування зерна.

Зернозбиральні комбайни компанії New Holland корпорації AGKO призначені для збирання сільськогосподарських культур у різних агрокліматичних умовах: CX8030, CX8040, CX8050, CX8060, CX8070, CX8080, CX8090 (рис. 6.18), обладнані двигунами потужністю 177, 210, 240, 220, 240, 260, 298 кВт, бункерами місткістю 7600, 9000, 10500 *л* із швидкістю вивантаження зерна 105 *л*/с. Комбайни компанії New Holland можуть комплектуватися жатками-хедерами з шириною захвату 3,96; 4,57; 5,18; 6,10; 7,32; 9,15 м. Молотильний барабан має діаметр 0,75 м, шириною 1,3; 1,56 м і частотою обертання від 305 до 905 хв$^{-1}$.

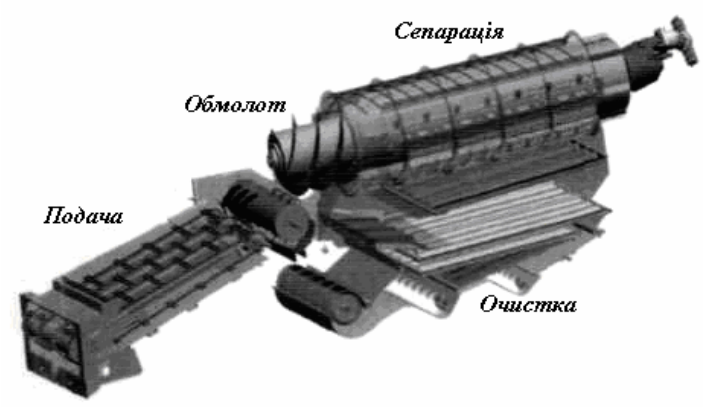



**Рис. 6.17. Молотарка роторного комбайна Challenger**

Для фермерів і невеликих господарств компанія New Holland поставляє комбайни TC5040, 5050, 5060, 5070, 5080, які обладнані двигунами потужністю 125, 152 і 177 кВт. Комбайни можуть комплектуватися жатками з шириною захвату 3,66; 4,57; 5,18 і 6,03 м. У молотарці комбайнів встановлені барабани діаметром 0,607 м, шириною 1,04 і 1,3 м та частотою обертання від 417 до 1037 хв$^{-1}$. На комбайнах встановлюють зернові бункери місткістю 4000, 5200 і 6000 *л*.

**Рис. 6.18. Зернозбиральний комбайн компанії New Holland CX8090**

Корпорація CNH представляє на ринку України зернозбиральні комбайни Case IH 2120, 7120 і 9120 з номінальною потужністю двигуна 270, 312 і 360 кВт. Комбайни можуть бути обладнані жатками-

хедерами з шириною захвату 7,58 і 9,15 м. Комбайни обладнані роторною молотаркою (рис. 6.19) і повітряно-решітною очисткою.

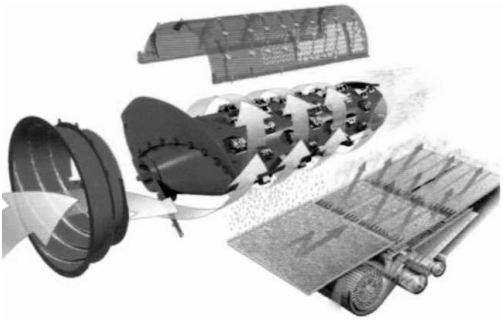


**Рис. 6.19. Роторна молотарка комбайна Case IH 9120**

Крім того, на ринок України корпорація поставляє зернозбиральні комбайни серії 88: Case IH 5088 (рис. 6.20), 6088, 7088, які обладнані двигунами номінальною потужністю 205, 228, 255 кВт та зерновими бункерами місткістю 8810 і 10570 *л*.

На комбайні встановлено молотильно-сепарувальні пристрої роторного типу з діаметром ротора 0,762 м і довжиною 2,794 м з трьома швидкісними режимами в діапазоні від 250 до 1150 хв$^{-1}$.

**Рис. 6.20. Зернозбиральний комбайн Case IH 5088**

На ринок України фінська компанія Сампо Розенлєв поставляє модельний ряд зернозбиральних комбайнів SR 2035, 2045, 2065, 2085 TS (рис. 6.21), 2095 Hurricane з потужністю двигуна 88, 114, 136, 154 кВт та зерновими бункерами місткістю 3300, 3700, 4200, 5200 *л*. Комбайни комплектуються жатками з шириною захвату 3,1; 3,45; 3,9; 4,2; 4,5; 4,8; 5,1 м. Молотильний апарат комбайнів з барабаном попереднього обмолоту діаметром 0,4, шириною 1,12 м і частотою

обертання 600…1300 хв$^{-1}$ та основний молотильний барабан діаметром 0,5 м, шириною 1,12 м і частотою обертання 600…1300 хв$^{-1}$.

**Рис. 6.21. Зернозбиральний комбайн компанії Сампо Розенлєв SR 2085 TS**

Крім того, фінська компанія Сампо Розенлєв поставляє модельний ряд зернозбиральних комбайнів SR 3045 C, 3065 Tornado, 3085 Superior з двигунами потужністю 136, 154, 184 кВт та місткістю бункера 5200 і 6400 л.

Блоково-модульний зернозбиральний комплекс КЗС-10 «Полесье-Ротор» (Білорусь), виготовлений на базі УЕЗ-250, за продуктивністю, маневреністю, прохідністю, умовами роботи оператора є на рівні кращих зразків самохідних комбайнів. Водночас цей комплекс перевершує самохідні комбайни за економічною ефективністю, оскільки енергозасіб крім збирання зернових культур використовується у складі комплексів для скошування трав і збирання культур, які силосуються, та цукрових буряків. До комплекту входять: жатка для збирання зернових культур; молотильно-сепарувальний пристрій (МСП); система транспортування дрібного вороху; причіпний очисник-нагромаджувач (ОНП); візок для транспортування жатки. За окремим замовленням можуть поставлятися підбирач, жатка для збирання кукурудзи на зерно, бункер для збирання полови і змінні пристрої для збирання різних культур: соняшнику, сої, сорго, насінників трав, зернобобових і круп'яних культур.

Під час руху зернозбирального комплексу (рис. 6.22) подільники 38 відокремлюють смугу хлібостою, яка дорівнює ширині захвату жатки. Мотовило 37, обертаючись, підводить стебла до різального апарата 36, який зрізує їх. Зрізані стебла мотовило укладає на шнек 35, спіральні витки якого переміщують їх із боків до середини. Тут пальцьовий механізм шнека захоплює стебла і спрямовує у вікно жатки, з якого стебла відбираються вальцем 1 проставки і

ним спрямовуються у зазор між ротором 3 і декою 34 МСП, де у молотильній частині і відбувається обмолот.

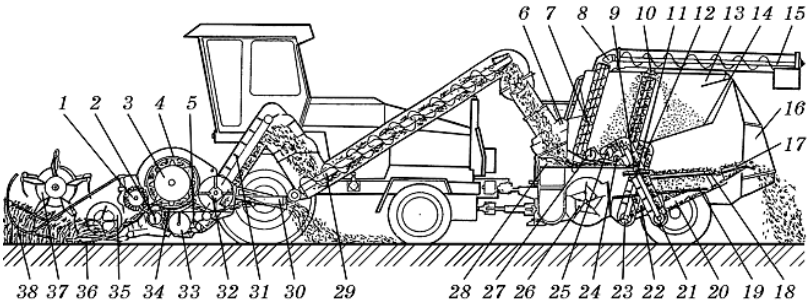



**Рис. 6.22. Схема технологічного процесу роботи зернозбирального комплексу КЗС-10:**

1 – валець проставки жатки; 2 – додатковий валець МСП; 3 – ротор МСП; 4 – сепарувальні решітки МСП; 5 – бітер МСП; 6 – приймальна камера ОНП; 7 – вивантажувальний похилий шнек; 8 – редуктор; 9 – колосовий елеватор; 10 – завантажувальний шнек; 11 – додаткове решето; 12 – зерновий елеватор; 13 – зерновий бункер; 14 – вібраційний пристрій бункера; 15 – вивантажувальний поворотний шнек; 16 – капот; 17 – подовжувач; 18 – верхнє решето; 19 – нижнє решето; 20 – колосовий піддон; 21 – колосовий шнек; 22 – зерновий піддон; 23 – зерновий шнек; 24 – розподільний шнек; 25 – домолочувальний пристрій; 26 – вентилятор очисника; 27 – горизонтальний вивантажувальний шнек; 28 – стрясна дошка очисника; 29 – похилий шнек системи транспортування дрібного вороху; 30 – соломоспрямовувач; 31 – елеватор МСП; 32 – подрібнювач МСП; 33 – шнек МСП; 34 – дека МСП; 35 – шнек жатки; 36 – різальний апарат; 37 – мотовило; 38 – подільник

У процесі обмолоту дрібний ворох (зерно, полова, дрібні соломисті частинки) просипаються через деку 34 і потрапляють на додатковий валець 2, який спрямовує цей ворох на шнек 33. Решта соломистої маси (грубий ворох) перемішується вздовж осі ротора 3 в сепарувальну частину МСП. Під час руху грубого вороху дрібний ворох просипається через сепарувальні решітки 4 і потрапляє на додатковий валець 2 і шнек 33. Солому ротор викидає до подрібнювача 32, де вона подрібнюється і соломоспрямовувач 30 розкидається з боку комплексу або укладається у валок. Дрібний ворох, що виділився у молотильній і сепарувальній частинах МСП, переміщується бітером 5 на елеватор 31, який спрямовує його до похилого шнека 29 системи транспортування дрібного вороху, а звідти – у

приймальну камеру 6 ОНП. Із приймальної камери ОНП дрібний ворох потрапляє на стрясну дошку 28 очисника. Завдяки коливальному руху дошки дрібний ворох розділяється на дві фракції: в нижньому шарі знаходиться зернова суміш, а у верхньому – легкі домішки. Шар зернової суміші проходить через пальцьову решітку стрясної дошки і потрапляє на додаткове решето 11 очисника, легкі домішки повітряним потоком вентилятора 26 спрямовуються у капот ОНП, а з нього – на поле. З додаткового решета частина зерна просипається на нижнє решето 19, а з решета сходом потрапляє на верхнє решето 18. При цьому зерно знову очищається повітряним потоком від легких домішок. З верхнього решета зерно просипається на нижнє решето, а з нього – у зерновий піддон 22. З піддона очищене зерно потрапляє до зернового елеватора 12, який спрямовує зерно до завантажувального шнека 10 бункера 13. Після завантаження бункера зерно вивантажують горизонтальним 27, похилим 7 та поворотним 15 шнеками у транспортний засіб. Невимолочені колоски просипаються через подовжувач 17 і потрапляють у колосовий піддон 20, а з нього колосовим шнеком 21 та колосовим елеватором 9 спрямовуються у домолочувальний пристрій 25. Тут продукти домолоту розподіляються шнеком 24 за шириною стрясної дошки. Щодо інших марок самохідних роторних комбайнів зарубіжних фірм, то вони мають такі технічні дані: діаметр ротора 432...800 мм, довжина – 2286...4267 мм, кут обхвату підбарабання 87...134°, місткість бункера 6,3...11,1 м$^3$, потужність двигуна 107...199 кВт, маса 8570...12 200 кг, пропускна здатність 6...8,4 кг/с.

Причіпні комбайни застосовуються менше, проте їх розробку і випуск окремі фірми продовжують. Це пов'язано зі значним підвищенням технічного рівня тракторів, винайденням надійних дистанційних систем керування, контролю і сигналізації з використанням гідравлічних, електричних і електрогідравлічних механізмів.

### 6.2.2. Призначення, загальна будова і технологічний процес вітчизняних комбайнів

Комбайн КЗС-9-1 «Славутич» призначений для збирання зернових колосових культур одно- та двофазним способами, а у разі обладнання його спеціальними пристроями – для збирання зернобобових і круп'яних культур, кукурудзи на зерно, соняшнику, сої, сорго, рапсу, насінників трав, лікарських рослин та інших. Залежно від технології збирання незернової частини врожаю комбайн на замовлення комплектують копнувачем, подрібнювачем або капотом.

**Загальна будова**. Комбайн КЗС-9-1 (рис. 6.23) складається з жатної частини, молотарки із зерновим бункером, пристрою для

збирання НЗВ, кабіни з органами керування, двигуна та ходової частини (керованих та ведучих коліс), механічного і гідравлічного приводу, електрообладнання та системи автоматичного контролю.

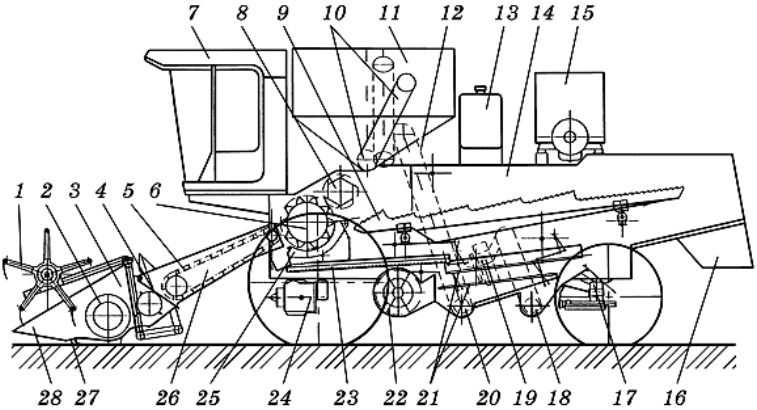



**Рис. 6.23. Конструктивно-компонувальна схема комбайна КЗС-9-1 :** 1 – мотовило; 2 – шнек; 3 – корпус жатки; 4 – бітер проставки; 5 – конвеєр похилої камери; 6 – молотильний барабан; 7 – кабіна; 8 – відбійний бітер; 9 – соломотряс; 10 – вивантажувальний шнек; 11 – бункер; 12 – зерновий елеватор; 13 – паливний бак; 14 – молотарка; 15 – двигун; 16 – капот; 17 – міст керованих коліс; 18 – колосовий шнек; 19 – домолочувальний пристрій; 20 – зерновий шнек; 21 – решета очисника; 22 – вентилятор; 23 – стрясна дошка; 24 – міст ведучих коліс; 25 – підбарабання; 26 – похила камера; 27 – різальний апарат; 28 – подільник

**Технологічний процес роботи**. Комбайн КЗС-9-1 під час руху полем завдяки подільникам 28 відокремлює смугу хлібостою, яка дорівнює ширині захвату жатки. Мотовило 1, обертаючись, підводить стебла до різального апарата 27, який зрізує їх. Зрізані стебла мотовило укладає на шнек 2, спіральні витки якого переміщують їх з боків до середини. Тут пальцьовий механізм шнека захоплює стебла і спрямовує їх по днищу до бітера проставки 4. Пальці та лопаті бітера, обертаючись проти стрілки годинника, спрямовують хлібну масу до конвеєра 5 похилої камери, скребки якого днищем похилої камери транспортують її до молотильного апарата.

У молотильному апараті хлібна маса обмолочується завдяки ударам бил барабана 6 і протягуванню її крізь зазор між барабаном і нерухомим підбарабанням 25. При цьому більша частина вимолоченого зерна з домішками (дрібний ворох) просипається крізь отвори підбарабання на стрясну дошку 23. Грубий ворох (солома, зерно, збоїни, колоски) викидається барабаном 6 до відбійного бітера 8, який

змінює напрям його руху і спрямовує на передню частину клавіш соломотряса 9. Клавіші завдяки їх коливальному руху розділяють грубий ворох на дві фракції: солому і дрібний ворох. Солома транспортується соломотрясом до капота 16, який укладає її на поле у валок.

Дрібний ворох, просипавшись крізь решітчасту поверхню клавішів, спрямовується їх днищами на стрясну дошку. Завдяки коливальному руху стрясної дошки дрібний ворох від молотильного апарата і соломотряса надходить на пальцьову решітку, а з неї – на верхнє і нижнє 21 решета очисника. Тут дрібний ворох очищається від легких (полови, збоїн) повітряним потоком вентилятора 22 і великих домішок завдяки просипанню зерна крізь отвори в решетах і їх коливальному руху. Очищене зерно потрапляє до зернового шнека 20, який транспортує його до елеватора 12, а з нього – до похилого завантажувального шнека і зернового бункера 11. Великі домішки (але легкі) і полова з решіт транспортується до половонабивача, а звідти – на поле у валок. Недомолочені колоски просипаються крізь отвори подовжувача верхнього решета і потрапляють у колосовий шнек 18. Сюди надходять також великі домішки з нижнього решета. Колосовий шнек транспортує цю суміш до елеватора колосків, а той – до домолочувального пристрою 19. Тут вона обмолочується і ворох шнеком розподіляється за шириною очисника. Коли бункер заповниться зерном, його вивантажують вивантажувальним пристроєм 10 (горизонтальним та похилим шнеками) у транспортний засіб. Якщо комбайн обладнано копнувачем, то солома клавішами транспортується до підпресувальної камери, утворену соломонабивачем і лотком, а з неї соломонабивачем до камери копнувача. Сюди потрапляє і полова від половонабивача. У разі наповнення камери НЗВ її викидають на поле у вигляді копиці. Якщо комбайн обладнано подрібнювачем, то солома надходить із клавіш соломотряса до ротора подрібнювача і після подрібнення викидається у причеплений до комбайна візок або на поле. Полова також потрапляє на поле або у візок.

За роздільного комбайнування замість жатки встановлюють платформу-підбирач, яку приєднують до похилої камери жатної частини комбайна. У цьому разі пальці конвеєрної стрічки підбирають валок, утворений валковими жатками, і цією самою стрічкою транспортують його до шнека платформи-підбирача, який пальцьовим механізмом спрямовує до бітера проставки, а бітер – до похилого конвеєра. Далі технологічний процес відбувається так само, як і під час прямого комбайнування.

Комбайн «Лан» призначений для збирання таких самих культур, як і комбайн КЗС-9-1. Відмінність полягає лише в пристрої для збирання НЗВ. Збирання НЗВ відбувається за двома схемами: со-

лома подрібнюється і розкидається на полі; солома не подрібнюється, а формується у валок. Для цього комбайн комплектують соломоподрібнювачем, який легко переобладнують на будь-яку зі схем збирання НЗВ, не монтуючи допоміжних пристроїв.

**Загальна будова**. Комбайн «Лан» (рис. 6.24) складається з таких основних агрегатів: жатної частини 1, кабіни 2, двигуна 3, молотарки 5 із зерновим бункером 4, пристрою 6 для збирання НЗВ (у цьому разі капота), керованих 7 та ведучих 8 коліс. Кабіну розміщено посередині молотарки, а за нею – двигун, що не характерно для комбайна КЗС-9-1. На комбайні «Лан-5М» двигун розміщений за бункером.

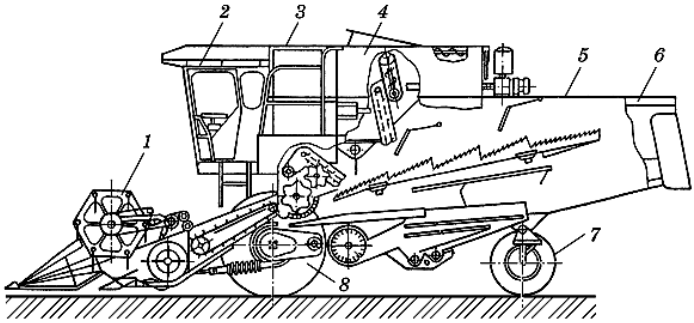



**Рис. 6.24. Конструктивно-компонувальна схема комбайна «Лан»:**
1 – жатна частина; 2 – кабіна; 3 – двигун; 4 – бункер; 5 – молотарка; 6 – капот; 7 – керовані колеса; 8 – ведучі колеса

Комбайн КЗСР-9 (рис. 6.25) з аксіальним МСП має таку саму компонувальну схему розміщення основних агрегатів, як і комбайн КЗС-9-1. Під час руху полем комбайн жатною частиною зрізує і спрямовує хлібну масу до приймальної камери молотарки. Технологічний процес роботи жатної частини аналогічний комбайну КЗС-9-1.

**Технологічний процес роботи**. Процес роботи комбайна «Лан» аналогічний комбайну КЗС-9-1. Істотні відмінності такі: у жатній частині немає бітера проставки; в молотарці над соломотрясом встановлено ворушилки; під соломотрясом встановлено стрясну дошку; немає автономного домолочувального пристрою колосків.

Комбайн КЗСР-9 «Славутич» призначений для збирання таких самих культур, як і комбайн КЗС-9-1.

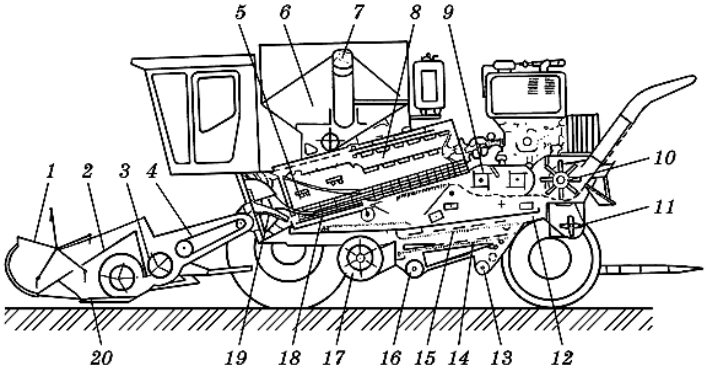



**Рис. 6.25. Технологічна схема комбайна КЗСР-9 :**
1 – мотовило; 2 – шнек; 3 – бітер проставки; 4 – похилий конвеєр; 5 – ротор; 6 – бункер; 7 – завантажувальний шнек; 8 – сепарувальна частина кожуха ротора; 9 – бітер; 10 – подрібнювач; 11 – пневмоконвеєр полови; 12 – подовжувач верхнього решета; 13 – колосовий шнек; 14 – нижнє решето; 15 – верхнє решето; 16 – зерновий шнек; 17 – вентилятор очисника; 18 – молотильна частина кожуха ротора (підбарабання); 19 – приймальна камера молотарки; 20 – різальний апарат

У приймальній камері 19 молотарки лопаті ротора 5 захоплюють хлібну масу і спрямовують її до зазору між ротором і підбарабанням 18, де відбувається обмолот завдяки ударній і перетиральній дії на хлібну масу. У процесі обмолоту дрібний ворох просипається через решітки підбарабання на стрясну дошку очисника. Решта маси переміщується вздовж ротора до зони сепарувавальної частини 8 кожуха ротора. Тут продовжується відокремлення дрібного вороху і спрямування його на очисник. Солома ротором виштовхується крізь вікно кожуха ротора до транспортувальних бітерів 9, які транспортують солому до подрібнювача (копнувача або капота). Далі технологічний процес відбувається так само, як і комбайна КЗС-9-1.

### 6.2.3. Жатні частини і обчісувальні пристрої комбайнів

Жатна частина призначена для відокремлення смуги стебел хлібостою певної ширини, їх зрізування і подавання в приймальну камеру молотарки. Жатна частина комбайна КЗС-9-1 складається із жатки А (рис. 6.26), проставки Б і похилої камери В.

Башмаки 5, подільники 10, мотовило 9, різальний апарат 8 і шнек 6 з пальцьовим механізмом 7 змонтовані на корпусі жатки,

бітер 4 – у корпусі проставки, а плаваючий конвеєр 2 – у корпусі похилої камери. Башмаки, на які опирається жатка, копіюють нерівності поля, таким чином підтримуючи її на заданій висоті зрізу. Башмак – коритоподібна лижа, виготовлена зі сталі, шарнірно приєднаний до двоплечого важеля з привареною віссю.

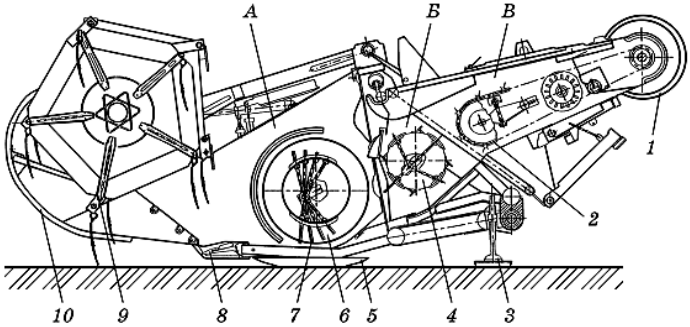



**Рис. 6.26. Жатна частина комбайна КЗС-9-1:**
А – жатка; Б – проставка; В – похила камера; 1 – шків верхнього вала плаваючого конвеєра; 2 – плаваючий конвеєр; 3 – гвинтовий домкрат; 4 – бітер проставки; 5 – копіювальний башмак; 6 – шнек; 7 – пальцьовий механізм шнека; 8 – різальний апарат; 9 – мотовило; 10 – подільник

Подільники призначені для відокремлення смуги стебел (за шириною захвату жатки) від загального хлібостою. Вони встановлені на боковинах жатки. Коли хліби високі та густі, замість носків встановлюють пруткові подільники. Під час збирання полеглого або переплутаного хлібостою на боковинах жатки встановлюють торпедні подільники.

Мотовило призначене для підведення стебел до різального апарата, підтримування їх під час зрізування, укладання на шнек жатки і очищення різального апарата. На комбайні КЗС-9-1 встановлене універсальне ексцентрикове мотовило, яке добре працює на прямостоячих і полеглих хлібах. Залежно від висоти і стану хлібостою змінюють положення мотовила за висотою і горизонталлю. Одночасно з підніманням чи опусканням мотовило автоматично переміщується за горизонталлю (вздовж тримачів) за допомогою зблокованого механізму. Зблокований механізм (рис. 6.27) з'єднує елементи механізмів вертикального і горизонтального переміщення мотовила.

Варіатор призначений для зміни частоти обертання мотовила, а отже, і його колової швидкості.

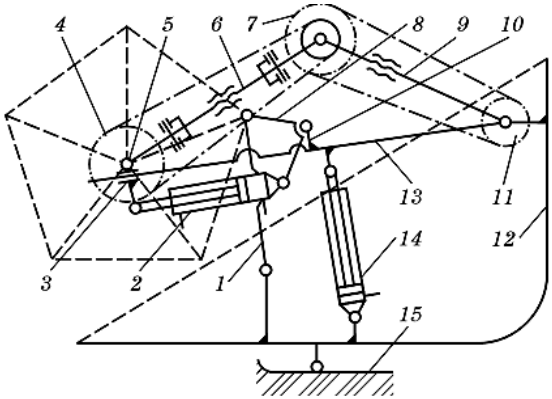



**Рис. 6.27. Схема зблокованого механізму регулювання положення мотовила:**
1 – тяга; 2 – гідроциліндр горизонтального переміщення мотовила; 3 – повзун; 4 – зірочка вала мотовила; 5 – вал; 6 – передня штанга; 7 – блок зірочок; 8 – двоплечий важіль; 9 – задня штанга; 10 – стояк; 11 – зірочка веденого шківа варіатора; 12 – корпус жатки; 13 – тримач мотовила; 14 – гідроциліндр вертикального переміщення мотовила; 15 – башмак

Варіатор працює так. Коли олива під тиском через штуцер і плунжер нагнітається в гідроциліндр, плунжер, а разом з ним і рухомий диск зміщуються вліво. Диски зближуються і клиновий пас переходить на більший діаметр. При цьому пас на веденому шківі розводить диски, стискуючи пружину, і плавно переходить на менший діаметр. Частота обертання веденого шківа і мотовила збільшується. Якщо порожнину гідроциліндра сполучають із зливною лінією гідроприводу, то пружина зводить диски веденого шківа. Пас переходить на менший діаметр – частота обертання мотовила зменшується.

Якість роботи мотовила залежить від регулювання його положення відносно різального апарата і шнека вздовж вертикалі та горизонталі, кута нахилу пальців граблин, частоти його обертання і технічного стану.

По вертикалі мотовило розміщують так, щоб граблини захоплювали стебла в місці, віддаленому від верхівки колоска на одну третину довжини стебла. Приблизно тут знаходиться центр маси стебла 800...1200 мм заввишки. Якщо висота хлібостою менше ніж 800 мм, то мотовило опускають у найнижче положення. У найнижчому положенні мотовила між кінцями пальців граблин і різальним апаратом має бути зазор 25 мм, а між пальцями і спіралями

шнека – не менше ніж 15 мм. Положення мотовила вздовж вертикалі регулюють гідроциліндрами 14, а додатково вздовж горизонталі – гідроциліндрами 2. Кут нахилу граблин (вперед і назад) змінюється автоматично у разі горизонтального переміщення мотовила вздовж підтримок завдяки копіру. У разі переміщення мотовила вперед пальці граблин нахиляються назад.

Різальний апарат складається з двох основних частин – різальної і протирізальної. Різальна частина – це сегменти 6 (рис. 6.28) з насічкою, приклепані до спинки ножа 8, до якої зліва жорстко прикріплено головку з кулею. Сегменти, спинка і головка утворюють ніж різального апарата.

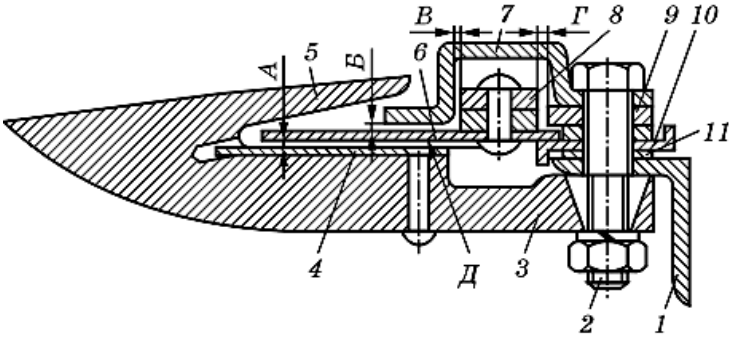



**Рис. 6.28. Різальний апарат:**
1 – кутник; 2 – болт; 3 – палець; 4 – вкладиш; 5 – відросток пальця; 6 – сегмент; 7 – притискна лапка; 8 – спинка ножа; 9 і 10 – пластини тертя; 11 – регулювальні прокладки; А, Б, В, Г і Д – зазори

Протирізальна частина – це вкладиші 4 з насічкою, приклепані до спарених пальців 3, які прикріплені болтами 2 до кутника 1 пальцьового бруса. Ніж вільно переміщується в прорізах пальців. При цьому сегменти задніми кінцями спираються на пластини тертя 10, а передніми (носками) торкаються вкладишів. Над ножем встановлено притискні лапки 7, які усувають вібрацію ножа у площині під час його роботи. Різальний апарат жатки нормального типу має відстань між осьовими лініями сегментів і пальців 76,2 мм, хід ножа 88 мм.

Ніж приводиться в зворотно-поступальний рух механізмом коливальної шайби від шківа. Коливальна шайба вільно посаджена за допомогою підшипника на колінчастий вал. На цій шайбі є шипи, за допомогою яких вона шарнірно (на голчастих підшипниках) з'єднана з водилом. Вихідний вал водила важелем і щічками рухомо з'єднаний з головкою ножа. Під час обертання шківа важіль во-

дила здійснює коливальний рух, унаслідок чого ніж рухається зворотно-поступально.

Шнек (рис. 6.29) переміщує зрізані стебла до середини жатки і подає їх до бітера проставки. Шнек працює таким чином. Під час роботи комбайна спіралі 1 і 4 (рис. 6.29а) захоплюють зрізані стебла і переміщують їх до середини корпусу 5 жатки. Пальці 9 перехоплюють ці стебла та ті, що зрізуються напроти нього, і спрямовують їх днищем жатки до бітера проставки 3. Шнек приводиться в дію від зірочки із запобіжною муфтою, прикріпленої на цапфі лівої опори.

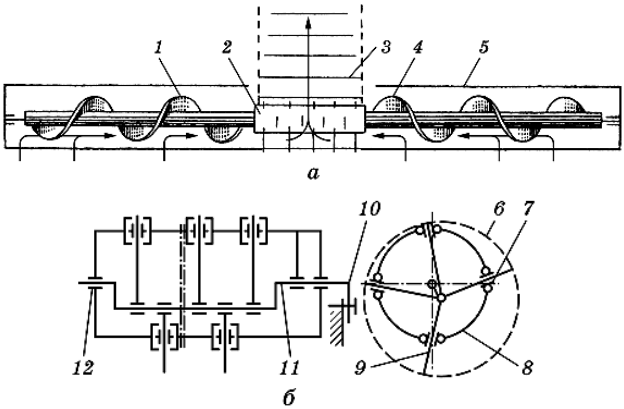



**Рис. 6.29. Шнек жатки:**
а – схема роботи; б – схема пальцьового механізму; 1 і 4 – спіралі; 2 – пальцьовий механізм; 3 – проставка; 5 – корпус жатки; 6 – траєкторія руху пальців; 7 – вічко; 8 – корпус шнека; 9 – палець; 10 – рукоятка; 11 – колінчаста вісь; 12 – підшипник

Відстань між спіралями шнека і днищем, пальцями та днищем у межах 6...35 мм регулюють опусканням або підніманням плит шнека за допомогою гвинтових тяг. Відстань між пальцями і днищем додатково регулюють поворотом колінчастої осі пальцьового механізму. Для середніх умов роботи відстань між спіралями і днищем установлюють 10...15 мм, між пальцями і днищем – 12... 20 мм. Якщо хліба короткостеблові, то зазори зменшують.

Бітер проставки – це циліндричний барабан з привареними до нього гребінками. На кожусі барабана є вічка, шарнірно з'єднані з ним, через які пропущені пальці пальцьового механізму.

Плаваючий конвеєр подає хлібну масу від бітера проставки до приймальної камери молотарки. Він розміщений у похилій камері і складається з ведучого вала, веденого барабана і ланцюгів з планками. На ведучому валу жорстко прикріплені зірочки ланцюгів

конвеєра, приводний шків із запобіжною муфтою і зірочка ланцюгової передачі до трансмісійного вала.

Ведений барабан – це вал 2 (рис. 6.31) із жорстко прикріпленими дисками, до яких болтами приєднано циліндричний кожух з трьома веденими зірочками.

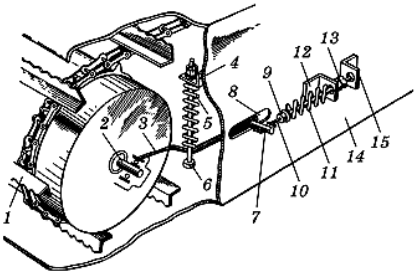



**Рис. 6.30. Схема підвіски веденого барабана плаваючого конвеєра:**
1 – ланцюгово-планчастий конвеєр; 2 – вал; 3 – важіль підвіски; 4 – кутник; 5 і 11 – пружини; 6 – болт; 7 – палець; 8 – паз; 9 і 13 – гайки; 10 – стрижень; 12 – кронштейн; 14 – боковина похилої камери; 15 – кутник

Під час обертання ведучого вала його три зірочки приводять у дію ланцюгово-планчастий конвеєр, планки якого підхоплюють хлібну масу, протягують її днищем похилої камери і подають до приймальної камери молотарки. У разі подавання пальцьовим механізмом бітера проставки великої порції хлібної маси вона спочатку діє на ведений барабан конвеєра. Важелі 3 підвісок, стискуючи пружини 5, прокручуються на пальцях 7 і вал 2 барабана піднімається. Порція хлібної маси проходить під веденим барабаном і піднімає планки конвеєра. При цьому виникає додатковий натяг ланцюгів, під дією якого ведений вал переміщується до ведучого вала, стискаючи пружини 11. Пальці 7 переміщуються у пазах 8 боковин похилої камери. Як тільки тиск хлібної маси на планки зменшиться, пружини повернуть ведений барабан у вихідне положення. Оскільки подача хлібної маси не завжди рівномірна, конвеєр у процесі своєї роботи змінює своє положення – «плаває», пристосовуючись до товщини шару хлібної маси.

Жатна частина комбайна «Лан» має такі основні відмінності від комбайна КЗС-9-1: немає проставки з бітером у похилій камері; реверсування робочих органів жатної частини здійснюється електродвигуном, установленим на корпусі похилої камери; рухомий диск шківа варіатора мотовила переміщується електродвигуном; кут нахилу пальців граблин змінюють вручну; для ефективнішого переміщення хлібної маси до центра шнека жатки в проміжках

між спіралями шнека встановлений пальцьовий механізм; копіювання рельєфу поля у поздовжньому напрямку здійснюється за допомогою пружин, встановлених на гідроциліндрах піднімання і опускання жатної частини, а у поперечному – завдяки гідроциліндрам, встановленим на боковинах похилої камери.

**Технологічні регулювання**. Висоту зрізу (50, 100, 150 мм) у режимі копіювання регулюють переставлянням башмаків за висотою, без копіювання (50...800 мм) – гідроциліндрами. Зусилля (300 Н) башмака на ґрунт регулюють натягом пружин гідроциліндра таким чином, щоб між пластинами циліндра і гайками пальців був зазор 5 мм.

Натяг привідного паса жатної частини здійснюють роликом таким чином, щоб кутове положення важеля натяжного ролика було 0...10 мм.

Частоту обертання мотовила змінюють перестановкою зірочок і варіатором. За Z = 14 частота обертання становить 12...47 хв$^{-1}$, а за Z = 17 –15...57 хв$^{-1}$. Інші регулювання такі самі, як і в жатній частині комбайна КЗС-9-1.

Обчісувальний пристрій (рис. 6.31) з обчісуванням на корені розміщують на жатці або комбайні. Збирання хлібів з обчісуванням на корені – один із напрямів зменшення витрат енергії на обмолот.

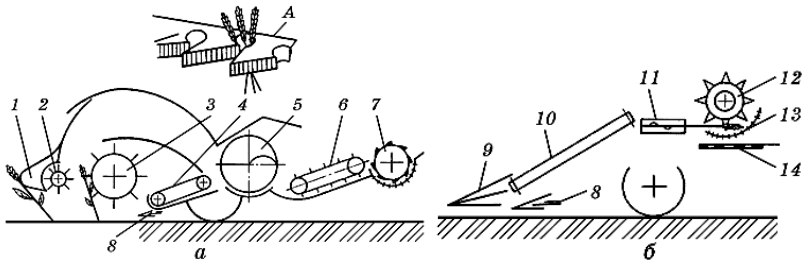



**Рис. 6.31. Схеми пристроїв для обчісування:**
а – на корені; б – у потоці зрізаних рослин; 1 – кожух; 2 – ротор; 3 і 12 – обчісувальні барабани; 4 і 6 – конвеєри; 5 – шнек; 7 – домолочувальний барабан; 8 – різальний апарат; 9 – подільник; 10 – паси рівчака; 11 – затискний конвеєр; 13 – підбарабання; 14 – очисник; А – комірка пальців обчісувального барабана

Під час руху комбайна стебла відхиляються кожухом 1 (рис. 6.31а) за напрямом руху. Від кожуха стебла відводяться ротором 2. Пальці обчісувального барабана 3, розділяючи стеблостій на смужки, обчісують зерно із колоса (волоті) і спрямовують його разом із залишками соломи і відірваних колосків на конвеєр 4, а той у

шнек 5. Шнек спрямовує цей ворох до плаваючого конвеєра 6, а звідти – до домолочувального барабана 7.

Обчісувальний пристрій з обчісуванням у потоці зрізаних рослин на прикладі рисозбирального комбайна працює таким чином. Подільники 9 підводять стебла до рівчака, утвореного двома пасами 10 (рис. 6.31б), стебла захоплюються пасами, зрізуються різальним апаратом 8 і спрямовуються до затискного конвеєра 11. Пальці обчісувального барабана 12 входять у стрічку стебел і обчісують волоть.

Нині в УкрЦВТ спільно з НВ АТЗТ «Альфа» створені й випробувані обчісувальні жатки ЖОН-4, ЖОН-6 до комбайнів відповідно типу «Нива» і «Славутич» та ЖОН-3 до причіпного комбайна «Росич». Виробнича перевірка таких збиральних машин свідчить про ефективну економічність використання технології збирання хлібів з обчісуванням зерна із колоса та волоті на корені.

### 6.2.6. Валкові жатки

Валкові жатки призначені для зрізування стебел хлібостою і укладання зрізаної маси у валок на стерню. Їх використовують у разі двофазного (роздільного) способу збирання зернових культур.

Класифікацію валкових жаток наведено на рис. 6.32.

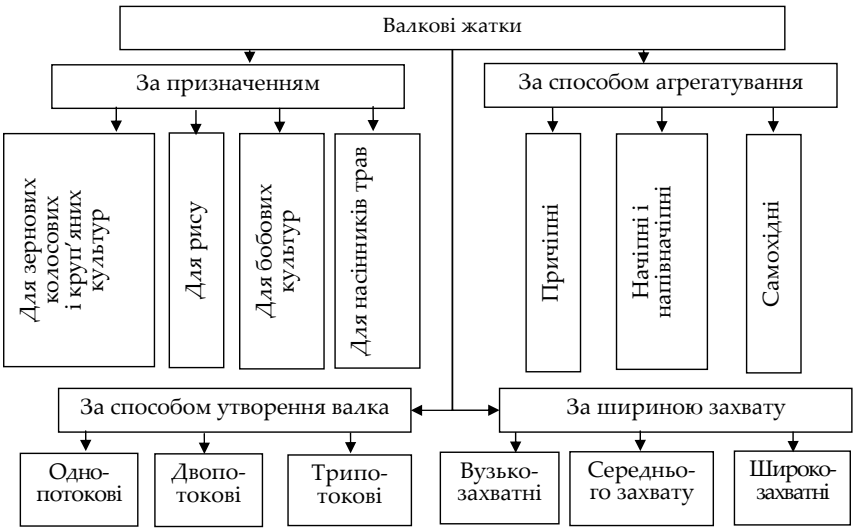



**Рис. 6.32. Класифікація валкових жаток**

Робочими органами таких жаток є подільники, стеблопідіймачі, мотовило і різальний апарат. Вони подібні до таких самих робочих органів жаток зернозбиральних комбайнів, проте мають свої особливості.

Мотовило у валкових жатках використовують радіальне (без ексцентрикового механізму) та універсальне (з одним або двома ексцентриковими механізмами). Радіальне мотовило задовільно виконує технологічний процес тільки у разі скошування прямостоячих і частково полеглих стебел. Однак порівняно з універсальним мотовилом воно має меншу масу і значно простіше у виготовленні та експлуатації. Універсальне мотовило застосовують переважно у валкових жатках, оскільки воно задовільно виконує технологічний процес як на прямостоячому, так і полеглому стеблостої.

Різальні апарати більшості валкових жаток сегментно-пальцьові. Застосовують також безпальцьові різальні апарати: з двома рухомими ножами або з верхнім рухомим, а нижнім нерухомим. Привід ножа в таких апаратах здійснюється кривошипно-шатунним або кривошипно-коромисловим механізмом.

У сегментно-пальцьових апаратах різальною частиною є сегменти, приклепані до спинки, які здійснюють зворотно-поступальний рух.

Для збирання полеглих і вологих хлібів застосовують сегментно-пальцьовий різальний апарат з так званим «тандем-зрізом». У такого апарата (рис. 6.33) на пальцьовому брусі розміщено спарені ковані або штампозварні пальці, які мають верхню і нижню протирізальні кромки. Сегменти ножа встановлено таким чином, що насічка різальної частини сегментів позмінно опиняється то зверху, то знизу. Завдяки такому розміщенню сегментів під час зрізування стебел один сегмент контактує з верхньою кромкою пальця, а суміжний – з нижньою.

Під час скошування густого, переплутаного і вологого стеблостою сегментно-пальцьові різальні апарати часто забиваються землею і неперерізаними стеблами. Це призводить до зниження їх продуктивності. Тому для збирання такого стеблостою застосовують валкові жатки з двоножовими різальними апаратами: з двома (рис. 6.34) і одним рухомими ножами. Такі апарати найбільше застосовуються у валкових жатках для скошування рису і бобових культур.

На платформі жатки конвеєр, зазвичай, змонтований таким чином, що викидне вікно розміщене зліва. У деяких конструкціях воно розміщене справа або посередині. Якщо вікно влаштоване посередині, то на платформі встановлені два конвеєри (трипотокова жатка). У широкозахоплювальних реверсивних жатках викидне вікно можна розміщувати зліва, справа і посередині платформи, за-

вдяки переміщенню конвеєрів та зміні їх напрямку руху. Це дає змогу зрізану масу укладати в одинарний валок з одного проходу або спарений після двох проходів, коли врожайність незначна.

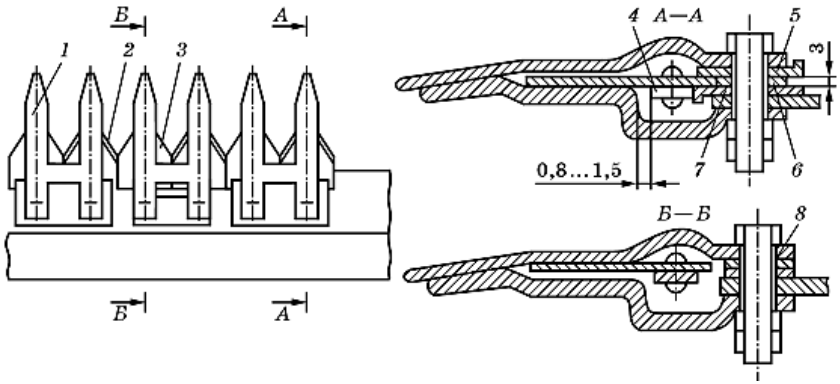



**Рис. 6.33. Різальний апарат з «тандем-зрізом»:**
1 – палець; 2 – сегмент з насічкою зверху; 3 – сегмент з насічкою знизу; 4 – спинка ножа; 5 і 7 – пластини тертя; 6 – регулювальні прокладки; 8 – планка

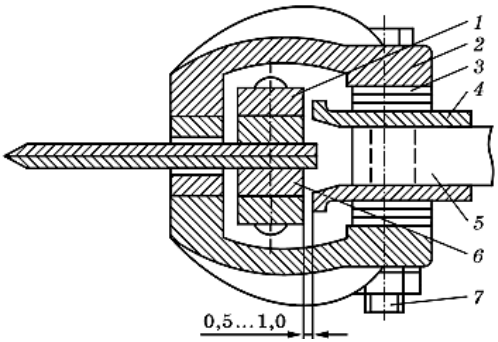



**Рис. 6.34. Різальний апарат з двома рухомими ножами:**
1 – верхній ніж; 2 – притискна лапка; 3 – регулювальні прокладки; 4 – пластина тертя; 5 – пальцьовий брус жатки; 6 – нижній ніж; 7 – болт

У пасово-планчастих конвеєрах планки прикріплюють заклепками до пасів. Ширина паса 125 мм. Кількість їх на жатці залежить від ширини платформи та умов роботи.

Жатка валкова навісна ЖВН-6Б призначена для скошування і укладання стебел зернових культур у валки. Може використовува-

тись як прокосник. Агрегатують жатку з комбайнами СК-5М «Нива» та «Енисей-1200». Її навішують на похилу камеру жатної частини комбайна, не демонтуючи основні вузли.

Технічна характеристика

| | |
|---|---|
| Ширина захвату, м | 6 |
| Висота зрізу, мм | 70...220 |
| Частота обертання мотовила, $хв^{-1}$ | 24...64 |
| Зусилля башмаків на ґрунт, Н | 250...300 |
| Робоча швидкість, км/год | до 12 |
| Маса, кг: | |
| з ексцентриковим мотовилом | 1002 |
| з радіальним | 995 |

Компонувальну і кінематичну схеми жатки показано на рис. 6.35.

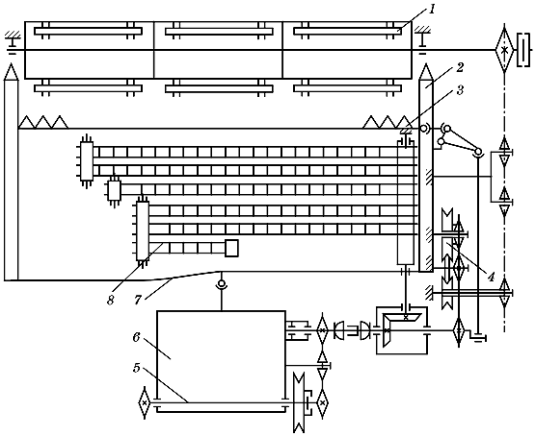



**Рис. 6.35. Схема валкової жатки ЖВН-6Б:**
1 – мотовило; 2 – боковина; 3 – різальний апарат; 4 – клинопасовий варіатор мотовила; 5 – верхній вал плаваючого конвеєра похилої камери комбайна; 6 – похила камера; 7 – платформа жатки; 8 – пасово-планчастий конвеєр

Робочі органи жатки приводяться в рух від верхнього вала 5 плаваючого конвеєра похилої камери (459 $хв^{-1}$) за допомогою ланцюгової передачі.

Платформа 8 (рис. 6.36) жатки приєднана до корпусу 2 похилої камери комбайна за допомогою центрального сферичного шарніра 6, правою та лівою підвісками 9.

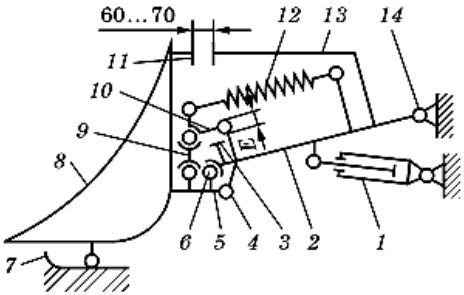



**Рис. 6.36. Схема піднімального і зрівноважувального механізму валкової жатки, начіпленої на зернозбиральний комбайн:**
1 – гідроциліндр; 2 – корпус похилої камери; 3 – кронштейн; 4 – ролик; 5 – щока; 6 – центральний сферичний шарнір; 7 – башмак; 8 – платформа жатки; 9 – підвіска; 10 – важіль; 11 і 13 – упори; 12 – блок пружин; 14 – корпус молотарки; Е – зазор між важелем і кронштейном

Жатка валкова ЖВН-6Б-01 є модифікацією жатки ЖВН-6Б. Її агрегатують з енергетичним засобом КСП-5Г. Ця жатка відрізняється від ЖВН-6Б системою начіпки і приводом робочих органів.

Жатка валкова причіпна ЖВП-4,9 трипотокова, зрізує хлібостій і спрямовує його двома конвеєрами, що рухаються назустріч один одному, та мотовилом у викидне вікно прямокутної форми, розміщене між конвеєрами. Її агрегатують з колісними тракторами класу 1,4 і 2 (ЮМЗ-6, МТЗ-80 та ін.).

### 6.2.7. Підбирачі

Підбирачі призначені для підбирання валків зрізаної хлібної маси і спрямування її до шнека жатки комбайна або спеціальної платформи. Вони бувають барабанні і полотенно-конвеєрні. Їх установлюють на комбайнових жатках (хедерах) або спеціальних платформах.

Барабанний підбирач 54-102А (рис. 6.37) призначений для підбирання валків хлібної маси і спрямування їх до шнека жатки. Його встановлюють на жатках комбайнів «Нива» і «Енисей». Він складається з каркаса, грабельного механізму і приводу.

Полотенно-конвеєрний підбирач ППТ-3А призначений для тієї самої мети, що і барабанний, але він працює з меншими втратами зерна під час підбирання зернобобових культур, насінників трав і цукрових буряків тощо.

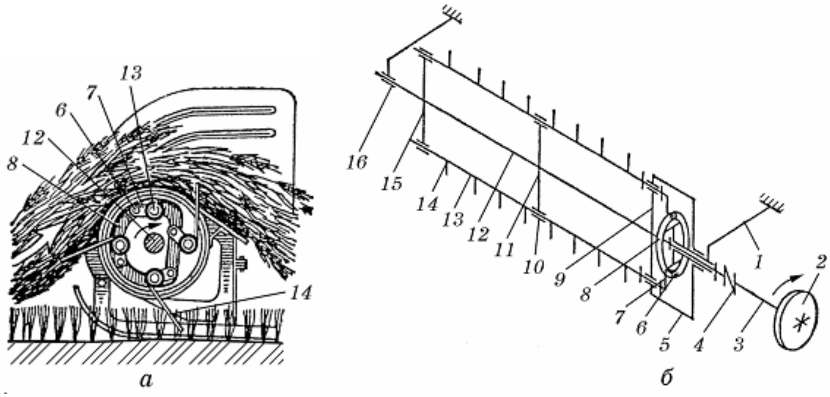



**Рис. 6.37. Барабанний підбирач 54-102А:**
а – схема роботи; б – схема грабельного механізму; 1 – опорний брус; 2 – шків приводного вала; 3 – приводний вал; 4 – муфта; 5 – корпус; 6 – ролик; 7 – кривошип; 8 – бігова доріжка; 9 – лівий опорний диск; 10 – підшипник вала граблини; 11 – центральний опорний диск; 12 – центральний вал; 13 – трубчастий вал граблини; 14 – пружний палець; 15 – правий опорний диск; 16 – підшипник центрального вала

Залежно від умов роботи в підбирачі регулюють висоту підбирання (переміщенням коліс), тиск коліс на поверхню поля (механізмом зрівноважування), частоту обертання ведучого вала конвеєра в межах 72...375 хв$^{-1}$ (зміною зірочок та варіатором мотовила).

Платформа-підбирач (рис. 6.38) шириною захвату 3,4 м і масою 1040 кг входить до комплекту обладнання комбайна КЗС-9-1.

Платформа утворена корпусом 3 і корпусом проставки 8, жорстко з'єднаних між собою. Платформа проставкою жорстко приєднана до корпусу 4 похилої камери жатної частини комбайна за допомогою швидкознімного з'єднання (як і жатка з проставкою комбайна).

Під час роботи платформу опускають до спирання копіювальних коліс на поверхню поля. При цьому передня частина каркаса підбирача переміщується у поздовжньо-поперечному напрямку під дією нерівностей поверхні поля. Плавність переміщення і тиск на колеса забезпечуються пружинами 2 розвантажувального пристрою.

Технологічний процес роботи платформи-підбирача такий (рис. 6.38б). Під час переміщення комбайна підбирач спрямовують таким чином, щоб валок розміщувався посередині підбирача. Пальці конвеєрної стрічки прочісують знизу стерню. Вони піднімають

на стрічку хлібну масу, яка є у валку і під валком. Нормалізатор притискує хлібну масу до верхньої частини стрічки конвеєра і з деяким підпором спрямовує потік маси до шнека платформи. Пальці стрічки в момент різкого повороту під час огинання стрічкою привідного вала звільняються від основної маси і у разі взаємодії з кромкою активного стеблознімача до останку очищаються від залишених на них стебел. Скат стеблознімача, здійснюючи коливальний рух, подає зняті стебла і осипане зерно до шнека. Шнек звужує потік хлібної маси і пальцьовим механізмом спрямовує її до гребінок і пальців бітера проставки, звідки плаваючим конвеєром похилої камери вона подається в молотарку.

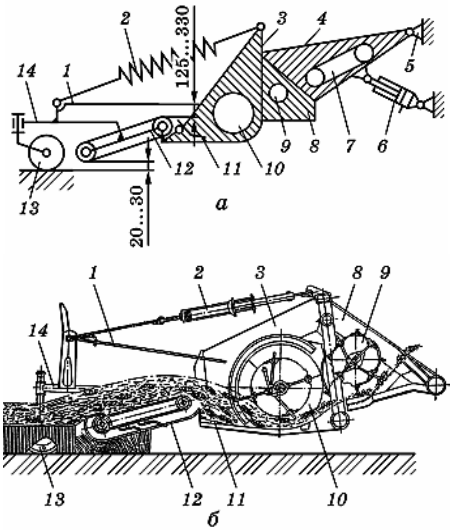



**Рис. 6.38. Платформа-підбирач комбайна «Славутич»:**
а – схема механізмів начіпки, піднімання і зрівноважування; б – схема роботи; 1 – нормалізатор; 2 – пружина розвантажувального пристрою (зрівноважувального механізму); 3 – корпус; 4 – корпус похилої камери жатної частини комбайна; 5 – корпус молотарки; 6 – гідроциліндр; 7 – плаваючий конвеєр; 8 – корпус проставки; 9 – бітер проставки; 10 – шнек; 11 – стеблознімач; 12 – каркас підбирача; 13 – копіювальне колесо; 14 – кронштейн

Виконуючи роботи на платформі-підбирачі, під неї встановлюють гвинтові домкрати. Не можна обертати шнек і бітер за пальці. Під час переїздів комбайна пружину розвантажувального пристрою блокують фіксаторами.

### 6.2.8. Молотарки комбайнів

Молотарка призначена для обмолоту зерна, відокремлення його із грубого вороху, очищення зерна від великих, дрібних і легких домішок, збирання в бункер і вивантаження в транспортні засоби. Молотарка комбайна КЗС-9-1 «Славутич» має приймальну камеру, молотильний апарат, відбійний бітер, клавішний соломотряс, вітрорешітний очисник, домолочувальний пристрій, бункер для зерна, транспортувальні органи. Загальна будова. Приймальна камера з боків обмежена панелями молотарки, зверху – кришкою 2 (рис. 6.39), знизу камерою каменевловлювача, а спереду горловиною, в яку встановлено верхню частину похилої камери жатної частини.

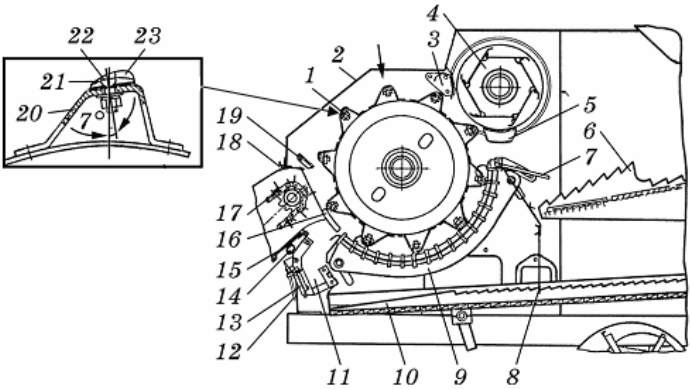



**Рис. 6.39. Молотильно-сепарувальний пристрій комбайна КЗС-9-1:**
1 – барабан; 2 – кришка; 3 – відсікач повітряного потоку; 4 – відбійний бітер; 5, 16 і 19 – щитки; 6 – соломотряс; 7– пальцьова решітка; 8 – полотняний фартух; 9 – підбарабання; 10 – стрясна дошка очисника; 11 – камера каменевловлювача; 12 – рукоятка: 13 – відкидна кришка; 14 – труба з роликами; 15 – перехідний щиток; 17 – плаваючий конвеєр; 18 – прогумований пас; 20 – підбильник; 21 – регулювальна пластина; 22 – болт; 23 – било

Молотильний апарат призначений для видалення зерна із колосків чи волоті, спрямування його з домішками на стрясну дошку очисника, а соломистого (грубого) вороху до відбійного бітера. Він складається з бильного барабана 1, решітчастого підбарабання (деки) 9 та механізмів приводу і регулювання. Барабан має вигляд ротора, вал якого розміщений перпендикулярно до поздовжньої осі молотарки. Рифлі бил 23 барабана розміщені під кутом до осі

барабана і на суміжних билах їх напрям протилежний. Привід і регулювання частоти обертання вала барабана здійснюють гідрофікованим клинопасовим варіатором.

Підбарабання 9 – нерухома частина молотильного апарата. Воно односекційне, прутково-планчасте, відносно барабана встановлене із зазором, який від входу до виходу поступово зменшується. Регулювання зазорів – електромеханічне, здійснюється клавішним перемикачем з робочого місця комбайнера.

Відбійний бітер 4 спрямовує соломисту масу (грубий ворох) на передню частину клавіш соломотряса. Він встановлений з мінімальним зазором відносно бил барабана над пальцьовою решіткою підбарабання. Колова швидкість бітера дещо менша від швидкості барабана і становить 17,5 м/с.

Соломотряс призначений для вилучення із грубого вороху зернової суміші (вимолочене зерно, збоїни, полова, дрібні домішки) і спрямування соломи до пристрою для збирання НЗВ. Складовими соломотряса є п'ять клавіш 1 (рис. 6.40), які за допомогою підшипників кочення прикріплені на шийках ведучого 16 і веденого 10 колінчастих валів.

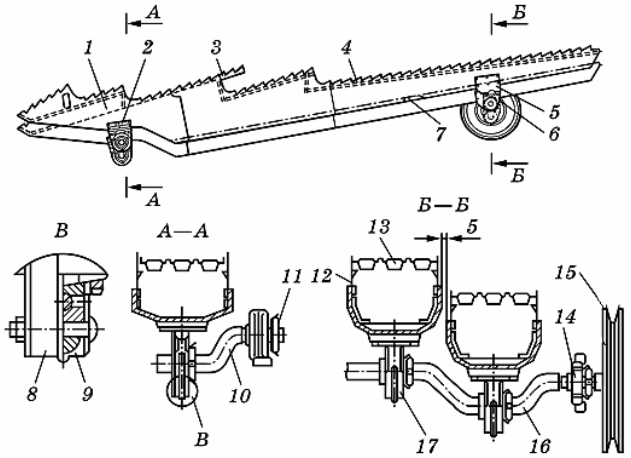



**Рис. 6.40. Клавішний соломотряс комбайна КЗС-9-1:**
1 – клавіша; 2 і 5 – кронштейни; 3 і 4 – гребінки; 6 – прокладка; 7 – днище; 8 – корпус підшипника; 9 – амортизатор; 10 – ведений колінчастий вал; 11 – гайка; 12 – корпус клавіші; 13 – решітчаста поверхня клавіші; 14 і 17 – підшипники; 15 – шків; 16 – ведучий колінчастий вал

Клавіша виготовлена із оцинкованої сталі у вигляді довгастого короба, робоча поверхня її (верхня) – жалюзійна, нерегульована, з

каскадами. Над клавішами встановлений відбивний щиток, який дещо стримує рух вороху. Під час роботи молотарки клавіші здійснюють коливальний рух.

Очисник призначений для відокремлення зерна (очищення) із дрібного вороху, який надходить із молотильного апарата, соломотряса та домолочувального пристрою.

Основні складальні одиниці очисника: стрясна дошка з пальцьовою решіткою, верхнє решето з подовжувачем, нижнє решето, вентилятор, швидкознімний лоток половонабивача і механізми приводу, підвіски та регулювань.

Стрясна дошка – це східчастий настил 1 (рис. 6.41), виготовлений із листової оцинкованої сталі. До настилу жорстко прикріплені поздовжні гребінки 2. Вони поділяють настил на кілька доріжок і утримують ворох від зсування в один бік у разі поперечних перекосів комбайна.

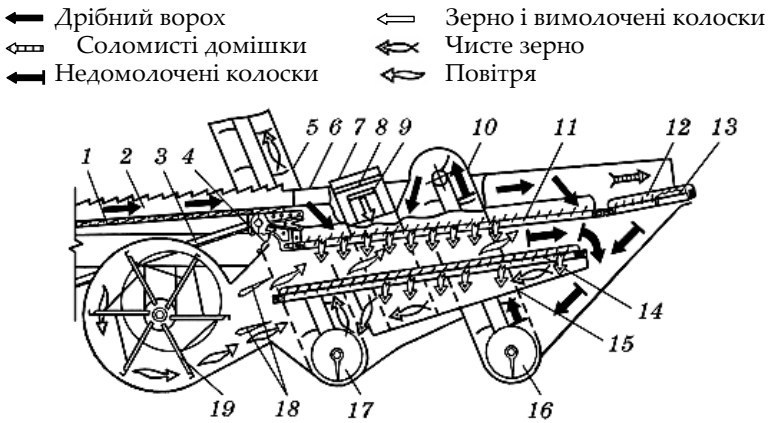



**Рис. 6.41. Схема роботи очисника комбайна КЗС-9-1:**
1 – східчастий настил стрясної дошки; 2 – гребінка; 3 – шатун приводу; 4 – фартух; 5 – елеватор зерна; 6 – пальцьова решітка; 7 – домолочувальний пристрій; 8 – теркова поверхня; 9 – домолочувальний барабан; 10 – елеватор колосків; 11 – верхнє решето; 12 і 13 – поперечні і поздовжні жалюзі подовжувача; 14 – нижнє решето; 15 – скатна дошка решітного стана; 16 – колосовий шнек; 17 – зерновий шнек; 18 – розсікачі; 19 – вентилятор

Подовжувач жорстко прикріплений до верхнього решітного стану, його робоча поверхня також жалюзійна і регульована.

Нижнє решето жалюзійне, регульоване (як і верхнє) – встановлене в нижньому решітному стані. Кут нахилу жалюзі (зазор між жалюзі) регулюють за допомогою механізму, який має таку саму будову, як і верхнє решето. Привід очисника здійснюється від ексцентрика через шатун.

Вентилятор очисника – шестилопатевий, відцентрований, встановлений у кожусі, горловина якого має розсікачі повітряного потоку.

Привід вала вентилятора здійснюється клинопасовим варіатором. Керують варіатором із робочого місця комбайнера.

Половонабивач має вигляд граблини, яка утворена трубою з привареними до неї пальцями і важелями. Під час обертання колінчастого вала кінці пальців граблин рухаються за еліптичною траєкторією.

Домолочувальний пристрій обмолочує ворох, який подається колосовим шнеком і елеватором з очисника. Він має домолочувальний барабан і нерухому теркову поверхню, які розміщені в корпусі.

Бункер для зерна призначений для приймання зерна з очисника комбайна і його вивантаження у транспортний засіб за командою комбайнера. На задній стінці бункера розміщені два гідравлічних вібратори (гідродвигуни із зворотно-поступальним рухом вихідної ланки). Частота коливань поршня 20...25 за секунду, амплітуда коливань – 5 мм. Вібратори створюють сприятливі умови для надходження зерна будь-якої вологості до горизонтального вивантажувального шнека.

**Технологічні регулювання**. Якість роботи молотильного апарата залежить від частоти ударів бил по хлібній масі й інтенсивності її перетирання. Тому в ньому передбачено регулювання частоти обертання барабана та зазорів між билами барабана і планками підбарабання. Частоту обертання барабана в межах 465...1013 $хв^{-1}$ регулюють гідрофікованим клинопасовим варіатором з кабіни, а контролюють за покажчиком на щитку приладів САКК.

Зазори між билами барабана і планками підбарабання у межах 14...28 мм на вході і 3...8 мм на виході регулюють електромотором-редуктором, натискуючи вмикач у кабіні. Контролюють зазори за покажчиком, розміщеним за межами кабіни.

Якість очищення зерна і пропускна здатність решіт та подовжувача залежать від зазорів між жалюзі решіт і подовжувача, а також від частоти обертання вала вентилятора.

Зазор між жалюзі решіт у межах 0...17 мм установлюють за допомогою важільного механізму. Зазор між жалюзі подовжувача 0...20 мм регулюють також за допомогою важеля.

Частоту обертання вала вентилятора в межах 355...916 хв$^{-1}$ регулюють за допомогою гідрофікованого клинопасового варіатора з кабіни, а контролюють за покажчиком на щитку приладів САКК.

Якість роботи домолочувального пристрою залежить від зазору між барабаном і терковою поверхнею. Зазор у межах 2...12 мм регулюють таким чином. Відпускають гайки (по три з кожного боку кожуха), повертають теркову поверхню відносно осі до потрібного зазору, контролюючи його через лючки. Збираючи зернові культури нормальної вологості, зазор встановлюють у межах 4...10 мм. Під час збирання культур, які важко обмолочуються, зазор зменшують.

Молотарка комбайна КЗСР-9 «Славутич» має молотильно-сепарувальний пристрій, вітрорешітний очисник, домолочувальний пристрій, бункер для зерна, транспортувальні органи та механізми керування і приводу.

**Загальна будова**. Молотильно-сепарувальний пристрій (МСП) призначений для відокремлення зерна із хлібної маси, спрямування його з домішками на стрясну дошку очисника, відокремлення зерна від грубого вороху і спрямування соломи у пристрій для збирання НЗВ.

МСП має аксіальний ротор та кожух. Ротор розміщений уздовж молотарки і має вигляд пустотілого циліндра 5 (рис. 6.42), у передній частині якого розміщено хрестовину 1 і лопаті 2, які утворюють крильчатку. Робочі поверхні лопатей мають рифлі для активного захоплення хлібної маси.

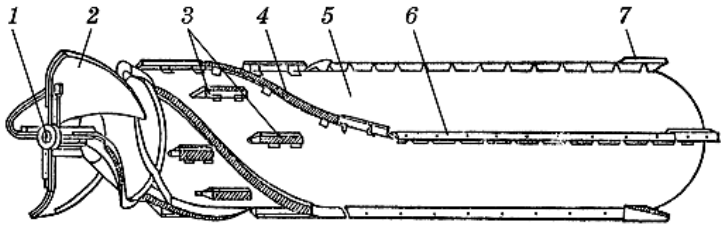



**Рис 6.42. Аксіальний ротор комбайна КЗСР-9:**
1 – хрестовина; 2 – лопать; 3 – прямолінійні рифлені била; 4 – криволінійне било; 5 – пустотілий циліндр; 6 – гладеньке прямолінійне било; 7 – планка

У передній частині ротора (у зоні обмолоту) прикріплені прямолінійні 3 та криволінійні 4 рифлені била. У задній частині циліндра (у зоні сепарації) прикріплені гладенькі прямолінійні била 6 та планки 7.

Кожух ротора складається із вхідної, молотильної, сепарувальної та вихідної частин.

Сепарувальна частина кожуха ротора – це також пустотілий циліндр, який складається із сепарувальних решіток з пробивними отворами різного розміру. З метою підвищення сепарувальної здатності кожуха ротора його сепарувальна частина приводиться в обертальний рух (9 $хв^{-1}$).

Усі секції рухомої і нерухомої частин підбарабання, а також решітки сепарувальної частини змінні. Їх підбирають залежно від культури, яку збирають.

Усі інші робочі органи молотарки комбайна КЗСР-9 істотно не відрізняються від робочих органів комбайна КЗС-9-1.

**Технологічні регулювання**. Залежно від виду культури, яку збирають, підбирають змінні решітки підбарабання та сепарувальні.

Якість обмолоту (недомолот, подрібнення зерна) залежить від зазору між ротором і рухомими частинами секцій підбарабання на виході (молотильний зазор), а також від частоти обертання ротора. У разі великих зазорів і малих частот обертання може бути недомолот (у соломі невимолочені колоски чи волоть), а за малих зазорів і великих частот обертання – подрібнення зерна (в бункері надмірна кількість подрібненого зерна).

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які характеристики зернових культур впливають на якісні показники збирання врожаю?
2. Способи збирання зернових культур.
3. З яких машин складається комплекс зернозбиральної техніки?
4. Основні агрегати зернозбирального комбайна.
5. Робочі органи жатної частини комбайна класичної схеми в порядку виконання технологічного процесу.
6. Робочі органи молотарки комбайна класичної схеми в порядку виконання технологічного процесу.
7. Пристрої для збирання незернової частини врожаю, їх призначення.
8. За якими ознаками класифікують зернозбиральні комбайни?
9. Переваги і недоліки комбайнів роторного типу.
10. Основні напрями розвитку жатних частин зернозбиральних комбайнів.

11. Які регульовані параметри передбачені у жатних частинах комбайнів?
12. Основні напрями розвитку молотильних апаратів комбайнів.
13. Які регульовані параметри передбачені у молотильних апаратах?
14. Основні напрями розвитку очисників комбайнів.
15. Які регульовані параметри передбачені в очисниках комбайнів?
16. Які регульовані параметри передбачені в платформах-підбирачах комбайнів типу «Славутич»?
17. Пристрої для збирання неколосових культур та їх призначення.
18. Які типи двигунів встановлено на комбайнах типу «Дон», «Славутич», «Лан», «Енисей»?
19. Типи механічних передач, які застосовують для приводу виконавчих органів сучасних комбайнів.
20. Типи гідроприводів, які застосовують на сучасних збиральних машинах.
21. Складові елементи електрообладнання сучасного зернозбирального комбайна.
22. Функції системи автоматичного керування і контролю сучасного зернозбирального комбайна.
23. Причина і спосіб усунення надмірної кількості подрібненого зерна у бункері.
24. Причина і спосіб усунення надмірної кількості легких домішок у бункері.
25. Причина і спосіб усунення надмірної кількості зерна і невимолочених колосків у полові.
26. Причина і спосіб усунення надмірної кількості вимолоченого зерна у соломі.

# РОЗДІЛ VII
# МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КАЧАНІВ

## 7.1. Способи збирання і агротехнічні вимоги до машин

**Способи збирання**. Кукурудзу на зерно збирають у стадії повної стиглості в качанах або з одночасним їх обмолотом.

Збирання кукурудзи в качанах здійснюється кукурудзозбиральними комбайнами і складається з таких технологічних операцій: зрізування стебел; відривання качанів від стебел; очищення качанів від обгорток (або без очищення); подрібнення і транспортування листостеблової маси. Якщо кукурудзу збирають без очищення качанів від обгорток, то очищення і обмолот виконують на стаціонарних апаратах.

Збирання кукурудзи з обмолотом качанів виконують кукурудзозбиральними і переобладнаними зернозбиральними комбайнами із спеціальними жатками-приставками. Технологічні операції подібні до зазначених раніше. Неочищені качани обмолочують і зерно завантажують у бункер.

**Агротехнічні вимоги до машин**. Кукурудзозбиральні машини мають забезпечувати: зріз стебел до 4 м заввишки; висоту зрізу – 100...150 мм; повноту збору качанів не менше ніж 98,5%, з них – 95% очищених від обгорток; пошкодження зерен у качанах – не більше ніж 2,5% від загальної маси; вибивання зерен з качанів – не більше ніж 3% у разі роботи з очисниками і не більше ніж 1% без очисників; поламаних качанів – не більш як 2%. Під час збирання кукурудзи з обмолотом качанів слід забезпечувати збирання за вологості зерна до 25...32% і при цьому допускати: втрати вільного зерна за комбайном до 1%, наявність зерна в силосній масі до 0,8%, недомолот до 1,2%, подрібнення зерна до 2,5%, засміченість зерна до 4%.

## 7.2. Класифікація машин для збирання кукурудзи

Для збирання кукурудзи на зерно використовують: кукурудзозбиральні комбайни; зернозбиральні комбайни, обладнані пристроями для збирання кукурудзи на зерно; очисники качанів кукурудзи від обгорток; молотарки качанів кукурудзи і навантажувачі.

В Україні випускають кукурудзозбиральні комбайни руслового типу дворядні, трирядні причіпні та шестирядні самохідні, а та-

кож пристрої до зернозбиральних комбайнів руслового типу чотирирядні та шестирядні.

За технологічним обладнанням кукурудзозбиральні комбайни поділяють на такі, що збирають качани кукурудзи без очищення від обгорток, з очищенням, а також з обмолотом качанів.

Доочищують качани кукурудзи від обгорток пересувними причіпними або напівначіпними очисниками з роторними або конвеєрними підбирачами качанів. Застосовують також стаціонарні очисники і молотарки качанів кукурудзи.

### 7.3. Кукурудзозбиральні комбайни вітчизняного виробництва

Вітчизняна промисловість випускає такі кукурудзозбиральні комбайни: причіпні – трирядний ККП-3 «Херсонець-9», дворядний ККП-2С, а також самохідний КСКУ-6АС «Херсонець-200». Призначення і технологічний процес роботи комбайнів подібні, тільки комбайн ККП-2С розкидає подрібнену листостеблову масу на полі під наступне приорювання. Технічну характеристику кукурудзозбиральних комбайнів подано в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

**Технічна характеристика кукурудзозбиральних комбайнів**

| Показник | ККП-3 | ККП-2С | КСКУ-6АС |
|---|---|---|---|
| Робоча ширина захвату, м | 2,1 | 1,4 | 4,2 |
| Кількість рядків, шт. | 3 | 2 | 6 |
| Робоча швидкість, км/год | До 9 | До 8 | 3…9 |
| Продуктивність га (т) за годину | 0,97 (до 12) | 0,7 | 1,3-3 (12-24) |
| Загальна маса, кг | 5340 | 3150 | 12960 |

Комбайн кукурудзозбиральний причіпний трирядний ККП-3 «Херсонець-9». Комбайн руслового типу, призначений для збирання біологічного врожаю кукурудзи врожайністю до 20 т/га, щільністю стеблостою 20...65 тис. штук на гектар, за співвідношення маси качанів і стебел 1 : 1,5, з міжряддям 70 см, на схилах не більше ніж 8°, у фазі повної стиглості (вологості зерна не більше ніж 30% і вологості листостеблової маси до 60%), за висоти розміщення нижнього качана від поверхні ґрунту не менше ніж 50 см, з очищенням качанів від обгорток чи без очищення з одночасним подрібненням листостеблової маси і обгорток.

Комбайн (рис. 7.1) складається з жатної і качаноочисної частин, ходової частини, механізму піднімання, буксирного пристрою, механізму приводу робочих органів, гідравлічної системи та системи сигналізації.

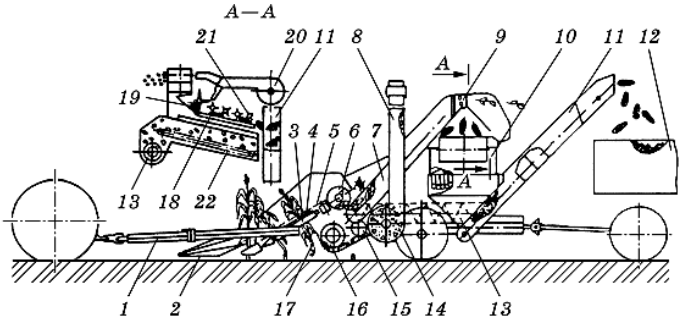



**Рис. 7.1. Функціональна схема кукурудзозбирального комбайна ККП-3 «Херсонец-9»:**

1 – причіп комбайна; 2 – мис; 3 – протягувальні вальці; 4 – відривна пластина; 5 – подавальний ланцюг; 6 – шнек качанів; 7 – конвеєр неочищених качанів; 8 – труба подрібнювача; 9 – стебловловлювач; 10 – очисник качанів; 11 – вивантажувальний конвеєр очищених качанів; 12 – тракторний причіп; 13 – шнек обгорток; 14 – подрібнювач; 15 – приймальний бітер; 16 – шнек листостеблової маси; 17 – різальний апарат; 18 – вальці очисника качанів; 19 – лопатевий бітер; 20 – вентилятор; 21 – притискний пристрій; 22 – конвеєр обгорток

Жатна частина складається з різального 17 та качановідокремлювального апаратів, шнеків стебел 16 і качанів 6, подрібнювача 14 з приймальним бітером 15 і трубою 8, конвеєра неочищених качанів 7, у верхній головці якого встановлений стебловловлювач 9, який має два вальці із спеціальними ребрами.

Качановідокремлювальний апарат має два протягувальні вальці 3, дві відривні пластини 4 і два контури подавальних ланцюгів 5. Качаноочисна частина складається з очисника качанів 10 притискного пристрою 21, лопатевого бітера 19, вентилятора 20, конвеєра обгорток 22, шнека обгорток 13, скатної дошки і вивантажувального конвеєра 11.

Гідравлічна система комбайна здійснює піднімання і опускання робочих органів під тиском 13,5...20,0 МПа в робоче і транспортне положення, поворот дефлектора труби подрібнювача і привід буксирного пристрою під тиском 8 МПа, а також керування механізмом розфіксації візка під тиском 6,3 МПа. Гідросистема комбайна живиться від гідросистеми трактора.

**Технологічний процес роботи.** Під час збирання кукурудзи з очищенням качанів і подрібненням листостеблової маси комбайн ККП-3 працює таким чином. Під час руху комбайна вздовж рядків стебла кукурудзи спрямовуються мисами 2 в русла жатки, захоплюються ланцюгами 5 і вводяться в качановідривний апарат, де вальцями 3 протягуються крізь щілину між відривними пластинами 4, відстань між якими менша, ніж діаметр качана, і качани відриваються. В основі роботи качановідривного апарата використані агробіологічні ознаки відмінності розмірів діаметра качана і стебла в місці його розміщення, а також те, що сила відривання качана від стебла менша, ніж сила розривання стебла кукурудзи. Стебла зрізуються різальним апаратом 17, частково подрібнюються і спрямовуються на шнек листостеблової маси 16. Качани подаються ланцюгами з лапками у шнек качанів 6, з якого конвеєром 7 – до очисника 10, звідки вентилятором 20 видуваються легкі домішки (листя, обгортки, верхівки стебел), а потім притискним пристроєм 21 притискуються до вальців 18, які попарно обертаються назустріч один одному, захоплюють обгортки і відривають їх від качанів. Очищені качани скочуються у приймальну камеру конвеєра 11, який завантажує їх у причіп 12, приєднаний до комбайна за допомогою буксирного пристрою. Обгортки шнеком 13 спрямовуються у шнек листостеблової маси 16, потім разом із зрізаними і частково подрібненими стеблами, шнеком 16 подаються до приймального бітера 15, яким ущільнюються і спрямовуються до подрібнювача 14, звідки подрібнена маса потрапляє у транспортний засіб, що рухається поряд.

**Будова основних робочих органів комбайна**. Основними робочими органами комбайна є качановідокремлювальний, різальний, подрібнювальний та очисний апарати і притискний пристрій.

Качановідокремлювальний апарат (рис. 7.2) складається з двох стеблопротягувальних вальців 8, розміщених під кутом 33° до горизонту; двох відривних пластин 6, установлених над вальцями; двох контурів подавальних ланцюгів 9; рами 11 і роздавальної коробки 4.

Вздовж кожного вальця закріплений чистик 7. Протягувальні вальці мають напрямні конуси з гвинтовими ребрами на поверхні, робочу частину діаметром 95 мм з поздовжніми рифами і з'єднувальну чашку з пазами. Передня частина вальця спирається на спарені підшипники, вмонтовані в рухомій передній опорі, а задня – з'єднана з валом-шестернею роздавальної коробки. Обертаються вальці назустріч один одному з частотою 932 хв$^{-1}$. Відривні пластини 6 – це металеві смуги з плавно відігнутим переднім кінцем.

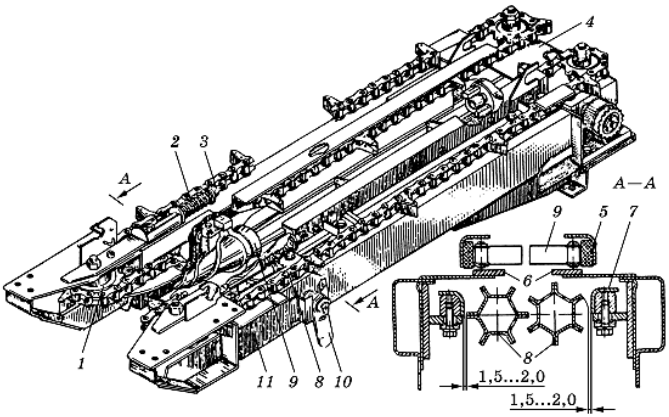



**Рис. 7.2. Качановідокремлювальний апарат:**
1 – натяжна зірочка; 2 – пружина; 3 – натяжний пристрій; 4 – роздавальна коробка; 5 – полозок; 6 – відривні пластини; 7 – чистик; 8 – вальці; 9 – подавальний ланцюг; 10 – важіль для регулювання зазору між вальцями; 11 – рама

Подавальні ланцюги 9 мають вигляд замкненого втулково-роликового ланцюгового контуру без з'єднувальної ланки із спеціальними лапками. Вони мають ведучі зірочки роздавальної коробки 4 і ведені натяжні зірочки 1, які змонтовані на рухомих опорах, що перебувають під постійним тиском пружин 2 натяжного пристрою 3. Робоча стрічка кожного ланцюга рухається з лінійною швидкістю 1,78 м/с по спеціальних напрямних полозках 5, які кріпляться до кронштейнів.

Різальний апарат (рис. 7.3а) роторного типу діаметром 172 мм і частотою обертання 2175 хв$^{-1}$, що забезпечує колову швидкість леза ножів 20 м/с, працює за принципом безпідпірного різання.

Складається з горизонтального трубчастого вала 1, який опирається на дві підшипникові опори 6. На ньому попарно закріплено шість ножів 2 і кожна пара взаємно зміщена на 90°. Вал розміщений під протягувальними вальцями так, щоб зазор між лезом ножів і кромкою протирізальної пластини піддона шнека листостеблової маси був мінімальним, щоб ніж не торкався пластини. Вал різального апарата разом з ножами перед встановленням на машину динамічно балансується за допомогою балансуючих планок 3 і болтів 4.

Подрібнювальний апарат складається з барабана подрібнювача (рис. 7.3б) і приймального бітера. Двосекційний барабан діаметром 600 мм, частотою обертання 1337 хв$^{-1}$ складається з трубчас-

того вала 1, на якому на шпонках 8 встановлені три диски 3, до овальних отворів яких спеціальними болтами 7, косими шайбами і упорними гвинтами 6 кріпляться ножі 4, по чотири в кожній секції.

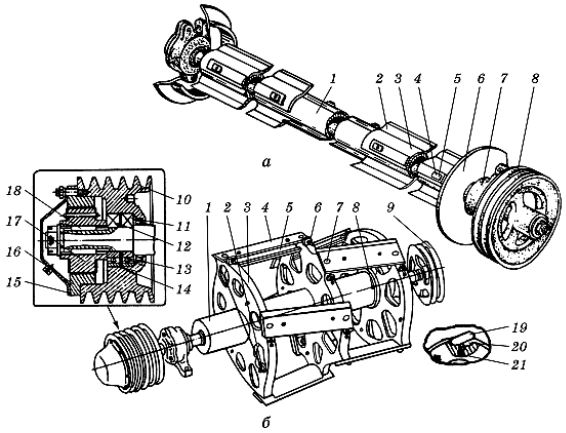



**Рис. 7.3. Різальний апарат і барабан подрібнювача:**
а – різальний апарат: 1 – вал; 2 – ніж; 3 – балансуюча планка; 4 – болт; 5 – шайба; 6 – підшипникова опора; 7 – кільце; 8 – шків; б – барабан подрібнювача: 1 – трубчастий вал; 2 – тягарець; 3 – диск; 4 – ніж; 5 – лопатка; 6 – упорний гвинт; 7 – спеціальний болт; 8 – шпонка; 9 і 10 – шківи; 11 і 12 – підшипники; 13 – розпірна втулка; 14 – кільце; 15 – кришка; 16 – обойма; 17 – маточина; 18 – шпонка; 19 – сухарик; 20 – кулька; 21 – пружина

Приймальний бітер (рис. 7.4) призначений для ущільнення і подавання зрізаних стебел та обгорток в подрібнювач. Його діаметр 320 мм і частота обертання 213 хв$^{-1}$. Барабан приймального бітера – це зварна конструкція труби, два диски 2, у пазах яких розміщені вісім ребер 4, а в кінцях труби – втулки 3. Через трубу проходить вал 7, з'єднаний шпонкою з однією із втулок. Вал встановлений у поворотних важелях-підвісках 1 і за допомогою тяг 8 з'єднаний із важелем повороту 5.

Бітер двома пружинами 9 підтягується в нижнє положення, яке обмежується упорами, встановленими на бокових стінках кожуха подрібнювача і приводиться в дію ланцюговою передачею від проміжного вала приводу конвеєрів через блок зірочок 11 і зірочку 6.

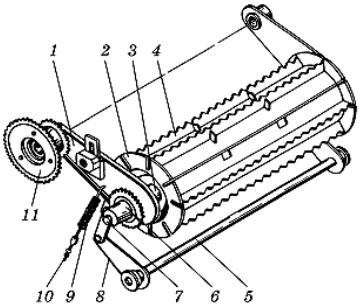



**Рис. 7.4. Приймальний бітер:**
1 – важіль-підвіска; 2 – диск; 3 – втулка; 4 – ребро; 5 – важіль повороту; 6 – зірочка; 7 – вал; 8 – тяга; 9 – пружина; 10 – гвинт; 11 – блок зірочок

Очисний апарат (рис. 7.5а) складається з восьми пар металевих 3 і гумових 4 очисних вальців діаметром 71мм, розміщених під кутом12°до горизонту, які обертаються з частотою 304 хв$^{-1}$. Верхній валець закріплений на рухомій опорі і притискується до нижнього дією пружини 8. Кінці вальців закриті щитками 1. Над верхніми вальцями встановлені подільники 2, які закріплені одним кінцем до щитків, а іншим – до кронштейна скатного лотка. Притискний пристрій (рис. 7.5, б) роторно-лопатевого типу призначений для притискання качанів, покращення розподілу і переміщення качанів на робочій поверхні очисника.

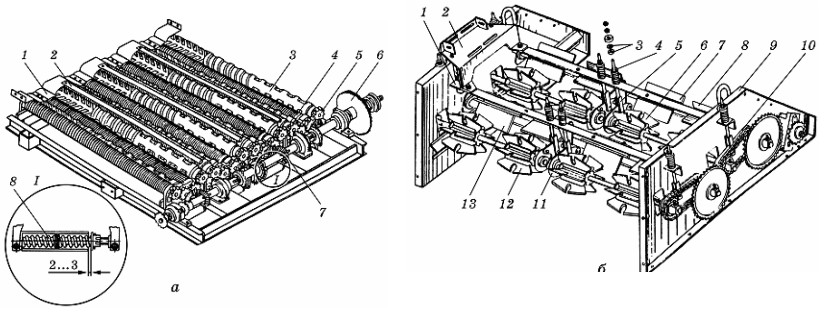



**Рис. 7.5. Очисний апарат і притискний пристрій:**
а – очисний апарат: 1 – щиток; 2 – подільник; 3 – металевий валець; 4 – гумовий валець; 5 – циліндрична шестерня; 6 – приводна зірочка із запобіжною муфтою; 7 – конічна шестерня; 8 – пружина; б – притискний пристрій: 1 – опора; 2 – майданчик проміжного вала; 3 – регулювальні шайби; 4 – пружина; 5 – тяга; 6 – перший ряд притискних барабанів; 7 – приймальний бітер; 8 – опора; 9 – боковина; 10 і 11 – важелі; 12 – другий ряд притискних барабанів; 13 – обмежувальний бітер

**Технологічні регулювання**. Ефективність протягування стебел залежить від величини зазору між стеблопротягувальними вальцями, який регулюють гвинтовим механізмом візуально, переміщуючи при цьому передню опору вальця.

Якість відривання качанів залежить від ширини робочої щілини між відривними пластинами, яку регулюють переміщенням пластин овальними отворами. У задній частині пластин зазор має бути на 3...6 мм менший, ніж діаметр качана, а в передній — на 3 мм менший, ніж у задній. Це регулювання виконують після встановлення потрібного зазору між стеблопротягувальними вальцями.

Ефективність транспортування відірваних від стебел качанів змінюється довжиною пружини (118...120 мм) натяжної зірочки подавального ланцюга, яку регулюють натяжним пристроєм.

Для нормальної роботи подавальних ланцюгів установлюють зазор 1...4 мм між напрямними полозками і подавальними ланцюгами, який регулюють шайбами під болтами кріплення кронштейнів.

Для того щоб не намотувалася рослинна маса на стеблопротягувальні вальці встановлюють зазор 1,5...2,0 мм між чистиком і найвищим рифом вальця. Зазор регулюють переміщенням чистика.

Висота зрізу стебел залежить від положення різального апарата за висотою, яке змінюють механізмом піднімання робочих органів.

Якість зрізування стебел залежить від зазору 4...5 мм між ножами і протирізальними пластинами різального апарата, який регулюють переміщенням протирізальних пластин.

Величину ущільнення листостеблової маси, що подається в подрібнювальний апарат, установлюють довжиною пружини 195...205 мм приймального бітера, яку регулюють тягами.

Якість роботи подрібнювального апарата залежить від зазору між кромками ножів і кожухом подрібнювача, який має бути 3...7 мм, і зазору між ножами і протирізальними пластинами (3...4 мм), які регулюють відповідно прокладками під корпусами підшипників і переміщенням самих корпусів.

Активність вальців стебловловлювача регулюють зміщенням вальців у напрямку їх обертання.

Рівномірність розподілу качанів за шириною очисних вальців регулюють зміною положення поздовжнього і поперечного щитків.

Ефективність захоплення і зривання обгорток з качанів залежить від зазору 2...3 мм між обмежувальними втулками і упорними шайбами натискних пружин качаноочисних вальців, який регулюють регулювальною гайкою.

Щоб не намотувалися рослинні рештки на качаноочисні вальці, встановлюють зазор не більше ніж 2,5 мм між щитками і вальцями, підкладанням шайб під щитки та їх рихтуванням.

Ефективність роботи притискних барабанів залежить від висоти розміщення його зовнішніх кромок над качаноочисними вальцями (5...10 мм нижче від зовнішньої поверхні середнього за розмірами качана) і сили притискання качанів до вальців. Ці параметри регулюють відповідно гайками тяг і зміною кількості шайб.

Комбайн самохідний кукурудзозбиральний КСКУ-6 «Херсонець-200». Шестирядний комбайн КСКУ-6 призначений для збирання кукурудзи на зерно (посіяної з міжряддям 70 см) з очищенням і завантаженням качанів у причіп або з обмолотом і відділенням зерна.

**Загальна будова і процес роботи.** Комбайн КСКУ-6 (рис. 7.6) має шасі з дизельним двигуном і шестирусловою жаткою. На шасі змонтовані подрібнювач, два очисники качанів, конвеєри і автоматична зчіпка для приєднання причепа.

Комбайн обладнаний гідроприводами ходових коліс, рульового керування, керування робочими органами (піднімання і опускання жатки, конвеєрів) і лебідкою підтягування причепа.

Основною відмінністю є те, що на комбайні КСКУ-6 передбачена можливість заміни очисника качанів молотаркою (рис. 7.6а), що дає змогу збирати кукурудзу з обмолотом качанів. Відрізняється також живильний апарат, який має чотири бітери і немає шнека обгорток качанів.

Система автоматичного водіння по рядках забезпечує рух комбайна по рядках без участі комбайнера. Вона складається з: двох копіювальних пристроїв, на яких розміщено по одному індукційному датчику кута повороту; індукційного датчика зворотного зв'язку; електронного блока; двох електрогідророзподільників (один – для керування автоматичним спрямуванням комбайна по рядках, другий – для відімкнення ручного керування у разі автоматичного водіння). Система сигналізації контролює зупинку або зменшення швидкості обертання різального апарата, шнека стебел, подрібнювача, горизонтального конвеєра і качаноочисника. У разі порушення режиму роботи цих органів на пульті керування з'являються світлові та звукові сигнали.

Процес збирання кукурудзи на зерно комбайном КСКУ-6 без обмолочування качанів аналогічний процесу роботи кукурудзозбирального комбайна ККП-3. Відмінність полягає в тому, що обгортки качанів конвеєром обгорток вивантажуються на поверхню поля. Очищені качани очисними вальцями обох качаноочисних апаратів потрапляють на горизонтальний конвеєр 13. Сюди ж потрапляє і вибите з качанів зерно, яке переміщується нижніми стрічками конвеєрів обгорток качанів. Потім качани і частково вибите зерно потрапляють на горизонтальний 13 і вивантажувальний 14 конвеєри, а звідти – у причіп 15.

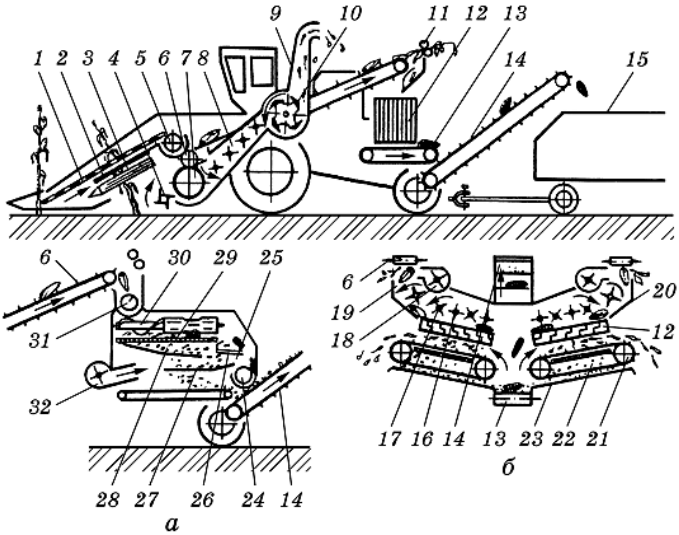



**Рис. 7.6. Функціональна схема кукурудзозбирального комбайна КСКУ-6 «Херсонець-200»:**
а – з обмолочуванням качанів; б – без обмолочування качанів; 1 – подавальний ланцюг; 2 – качановідривна пластина; 3 – стеблопротягувальні вальці; 4 – роторний різальний апарат; 5, 7, 24, 30 і 31 – шнеки; 6, 13 і 14 – конвеєри; 8 – бітер; 9 – пневмотранспортувальний канал; 10 – подрібнювальний барабан; 11 – стебловловлювальні вальці; 12 – качаноочисний пристрій; 15 – тракторний причіп; 16 – притискний барабан; 17 – притискний бітер; 18 і 32 – вентилятори; 19 – розподільний бітер; 20 і 25 – скатні дошки; 21 – конвеєр обгорток; 22, 26, 27 і 28 – решета; 23 – днище; 29 – дека

Під час збирання кукурудзи на зерно з обмолочуванням качанів відокремлення качанів від стебел, їх транспортування, вловлювання стебел з відокремленням частково залишених качанів, а також зрізування, подрібнення і вивантаження подрібненої маси відбуваються аналогічно. Далі шнеками 31 з правим і лівим навиваннями качани зводяться до центра машини і подаються в приймальні вікна молотильних апаратів.

**Технологічні регулювання**. Нейтральне положення копіювальних пристроїв системи автоматичного керування встановлюють регулювальними гайками тросиків датчика кута повороту так, щоб мітка на диску збігалася з міткою на нижній кришці датчика у разі розміщення напрямних коліс паралельно поздовжній осі комбайна, а

мітка на кришці датчика зворотного зв'язку збігалася з міткою на тязі, що з'єднує ротор з поворотними кулачками напрямних коліс.

Висоту зрізу 100 мм установлюють гідроприводом піднімання жатної частини комбайна.

Ефективне переміщення стебел кукурудзи живильними бітерами забезпечується, якщо зазор становить 20...30 мм між кромками лопатей другого і третього бітерів і днищем похилої камери, а за високої урожайності – 30...45 мм, який регулюють.

Довжину подрібнених стебел регулюють заміною зірочки (36 зубів на 50) на валу другого бітера живильного апарата.

Решта регулювань подібні до регулювань кукурудзозбиральних комбайна ККП-3.

## 7.4. Пристрої до зернозбиральних комбайнів вітчизняного виробництва для збирання кукурудзи на зерно

Вітчизняна промисловість випускає такі пристрої для збирання кукурудзи на зерно до зернозбиральних комбайнів: ППК-4 – до комбайнів СК-5М «Нива» і «Енисей-1200»; ПЗКС-6 – до КЗС-9 «Славутич»; КМД-6 – до РСМ-10 «Дон-1500»; КМС-6 – до комбайнів «Славутич», «Дон-1500» і «CLAAS Mega-204». Технічну характеристику пристроїв наведено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

**Технічна характеристика пристроїв**

| Показник | ППК-4 | КМД-6 і ПЗКС-6 | КМС-6 |
|---|---|---|---|
| Робоча ширина захвату, м | 2,8 | 4,2 | 4,2 |
| Кількість рядків, шт. | 4 | 6 | 6 |
| Робоча швидкість, км/год | До 9 | До 10 | До 10 |
| Продуктивність, га(т) за годину часу | 1,4 (14) | 1,8 (15) | 1,8 (15) |
| Загальна маса, кг | 2900 | 4385 | 2000 |

Пристрій ППК-4 до зернозбиральних комбайнів «Нива» і «Енисей» призначений для збирання чотирьох рядків кукурудзи повної стиглості, посіяної восьмирядними сівалками з міжряддям 70 см, з обмолотом качанів у полі й одночасним подрібненням листостеблової маси та завантаженням її в транспортні засоби.

Чотирирусловий пристрій начіплюється на комбайн замість жатки. За будовою та принципом роботи (рис. 7.7) подібний до

жатки комбайна КСКУ-6. Відрізняється тим, що подрібнювач 18 листостеблової маси встановлений за шнеком стебел 20, а за шнеком качанів 5 є похила камера 6 з розміщеними в ній бітерами 8.

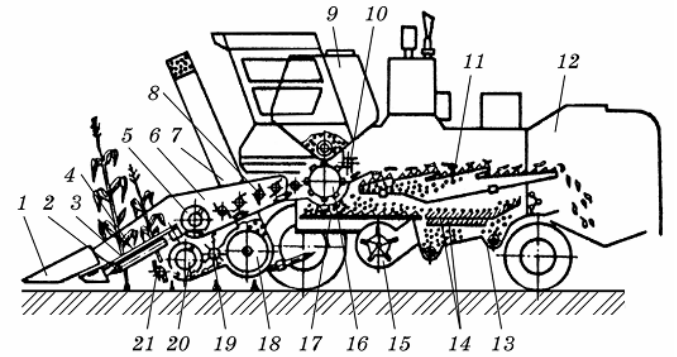



**Рис. 7.7. Функціональна схема роботи пристрою ППК-4 в агрегаті з комбайном СК-5 «Нива»:**
1 – мис; 2 – протягувальні вальці; 3 – відривні пластини; 4 – подавальні ланцюги; 5 – шнек качанів; 6 – похила камера; 7 – труба подрібнювача; 8 – бітер; 9 – бункер; 10 – відбійний бітер; 11 – соломотряс; 12 – копнувач; 13 – колосовий шнек; 14 – решета; 15 – вентилятор; 16 – молотильний барабан; 17 – дека; 18 – подрібнювач; 19 – приймальний бітер; 20 – шнек стебел; 21 – роторний різальний аппарат

Молотильний апарат зернозбирального комбайна обладнують таким чином: перекривають щитками (додаються в комплекті) простір між билами барабана, не порушуючи його балансування; замість решітки підбарабання встановлюють суцільний щиток; міняють місцями шківи варіатора приводу молотильного барабана.

**Технологічний процес роботи**. Пристрій ППК-4 в агрегаті з зернозбиральним комбайном СК-5 «Нива» працює так (див. рис. 7.7).

Відокремлення качанів і зрізування стебел відбуваються аналогічно, як і жатною частиною кукурудзозбиральних комбайнів. Зрізані стебла приймальним бітером 19 спрямовуються в подрібнювач 18, де подрібнюються і вивантажуються в транспортний засіб. Качани шнеком 5 і бітерами 8 похилої камери 6 подаються в переобладнаний молотильний апарат (рис. 7.8), одночасно розподіляються за шириною і обмолочуються. Зерновий ворох, як і під час збирання зернових, надходить на очисник; очищене зерно потрапляє в бункер 9 (див. рис. 7.7), з якого вивантажується в транспо-

ртні засоби. Для вивантаження зерна потрібно комбайном виїхати із загінки, оскільки в загінці він рухається лівим боком (а вивантажувальний шнек зерна комбайна зліва) до стеблостою.

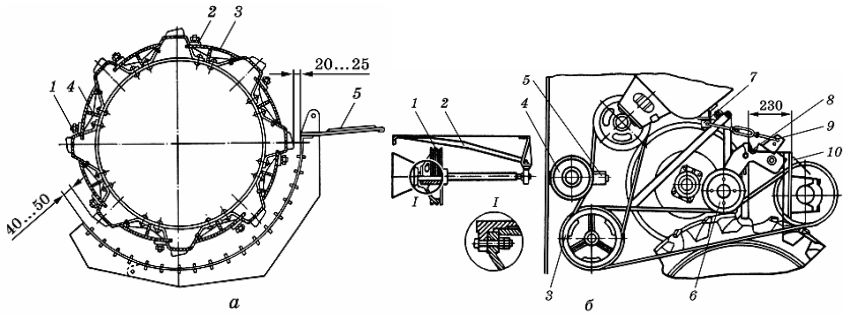



**Рис. 7.8. Переобладнання комбайна СК-5 «Нива» для збирання кукурудзи з обмолотом качанів:**
а – молотильний апарат: 1 – болт; 2 – упори; 3 і 5 – щитки; 4 – обмежувач; б – привід жатки: 1 – шків; 2 – підкіс; 3 – восьмирусловий шків; 4 – натяжний ролик; 5 – кронштейн; 6 – натяжний пристрій; 7 і 8 – кутники; 9 – стяжка натяжного пристрою; 10 – косинка

Пристрій ППК-4 регулюється так само, як жатна частина і подрібнювач кукурудзозбиральних комбайнів. Крім того, регулюють робочі органи зернозбирального комбайна. Якість обмолоту залежить від частоти обертання молотильного барабана (450...550 хв$^{-1}$), яку регулюють варіатором, і від зазору між барабаном і підбарабанням (на вході – 40...45 мм, на виході – 20...25 мм), який регулюють переміщенням підбарабання.

Жатки ПЗКС-6 до зернозбиральних комбайнів «Славутич» і КМД-6 до зернозбиральних комбайнів «Дон-1500» збирають весь біологічний урожай стиглої кукурудзи з обмолотом качанів, подрібненням листостеблової маси і завантаженням її в транспортні засоби. Їх можна використовувати як прокосчики під час підготовки полів для збирання. За будовою і технологічною схемою жатки ПЗКС-6 і КМД-6 подібні до ППК-4. Відрізняються конструкцією механізму приводу і робочою шириною захвату. Труба вивантаження подрібненої листостеблової маси виведена, на відміну від ППК-4, вліво, що дає змогу вивантажувати зерно з бункера, не виїжджаючи із загінки.

Жатка КМС-6 до зернозбиральних комбайнів «Дон-1500», «Славутич» і «CLAAS Mega-204» в агрегаті з комбайном збирає ку-

курудзу з обмолотом качанів, а листостеблову масу подрібнює і розкидає на полі.

### 7.5. Пристрої до зернозбиральних комбайнів зарубіжного виробництва для збирання кукурудзи на зерно

Для збирання кукурудзи на зерно зернозбиральними комбайнами фірма Geringoff (Німеччина) випускає жатки з одночасним подрібненням стебел, які представлені шести-, восьми- і дванадцятирядними жорсткими жатками і жатками, що складаються: RD600, RD800B, RD1270B, RD1270FB, PCA 670, PCA870B, PCA1270B, PCA1270FB, MS670, MS870, MS1270B, MS1270FB.

а

б в г

**Рис. 7.9. Кукурудзяна жатка RD800B (а) та подрібнювачі стебел: Mais Star (б), Rota Disc (в) і PCA (г)**

Mais Star (рис. 7.9б) – система із стеблепротягувальними вальцями і заднім розташуванням подрібнювального роторного ножа. Rota Disc (рис. 7.9в) – система з двома подавальними і переминальними вальцями та вал з дисковими ножами. PCA (рис. 7.9г) – система з інтегрованим подрібнювачем (валець з ножами та протирізальна пластина).

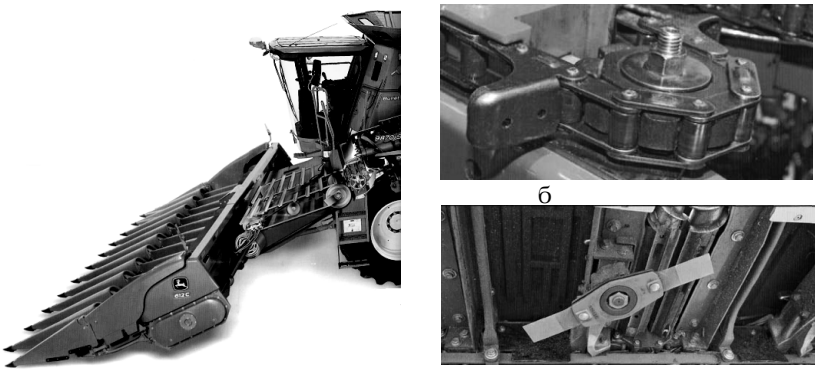
Компанія Fantini (Італія) поставляє на ринок України жатки до зернозбиральних комбайнів для збирання кукурудзи на зерно: Fantini LO2 та Fantini LH2 (складувані) (рис. 7.10) – шести-, восьми- і дванадцятирядні з міжряддям 560, 700 і 760 мм.

**Рис. 7.10. Жатка до зернозбиральних комбайнів Fantini LH2 для збирання кукурудзи на зерно з восьми рядків**

Фірма Capello (Італія) представляє на ринку України ряд кукурудзозбиральних жаток Quasar F4 – чотирирядна, F5 – п'ятирядна, F6 – шестирядна, F8 – восьмирядна, F12 – дванадцятирядна (рис. 7.11) фіксованої конструкції і кукурудзозбиральних жаток Quasar R5 – п'ятирядна, R6 – шестирядна, R8 – восьмирядна, R9 – дев'ятирядна, R10 – десятирядна, R12 – дванадцятирядна складуваної конструкції.

**Рис. 7.11. Кукурудзозбиральна жатка фірми Capello Quasar F12**

Фірма Джон Дір поставляє на ринок України шести-, восьми- і дванадцятирядні жатки для збирання кукурудзи на зерно 612C (рис. 7.12), що працюють із зернозбиральними комбайнами 9570 STS, 9670 STS, 9770 STS, 9870 STS, які обладнані п'ятишвидкісним приводом транспортера похилої камери.



а б в

**Рис. 7.12. Дванадцятирядна жатка 612С фірми Джон Дір (а) для збирання кукурудзи на зерно, подавальні ланцюги русел (б), стеблепротягувальні вальці та двоножовий ротор (в)**

## 7.6. Качаноочисники

Очисники качанів кукурудзи призначені для їх очищення від обгорток. Їх поділяють на пересувні та стаціонарні. Очисник качанів кукурудзи ОП-15 випускається в двох варіантах.

Очисник качанів ОП-15П. Пересувний качаноочисник можна використовувати як навантажувач качанів кукурудзи, а у разі заміни підбирача – для навантаження зерна з бурта в транспортні засоби. Агрегатується з тракторами тягового класу 1,4; робоча швидкість 0,3...0,6 км/год; продуктивність 10...12 т качанів за годину.

Очисник качанів ОП-15П (рис. 7.13) складається з підбирача 1, який жорстко закріплений на каркасі завантажувального конвеєра 2, бункера-нагромаджувача качанів 3, качаноочисного апарата 4 з притискним пристроєм 6, конвеєра обгорток 5, ексгаустера 12 вивантаження обгорток, проміжного 8 і вивантажувального 9 конвеєрів очищених качанів.

Підбирач вилчастого типу має робочі органи – вила, які здійснюють коливальний рух через кривошипно-шатунний механізм. Бункер-нагромаджувач, ліва частина якого розкладається і закриває очисний апарат. Дно виконано у вигляді скребкового конвеєра з регульованою скатною дошкою подавання качанів на очисний апарат.

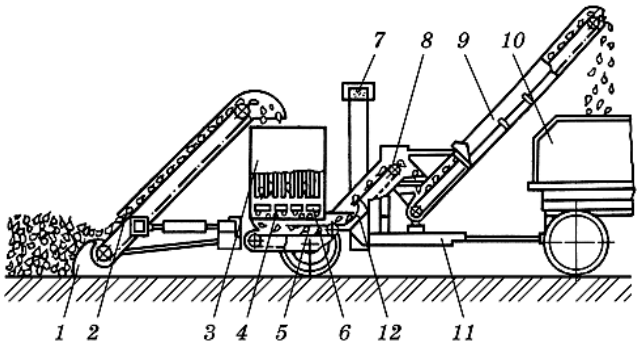



**Рис. 7.13. Функціональна схема качаноочисника ОП-15П:**
1 – підбирач; 2 – завантажувальний конвеєр; 3 – нагромаджувач качанів; 4 – качаноочисний апарат; 5 – конвеєр обгорток; 6 – притискний пристрій; 7 – трубопровід; 8 – конвеєр; 9 – вивантажувальний конвеєр; 10 – причіп; 11 – рама; 12 – ексгаустер

Під час переміщення машини підбирач 1 захоплює качани із буртів і подає на завантажувальний конвеєр 2, який скидає їх у бункер-нагромаджувач 3, звідки скребковим конвеєром вони подаються на качаноочисний апарат 4. Після очищення качани проміжним конвеєром 8 переміщуються на вивантажувальний 9, а звідти – у причіп 10, який приєднаний до очисника. Якщо очисник качанів працює в стаціонарному варіанті на механізованому пункті післязбиральної обробки кукурудзи, то підбирач і завантажувальний конвеєр знімають, а качани завантажують безпосередньо в бункер-нагромаджувач.

Технологічні регулювання. Регулювання качаноочисного апарата здійснюється так само, як і кукурудзозбиральних комбайнів. Крім цього:

Подавання качанів на качаноочисний апарат регулюють зміною робочої швидкості.

Розподіл качанів у причепі змінюється поворотом вивантажувального конвеєра, який здійснюється гідроциліндром.

### 7.7. Молотарки качанів кукурудзи

Для обмолоту качанів кукурудзи застосовують молотарки МКП-3, МКП-12 і МКП-У. В сільськогосподарських підприємствах широко застосовують молотарку МКП-3, а на заводах – молотарки

МКП-12 і МКП-У. Їх продуктивність залежно від вологості становить відповідно 12 і 14...30 т/год.

Молотарка МКП-3 (рис. 7.14) призначена для обмолоту сухих і очищених від обгорток качанів кукурудзи з одночасним відокремленням від зерна стрижнів та легких домішок. Продуктивність 3 т/год, потужність 7,5 кВт, маса 460 кг.

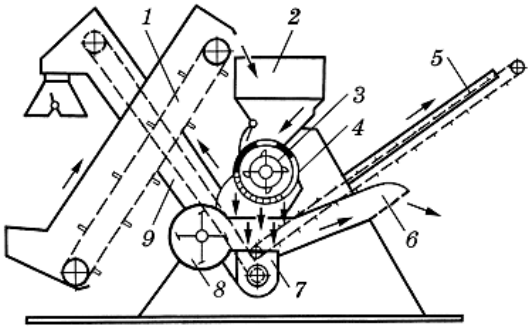



**Рис. 7.14. Функціональна схема молотарки качанів кукурудзи МКП-3:**
1 – завантажувальний конвеєр; 2 – приймальний ківш; 3 – молотильний барабан; 4 – підбарабання; 5 – конвеєр; 6 – рукав; 7 – шнек; 8 – вентилятор; 9 – конвеєр вивантаження зерна

Завантажувальний конвеєр складається з двох пасів, надітих на ведучий та ведений шківи. До пасів прикріплені дерев'яні планки. Полотно конвеєра закрите кожухом. У верхній головці кожуха змонтовано натяжний пристрій.

Молотильний апарат складається з барабана 3 і підбарабання 4. Барабан – це сталевий циліндр діаметром 190 мм, завдовжки 705 мм і частотою обертання 675 хв$^{-1}$. На його зовнішній поверхні вздовж гвинтових ліній приварені зуби, циліндр установлений всередині підбарабання, яке також має циліндричну форму. У верхній частині підбарабання є вікно для подавання качанів, а збоку – отвір для виходу стрижнів обмолочених качанів. Нижню частину підбарабання на дузі 165° виконано у вигляді решета з отворами діаметром 15 мм.

Решітний сепаратор однорешітний, його каркас прикріплений до боковин рами сталевими пружинами і здійснює коливальний рух. Решето має круглі отвори діаметром 15 мм. Конвеєр ви-

вантаження зерна – це ланцюг зі скребками, розміщений в кожусі, у верхній частині якого змонтовані тримачі мішків.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які способи збирання кукурудзи на зерно і агротехнічні вимоги до машин?
2. Які машини застосовують для збирання кукурудзи на зерно та післязбиральної обробки качанів?
3. З яких основних вузлів і механізмів складається кукурудзозбиральний комбайн ККП-3?
4. Основні технологічні регулювання кукурудзозбирального комбайна ККП-3.
5. Відмінності в будові, процесі роботи і технологічних регулюваннях кукурудзозбиральних комбайнів ККП-3 і КСКУ-6.
6. Які пристрої до зернозбиральних комбайнів застосовують для збирання кукурудзи на зерно?
7. Якими типами стеблеподрібнювальних апаратів обладнані кукурудзозбиральні жатки фірми Geringoff?
8. Дайте характеристику кукурудзозбиральних жаток виробництва Fantini.
9. Дайте характеристику кукурудзозбиральних жаток Quasar виробництва фірми Capello.
10. Будова і процес роботи качаноочисника і молотарки качанів кукурудзи.
11. Назвіть основні елементи стаціонарного механізованого пункту ПМУ-15 і поясність технологічний процес його роботи.

# РОЗДІЛ VIII
# МАШИНИ, АГРЕГАТИ ТА КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА І ЗБЕРІГАННЯ УРОЖАЮ

## 8.1. Зерноочисні та сортувальні машини

### 8.1.1. Очищення та сортування зерна. Агротехнічні вимоги

Післязбиральна обробка зерна за рахунок таких операцій, як очищення, сортування і калібрування, спрямована на отримання фуражного, продовольчого зерна та насіннєвого матеріалу. Кожна з цих операцій передбачає розв'язання певних завдань.

В результаті післязбиральної обробки зерно доводять до кондицій, установлених на продовольчий, фуражний і насіннєвий матеріал. Продовольче зерно поділяють на дві групи кондицій – базисну і небазисну. Базисні кондиції встановлені для кожної культури. Наприклад, для ярої пшениці базисної кондиції встановлені такі показники якості: чистота не нижче ніж 97%, домішок не більш як 1% і зернових (у тому числі дроблених зерен) не більше ніж 2%, вологість зерна – 14...16%. Для зерна небазисної кондиції також встановлене обмеження за кількістю домішок – бур'янів (не більше ніж 5%) і зернових (не більш як 10%). Вартість такого зерна нижча.

Насіння зернових та зернобобових культур має відповідати трьом класам: I клас – містить 99% насіння основної культури за схожості 90% і не більше ніж 10 шт./кг насіння інших культур, у тому числі 5 шт./кг насіння бур'янів; II клас – 98,5% основної культури за схожості 90...95% і не більш як 100 шт./кг насіння інших культур, у тому числі бур'янів 75 шт./кг; III клас – відповідно 98 та 85...90% і насіння інших культур відповідно – 300 і 200 шт/кг.

### 8.1.2. Способи очищення і сортування зерна. Класифікація машин

Застосовують певні способи очищення і сортування зерна, зокрема розподіл насіння: повітряним потоком; за розмірами на решетах; за розмірами на трієрах; за щільністю і питомою вагою; за властивостями його поверхні; за електричними властивостями.

Розподіл насіння повітряним потоком ґрунтується на відмінностях аеродинамічних властивостей насіння і домішок (парусності, маси, розмірів, стану, форми тощо). Основним показником аеродинамічних властивостей є критична швидкість, за якої частинка перебуває у зваженому стані, тобто зависає у повітрі. Важливим показником аеродинамічних властивостей є коефіцієнт парусності, який характеризує властивість частинки здійснювати опір повітряному потоку.

Розподіл насіння за розмірами на решетах. Будь-яке об'ємне тіло має три розміри: товщину, ширину (поперечний переріз) і довжину (рис. 8.1а). За товщиною і шириною ворох розділяють на плоских і циліндричних решетах. Плоскі решета можуть мати прямокутні (рис. 8.1б), круглі (рис. 8.1в) і трикутні (рис. 8.1г) отвори. Решета є з отворами, пробитими в металевому листі, а також сітчасті – плетені (рис. 8.1д) і ткані (рис. 8.1е).

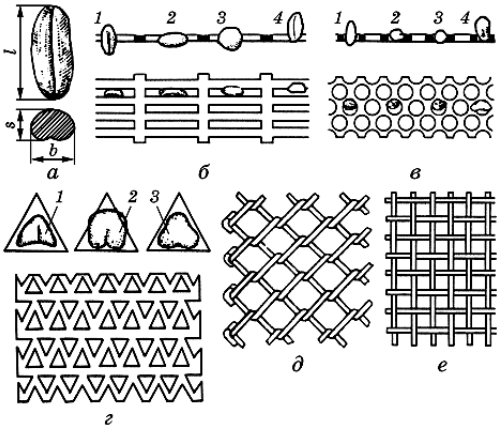



**Рис. 8.2. Розподіл насіння на решетах за поперечним перерізом:**
а – основні розміри зернини; б і в – розподіл зерна за товщиною і шириною на решетах з прямокутними і круглими отворами: 1, 2 і 3 – зернина проходить крізь отвір; 4 – зернина не проходить крізь отвір; г – розподіл зерна за товщиною і шириною на решетах з трикутними отворами: 1 і 3 – зернина проходить крізь отвір; 2 – зернина не проходить крізь отвір; д і е – плетені і ткані решета

За шириною зерно розділяють на решетах з круглими отворами, а за товщиною – з прямокутними. Решета з прямокутними отворами мають більшу пропускну здатність, а з круглими – краще відокремлюють довгі та короткі домішки. Решета стандартизовані

й мають номери. Залежно від призначення решета поділяють на колосові, сортувальні та підсівні.

Розподіл насіння за довжиною здійснюють у трієрних циліндрах (рис. 8.2а). Їх внутрішня поверхня має карманоподібні комірки (рис. 8.2б), виготовлені штампуванням або фрезеруванням, діаметри яких більші або менші від довжини очищуваного насіння. Передбачено 22 розміри комірок діаметром 1,6...12,5 мм, що дає змогу очищати насіння зернових і зернобобових культур, льону, трав, а також калібрувати насіння кукурудзи.

Трієрні циліндри поділяють на кукільні та вівсюжні. Вони, зазвичай, працюють у парі.

Усередині циліндра є лоток 2 зі шнеком 1, а сам трієр встановлюється з нахилом 1...2,5° до горизонту. Циліндр і шнек обертаються з однаковою частотою. Зерно для сортування подається в циліндр. Під час обертання циліндра короткі зерна западають у комірки глибше, ніж довгі, тому спочатку з комірок випадають довгі зерна, які переміщуються вздовж циліндра на вихід, а потім короткі, які потрапляють у лоток і по ньому переміщуються шнеком.

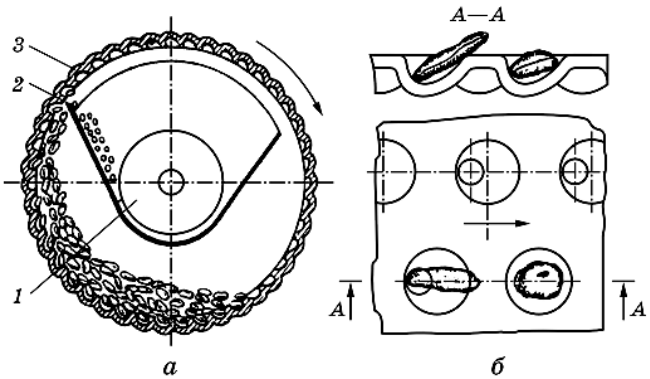



**Рис. 8.2. Розподіл насіння на трієрах за довжиною:**
а – схема трієра: 1 – шнек; 2 – лоток; 3 – трієрний циліндр; б – розгортка трієрного циліндра

Розподіл насіння за щільністю і питомою вагою застосовують для отримання найбільш повноцінного насіння. Виконують його сухим і мокрим способами.

Сухий спосіб може бути реалізований голчастим барабаном і пневматичним сортувальним столом, а мокрий — у воді або в розчинах різної концентрації (застосовують рідко через його складність і громіздкість).

Голчастий барабан (рис. 8.3а) виділяє із насіння гороху пошкоджені зерна, які мають меншу щільність. На внутрішній поверхні барабана 2 у шаховому порядку жорстко закріплені голки. Барабан обертається, наколює на голки пошкодженні зерна і піднімає їх. Зверху розміщена металева щітка 1, яка знімає з голок ці зерна, скидає їх у лоток, звідки вони шнеком виводяться назовні.

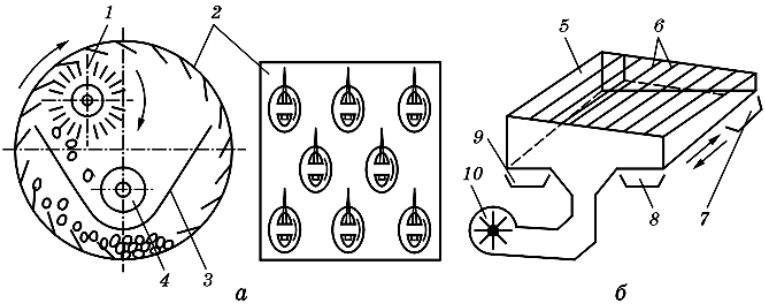



**Рис. 8.3. Розподіл насіння за щільністю і питомою вагою:**
а – голчастий барабан; б – пневматичний сортувальний стіл; 1 – щітка; 2 – барабан; 3 – лоток; 4 – шнек; 5 – дека; 6 – рифи деки; 7, 8 і 9 – лотоки для насіння легкої, середньої і великої питомої ваги; 10 – вентилятор

Пневматичний сортувальний стіл (рис. 8.3, б) відокремлює насіння з найбільш повною фізіологічною зрілістю за рахунок стану поверхні, розміщення (поздовжнього і поперечного кута нахилу) та коливань сітчастої деки і повітряного потоку, створеного вентилятором 10 і спрямованого під неї. Шар зернового матеріалу, який надійшов на деку, продувається повітряним потоком і перебуває на ній у зваженому «киплячому» стані. Відбувається вертикальне розшарування матеріалу, легка фракція піднімається вище, а важка знаходиться на сітчастій поверхні деки. Зворотно-коливальний рух сітчастої похилої поверхні деки зумовлює розподіл зернового матеріалу по поверхні стола і він сходить з неї за фракціями.

Здатність розподілу зернин характеризується коефіцієнтами тертя кочення (для кулеподібних) і тертя ковзання (для плоских). Оскільки коефіцієнт тертя кочення менший від коефіцієнта тертя ковзання, розподіл у першому випадку ефективніший за формою, ніж за станом, а в другому – навпаки. Для розподілу зерна застосовують фрикційні сепаратори (рис. 8.4): одно- і багатоярусні гірки з поздовжнім рухом конвеєра (рис. 8.4а,б), з поперечним рухом (рис. 8.4в); лопатеві та гвинтові (рис. 8.4г,ж); фрикційні трієри, електромагнітні та магнітні барабани (рис. 8.4д,е,є).

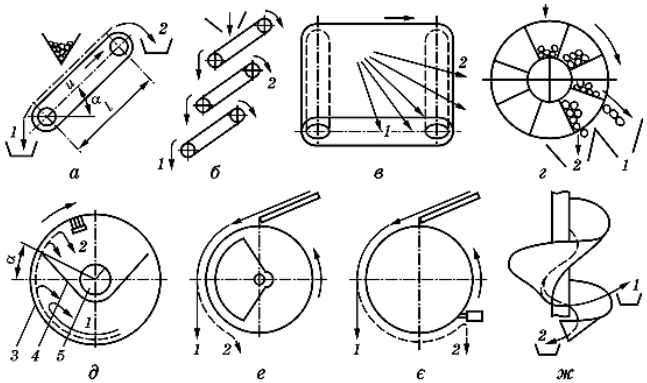



**Рис. 8.4. Розподіл зерна за властивостями його поверхні та форми:** а – похилий поздовжній конвеєр (гірка); б – ярусні гірки; в – похилий поперечний конвеєр; г – лопатевий барабан; д – фрикційний трієр; е – електромагнітний барабан; є – електричний барабан; ж – гвинтовий сепаратор (змійка): 1 – кругле гладеньке зерно; 2 – плоске шорстке зерно; 3 – фрикційний циліндр; 4 – лоток; 5 – шнек

Гладеньке зерно 1 з округлою формою швидше скочується з конвеєрів, лопатей і гвинтових поверхонь гірок униз і потрапляє в один лоток, а більш плоске шорстке 2 переміщується конвеєром або скочується повільніше і потрапляє в інший лоток.

Поверхня фрикційного циліндра 3 під час обертання піднімає вище більш плоскі шорсткі частинки і щіткою скидає в лоток 4, звідки шнеком 5 виносить назовні, а округлі гладенькі – скочуються вниз раніше і йдуть сходом з циліндра.

Використовується також здатність насіння обволікатися металевим порошком (рис. 8.4е,є). До гладенького насіння порошок не прилипає. Якщо насіння, змішане з металевим порошком, подати на циліндр, що обертається і частина його (рис. 8.4е) або весь (рис. 8.4є) перебуває під дією магнітного поля, то насіння, до якого прилип металевий порошок, утримуватиметься на більшій дузі, ніж гладеньке. Насіння, на якому немає металевого порошку, скотиться з циліндра швидше. Насіння з металевим порошком зійде з барабана тоді, коли вийде із зони дії електромагнітного поля (рис. 8.4е) або буде видалене з магнітного барабана щіткою (рис. 8.4є). Так очищають насіння буряків, льону, трав (конюшини, люцерни) та інших культур від насіння бур'янів (берізки, плевели, подорожника тощо).

Розподіл насіння за електричними властивостями (рис. 8.5) ґрунтується на різниці електропровідності, діелектричної проникності та інших властивостях. Застосовують електростатичний, коронний і діелектричний методи розподілу.

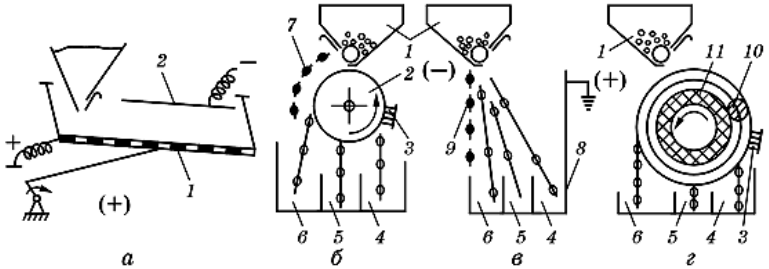



**Рис. 8.5. Розподіл насіння за електричними властивостями:**
а – решітна: 1 – решето; 2 – металевий щит; б, в і г – в електростатичному полі, в полі коронного розряду і за діелектричною проникністю: 1 – бункер; 2 – барабан; 3 – щітка; 4, 5 і 6 – лотки; 7 – негативно заряджений електрод; 8 – коронувальний електрод; 9 – перфорований електрод; 10 – біфілярна обмотка; 11 – ізолятор

Розподіл електростатичним методом полягає в тому, що напруга (30...70 кВ) подається на решето 1 (рис. 8.5а) або барабан 2 (рис. 8.5б), які приводяться відповідно в коливальний і обертальний рухи. Матеріал, який контактує з їх поверхнею, заряджається залежно від його електропровідності й на нього діє електростатичне поле. Заряджені частинки з більшою електропровідністю потрапляють у лоток 6, а з меншою – в лоток 5. Частинки, які прилипли до барабана, очищаються щіткою 3.

Розподіл в полі коронного розряду (рис. 8.5в) відбувається таким чином. На електроди подається висока напруга (30...70 кВ) і між ними виникає електричний розряд, що іонізує повітря. Частинки, які подаються в це іонізоване середовище, отримують різний заряд і відхиляються на різний кут. Частинки з більшою електропровідністю потрапляють у лоток 5, а з меншою – у лоток 6.

Розподіл діелектричним методом (рис. 8.5г) здійснюють барабаном, що обертається. Він складається з ізолятора 11, на який одним шаром перпендикулярно до осі його обертання намотано два ізольованих провідники з почерговою полярністю. Між ними за напруги в 3 – 7 разів меншої, ніж за попереднього методу, створюється електричне поле. Це поле поляризує частинки, які притягуються до барабана з різною силою залежно від їх діелектричної

проникності. Якщо вона менша, то частинка відривається раніше і потрапляє в лоток 6, а більша – відривається пізніше і потрапляє в лотки 4 і 5.

**Класифікація машин для очищення та сортування зерна**

Зерноочисні та сортувальні машини поділяють за призначенням, конструкцією, принципом роботи і способом пересування.

За **призначенням** машини є загального і спеціального призначення.

**Машини загального призначення** – це машини первинної обробки зерна, яке надходить від комбайнів і молотарок для одержання продовольчого зерна, і машини вторинної обробки для очищення і сортування продовольчого зерна та насіннєвого матеріалу.

**Машини спеціального призначення** – це машини для очищення від важковідокремлюваних домішок, насіння карантинних бур'янів та сортування зерна (пневматичні сортувальні столи, електромагнітні машини, бурякові гірки, змійки тощо).

За **конструкцією** машини поділяють на прості та складні.

За **принципом роботи** розрізняють повітроочисні, повітряно-решітні, повітряно-решітно-трієрні та трієрні машини.

**Повітроочисні** – прості машини, які виконують тільки повітряну обробку зернового вороху, зокрема пневмоколонки, що здійснюють первинне очищення зерна.

**Повітряно-решітні машини** призначені для попереднього очищення і часткового сортування зерна після обмолоту комбайнами і молотарками. Складаються вони з повітряної і решітної систем очищення.

**Повітряно-решітно-трієрні машини** застосовують для вторинної обробки насіння зернових, зернобобових, технічних та інших культур, які використовуються для сівби і на продовольчі цілі. У технологічному процесі поєднані всі три види – повітряна, решітна і трієрна. Ці машини називають складними, або комбінованими.

**Трієрні машини** здійснюють очищення і сортування насіння після вторинної обробки. Використовуються як окремі блоки.

За **способом пересування** є пересувні та стаціонарні машини.

### 8.1.3. Повітроочисні машини

Пневматична зерноочисна колонка ОПС-2 призначена для очищення зернових, зернобобових, круп'яних та інших культур від домішок, що відрізняються аеродинамічними властивостями. Продуктивність 2...4 т/год, потужність приводу 4,5 кВт, маса 266 кг.

Колонка ОПС-2 складається з відцентрового вентилятора, робочого повітряного каналу перерізом 325 × 325 мм, осаджувальної камери, приймального бункера і рами на чотирьох роликах. У каналі під кутом 30° встановлена рамка з дротяною тканою сіткою. До комплекту додається три сітки з різними розмірами отворів: 0,8 × 0,8 мм для дрібнонасінних культур; 2,0 × 2,0 мм для зернових і 3,2 × 3,2 мм для зернобобових. Над робочим каналом є осаджувальна камера з розсіювачем повітря. У нижній частині розміщується патрубок для виведення легкої фракції, а у верхній – труба з фільтром для відведення пилу і легких домішок.

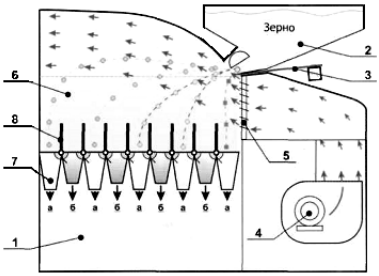
Технологічний процес роботи може відбуватися за прямим або зворотним циклом. У разі прямого циклу зерновий матеріал із приймального бункера через вхідне вікно надходить на похилу сітку робочого каналу, якою скочується. Повітряний потік, створений вентилятором, спрямовується під сітку, піднімає легку фракцію, що має меншу критичну швидкість (легке насіння бур'янів, легке і щупле насіння основної культури та інші легкі домішки), переміщує її в осаджувальну камеру, а з неї через випускний патрубок – у мішок.

Технологічні регулювання. Продуктивність машини визначається подаванням зернового матеріалу на сітку. Подавання залежить від величини відкриття вхідного вікна, яку змінюють регулювальною заслінкою. Якість очищення визначається швидкістю повітряного потоку (3...16 м/с) у каналі, яка залежить від величини відкриття вхідного вікна кожуха вентилятора, що регулюється відкриттям шиберної заслінки.

Наукова виробнича фірма «Аеромех» (м. Луганськ) випускає аеродинамічні сепаратори САД-150, 100, 50, 40, 30, 20, 15, 10-01, 10, 7, 5, 4, а також аналогічні моделі з циклоном.

Сепаратор аеродинамічний САД-10-01 (рис. 8.6а) – здатний за один прохід очистити і виділити за питомою вагою в самостійні фракції нижню, середню і верхню частину колосу, качана чи корзинки насіння зернових, зернобобових, технічних, овочевих, трав'яних, баштанних, лікарських та інших культур. Така сепарація під час виробництва насіння дозволяє отримати насіння, яке має підвищені посівні якості. Принцип роботи сепаратора САД зображений на рис. 8.6б.

Технологічний процес сепаратора САД відбувається наступним чином. Розділення на фракції вихідного зернового матеріалу проходить в робочій камері за рахунок сканування кожної частинки повітряним потоком струминного генератора. Режим сканування регулюється за допомогою механізму регулювання заслінок головних вентиляторів.




а б

**Рис. 8.6. Аеродинамічний сепаратор САД-10-01 (а) і технологічна схема його роботи (б):**
1 – базовий модуль; 2 – бункер-живильник; 3 – вібролоток; 4 – головний вентилятор; 5 – струминний генератор; 6 – робоча камера; 7 – збірник фракцій зерна; 8 – поворотні шторки з фіксуючим пристроєм; а – збірник основних фракцій; б – збірник проміжних фракцій

Технічні характеристики аеродинамічних сепараторів САД представлені в таблицях 8.1 і 8.2.

Таблиця 8.1

**Технічна характеристика аеродинамічних сепараторів САД**

| Марка сепаратора | Продуктивність, т/г | | | Потужність, кВт | Габаритні розміри, мм | | | Маса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Попер. очищ. | Первин. очищ. | Калібрування | | Довжина | Ширина | Висота | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| САД-150 | 200 | 150 | 50 | 31 | 3830 | 1700 | 3835 | 2985 |
| САД-100 | 150 | 100 | 40 | 31 | 3830 | 1700 | 3835 | 2950 |
| САД-50 | 70 | 50 | 25 | 15,5 | 2750 | 1260 | 3000 | 1115 |
| САД-40 | 60 | 40 | 20 | 15,5 | 2750 | 1260 | 3000 | 1075 |
| САД-30 | 50 | 30 | 15 | 11,5 | 2750 | 1260 | 3000 | 1055 |
| САД-20 | 40 | 20 | 10 | 11,5 | 2750 | 1260 | 3000 | 1035 |
| САД-15 | 16 | 15 | 7 | 7,8 | 2300 | 857 | 2450 | 597 |
| САД-10-01* | 15 | 10 | 5 | 19 | 2850 | 1630 | 3420 | 1598 |

Закінчення табл. 8.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| САД-10 | 14 | 10 | 5 | 5,8 | 2300 | 857 | 2450 | 534 |
| САД-7 | 12 | 7 | 3,5 | 5,8 | 2300 | 857 | 2450 | 530 |
| САД-5 | 8 | 5 | 2,5 | 1,8 | 1520 | 635 | 1850 | 220 |
| САД-4 | 6 | 4 | 2 | 1,8 | 1520 | 635 | 1850 | 215 |

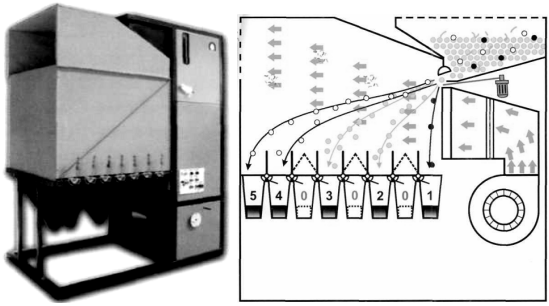
Таблиця 8.2

**Технічна характеристика аеродинамічних сепараторів САД з циклоном**

| Марка сепаратора | Продуктивність, т/г | | | Потужність, кВт | Габаритні розміри, мм | | | Маса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Поперед. очищ. | Первин. очищ. | Калібрування | | Довжина | Ширина | Висота | |
| САД-150 | 200 | 150 | 50 | 37 | 5915 | 2033 | 3832 | 4663 |
| САД-100 | 150 | 100 | 40 | 37 | 5915 | 2033 | 3832 | 4628 |
| САД-50 | 70 | 50 | 25 | 19,8 | 4550 | 1700 | 3350 | 1846 |
| САД-40 | 60 | 40 | 20 | 19,8 | 4550 | 1700 | 3350 | 1826 |
| САД-30 | 50 | 30 | 15 | 15,8 | 4550 | 1700 | 3350 | 1806 |
| САД-20 | 40 | 20 | 10 | 15,8 | 4550 | 1700 | 3350 | 1786 |
| САД-15 | 16 | 15 | 7 | 9,8 | 3855 | 1350 | 2800 | 969 |
| САД-10 | 14 | 10 | 5 | 7,8 | 3855 | 1350 | 2800 | 910 |
| САД-7 | 12 | 7 | 3,5 | 7,8 | 3855 | 1350 | 2800 | 906 |
| САД-5 | 8 | 5 | 2,5 | 2,5 | 2565 | 624 | 1850 | 328 |
| САД-4 | 6 | 4 | 2 | 2,5 | 2565 | 624 | 1850 | 323 |

Аналогічними за принципом дії є аеродинамічні сепаратори «Алмаз» (рис. 8.7а) виробництва фірми «Агротех» (м. Луганськ, Україна).

Основою машини є високочастотний струминний генератор, який живиться від вентилятора (рис. 8.7б). Струмені повітря, що створює генератор, виконують силове сканування зернового потоку, який падає з вібролотка бункера-живильника. Завдяки цьому залежно від питомої ваги зерна і стану його поверхні, відбувається розділення зернової маси на фракції.




а б

**Рис. 8.7. Аеродинамічний сепаратор «Алмаз» (а) та технологічна схема його роботи (б)**

Такий спосіб сепарації забезпечує багатократний різноспрямований підхід до кожної з частинок сепарованого матеріалу, тобто забезпечується якісна (точна) багатофракційна сепарація різних культур.

Відпрацьований повітряний потік (аспірація) виносить з собою пил і легкі домішки. У зв'язку с цим, аспірацію доцільно виконувати в осаджувальну камеру, в циклон на відсмоктування аспірації або в атмосферу.

### 8.1.4. Повітряно-решітні машини

Самопересувний очисник вороху ОВС-25 призначений для попереднього і первинного очищення від домішок зернового вороху колосових, круп'яних, зернобобових, кукурудзи, сорго і соняшнику. У разі встановлення певних пристроїв можна здійснювати попереднє очищення вороху насіння цукрового буряку і рицини. Очисник застосовують також для навантаження і перелопачування зерна. Продуктивність становить 25 т/год у разі попереднього очищення і 12 т/год –первинного; ширина захвату живильника – 4,5 м; швидкість робоча – 9,5 м/год, транспортна – 221 м/год; установлена потужність – 9,5 кВт; маса – 2000 кг.

Механізм решітного очищення складається з двох решітних станів, в які встановлено решітні рами, що кріпляться спеціальними ексцентриковими затискачами.

У рами вставлено чотири решета (рис. 8.8) Б1, Б2, В і Г (на кожний решітний стан) під кутом 8° до горизонту розміром 790×990 мм. Комплект решіт становить 30 шт. з прямокутними отворами розмірами 1,5 × 1,2 – 4,5 × 3,2 мм і 16 – з круглими діамет-

ром 3,6…10,0 мм. Так, решето Б1 – розподільне з прямокутними отворами 2,2…3,0 мм завширшки (у комплекті є 2,2; 2,4; 2,6; 2,8; 3,0 мм), Б2 і Г – сортувальні, а В – підсівне.

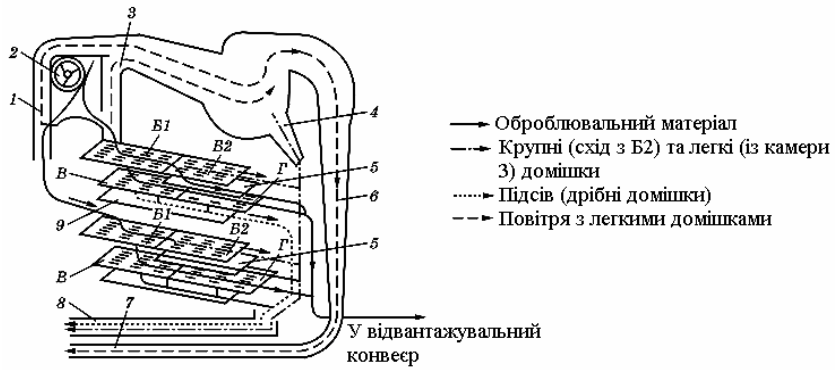



**Рис. 8.8. Функціональна схема очисника вороху ОВС-25:**
1, 3 – аспіраційні канали; 2 – шнек розподільний; 4 – осаджувальна камера; 5, 9 – скатні дошки; 6 – інерційний пиловіддільник; 7 – пневматичний конвеєр; 8 – шнек домішок; Б1, Б2, В, Г – решета

Технологічний процес роботи. Ворох скребковим конвеєром живильника, у разі переміщення машини зі швидкістю 9,5 м/год уздовж бурта вороху, і завантажувальним шнеком подається до приймальної камери. Далі розподільним шнеком 2 розподіляється за шириною камери, розподільником поділяється на дві рівні частини, які спрямовуються до двох аспіраційних каналів 1 і 3. Повітряним потоком у цих каналах із вороху виділяються легкі домішки і спрямовуються до осаджувальної камери 4, де відокремлюються великі домішки, а дрібні потрапляють в інерційний пиловіддільник 6, звідки пневматичним конвеєром 7 видуваються назовні. Зерно і важкі домішки з кожного аспіраційного каналу надходять на решета Б1 верхнього і нижнього решітних станів, які приводяться в коливальний рух. Решето Б1 поділяє матеріал на дві рівні за масою фракції: проходом – дрібніша частина зерна і дрібні домішки, сходом – крупніша частина зерен і крупні домішки, що потрапляють на решето Б2, на якому прохід складає очищене зерно, а схід – великі домішки. Прохід з решета Б1 потрапляє на решета В і Г, які мають однакові отвори, де проходом відокремлюється дрібна фракція (підсів, щупле і травмоване зерно). Схід з решета Г – очищене зерно (насіннєвий матеріал) об’єднується з проходом решета Б2 і

надходить до приймача, з якого шнеком подається до вивантажувального конвеєра. Великі домішки – з осаджувальної камери, схід з решета Б2 і дрібні домішки – прохід через решета В і Г, відводяться шнеком 8 в бурт фуражних відходів. У результаті роботи машини отримують чисте зерно, фуражні відходи і легкі домішки.

**Технологічні регулювання**. Оптимальна продуктивність машини і якість очищення залежать від подавання вороху на решета, яка визначається швидкістю її пересування (10...240 м/с) і періодичністю зупинок, які підбирають за таких умов: на початку решета Б1 на всій його ширині товщина шару вороху має становити 6...10 мм (для великонасінних культур) і 3...5 мм (для дрібнонасінних культур), а в кінці має зменшитися вдвічі; решето Б2 має бути покрите насінням основної культури на 75...80% його довжини, на решті – допускається наявність окремих зернин.

Рівномірність завантаження решітних станів залежить від положення подільника приймальної камери, яке змінюють поворотом важеля.

Якість роботи повітряного очищення (виділення пилу, полови, соломистих домішок, легких бур'янів тощо) залежить від швидкості повітряного потоку у вертикальних каналах, яку встановлюють у межах 0...14 м/с регулювальною заслінкою перехідника за умови, щоб у відходах зерна було не більше ніж 0,05%.

Якість роботи решітного очищення залежить від правильного підбору решіт залежно від очищуваної культури (табл. 8.3): решето Б1 підбирають, щоб розділити ворох на дві однакові за масою частини; решето Б2 – щоб крізь отвори пройшло все зерно, а крупні домішки залишились і зійшли сходом (розмір отвору має бути близьким до максимального розміру зерна за товщиною або шириною); решета В і Г – повинні мати отвори, менші від мінімальної товщини або ширини зерна.

Відкрите акціонерне товариство «Карлівський машинобудівний завод» (Полтавська область) виготовляє три принципово різні типи зерноочисних машин: сепаратор гравітаційний СГ-25; сепаратор повітряно-решітний стаціонарний СС-100; сепаратор барабанний комплексний КБС 1270.400.

Сепаратор гравітаційний СГ-25 призначений для попереднього очищення зернового вороху решетами і повітряним потоком від крупних, дрібних і легких домішок усіх зернових, зернобобових, соняшнику, кукурудзи і круп'яних культур, які надходять від комбайнів.

Сепаратор повітряно-решітний стаціонарний СС-100 призначений для відокремлення від зерна домішок, які відрізняються за шириною, товщиною і аеродинамічними властивостями, за допо-

могою решіт і повітряного потоку. Забезпечує попереднє, первинне і вторинне очищення.

Таблиця 8.3

**Рекомендовані змінні решета до машини ОВС-25**

| Культура | Розміри отворів решета, мм | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Б1 | Б2 | В | Г |
| Пшениця | ○4,0…6,0<br>□2,2…3,0 | ○5,0…7,0<br>□3,0…6,0 | ○2,0…2,5<br>□1,7…2,2 | ○2,5…3,0<br>□2,0…2,4 |
| Жито | ○4,0…6,5<br>□2,2…2,6 | ○5,0…6,5<br>□2,6…3,6 | ○1,5…2,0<br>□1,5…1,7 | ○2,0…2,5<br>□1,7…2,0 |
| Ячмінь | ○4,0…5,0<br>□2,4…3,0 | ○5,0…8,0<br>□3,6…5,0 | ○2,5<br>□2,0…2,4 | –<br>□2,0…2,2 |
| Просо | ○2,5…3,0<br>□1,7…2,0 | ○3,0…4,0<br>□2,0…2,2 | ○2,0<br>– | –<br>□1,5…1,7 |
| Горох | ○6,5…8,0<br>□5,0…6,0 | ○8,0…9,0<br>□7,0 | ○4,0…5,0<br>□2,4…3,6 | ○5,0…6,0<br>□4,0…5,0 |
| Соняшник | ○7,0…9,0<br>□4,0…5,0 | ○8,0…10,0<br>– | ○5,0<br>□1,7…2,2 | ○3,2…3,6<br>□4,0 |
| Гречка | ○4,5…5,0<br>Δ3,5…4,5 | ○5,5…6,5<br>Δ5,0…7,0 | ○2,5…3,0<br>Δ2,5…3,0 | ○3,2…4,0<br>– |
| Цукровий буряк | ○5,0<br>Δ4,0…4,5 | ○7,0…8,0<br>– | –<br>□2,2…2,4 | ○4,0…4,5<br>□2,4…2,6 |
| Рицина | ○8,0…10,0<br>□7,0…7,5 | ○11,0…12,0<br>7,5…8,0 | ○6,0<br>□4,5…5,5 | ○6,5…7,0<br>□5,0…6,5 |

Примітка. Форми отворів: ○ – круглі; □ – прямокутні; Δ – трикутні

Комплексний барабанний сепаратор КБС 1270.400 призначений для попереднього, первинного і вторинного очищення. Машина складається з блока аспірації і порожнистого барабана (діаметром 1270 мм) з чотирма швидкознімними решетами загальною площею 16 м$^2$, у якого можна плавно змінювати кут нахилу (1,5...5°) і частоту обертання 0...25 хв$^{-1}$).

Відкрите акціонерне товариство «Вібросепаратор» (м. Житомир) виготовляє сепаратор-ворохоочисник самопересувний СВС-15 і універсальні відцентрові зернові сепаратори типу БЦСМ, а також сепаратори УЦСМ-1 і УЦСМ-2.

Сепаратор-ворохоочисник самопересувний СВС-15 призначений для попереднього очищення зернового вороху, а також може використовуватись як навантажувач і пристрій для перелопачування зерна. Продуктивність під час очищення до 15 т/год, перелопа-

чування до 20 т/год. Швидкість переміщення робоча 0,3 м/с, транспортна – 5 м/с. Маса 2300 кг.

Універсальні вібровідцентрові зернові сепаратори призначені для очищення зерна зернових, круп'яних і бобових культур у складі зерноочисних ліній. Сепаратори типу БЦСМ універсальні; сепаратори УЦСМ-1, УЦСМ-2 призначені для очищення насіння кукурудзи.

Сепаратори виготовляють у трьох виконаннях продуктивністю відповідно 25, 50 і 100 т/год: Р8-БЦСМ-25 має один, Р8-БЦСМ-50 – два, а А1-БЦСМ-100 – чотири універсальних блоки. У разі зупинення одного з них решта працює автономно. Сепаратори УЦСМ-1 і УЦСМ-2 мають відповідно один і два блоки продуктивністю 12 і 24 т/год під час очищення насіння кукурудзи. Сепаратор УЦСМ-1 може здійснювати калібрування насіння кукурудзи продуктивністю 6 т/год. У разі переходу з очищення однієї культури на іншу змінюють секції решіт та регулюють подавання зерна і повітря.

### 8.1.5. Повітряно-решітно-трієрні машини

Насіннєочисна машина СМ-4А призначена для очищення і сортування насіння зернових, зернобобових, технічних культур і трав засміченістю до 10% і вологістю до 15% після комбайна або попереднього очищення для отримання продовольчого зерна та насіння.

Машина пересувна, ширина захвату – 3,35 м; загальна встановлена потужність – 5,2 кВт; продуктивність під час очищення: насіннєвого матеріалу – 4 т/год, продовольчого зерна – 6 т/год; маса 2000 кг.

**Загальна будова**. Основні робочі органи (рис. 8.9а) – завантажувальний конвеєр 1, повітроочисна частина, решітний стан 11 з механізмом очищення решіт, два трієрних циліндри 8 і 9, вивантажувальний двопотоковий елеватор 7. Машина має пристрій для автоматичного регулювання її завантаження (рис. 8.9б) і механізм самопересування. Завантажувальний конвеєр скребкового типу має 24 скребки, швидкість переміщення стрічки 0,415 м/с за частоти обертання шківа 90 $хв^{-1}$.

Решітний стан подібний до решітного стану машини ОВС-25, складається з чотирьох решіт, нахилених під кутом 6°: верхній ярус – Б1 і Б2, нижній – В і Г. До комплекту додається 25 решіт. Оскільки він один, сили інерції зрівноважуються противагами, встановленими на ексцентриковому валу. Амплітуда коливання 15 мм, а частота – 418 і 334 $хв^{-1}$.

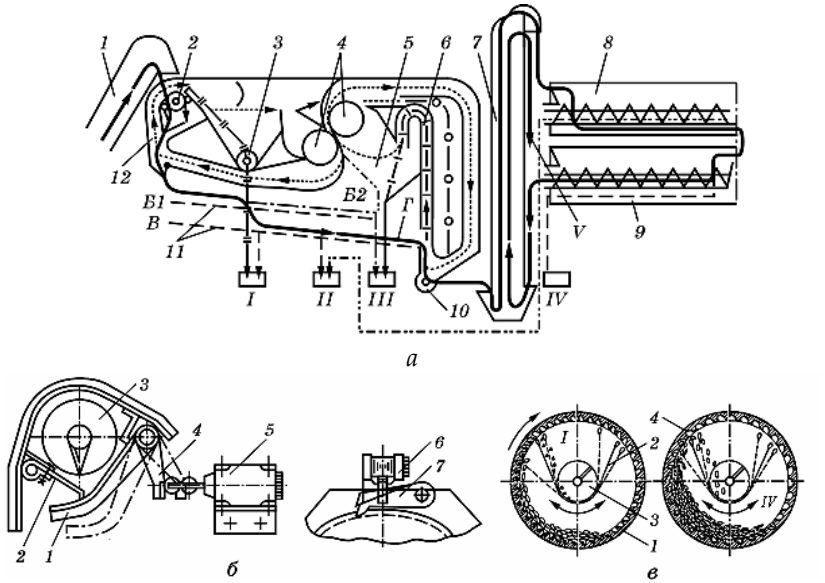



**Рис. 8.9. Насіннєочисна машина СМ-4А:**
а – функціональна схема: 1 – завантажувальний конвеєр; 2 – розподільний шнек; 3 – шнек відходів; 4 – ротори вентиляторів; 5 – відстійна камера; 6 – робочий канал другої аспірації; 7 – двопотоковий елеватор; 8 – кукільний циліндр відокремлення коротких домішок; 9 – вівсюжний циліндр відокремлення довгих домішок; 10 – шнек очищеного зерна; 11 – решітний стан; 12 – робочий канал першої аспірації; I – вихід легких та дрібних домішок; II – дрібне зерно і короткі домішки; III – крупні домішки та щупле зерно; IV – довгі домішки; V – очищене зерно; б – схема живильного пристрою та регулятора: 1 – живильний клапан; 2 – рухома перегородка; 3 – шнек; 4 – вимикальний важіль; 5 – кінцевий вимикач; 6 – електромагніт; 7 – собачка храпового колеса; в – схема роботи трієрних циліндрів: 1 – кукільний циліндр; 2 – лоток; 3 – шнек; 4 – вівсюжний циліндр

Трієрні циліндри (рис. 8.9в) встановлені горизонтально збоку машини: зверху – кукільний, під ним – вівсюжний. Вони мають діаметр 600 мм, довжину 1960 мм і обертаються з частотою 45 (35) хв$^{-1}$. З торців циліндр має розетки, з якими з'єднаний трьома стяжками.

Привід насіннєочисної машини здійснюється від двох електродвигунів: привід роторів вентиляторів, вивантажувального елеватора і шнека чистого зерна другої аспірації (потужність 3 кВт, частота обер-

тання 1000 хв$^{-1}$) і привід механізму самопересування, трієрів, завантажувального конвеєра і решітного стана (потужність 2,2 кВт, частота обертання 1500 хв$^{-1}$). Механізм пересування забезпечує робочу швидкість 4,5 м/год (під час обробки зернових), 3,5 м/год (під час обробки насіння трав) і транспортну відповідно 435 і 346 м/год.

**Технологічний процес роботи.** Машина (див. рис. 8.9а) рухається вздовж зернового бурта і завантажувальний конвеєр 1 подає зерновий матеріал на розподільний шнек 2, який розподіляє його за шириною й подає до робочого каналу першої аспірації. Легкі домішки (частинки соломи, колосків, бур'янів тощо) підхоплюються висхідним повітряним потоком, створеним вентилятором першої аспірації, і виносяться у відстійну камеру першої аспірації. У цій камері внаслідок різкого зменшення швидкості повітряного потоку, за рахунок збільшення поперечного перерізу каналу, домішки осідають на дно і виводяться шнеком 3 назовні із машини. Очищений у робочому каналі першої аспірації матеріал надходить на решето Б1 решітного стану, процес роботи якого подібний до машини ОВС-25.

**Технологічні регулювання**. Оптимальна продуктивність, за умови забезпечення потрібної якості роботи, залежить від подавання зернового матеріалу, яке встановлюють зміною зусилля притискання клапана живильного пристрою поворотом і фіксацією регулювального важеля (для дрібнонасінних культур менше, зернових – більше).

Якість очищення повітряною системою залежить від швидкості повітряного потоку в аспіраційних каналах (2...10 м/с). Її змінюють регулювальними заслінками першої і другої аспірацій, а також зміною частоти обертання роторів вентиляторів (максимальних обертів досягають у разі встановлення паса на русло діаметром 224 мм, мінімальних — 160 мм трируслового шківа). У каналі першої аспірації виділяються пил, частинки соломи, полови, легких бур'янів тощо, а в каналі другої – щупле насіння основної культури та інші легкі домішки.

Якість решітного очищення залежить від правильного підбору решіт (табл. 8.4). Їх підбирають так само, як для машини ОВС-25, використовуючи лабораторні решета з прямокутними 1,5...3,6 мм завширшки (9 шт.) і круглими отворами діаметром 1,5...4,0 мм (5 шт.).

Якість роботи трієрних циліндрів залежить від положення кромки лотока (змінюють за допомогою маховичка через зубчасту передачу з наступною фіксацією фрикційної пари) і швидкості його обертання за умови, що у чистому зерні не буде коротких і довгих домішок.

Таблиця 8.4

**Рекомендовані змінні решета до насіннєочисної машини СМ-4А**

| Культура | Розміри отворів, мм, решіт | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Б1 | Б2 | В | Г |
| Пшениця | □2,2…3,0 | □3,0…4,0 | ○2,5 | □2,0…2,4 |
| Жито | □2,2…2,6 | □3,0…3,6 | ○2,5 | □1,7…2,0 |
| Ячмінь | □2,4…3,0 | □3,6…5,0 | ○2,5 | □2,2…2,6 |
| Овес | □2,0…2,2 | □2,6…3,6 | ○2,5 | □1,7…2,0 |
| Кукурудза | ○8,0 | ○8,0 | ○2,0 | ○6,5 |
| Просо | □1,7…2,0 | □2,0…2,4 | ○2,0 | □1,5…1,7 |
| Гречка | ○4,0…5,0<br>Δ5,5 | Δ5,5…6,0 | □2,6…3,0<br>○2,5…3,0 | ○3,6…4,0 |
| Вико-вівсяна суміш | □2,6…3,0 | ○6,5…8,0 | ○2,5 | □2,6…5,6 |
| Буряки | ○5,0 | ○8 | □2,0…2,6 | □2,2…2,6 |
| Льон | □0,9…1,0 | ○3,6…4,0 | ○2,0 | □0,8 |
| Конюшина, люцерна | □1,0…1,2 | □1,2…1,3 | ○1,3 | □0,8…0,8 |
| Житняк, пирій | ○5,0 | ○8,0 | □2,0…2,6 | □2,2…2,6 |

Примітка. Форми отворів: ○ – круглі; □ – прямокутні; Δ – трикутні.

Залежно від очищуваної культури за окремим замовленням поставляють змінні трієрні циліндри (табл. 8.5).

Таблиця 8.5

**Розміри комірок трієрних циліндрів для очищення та сортування насіння різних культур**

| Культура | Діаметр, мм трієрних циліндрів | | Культура | Діаметр, мм трієрних циліндрів | |
|---|---|---|---|---|---|
| | кукільного | вівсюжного | | кукільного | вівсюжного |
| Пшениця, жито | 5,0 | 9,5 | Льон | 3,6 | 5,0 |
| Ячмінь | 6,3 | 11,2 | Конюшина червона | 1,6 | 2,8 |
| Овес | 6,3 | 8,5 | Тимофіївка, конюшина ро-жева та біла, люцерна | 1,8 | 2,8 |
| Рис | 6,3 | 8,5…11,2 | | | |
| Гречка | 6,3 | 8,5 | | | |
| Вико-вівсяна суміш | 5,0 | 8,5 | Житняк, вівсянниця, еспарцет | 5,0 | 8,5 |

Під час заміни потрібно враховувати напрям обертання циліндра і положення комірок.

### 8.1.6. Спеціальні насіннєочисні машини

Спеціальні насіннєочисні машини призначені для додаткової обробки, доочищення від важковідокремлюваного насіння бур'янів або сортування зерна і насіння різних культур, які пройшли попереднє очищення в повітряно-решітних машинах і трієрах. До таких машин належать: пневматичні сортувальні столи – ПСС-2,5В, СПС-5; електромагнітні насіннєочисні машини СМЩ-0,4; фрикційні сепаратори ОСГ-0,2 і ОСГ-0,5.

Пневматичний сортувальний стіл ПСС-2,5В (рис. 8.10) призначений для виділення із насіння важковідокремлюваних домішок і сортування насіння за основними ознаками: щільністю (питомою вагою), властивостями поверхні, формою, розмірами та аеродинамічними властивостями. Очищуваний матеріал потребує попередньої обробки на повітряно-решітних машинах і трієрах. Може використовуватися в потокових лініях і самостійно. Продуктивність під час сортування насіння пшениці і трав відповідно 2,5 і 0,5 т/год, встановлена потужність 6,6 кВт, маса 740 кг.

**Технологічний процес роботи**. Зерновий ворох через завантажувальну горловину 9 надходить на сітчасту поверхню деки. Під дією коливань деки і повітряного потоку, який подається вентилятором крізь отвори діаметром 0,5...0,6 мм у сітчастому дні із повітряної камери, сипкий матеріал переходить у псевдокиплячий стан (набуває текучості і здатності розшаровуватися). Внаслідок розшарування важкі частинки розміщуються на сітчастій поверхні деки, взаємодіють з нею і за рахунок сил тертя та інерції рухаються у напрямі коливань, піднімаючись поверхнею деки в бік борта DE.

Пневматичний сортувальний стіл може працювати за трьома технологічними схемами: очищення (рис. 8.10в), очищення та сортування (рис. 8.10г) і сортування (рис. 8.10д).

**Технологічні регулювання**. Подавання зерна на деку регулюють шибером у завантажувальному лотоку за вимкнених вентилятора та приводу деки, змінюючи шар зерна на поверхні деки під завантажувальним вікном: для крупнонасінних культур до 60 мм, для дрібнонасінних до 30 мм (наприклад, товщина шару 45...60 мм для середнього розміру зерна пшениці вважається нормальною).

Поперечний і поздовжній кути нахилу деки (0...8°) регулюють важільно-гвинтовими механізмами, змінюючи її положення відносно рами (наприклад, під час очищення пшениці від ячменю їх установлюють відповідно 1° і 6°).

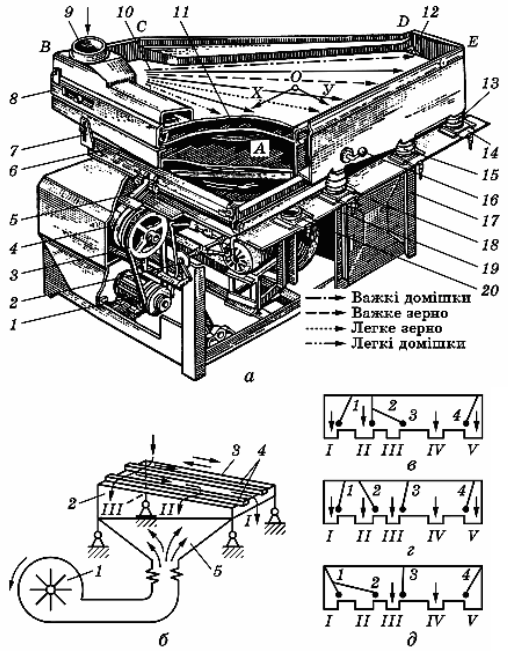



**Рис. 8.10. Пневматичний сортувальний стіл ПСС-2,5В:**
а – загальний вигляд: 1 – варіатор; 2 – регулятор; 3 – механізм приводу; 4 – противага; 5 – шатун; 6 – рамка; 7 – кронштейн; 8 – дека; 9 – горловина; 10 – сітка; 11 – повітровирівнювальна решітка; 12 – клапан; 13, 15, 18 і 20 – приймачі; 14 – заслінка; 16 – важіль; 17 – рама; 19 – вентилятор; б – функціональна схема: 1 – вентилятор; 2 – дека; 3 – сітка; 4 – поздовжні планки; 5 – повітряна камера; в – схема очищення; г – схема очищення та сортування, д – схема сортування; 1, 2, 3 і 4 – рухомі заслінки; I – V – виходи

Амплітуду (0 - 8) коливань деки (2 мм для дрібного насіння і до 6 мм – для великого) встановлюють переміщенням противаг механізму її приводу (наприклад, під час очищення пшениці від головні, ячменю – 4,6 мм).

Частота коливання деки (6...10 Гц) залежить від частоти обертання ексцентрикового вала приводу 360...616 хв$^{-1}$, яку встановлюють варіатором механізму піднімання електродвигуна (наприклад, під час очищення пшениці від ячменю – 512 хв$^{-1}$).

Швидкість повітряного потоку регулюють заслінками на виході вентилятора за умови, що очищуваний матеріал буде у псевдокиплячому стані.

Залежно від потреби вихідних фракцій (I–IV) змінюють положення заслінок приймача деки.

Пневматичний сортувальний стіл СПС-5 відрізняється від ПСС-2,5 тим, що закритий герметичним кожухом і повітря не нагнітається під сітку, а відсмоктується з її поверхні. Продуктивність збільшена завдяки робочій поверхні деки (1,56 м$^2$) і діапазону регулювання нахилу деки.

Магнітна насіннєочисна машина СМЩ-0,4 призначена для очищення насіння льону, бобових трав (конюшини, люцерни, буркуну), ріпака, які мають гладеньку поверхню, від важковідокремлюваного насіння бур'янів: берізки, плевели, волошки, подорожника, гірчака, підмаренника чіпкого та інших, які мають шорстку поверхню. Машина використовується як індивідуально, так і в потокових лініях, але попередньо насіння має пройти решітно-трієрне або трієрне очищення. Продуктивність машини 0,4 т/год, встановлена потужність 2,6 кВт, маса 806 кг.

**Загальна будова**. Основними вузлами машини СМЩ-0,4 (рис. 8.11) є насіннєвий бункер 1 з дозувальним шнеком 20, пристрій подавання магнітного порошку, система зволоження, змішувач 19, похилий шнек 6, електровібраційний живильник-розподільник 7, магнітний барабан 8, приймач фракцій насіння 10, механізм очищення барабана і щіткова приставка 13 відокремлення порошку від насіння. Для забору запиленого повітря із корпусу машини передбачено циклон із вмонтованим вентилятором.

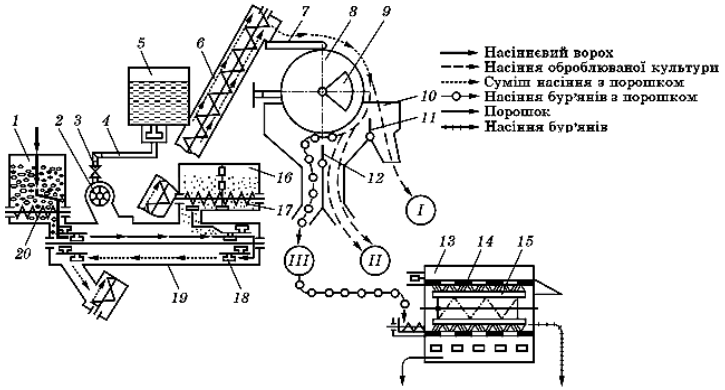



**Рис. 8.11. Функціональна схема насіннєочисної машини СМЩ-0,4:** 1 – бункер; 2 – розпилювач; 3 – кран; 4 – трубопровід; 5 – резервуар; 6, 17 і 20 – шнеки; 7 – живильник-розподільник; 8 – барабан; 9 – магніт; 10 – приймач; 11 і 12 – клапани; 13 – щіткова приставка; 14 – циліндричне решето; 15 – щітки; 16 – дозатор магнітного порошку; 18 – лопать; 19 – змішувач

Пристрій подавання магнітного порошку (80% закису-окису заліза і 20% крейди) має резервуар з порошком, в якому є вихідне вікно, дозатор 16, ворушилка і спіральний дротяний шнек 17.

Магнітний барабан 8 складається із обертального циліндра (частота обертання 42...43 $хв^{-1}$), виготовленого з нержавіючої сталі, який на зовнішній поверхні має дві доріжки, а всередині на твірній встановлені постійні магніти 9. Щіткова приставка 13 має нерухоме сітчасте циліндричне решето 14, всередині якого обертаються регульовані щітки 15.

Технологічний процес роботи. Насіння із бункера 1 шнеком-дозатором 20 подається в змішувач 19. За вологого способу очищення через розпилювач 2 із резервуара 5 надходить вода, циліндрична щітка-зволожувач обертається і розбризкує воду, зволожуючи насіння. Порошок із місткості шнеком 17 через дозатор магнітного порошку 16 спрямовується до нижньої камери змішувача (за сухого способу очищення – у верхню). Насіння змішується з порошком, який прилипає тільки до насіння з шорсткою поверхнею, надаючи йому магнітних властивостей. Перемішане з порошком насіння похилим шнеком 6 подається до живильника-розподільника 7, який рівномірно спрямовує його на доріжки магнітного барабана 8. Насіння культурних рослин з гладенькою поверхнею (без магнітного порошку) вільно скочується у приймач 10 – вихід I (I сорт). Насіння бур'янів, укрите порошком, взаємодіє з магнітним полем, утримується на поверхні барабана в зоні дії цього поля і сходить пізніше, потрапляючи у вихід III (III сорт).

**Технологічні регулювання.** Продуктивність машини залежить від подавання насіння і, отже, магнітного порошку (1...2,5% від оброблюваного матеріалу), які регулюють зміною частоти обертання шнека бункера з насінням і зазорів вихідного отвору під шнеком резервуара з порошком.

Ступінь прилипання порошку до насіння залежить від його зволоження (1...2% від оброблюваного матеріалу), яке встановлюють регулятором витрат води.

Рівномірність розподілу насіння за шириною лотка розподільника встановлюють потенціометром.

Якість очищення насіння регулюють зміною положення заслінок приймача за умови, що в чистому насінні не буде домішок, а у відходах – насіння.

Фрикційні сепаратори, використовують для очищення насіння від важковідокремлюваного насіння бур'янів (частин стебел, листочків тощо), яке відрізняється за властивостями і формою поверхні.

Льняна насіннєочисна гірка ОСГ-0,2А призначена для очищення насіння льону, овочевих та інших культур. Продуктивність її 0,16...0,20 т/год, встановлена потужність 0,27 кВт, маса 200 кг.

### 8.1.7. Навантажувачі зернового матеріалу

Зернометальник самопересувний ЗМ-60 (рис. 8.11а) призначений для вантажно-розвантажувальних робіт у зерноскладах, на відкритих токах, перелопачування, сепарації зернової суміші з відокремленням легких домішок і формування буртів зерна.

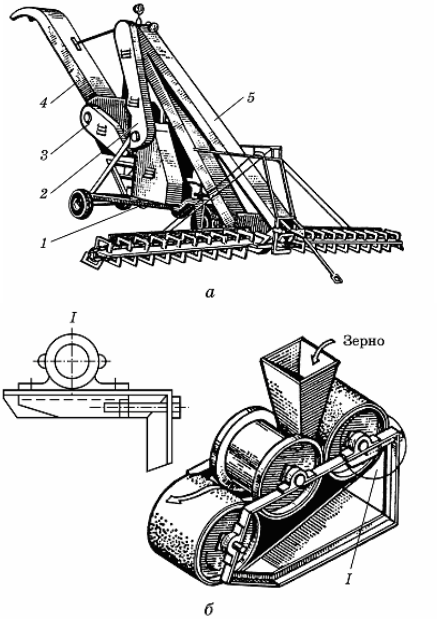



**Рис. 8.11. Зернометальник самопересувний ЗМ-60:**
а – загальний вигляд: 1 – рама з ходовою частиною; 2 – контрпривід; 3 – тример; 4 – напрямний кожух з козирком; 5 – завантажувальний конвеєр; б – загальний вигляд тримера: I – натяг стрічки

Продуктивність за годину чистої роботи становить 52,3 т, потужність приводу 9,44 кВт.

Основними вузлами зернометальника є рама 1 з ходовою системою, скребковий конвеєр 5, Т-подібний живильник, поворотна рама, тример 3 (метальник), механізми піднімання і самопересування, електроприводу.

Під час роботи завантажувальний конвеєр лебідкою опускають у робоче положення, вмикають муфту контрприводу, електродвигуни завантажувального конвеєра і тримера.

Потім вмикають механізм самопересування і вибирають потрібну швидкість. Завантажувальний конвеєр подає зерно в напрямний патрубок тримера. Тример (рис. 8.11б) перекидає зерно на висоту 4,5 м. Він обертається навколо своєї осі, тому навантаження відбувається безперервно.

Завантаження зернового метальника регулюється швидкістю його руху, яка може змінюватися під час руху вперед у межах 0...45 м/год, а назад – 0...25 м/год.

Зернонавантажувач самопересувний ЗПС-100 має таке саме призначення, як і зерно метальник ЗМ-60, крім сепарації зерна з відокремленням легких домішок. Продуктивність до 100 т/год, висота навантаження 2,8 м, потужність електроприводу 10,5 кВт, швидкість робоча 40 м/год, транспортна — 600 м/год.

За будовою зернонавантажувач подібний до зерно метальника, але він не має тримера. Замість нього на поворотній колонці встановлено відвантажувальний конвеєр, за допомогою якого його можна повертати в обидва боки на 90°, фіксуючи в потрібному положенні.

## 8.2. Зерносушарки і установки активного вентилювання зерна

### 8.2.1. Агротехнічні вимоги до роботи зерносушарок і способи сушіння зерна

Основними вимогами є збереження насіннєвих (схожості, енергії проростання) і продовольчих властивостей. Тому нагрівання насіннєвого матеріалу зернових культур не повинно перевищувати 43...48° С, зернобобових 30...35° С, а продовольчого матеріалу – 50...60° С. Допустима нерівномірність нагрівання зерна становить 3...4° С, а нерівномірність сушіння – 1%. Випаровування вологи за однократний процес сушіння має бути не більше ніж 5...6% для зернових і 3...4% для гречки, зернобобових, кукурудзи, проса.

Після сушіння зерно і насіння охолоджується настільки, щоб температура їх не перевищувала температуру навколишнього повітря більше ніж на 10...15° С. Після сушіння і охолодження не повинно бути підгорілих, підсмажених, надутих або з луснутими оболонками зерна та насіння.

Способи сушіння. Сушіння зерна і насіння ґрунтується на двох принципах:

а) видаленні вологи без зміни її агрегатного стану;

б) видаленні вологи зі зміною її агрегатного стану (перетворенням рідини на пару).

**Кондуктивний спосіб** забезпечує контактне передавання зерну теплоти від нагрітої поверхні. Він потребує великих витрат палива, не забезпечує потрібної рівномірності сушіння, низькопродуктивний.

**Конвективний спосіб** забезпечує передавання зерну теплоти за рахунок конвекції від рухомого газоподібного теплоносія (підігрітого повітря або суміші повітря з продуктами згоряння палива). Теплоносій одночасно з передаванням теплоти вбирає вологу із зерна. Електричний спосіб ґрунтується на використанні струму високої частоти (СВЧ). Молекули зерна, що перебувають у полі СВЧ, приводяться в коливальний рух і за рахунок тертя виділяють теплоту. Оскільки діелектрична стала води велика, теплота концентрується в центрі зерна, де найбільше вологи, таким чином досягають вищої швидкості сушіння.

**Сублімаційний спосіб** відбувається у глибокому вакуумі. При цьому температура матеріалу знижується і волога у вигляді кристалів льоду виходить на його поверхню. У разі подальшого підведення теплоти лід випаровується.

### 8.2.2. Класифікація зерносушарок. Режими сушіння зерна

Конвективний спосіб сушіння зерна найпоширеніший, тому розглядатимемо тільки зерносушарки конвективної дії.

**Класифікація зерносушарок**

Зерносушарки класифікують за такими показниками:

- видом палива, що використовується для сушіння (тверде, рідке або газоподібне);
- видом теплоносія (нагріте повітря або його суміш з паливними газами);
- характером процесу сушіння (періодичної або безперервної дії);
- мобільністю (стаціонарні або пересувні);
- напрямком руху теплоносія відносно зернового потоку (прямопотокові, протипотокові, з поперечним потоком, із змішаним потоком);
- станом зернового шару (нерухомим, рухомим, псевдозрідженим, зваженим);
- конструкцією (шахтні, барабанні та вібраційні).

Головною технологічною характеристикою зерносушарок є стан матеріалу в процесі сушіння і охолодження.

**Шахтні** зерносушарки (рис. 8.12І) обладнані шахтами, всередині яких у шаховому порядку вмонтовані короби. Зерно 2 рухаєть-

ся зверху донизу під дією сили тяжіння, а теплоносій 1 – у поперечному і вертикальному напрямах.

**Барабанні** зерносушарки (рис. 8.12II) мають сушильну камеру у вигляді порожнистого сталевого циліндра (барабана), всередині якого є лопаті та полички. Під час його обертання лопаті піднімають і скидають зерно. Воно пересипається з полички на поличку, сушиться теплоносієм і переміщується вздовж барабана.

**Вібраційні** зерносушарки (рис. 8.12III) мають решета, розміщені ярусами, які приводяться в коливальний рух. Зерно, переміщуючись на такому решеті, пронизується від низу до верху теплоносієм.

**Зерносушарки з нерухомим зерновим шаром** працюють за умови, що швидкість матеріалу дорівнює нулю, а швидкість теплоносія менша від критичної швидкості частинок матеріалу. Цей принцип використовується в установках активного вентилювання зерна (вентильовані бункери), декових та наземних зерносушарках.

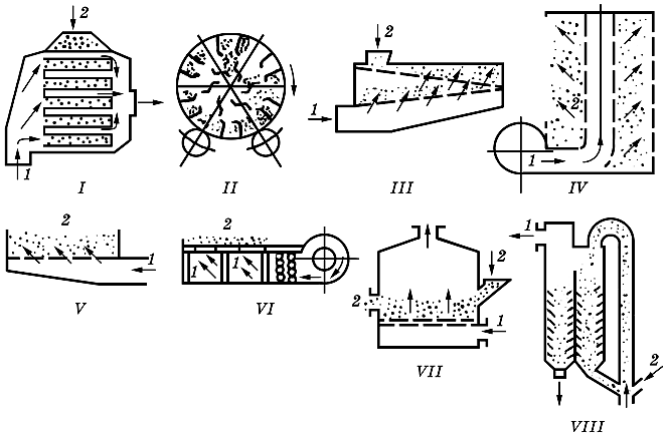



**Рис. 8.12. Схеми робочих процесів зерносушарок:**
I – шахтна; II – барабанна; III – вібраційна; IV – вентильований бункер; V – декова; VI – наземна; VII і VIII – пневмогазова рециркуляційна; 1 – напрям руху повітря; 2 – зерно

Вентильований бункер (рис. 8.12IV) складається з бункера, вентилятора, повітронагрівника і повітропроводу. Підігріте повітря пронизує шар вологого зерна, висушуючи його. Їх використовують також для вентилювання зерна повітрям у разі його охолодження і консервації.

**Декові** зерносушарки (рис. 8.12V) мають топку, вентилятор і одну або кілька дек, виготовлених із перфорованого металевого ли-

ста. Зерновий матеріал нерухомо лежить на поверхні деки і пронизується теплоносієм. При цьому із зерна видаляється волога.

**Наземні** зерносушарки (рис. 8.12VI) забезпечують сушіння матеріалу холодним повітрям, яке подається через перфоровану підлогу або щілини в ній.

**Зерносушарки з псевдозрідженим шаром зерна** висушують зерно, яке перебуває на поверхні решета у псевдозрідженому (киплячому) стані під дією швидкості потоку теплоносія. При цьому піднімальна сила потоку близька до сили тяжіння окремих зерен і вони не тиснуть одне на одне. У такому стані відбувається перемішування, рух зерен, а сухі зерна випливають на поверхню і вивантажуються.

**Пневмогазові рециркуляційні** зерносушарки (рис. 8.12VIII) за кілька секунд газовим потоком (теплоносієм), який подається з великою швидкістю, нагрівають зерновий матеріал до потрібної температури. Зерно трубою піднімається в шахту. У верхній частині шахти витримується деякий час і спрямовується в її нижню частину, яка розділена вертикальною перегородкою на дві зони. Із правої зони зерно знову потрапляє до сушильної труби (рециркулює), де перемішується з вологим. Сухе зерно спрямовується у ліву зону, звідки виводиться назовні.

Температура теплоносія в шахтних зерносушарках для насіннєвого матеріалу зернових культур вологістю до 18% не повинна перевищувати 70° С, а вологістю 18...20% – 65° С. Під час сушіння продовольчого зерна вологістю до 26% температура теплоносія має становити 80...90° С.

У барабанних зерносушарках під час сушіння насіннєвого зерна температура теплоносія має бути 145...165° С, продовольчого — 180...210° С, а фуражного – 180...250° С.

### 8.2.3. Робочі органи зерносушарок

Основними робочими органами зерносушарок є топка, пристрої для сушіння і охолодження зерна, вентилятори, завантажувальні та розвантажувальні елеватори, трубопроводи і приводні механізми.

Топки. Використовують топки прямої і непрямої дії. У топках прямої дії теплоносій отримують у результаті безпосереднього змішування топкових газів з повітрям, а тому в них має згоряти все паливо (дим, кіптява, зола не мають потрапляти до сушильної камери). В топках непрямої дії теплоносій утворюється за допомогою теплообмінників.

Сушильна камера шахтної зерносушарки (рис. 8.13) виконана у вигляді вертикальної шахти 1 прямокутного перерізу.

Шахта має дві однакові секції. Всередині секції горизонтально в шаховому порядку розміщені чотирнадцять рядів п'ятигранних коробів 2 і 3. У ряду їх вісім. Сім рядів призначені для підведення (подавання) теплоносія і сім – для його відведення. Короби мають вигляд жолоба, повернутого відкритою частиною вниз. З одного боку короб упирається в глуху стінку, а з іншого – є вікно. Вхідні вікна підвідних коробів 2 з'єднані з нагнітальним дифузором, а вихідні відвідних коробів 3 – з відвідним. Нижня частина нагнітального дифузора з'єднана з топкою. Дно відвідного дифузора коробами з'єднано з вентилятором. У горловинах коробів установлені заслінки регулювання витрат теплоносія. Короби нижньої секції зміщені відносно коробів однойменного призначення верхньої секції на 122 мм, таким чином досягається зміна руху теплоносія за висотою. Простір між коробами заповнений зерном, а короби залишаються порожніми. Теплоносій переміщується від підвідних коробів до відвідних, пронизує зерно, нагріває його і видаляє випарувану вологу. У вертикальних стінках коробів можуть бути отвори з жалюзі 4, що дає змогу теплоносію переміщуватися в горизонтальному і вертикальному напрямах.

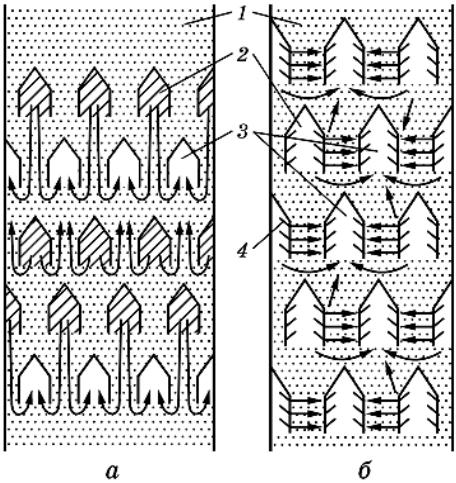



**Рис. 8.13. Сушильна камера шахтного типу:**
а – схема руху теплоносія у вертикальному напрямку; б – те саме, у горизонтальному напрямі: 1 – шахта; 2 – підвідні короби; 3 – відвідні короби; 4 – жалюзі

Сушильна камера барабанної зерносушарки (рис. 8.14а) – це сталевий похилий циліндр (барабан) 1, який розділений перегородками 2 на частини і спирається на чотири пари металевих роликів (дві з них приводні).

На внутрішній поверхні барабана і перегородках є полички 3 і лопаті 4. У передній і задній частинах барабана розміщені гвинтові доріжки для підведення і відведення зернового матеріалу. Схеми сушильних барабанів наведено на рис. 8.14б.

Під час обертання барабана лопаті піднімають зерно, яке вільно пересипається з них, а під дією теплоносія і кута його нахилу повільно переміщується.

Від конструкції і регулювання випускних механізмів залежить швидкість руху зерна в сушильній камері, рівномірність і якість сушіння. Випускні механізми шахтних зерносушарок бувають безперервної дії – з безперервним вивантаженням зерна і періодичної – з періодичним.

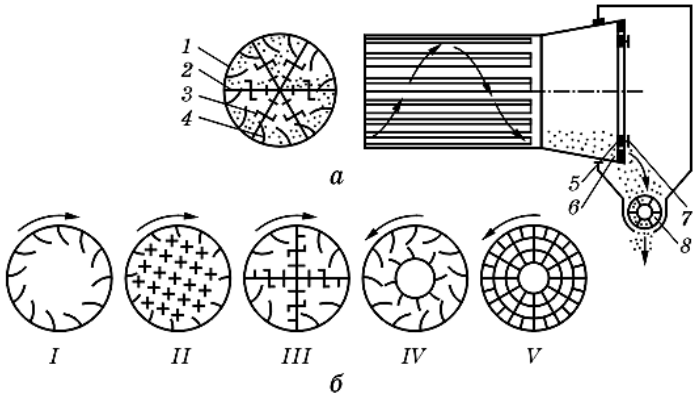



**Рис. 8.14. Сушильна камера барабанного типу:**
а – загальний вигляд: 1 – барабан; 2 – перегородки; 3 – полички; 4 – лопаті; 5 – підпірне кільце; 6 – випускні вікна; 7 – заслінка; 8 – шлюзовий затвор; б – схеми сушильних барабанів: I – піднімально-лопатевий; II – розподільний; III – секторний; IV – комбінований; V – перевалочний з закритими комірками

У барабанних сушарках швидкість руху зерна барабаном регулюють зміною його кута нахилу і частоти обертання, крім того, можна змінювати підпірні кільця 5 (див. рис. 8.14а) різної висоти на виході зерна із барабана.

### 8.2.4. Зерносушарки конвективної дії

Сушарка зерна шахтна СЗШ-16 (рис. 8.15) є стаціонарною. Продуктивність під час сушіння пшениці (зниження вологості з 20 до 14%) становить 16 т/год, нерівномірність сушіння – 1,5%, витрати палива – до 150 кг/год. Привід здійснюється від десяти електродвигунів загальною потужністю 82,4 кВт. Місткість бункера сушарки 27,83 м$^3$, маса 14 т.

Сушарка складається з двох шахт 4, двох охолоджувальних колонок 8, топки 9, завантажувальної 2 і двох вивантажувальних 1 норій, двох вентиляторів 6 і 7. Зерносушарка може працювати з паралельною (продуктивність зростає вдвічі) і послідовною (підвищується ефективність випаровування вологи) роботою шахт.

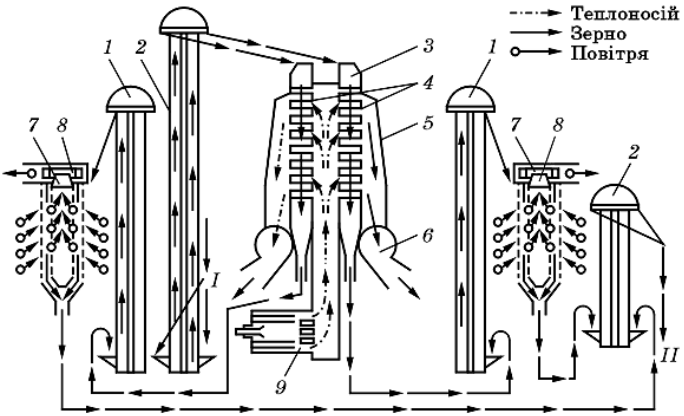



**Рис. 8.15. Функціональна схема шахтної зерносушарки СЗШ-16:**
1 і 2 – норії; 3 – надсушильний бункер; 4 – шахти; 5 – дифузор; 6 і 7 – вентилятори; 8 – охолоджувальна колонка; 9 – топка; I і II – завантаження і вивантаження зерна

Зерносушарка складається із топки 1, завантажувальної камери 3, сушильного барабана 4, розвантажувальної камери 5, охолоджувальної колонки 7, норій 2 і 6 та електрообладнання. Топка має камеру згоряння, змішувальну камеру і паливну апаратуру. Вологе зерно норією 2 із завальної ями подається в завантажувальну камеру 3, звідки самопливом потрапляє в сушильний барабан. Гази, що утворюються під час згоряння рідкого палива в топці 1 в змішувальній камері з повітрям утворюють теплоносій, який надходить до сушильного барабана 4, контактує з вологим зерном і нагріває його.

Випарувана волога разом з теплоносієм вентилятором виноситься із сушарки.

Сушарка зернова стаціонарна барабанна СЗСБ-8 (рис. 8.16) має продуктивність 8 т/год під час сушіння пшениці (зниження вологості з 20 до 14%), нерівномірність сушіння 0,5%, витрати палива до 65 кг/год. Приводиться в дію від восьми електродвигунів загальною потужністю 31,6 кВт. Маса 9 т.

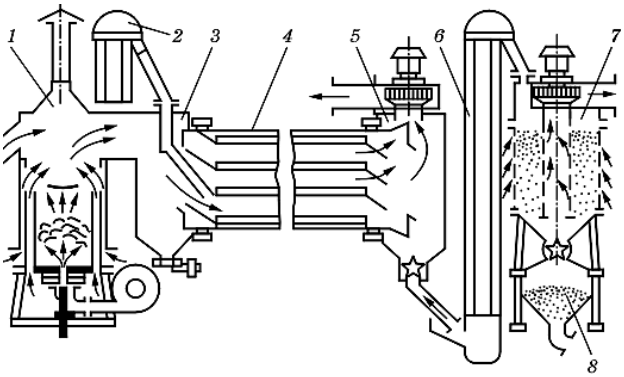



**Рис. 8.16. Функціональна схема барабанної сушарки СЗСБ-8:**
1 – топка; 2 – завантажувальна норія; 3 – завантажувальна камера; 4 – сушильний барабан; 5 – розвантажувальна камера; 6 – вивантажувальна норія; 7 – охолоджувальна колонка; 8 – вивантажувальний бункер

Карусельна сушарка СКМ-1 (рис. 8.17) призначена для сушіння малосипкого насіння конюшини, люцерни, льоновороху і волоті сорго.

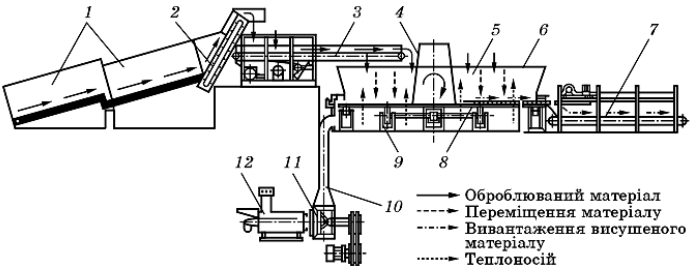



**Рис. 8.17. Функціональна схема карусельної сушарки СКМ-1:**
1 і 2 – конвеєри; 3 – конвеєр-роздавальник; 4 – внутрішнє огородження; 5 – сушильна камера; 6 – зовнішнє огородження; 7 – вивантажувальний пристрій; 8 – решітчаста платформа; 9 – ролик; 10 – заслінка; 11 – вентилятор; 12 – топковий агрегат

Продуктивність її становить 0,9 т/год під час сушіння льоновороху з початковою вологістю 45%. Питомі витрати пального 80 кг/т, витрати підігрітого повітря 80000 м$^3$/год. Місткість сушильної камери 89,4 м$^3$, площа 52,6 м$^2$, встановлена потужність електродвигунів 105 кВт.

Сушарка має кільцеву сушильну камеру 5, завантажувальний пристрій, вентилятор 11, топковий агрегат 12, вивантажувальний пристрій 7. Сушильна камера має решітчасту горизонтальну платформу 8, що обертається, з внутрішнім 4 і зовнішнім 6 огородженнями. Висота огородження дає змогу завантажувати шар матеріалу до 1,8 м завтовшки. Зовнішнє огородження складається з нижньої і верхньої частин. Нижня виконана нерухомою, верхня – рухомою. Верхній край нерухомої частини виступає над платформою і має вікно для встановлення вивантажувального конвеєра. Верхня частина зовнішнього огородження влаштована на роликах і обертається за рахунок сил тертя зернового матеріалу у разі заповненої сушильної камери. Така конструкція забезпечує вільне обертання горизонтальної платформи і запобігає втратам повітря вздовж стінок камери. Відцентровий вентилятор 11 забезпечує подачу теплоносія під решітчасту платформу.

Завантажувальний пристрій складається з двокаскадного 1, гребінчастого 2, встановленого під кутом 60°, конвеєрів і конвеєра-роздавальника 3 стрічкового типу, який може переміщуватися над сушильною камерою із заданим прискоренням.

Вивантажувальний пристрій включає рухому каретку з консольною балкою, під якою розміщений стрічковий конвеєр. Навколо консольної балки рухається ланцюг із закріпленими на ньому скребками.

### 8.2.5. Установки активного вентилювання зерна

У сільському господарстві використовують бункери для активного вентилювання БВ-40 або відділення бункерів для активного вентилювання ОБВ-100, ОБВ-160. Бункери можуть працювати самостійно і разом із сушарками. Всі бункери активного вентилювання мають однакову загальну будову і принцип роботи, відрізняються тільки розмірами.

Вентильований бункер БВ-40 (рис. 8.18) має продуктивність (під час сушіння) 0,4 т/год, місткість бункера 54 м$^3$, масу завантажуваного зерна пшениці 40 т. Встановлена потужність електродвигунів 7,5 кВт, питома подача повітря 400 м$^3$/(т•год), маса 3000 кг.

На корпусі є три пробовідбірники, датчик рівня зерна, зовнішня і внутрішня драбини і автоматичний регулятор вологості,

який вимикає систему вентиляції за досягнення кондиційної вологості зерна.

Відділення бункерів активного вентилювання ОБВ-160 має продуктивність 1,6 т/год (під час сушіння насіння з відносною вологістю до 70% і за температури не нижче ніж 20° С). Завантажувана маса пшениці 160 т. Встановлена потужність електродвигунів 48 кВт, електропідігріву 264 кВт. Маса 22 т.

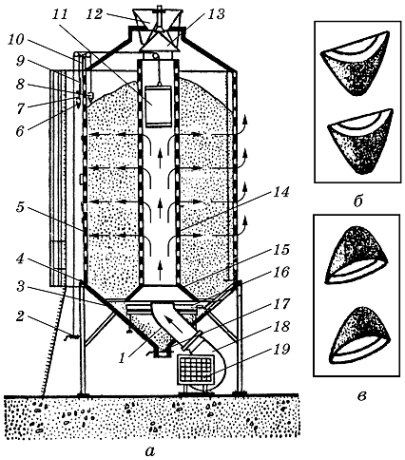



**Рис. 8.18. Вентильований бункер:**
а – функціональна схема: 1 – патрубок; 2 – лебідка; 3 – основа; 4 – кільцева рама; 5 – корпус; 6 і 8 – тягарці; 7 – важіль; 9 – датчик рівня зерна; 10 – кронштейн з блоками; 11 – клапан; 12 – розподільник зерна; 13 – конус розподільний; 14 – повітророзподільна труба; 15 – обернений конус; 16 – регулювальне кільце; 17 – розвантажувальний пристрій; 18 – вентилятор; 19 – електрокалорифер; б – жалюзі корпусу; в – жалюзі повітророзподільної труби

Відділення бункерів ОБВ-160 складається з чотирьох бункерів БВ-40, а також двох завантажувальних норій продуктивністю 40 т/год кожна, зернопроводів і повітропроводів.

### 8.3. Агрегати і комплекси для післязбиральної обробки зерна

Для одержання кондиційного продовольчого і насіннєвого зерна з мінімальними витратами праці технологічні процеси його післязбиральної обробки поєднують у потокові технологічні лінії,

на яких усі основні та допоміжні операції виконуються системою машин і обладнання. Це дає змогу цілком механізувати процеси та частково автоматизувати їх.

Потокові технологічні лінії для післязбиральної обробки зерна поділяють на зерноочисні агрегати, зерноочисно-сушильні комплекси і насіннєві (спеціальні) лінії.

Такі агрегати і комплекси готують продовольче зерно, мають різну продуктивність і використовуються в господарствах залежно від розмірів його виробництва. Якщо річне виробництво зерна становить 2500...3000 т, то використовують агрегати продуктивністю 10 т/год, 5000...6000 т – 20..25 т/год, понад 6000 т – 40 т/год і більше.

Для доведення зерна до посівних кондицій його додатково обробляють на насіннєочисних лініях, які приєднують до агрегатів і комплексів. Робочі органи машин та допоміжні механізми агрегатів і комплексів уніфіковані, залежно від продуктивності підбирається їх кількість.

Агрегати і комплекси обладнані дистанційним керуванням, сигналізацією і системою блокування, що дає змогу у разі перебоїв у роботі однієї з машин вимкнути попередню за технологічним процесом і усунути несправність.

### 8.3.1. Зерноочисні агрегати

Зерно, яке надходить від комбайнів і має нормальну вологість (не більше ніж 16%), обробляють на зерноочисних агрегатах ЗАВ-10, ЗАВ-20, ЗАВ-25, ЗАВ-50 і ЗАВ-100 продуктивністю відповідно 10, 20, 25, 50 і 100 т/год.

Зерноочисний агрегат ЗАВ-25 (рис. 8.19) обробляє зерновий ворох від комбайнів, виділяє з нього крупні й легкі домішки, тимчасово зберігає за одночасної аерації в бункерах місткістю 260 м$^3$ (200 т), а також може довгостроково зберігати сухе зерно. Продуктивність під час приймання – 50 і очищення – 25 т/год. Встановлена потужність 81 кВт.

Агрегат складається з набору машин і обладнання, змонтованих в єдину споруду. Будівельна частина містить приймальний пристрій, приямок (бункер), норії, фундаменти бункерів, майданчик для розвантаження автомобілів. Він має відділення ОП-50 для приймання і тимчасового зберігання зерна (рис. 8.19а) і відділення очищення зерна (рис. 8.19б).

Відділення ОП-50 складається з автомобілерозвантажувача 1, бункера-дозатора 2, бункерів 4, машини 9 попереднього очищення зерна МПО-50, бункерів очищеного зерна 10 і відходів 11, конвеєра 3, розподільників 5, 8, 24 і 25 та норій 6 і 7.

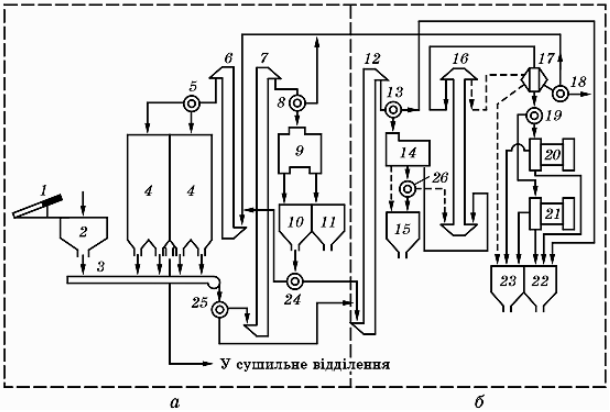



**Рис. 8.19. Функціональна схема зерноочисного агрегату ЗАВ-25:**
а – відділення ОП-50 для приймання і тимчасового зберігання зерна; б – очисне відділення; 1 – автомобілерозвантажувач; 2 – бункер-дозатор; 3 – конвеєр; 4, 10, 11, 15, 22 і 23 – бункери; 5, 8, 13, 17, 18, 19, 24, 25 і 26 – розподільники; 6, 7, 12 і 16 – норії; 9 – машина МПО-50; 14 – машина первинного очищення зерна ЗВС-20А; 20 і 21 – трієрні блоки

Відділення очищення зерна складається з машини 14 первинного очищення зерна ЗВС-20А, трієрних блоків 20 і 21, бункера повітряно-решітного очищення зерна 15, бункерів трієрного очищеного зерна 22 і відходів 23, норій 12 і 16 та розподільників 13, 17, 18, 19 і 26.

Після первинного очищення зерно може подаватися у двох напрямах. Якщо в зерні немає довгих і коротких домішок, то його подають у норію 16 і через розподільники 17 і 18 завантажують у бункер 22 чистого зерна. За наявності цих домішок зерно з розподільника 17 спрямовують у розподільник 19, поділяють на два потоки і завантажують у трієрні блоки 20 і 21. Очищене зерно після відокремлення коротких і довгих домішок надходить у бункер 22, а відходи — у бункер 23. Матеріал із бункерів завантажують у транспортні засоби і відвозять за призначенням.

### 8.3.2. Зерноочисні сушильні комплекси

Зерноочисно-сушильні комплекси призначені для очищення і сушіння зерна з вологістю понад 16 зернових, круп'яних і технічних культур і доведення продовольчого зерна до базисних кондицій, а насіннєвого (за відсутності важковідокремлюваних домішок) – до посівних кондицій. Зерноочисно-сушильний комплекс складається з двох технологічно поєднаних агрегатів: зерноочисного і сушильного.

Використовують два типи агрегатів: з шахтними – КЗС-10Ш, КЗС-20Ш, КЗС-25Ш, КЗР-5, КЗС-40Ш і барабанними – КЗС-10Б, КЗС-10Б2, КЗС-20Б сушарками.

Комплекс КЗС-25Ш має продуктивність 20 т/год (у разі сушіння зерна пшениці із зниженням вологості з 20 до 14%). Установлена потужність 201 кВт, маса всього комплексу 69 т.

Комплекс складається з зерноочисного і сушильного відділень.

Зерноочисне відділення – це зерноочисний агрегат ЗАВ-25, переобладнаний. У ньому замість машини попереднього очищення МПО-50 встановлено повітряно-решітну машину ЗД-10.000.

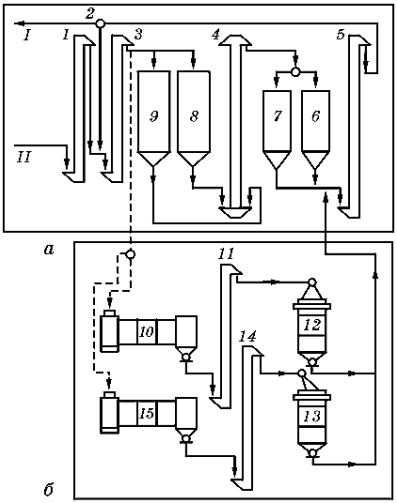



**Рис. 8.20. Функціональна схема зерносушильного відділення комплексу:**

а – КЗС-25Ш; б – КЗС-25Б; 1, 3, 4, 5, 11 і 14 – норії; 2 – розподільник; 6, 7, 12 і 13 – охолоджувальні колонки; 8 і 9 – сушильні шахти; 10 і 15 – сушильні барабани

Сушильне відділення (рис. 8.20а) складається із шахтної сушарки СЗШ-16А зі сушильними шахтами 8 і 9, охолоджувальними колонками 6 і 7, норіями 1, 3, 4 і 5 та розподільником 2.

Із бункерів 4 відділення приймання зерно зсипається в норію 1 сушильного відділення, перевантажується в норію 3 і подається в шахти 8 і 9 зерносушарки СЗШ-16А. Висушене зерно надходить до охолоджувальних колонок 6 і 7 та спрямовується в норію 12 очисного відділення. Далі процес роботи відбувається так само, як у ЗАВ-25.

Якщо вологість зерна перевищує 22%, то його після сушіння завантажують у бункери і спрямовують на повторне сушіння.

Комплекс КЗС-25Б відрізняється від КЗС-25Ш тим, що має дві барабанні сушарки СЗСБ-8А. Зерно із бункерів приймального відділення надходить у норію 1, поділяється на два потоки і подається в сушильні барабани 10 і 15. Висушене зерно норіями 11 і 14 подається в охолоджувальні колонки 12 і 13. Звідти охолоджене зерно надходить у норію 5 і спрямовується в очисне відділення.

Насіннєочисна приставка СП-10А призначена для отримання насіннєвого матеріалу, вторинного очищення і сортування зернових, зернобобових, круп'яних і олійних культур на зерноочисних агрегатах ЗАВ і комплексах КЗС і доведення його до норм I і II класів. Продуктивність на обробці насіння пшениці становить до 12 т/год. Приставка має насіннєочисну машину СВУ-5А, пневматичний сортувальний стіл ПСС-5, автоматичні ваги Д-100-3 і мішкозашивну машину ЗЗЕ-М.

Технологічний процес потокової лінії складається з обробки матеріалу на ЗАВ або КЗС, потім на повітряно-решітних машинах вторинного очищення, пневматичних сортувальних столах, зважування, затарювання в мішки та їх зашивання.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Призначення очищення, сортування і калібрування зерна.
2. Агротехнічні вимоги до зерноочисних машин.
3. Способи очищення і сортування зерна.
4. За якими ознаками поділяють зерновий матеріал у пневматичній колонці?
5. Будова, процес роботи і регулювання очисника вороху ОВС-25.
6. Будова, процес роботи і регулювання насіннєочисної машини СМ-4А.
7. Які трієрні машини використовують для очищення зерна? Їх будова, процес роботи і регулювання?
8. Які є спеціальні насіннєочисні машини? Їх будова, процес роботи і регулювання.
9. Агротехнічні вимоги до зерносушарок, способи і режими сушіння зерна.
10. Які є зерносушарки конвективної дії? Їх будова та процес роботи.
11. Назвіть установки активного вентилювання зерна. Яка будова і процес роботи вентильованого бункера?
12. Які ви знаєте зерноочисні агрегати та зерноочисно-сушильні комплекси? Їх будова і процес роботи.

# РОЗДІЛ IX
# МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ

## 9.1. Актуальність і завдання збирання корнебульбоплодів

Світова площа посіву фабричного цукрового буряку стабільно становить близько 9 млн га, що дає змогу виробляти з буряку 40% загального виробництва цукру в світі. Понад 80% виробництва цукрових буряків зосереджено в Європі (Україна, Росія, Німеччина, Франція та ін.). За межами Європи значними виробниками цієї продукції є США, Китай, Японія, Чилі. Україна належить до найбільш бурякосіючих держав Європи. Цукор є одним з її стратегічних продуктів, який користується великим попитом на світовому ринку.

Кормові буряки в Україні займають площу майже 600 тис. га і є цінною кормовою культурою. В кормах осінньо-зимового періоду ця культура є основним видом соковитих кормів, які мають велику кількість поживних вуглеводистих речовин, особливо потрібних для молочного поголів'я великої рогатої худоби.

Збирання та післязбиральна обробка бульбоплодів — один з найбільш трудомістких процесів сільськогосподарського виробництва. Залежно від кліматичних умов та наявності засобів механізації картоплю збирають картоплекопачами з підбором бульб уручну, прямим комбайнуванням та двофазним способом — роздільним або комбінованим. Перший спосіб потребує значних витрат ручної праці і застосовується з картоплекопачами КСТ-1,4; КТН-2В.

Пряме комбайнування доцільне на легких і середніх ґрунтах за вологості не більше ніж 23%. Для цього використовують комбайни ККУ-2А; Е-667 та ін.

За дворядного роздільного способу збирання бульби викопують картоплезбиральною машиною УКВ-2 та вкладають у валок з двох, чотирьох або шести рядків залежно від урожайності та механічного складу ґрунту. Після просушування у валку картоплю підбирають комбайном, продуктивність роботи якого значно зростає.

Комбінований спосіб збирання, зазвичай, застосовують на легких та середніх ґрунтах. Залежно від урожайності працюють за схемою 2 + 2 або 2 + 4, викопуючи бульби з двох або чотирьох рядків і вкладаючи їх на два сусідні не викопані для подальшого загального підбирання комбайном.

## 9.2. Агротехнічні вимоги до машин для збирання коренебульбоплодів

Згідно із встановленими агротехнічними вимогами (ДСТУ 2258–93) машини для збирання коренебульбоплодів мають забезпечувати такі основні показники якості роботи.

Гичкозбиральні машини для цукрового буряку мають забеспечувати зрізування гички не нижче від рівня зелених листків і не вище ніж 2 см від головки коренеплоду і можуть допускати кількість коренеплодів з необрізаною гичкою не більше ніж 8%; кількість коренеплодів з косим зрізом – 10%; відходи частин головок коренеплодів у гичку – 5%;

Гичкозбиральні машини для кормового буряку мають забезпечувати зрізування гички по високостоячих коренеплодах і не вище ніж 2 см від головок високостоячих коренеплодів і можуть допускати кількість коренеплодів з косим зрізом не більше ніж 10%; кількість вибитих коренеплодів робочими органами не більше 8%.

Коренезбиральні машини для цукрового буряку можуть допускати загальні втрати коренеплодів до 1,5%, у тому числі невикопаних коренеплодів – 0,5%; загальну кількість домішок у зібраному воросі не більше ніж 9%, у тому числі: забрудненість коренеплодів гичкою – 3%; забрудненість землею – 1,5%; забрудненість рослинними домішками – 2,5%; загальну кількість пошкоджених коренеплодів не більше ніж 20%, у тому числі: сильно пошкоджених – 5%; з діаметром злому хвостової частини понад 1 см – 3%.

Коренезбиральні машини для кормового буряку можуть допускати загальні втрати коренеплодів не більше ніж 1,5%, у тому числі: невикопаних – 0,5%; присипаних землею – 0,5%; загальну кількість домішок у зібраному воросі не більше ніж 8%, у тому числі: забрудненість коренеплодів землею – 3%; забрудненість рослинними домішками – 3%; загальну кількість пошкоджених коренеплодів не більш як 15%, у тому числі сильнопошкоджених – 7%.

Буряконавантажувачі-очисники мають забезпечувати повноту підбирання коренеплодів з валка не менш як 99,5% і можуть допускати загальну забрудненість вороху коренеплодів – не більше ніж 1%; кількість сильнопошкоджених коренеплодів – 3%.

Картоплезбиральні машини мають забезпечквати повноту зрізування бадилля картоплі не менше ніж 80%; висоту зрізування бадилля над поверхнею ґрунту або вершиною гребеня – не більш як 20 см і можуть допускати втрати бульб – до 3%; засміченість бульб домішками – до 20%; пошкодження бульб – до 12%, у тому числі різаних бульб – до 1%.

Картоплесортувальні машини можуть допускати втрати бульб – до 0,5%; пошкодження бульб – до 5%.

### 9.3. Способи і технології збирання коренебульбоплодів та класифікація машин

Залежно від наявності в господарстві типів бурякозбиральних машин можна застосовувати однофазний і роздільні дво-, три- або чотирифазні способи збирання коренеплодів.

За **однофазного способу збирання**, який використовують під час збирання цукрового буряку, за одне проходження збирального агрегату виконують усі технологічні операції: зрізування гички з наступним завантаженням її в транспортний засіб або розкиданням по зібраному полю; доочищення і дообрізування залишків гички з головок коренеплодів; викопування коренеплодів, їх очищення від домішок із наступним завантаженням у транспортний засіб, що рухається поряд із збиральною машиною, або в бункер самохідної збиральної машини.

Для реалізації однофазного способу збирання, зазвичай, використовують самохідні шестирядні потужні бурякозбиральні комбайни бункерного типу, наприклад SF-10 (фірма «Кляйне», Німеччина), КСБ-6 «Збруч» (ВАТ «ТеКЗ», Україна).

**Двофазний спосіб збирання** коренеплодів використовують також під час збирання кормового буряку. Цей спосіб охоплює дві окремо роздільні фази (стадії) збирання коренеплодів цукрового і кормового буряку.

**Трифазний спосіб збирання** коренеплодів передбачає такі три стадії збирання.

Перша стадія зрізування гички коренеплодів із завантаженням її в транспортний засіб або розкиданням на зібране поле.

Друга стадія доочищення головок коренеплодів від залишків гички.

Третя стадія викопування коренеплодів, очищення вороху від землі і рослинних домішок, завантаження коренеплодів у транспортний засіб.

**Чотирифазний спосіб збирання** коренеплодів застосовують за несприятливих природних умов або у разі великої забур'яненості посівів буряку, тобто коли збиральні машини не можуть дотримуватися агротехнічних вимог через загальну кількість домішок у зібраному воросі коренеплодів. Чотирифазний спосіб охоплює три стадії трифазного способу збирання із застосуванням четвертої фази – завантаження коренеплодів з утворених кагатів буряконавантажувачами-очисниками.

Для реалізації цих способів збирання застосовують потокову, перевалочну і потоково-перевалочну технології збирання.

За **способом виконання технологічних операцій** збирання коренеплодів бурякозбиральні машини поділяють на гичкозбиральні, очисники головок коренеплодів, копачі-валкоутворювачі, підбирачі валків, причіпні коренезбиральні, самохідні бурякозбиральні комбайни (комплекси), навантажувачі-очисники.

За **способом з'єднання з енергетичним засобом** (трактором) машини для збирання буряку є причіпні, начіпні та самохідні.

За **кількістю рядків, що збираються**, бурякозбиральні машини класифікують на одно-, дво-, три-, чотири- і шести-, восьми- і дванадцятирядні.

Технологія збирання картоплі передбачає механізовану підготовку поля, хімічну обробку або скошування з подрібненням бадилля; комбайнове збирання і транспортування картоплі до місця обробки, післязбиральну обробку і перевезення до місць зберігання, закладання на зберігання, а також транспортування на заготівельні пункти.

Спосіб збирання картоплі вибирають залежно від наявності техніки та ґрунтово-кліматичних умов. Якість збирання картоплі та продуктивність агрегату значною мірою залежать від способу збирання.

Картоплю збирають одно- та двофазним способами.

**Однофазний спосіб збирання** застосовують в умовах задовільного відсівання ґрунту на робочих органах комбайна. При цьому за одне проходження збирального агрегату, враховуючи те, що бадилля вже скошене, виконують усі технологічні операції: підкопування бульб (глибина підкопування більша на 2...3 см, ніж глибина залягання бульб); відокремлення бульб від столонів; очищення бульб від ґрунтових і рослинних домішок; вивантаження бульб у технологічний транспорт і їх відвезення до картоплесортувальних пунктів; остаточне очищення бульб від домішок з одночасним їх сортуванням.

Для реалізації однофазного способу збирання, зазвичай, використовують напівпричіпні картоплезбиральні комбайни КПК-3, КПК-2, КСК-4-1, ККУ-2А, Е-686, ККЗ-2 (концерн «Борекс», Україна), трирядкові копачі-навантажувачі Е-684 та картоплесортувальні пункти КСП-15Б, КСП-25, К-754Ф. Напівпричіпні машини агрегатуються з тракторами класу тяги 1,4.

**Двофазний спосіб збирання** застосовують за високої вологості ґрунту, коли однофазне збирання неефективне. Він може бути роздільним або комбінованим. Цей спосіб має дві фази (стадії) збирання картоплі. Перша стадія реалізується комплексами машин з

використанням копачів-валкоутворювачів (комплекс машин МТЗ-80 + УКВ-2).

За роздільного збирання картоплі, яке застосовують на ґрунтах з підвищеною вологістю, на першій стадії виконують такі технологічні операції: викопування бульб, попереднє часткове їх очищення від домішок; формування валка викопаних бульб з двох, чотирьох або шести рядків.

Валок формується таким чином: викопуючи перші два рядки, копач укладає валок ззаду на вирівняну спеціальним пристроєм поверхню, а бадилля відкидає вбік на зібране поле. Під час другого (або другого і третього) проходження агрегату викопані бульби двох крайніх суміжних рядків укладають на вже утворений валок, а бадилля залишають за копачем.

У разі формування валків із чотирьох рядків за високого врожаю копач УКВ-2 рухається загінним способом, укладаючи бульби слідом за собою у валок, а бадилля вбік. Під час наступного проходження агрегату бульби поперечним конвеєром подають у раніше утворений валок, а бадилля скидають слідом за копачем, тобто у валок бадилля, утворений під час першого проходження агрегату.

Друга стадія роздільного збирання картоплі реалізується комплексом машин МТЗ-80 + ККУ-2А: підбирання утвореного валка бульб; очищення бульб від домішок; вивантаження бульб у кузов транспортного засобу, що рухається поряд із картоплезбиральною машиною, і їх відвезення до картоплесортувальних пунктів; остаточне очищення бульб від домішок з одночасним їх сортуванням на картоплесортувальних пунктах.

За двофазного способу збирання картоплі скошувати бадилля не рекомендується, оскільки у валок потрапляє багато післяжнивних решток, відокремлення яких пов'язане з великими труднощами.

Під час комбінованого збирання картоплі, яке застосовують на легких ґрунтах з якісною сепарацією, на першій стадії виконують такі технологічні операції: викопування бульб, попереднє часткове їх очищення від домішок; формування валка викопаних бульб укладанням викопаних бульб у міжряддя невикопаних рядків.

**Комбіноване збирання** картоплі відрізняється від роздільного тим, що на першій стадії копачем-валкоутворювачем викопують бульби з двох рядків за врожайності 200...300 ц/га або з чотирьох (за меншої урожайності) суміжних рядків і укладають їх у міжряддя двох незібраних рядків, а бадилля скидають за копачем.

Друга стадія комбінованого збирання картоплі реалізується комплексом машин МТЗ-80 + ККУ-2А: викопування бульб з двох залишених рядків з одночасним підбиранням утвореного валка; очищення бульб від домішок; вивантаження бульб у кузов транспо-

ртного засобу, що рухається поряд з картоплезбиральною машиною, і їх відвезення до картоплесортувальних пунктів; остаточне очищення бульб від домішок з одночасним їх сортуванням на картоплесортувальних пунктах.

Потім комбайном викопують бульби з двох незібраних рядків і підбирають разом укладені в міжряддя бульби.

Для реалізації одно- і двофазного способів збирання застосовують потокову та потоково-перевалочну технологію збирання.

За **способом виконання технологічних операцій** збирання картоплі розрізняють такі картоплезбиральні машини: картоплекопачі (роторні, елеваторні, грохотні й комбіновані), копачі-валкоутворювачі, картоплезбиральні комбайни, гичкозбиральні машини, сортувальні машини і пункти.

За **способом з'єднання з енергетичним засобом** (трактором) картоплезбиральні машини поділяють на причіпні, напівпричіпні, начіпні та самохідні.

За **кількістю рядків, що збираються**, картоплезбиральні машини є одно-, дво-, три- і чотирирядні.

## 9.4. Загальна будова і технологічний процес роботи машин

### 9.4.1. Гичкозбиральні машини

Гичкозбиральна машина БМ-6Б призначена для збирання гички цукрового буряку, які посіяні з шириною міжрядь 45 см. Машина причіпна і агрегатується з тракторами МТЗ-80/82, ЮМЗ-6АМ, Т-70С, ДТ-75М тягового класу 1,4, 2 і 3. Робочі органи гичкозбиральної машини приводяться в рух від ВВП трактора. Робоча швидкість руху машини 5,1...8,0 км/год, ширина захвату 2,7 м, продуктивність машини 1,3...2,4 га/год.

Машина складається з основної рами (рис. 9.1), на якій встановлено дві суміжні секції гичкозбиральних апаратів, два поздовжні (приймальні) конвеєри 5, два проміжні бітерні вали 6, поперечний конвеєр 9 і вивантажувальний елеватор 7, два бітерні вали 8 кидального типу, очисник головок коренеплодів 11, два опорні пневматичні колеса 10, причіпний пристрій, автомат водіння, гідросистему, механізм приводу робочих органів, універсальну систему контролю і сигналізації УСАК-6В.

Автомат водіння призначений для спрямування робочих органів вздовж рядків буряку і складається з трьох копір-водіїв 1, які завдяки шарнірній системі начіпки з'єднані з поперечною тягою. На рамі автомата водіння також встановлено коромисло, гідророз-

подільник, гідроциліндр, запобіжний клапан та систему маслопроводів.

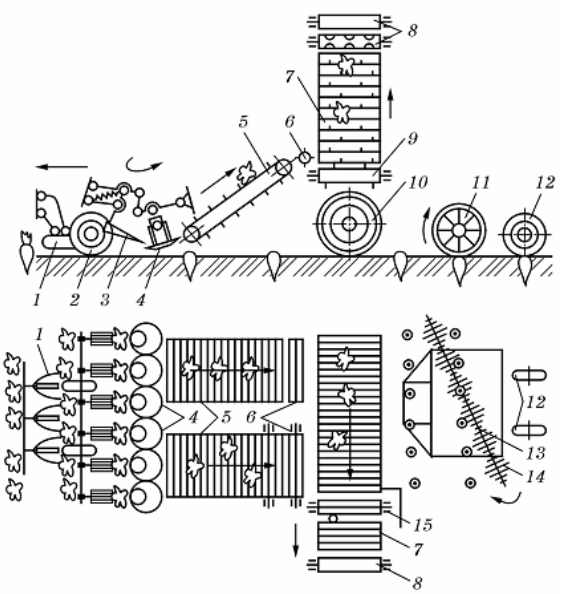



**Рис. 9.1. Конструктивно-технологічна схема гичкозбиральної машини БМ-6Б:**
1 – копір-водій; 2 – копіювальне колесо; 3 – гребінчастий копір; 4 – дисковий ніж; 5 – поздовжній приймальний конвеєр; 6 і 15 – бітерний вал; 7 – вивантажувальний елеватор; 8 – бітер кидального типу; 9 – поперечний конвеєр; 10 – опорне колесо; 11 – очисник головок коренеплодів; 12 – опорне колесо очисника головок; 13 – вал очисника; 14 – очисні елементи

Секція гичкозбиральних апаратів складається з трьох гичкозрізувальних апаратів, які змонтовані на рухомій рамі в її передній частині, що спирається на пневматичні копіювальні колеса 2.

Очисник коренеплодів 11 призначений для доочищення залишків гички з головок буряку. Він складається з рами, яка спирається на два регулювальних колеса 12 і начіплюється на основну раму машини. На рамі очисника змонтовано очисний пристрій – вал 13, на якому вздовж гвинтової лінії консольно закріплені очисні елементи 14, виконані у вигляді стрічки з прогумованого паса. Вал очисного пристрою 13 встановлений під кутом до напряму руху машини.

**Технологічний процес роботи**. Під час руху агрегату вздовж рядків (рис. 9.1) копір-водії 1 рухаються міжряддями, копіюють поверхню поля та головки коренеплодів і за допомогою гідросистеми забезпечують спрямування гичкозрізувального апарата машини по рядках. У разі відхилення рядків копір-водії 1 зміщуються головками коренеплодів вліво чи вправо і через поперечну тягу та коромисло виводять золотник гідророзподільника з нейтрального положення. При цьому масло під тиском подається у гідроциліндр, шток якого переміщується і зміщує машину в певний бік. Гребінчасті копіри 3 наїжджають на головки коренеплодів і, переміщуючись по них, утримують дискові ножі 4 на заданій висоті зрізу гички. Ножі 4 обертаються і різальними кромками зрізують верхню частину головки коренеплодів з гичкою, при цьому бітери подають її на поздовжні приймальні конвеєри 5, які транспортують гичку до бітерних валів 6. Бітерний вал 6 переправляє гичку на поперечний конвеєр 9, де бітери підхоплюють гичку і подають її на вивантажувальний елеватор 7. З цього конвеєра гичка надходить до бітерів 8 кидального типу, які спрямовують її в кузов транспортного засобу, що рухається поряд із збиральним агрегатом. Одночасно із зрізуванням і транспортуванням гички очисні елементи 14 привідного вала 13 очисника головок 11 доочищують залишки гички на головках коренеплодів і зміщують рослинні рештки на зібрану частину поля.

**Технологічні регулювання.** Зрізувальний апарат регулюють безпосередньо в полі. Положення ножів відносно поверхні поля встановлюють гвинтовим механізмом копіювального колеса кожної секції. Вертикальний зазор між гребінчастим копіром і дисковим ножем регулюють гвинтовою тягою, а горизонтальний – переміщенням гребінчастого копіра по отворах кронштейна паралелограмної підвіски.

Положення очисних елементів 14 (рис. 9.1) вала 13 очисника головок коренеплодів 11 установлюють за допомогою гвинтового регулювального механізму опорних коліс 12.

Гичкозбиральна машина БМ-4А призначена для збирання гички цукрового буряку, які посіяні з шириною міжрядь 60 см, тобто на поливних полях. За будовою і технологічним процесом роботи машина аналогічна машині БМ-6А. Робоча ширина захвату 2,8 м, швидкість руху 5,0...8,0 м/с, продуктивність 1,2...2,2 га/год.

Гичкозбиральна машина МБП-6 призначена для двостадійного однофазного збирання гички цукрового буряку з міжряддями 45 і 60 см. Зрізування гички і очищення головок коренеплодів від її залишків з одночасним дообрізуванням головок відбувається за одне проходження агрегату. Агрегатується машина з тракторами МТЗ-80/82, МТЗ-100/102, Т-70С і ДТ-75М тягового класу 1,4; 2 і 3. Фронта-

льно розміщені робочі органи машини приводяться в рух від ВВП трактора. Ширина захвату машини 2,7 м, робоча швидкість 6,0...8,0 км/год, продуктивність до 2,0 га/год.

**Загальна будова.** Машина МБП-6 є модифікацією гичкозбиральної машини МБК-2,7, призначеної для одностадійного збирання гички кормового буряку.

### 9.4.2. Коренезбиральні машини

Коренезбиральна машина МКК-6-02 призначена для збирання коренеплодів цукрового буряку, які посіяні з шириною міжрядь 45 см. Ширина захвату машини 2,7 м, робоча швидкість 5,0...7,2 км/год, продуктивність 1,4...1,9 га/год.

Коререзбиральна машина МКК-6-02 (рис. 9.2) складається з основної рами 1, на якій змонтовано коренезбиральну частину і встановлено трактор 13 МТЗ-80/80Л із демонтованими ведучими колесами, мостом керованих коліс, механізмом задньої начіпки. Робочі органи коренезбиральної частини приводяться в рух від ВВП трактора.

Викопувальний пристрій, або копач (рис. 9.3), призначений для викопування коренеплодів цукрового буряку, попереднього очищення вороху від домішок і його транспортування на шнековий очисник 10 (рис. 9.2).

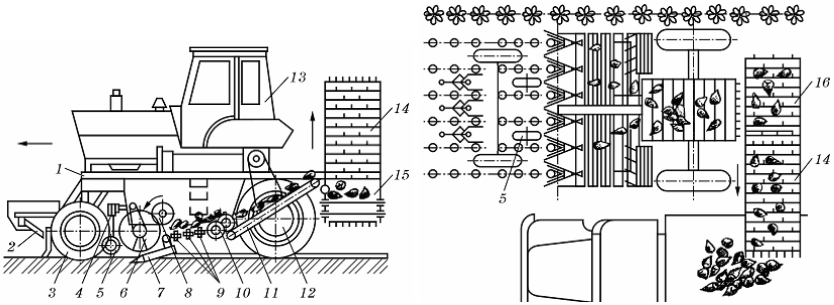



**Рис. 9.2. Конструктивно-технологічна схема коренезбиральної машини МКК-6:**
1 – основна рама; 2 – автомат водіння; 3 – кероване колесо; 4 – секція викопувальних робочих пристроїв; 5 – копіювальне колесо; 6 – коренезабірник; 7 – активна викопувальна вилка; 8 – бітер-виштовхувач; 9 – лопатевий конвеєр-очисник; 10 – шнековий очисник; 11 – поздовжній конвеєр; 12 – ведуче колесо; 13 – трактор; 14 – вивантажувальний елеватор; 15 – бункер-нагромаджувач; 16 – поперечний конвеєр

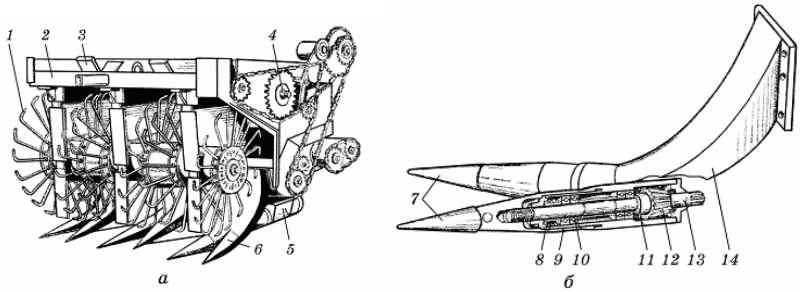



**Рис. 9.3. Викопувальний пристрій коренезбиральної машини МКК-6-02:**
а – викопувальний пристрій у складі; б – активна вилка; 1 – коренезабірник; 2 – рама; 3 – бітер-виштовхувач; 4 – вал приводу бітера-виштовхувача; 5 – редуктор приводу вилок; 6 – активна вилка; 7 – конусні ротори; 8 – манжета; 9 – труба; 10 – шарикопідшипник; 11 – корпус; 12 – конічна шестірня редуктора; 13 – вал; 14 – кронштейн

Копач має ліву і праву секції, кожна з яких складається із рами 2. На цій рамі змонтовано три пари активних вилок 6, три пари коренезабірників 1, металевий бітер-виштовхувач 3 і приймальний лопатевий конвеєр-очисник, який виконаний у вигляді послідовно розміщених прогумованих бітерних валів. Секції копача шарнірно з'єднані з основною рамою машини і в роботі опираються на кронштейни рамки копіювальних коліс, завдяки чому відбувається незалежне копіювання рельєфу ґрунту кожною рамкою.

Копіювальні колеса призначені для копіювання рельєфу ґрунту з метою збереження постійної глибини ходу активних вилок.

Активна вилка (див. рис. 9.3б) призначена для викопування коренеплодів із ґрунту. Вона складається з двох конусів 7, які обертаються в протилежні боки і змонтовані на хвостовиках валів 13 і шестерень 12. Конусні вилки встановлені на кронштейні 14, який закріплений на рамі викопувального пристрою. Діаметр циліндра вилки 72 мм, довжина активної частини 332 мм. Частота обертання конусів 7 становить 423 хв$^{-1}$, глибина ходу вилок – 5...12 см.

Коренезабірник призначений для захоплювання коренів і передавання їх на приймальний лопатевий конвеєр-очисник.

Бітер-виштовхувач призначений для виштовхування коренеплодів із розхилу дисків коренезабірника і подавання їх на приймальний конвеєр-очисник. Він складається із зварного вала, привідної зірочки з муфтою і змінних металевих лопатей. Лопаті кожного бітера зміщенні на 30° один відносно одного.

Приймальний лопатевий конвеєр-очисник призначений для очищення вороху від землі та рослинних домішок і подальшого подавання його на шнековий конвеєр. Він складається з трьох бітерних валів, які виконані у вигляді радіально розміщених гумових лопатей. Перші два вали мають по чотири лопаті, а третій – шість. Частота обертання двох чотирилопатевих бітерів становить 188 $хв^{-1}$, а шестилопатевого – 289 $хв^{-1}$.

Шнековий очисник призначений для часткового подальшого очищення вороху цукрового буряку від землі та рослинних решток і зміщення й подавання його з приймальних конвеєрів двох секцій викопувального робочого органа на центральний поздовжній конвеєр.

Поздовжній і поперечний конвеєри призначені відповідно для забирання вороху від шнекового очисника і подавання його на поперечний конвеєр та від нього до вивантажувального. Поздовжній конвеєр закріплений на основній рамі машини і складається з ведучого вала із запобіжною муфтою, полотна, ведених і підтримувальних роликів. На полотні конвеєра влаштовані скребки і клапан для очищення внутрішнього простору полотна. Полотно натягується автоматично за допомогою натяжних пристроїв.

Поперечний конвеєр є дном бункера-нагромаджувача. Він складається із полотна, ведених і підтримувальних роликів і ведучого вала, клапана очищення внутрішнього простору.

Вивантажувальний елеватор призначений для завантаження коренеплодів у кузов транспортного засобу, який рухається поряд із коренезбиральною машиною.

**Технологічний процес роботи**. Під час руху машини автомат водіння 2 (рис. 9.2) спрямовує передні колеса 3 посередині міжрядь, а активні викопувальні вилки 7 секцій робочих викопувальних пристроїв 4 – рядками буряку. Активні конусні вилки 7, обертаючись назустріч одна одній, підкопують коренеплоди конусними наконечниками, витягуючи їх з ґрунту, і вводять у розхил дисків коренезабірників 6. При цьому основна маса землі відокремлюється за рахунок скидання її по боках конусними наконечниками вилки, які обертаються. Викопані коренеплоди захоплюються дисками коренезабірників 6, які їх переміщують вгору до бітерів 8. Підняті коренезабірником 6 корені виштовхуються бітером 8 і спрямовуються на приймальний лопатевий конвеєр-очисник 9, який переміщує ворох до шнекового очисника 10 і частково очищує його від землі і рослинних решток. На шнековому очиснику 10 коренеплоди доочищуються від рослинних залишків і вільної землі і зміщуються ним до центру машини на поздовжній прутковий конвеєр 11, який спрямовує ворох на поперечний прутковий конвеєр 16. Він спрямовує ко-

ренеплоди на вивантажувальний елеватор 14, який подає їх у транспортний засіб, що рухається поряд із збиральною машиною. Під час руху коренеплодів поздовжнім та поперечним конвеєрами і вивантажувальним елеватором вони очищаються від домішок.

Для заміни транспортних засобів без зупинення машини під час роботи передбачена можливість короткострокового вимкнення поперечного конвеєра і вивантажувального елеватора. У цей час коренеплоди нагромаджуються в перехідному бункері-нагромаджувачі 15, дном якого є поперечний конвеєр 16. Після заміни транспортних засобів вмикають привід конвеєрів і коренеплоди знову надходять у новий транспортний засіб.

**Технологічні регулювання**. Глибину ходу активних вилок регулюють за допомогою перестановки штирів і втулок у кронштейнах копіювальних коліс викопувального пристрою. Копіри автомата водіння машини по рядках буряків регулюють залежно від розміру коренів. Відстань між пластинами суміжних копірів має бути на 2...3 см більшою за середній діаметр коренів і встановлюється зміщенням копіювальних пластин у горизонтальній площині. Паралельне положення пластин копірів відносно поверхні ґрунту для копірів-розпушувачів досягається поворотом у вертикальній площині пластин копірів у затискачах, для полозкових копірів – зміною довжини тяги паралелограмної підвіски копірів.

Коренезбиральна самохідна машина РКМ-6 призначена для викопування коренеплодів цукрового буряку, які посіяні з міжряддями 45 см. Ширина захвату 2,7 м, робоча швидкість руху машини 7,0...9,0 км/год, продуктивність 1,8...2,7 га/год.

**Загальна будова.** Машина РКМ-6 складається із самохідного шасі, на рамі якого встановлено двигун СМД-24-02 потужністю 118 кВт, міст ведучих коліс з гідростатичним приводом ходової частини, міст керованих коліс, кабіну з органами керування, автомат керування машини рядками і коренезбиральну частину.

Залежно від комплектації змінного викопувального робочого органа розрізняють такі модифікації коренезбиральної машини: РКМ-6-02 комплектується ротаційно-вилчастими копачами, РКМ-6-03 — пасивними сферичнодисковими копачами (для збирання кормових буряків), РКМ-6-05 – дисковими копачами, будова і технологічний процес роботи яких відповідно аналогічні машинам МКК-6-02, МКК-6, КС-6Б(В).

Коренезбиральна машина КС-6Б (рис. 9.4) призначена для збирання коренеплодів цукрових буряків, які посіяні з шириною міжрядь 45 см. Ширина захвату 2,7 м, робоча швидкість руху машини 5,0...9,0 км/год, продуктивність 1,3...1,9 га/год. КС-6Б комплектується самохідним шасі і коренезбиральною частиною. На шасі

встановлений двигун СМД-64 потужністю 110,3 кВт. У передній частині самохідного шасі влаштований автомат водіння для спрямування робочих органів вздовж осі рядків коренеплодів.

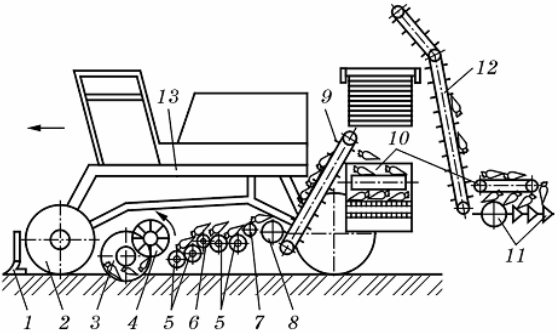



**Рис. 9.4. Конструктивно-технологічна схема коренезбиральної машини КС-6Б:**
1 – копір-водій; 2 – передній міст керованих коліс; 3 – дисковий копач; 4 – лопатевий бітер-виштовхувач; 5 – пари спіральних вальців; 6 і 7 – перекидні вальці; 8 – проміжний бітер; 9 – поздовжній конвеєр;10 – поперечний стрічковий конвеєр; 11 – конвеєр-грудкоподрібнювач; 12 – вивантажувальний елеватор; 13 – основна рама

**Технологічний процес.** Під час руху машини автомат водіння 1 спрямовує дискові копачі 3 рядками буряку. При цьому дискові копачі 3 руйнують зв'язок коренеплодів із ґрунтом, підкопують і захоплюють їх внутрішніми поверхнями дисків та витягують коренеплоди з ґрунту. Вали лопатевих бітерів 4, які повернені один відносно одного на кут 30°, лопатями підхоплюють коренеплоди і подають їх до першої пари вальців шнекового очисника, спіральні вальці 5 якого зміщують ворох коренеплодів уліво та вправо, тобто на периферію очисника, де перекидний валець 6 спрямовує ворох до другої пари вальців шнекового очисника, який переміщує коренеплоди до його центральної частини. Під час переміщення вороху шнековими очисниками коренеплоди попередньо очищуються від домішок. Із центральної частини другої пари вальців шнекового очисника коренеплоди за допомогою перекидних вальців 7 подаються до проміжного бітера 8, який спрямовує їх на поздовжній конвеєр 9, а потім на поперечний стрічковий конвеєр 10. Цей конвеєр транспортує коренеплоди до вивантажувального елеватора 12, який завантажує їх у транспортні засоби, що рухаються поряд зі збиральною машиною.

**Технологічні регулювання**. Зазор (75...85 мм) між кромкою дисків та першим шнековим очисником регулюють за допомогою підкладок під кронштейни копачів. Між кромками викопувальних дисків зазор 30...45 мм установлюють переміщенням регулювальних прокладок із внутрішнього на зовнішній бік диска або навпаки. Глибину ходу дисків регулюють переміщенням пальців у отворах кронштейнів передньої балки.

Напрям руху стрічкового конвеєра 10 змінюють переставленням ланцюга на верхню або нижню зірочки механізму приводу. Режим роботи грудкоподрібнювача 11 (1, 2, 3 – «подрібнення грудок» та 4 – «транспортування») встановлюють поворотом зірочок з позначками у разі роз'єднаного ланцюга механізму приводу – для транспортувального режиму 90°, а для подрібнення грудок 45°. Установлюючи кут між прямолінійними гранями суміжних грудкоподрібнювальних валів, користуються спеціальним шаблоном. Регулювання автомата водіння машини по рядках виконується аналогічно машині МКК-6-02.

Коренезбиральна машина КС-6В є удосконаленою модифікацією коренезбиральної машини КС-6Б і, отже, має таке саме призначення. Ширина захвату 2,7 м, робоча швидкість руху машини 5,4...10,8 км/год, продуктивність 2,5 га/год.

Коренезбиральна бункерна машина КБ-6 (рис. 9.5) призначена для двофазного збирання цукрового буряку, посіяних з шириною міжрядь 45 см, з яких попередньо зібрана гичка. Машина розроблена на основі широкого застосування базових вузлів коренезбиральної машини КС-6Б. Ширина захвату 2,7 м, робоча швидкість руху машини 5,0...9,0 км/год, продуктивність 1,3...2,4 га/год, місткість бункера 8 м$^3$.

**Технологічні регулювання**. Автомат водіння машини рядками буряку та викопувальні робочі органи регулюють аналогічно машині КС-6Б.

Бурякозбиральний бункерний комбайн КСБ-6 «Збруч» призначений для однофазного збирання коренеплодів цукрового буряку, ширина міжрядь яких становить 45 см. Ширина захвату 2,7 м, робоча швидкість руху машини 5,0...9,0 км/год, продуктивність 1,3...2,4 га/год, місткість бункера 8 м$^3$.

**Загальна будова.** Комбайн комплектується змінними дисковими, ротаційно-вилчастими викопувальними пристроями і вібраційними копачами. Комбайн КСБ-6 «Збруч» є модифікацією коренезбиральної бункерної машини КБ-6 і складається із гичкозбирального пристрою, який встановлено у передній частині машини КБ-6. Передній керований міст виконаний у вигляді двох спарених коліс.

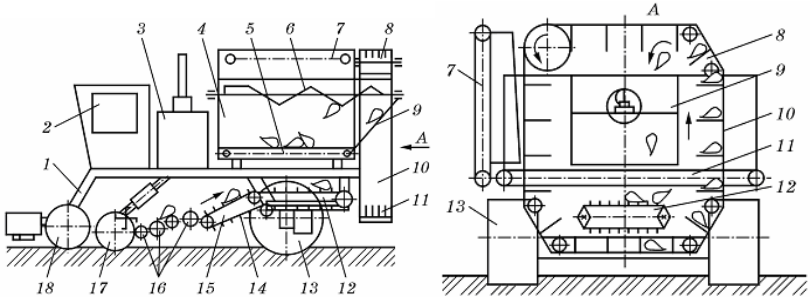



**Рис. 9.5. Конструктивно-технологічна схема коренезбиральної машини КБ-6:**
1 – рама; 2 – кабіна; 3 – силова установка; 4 – бункер; 5 – горизонтальний конвеєр; 6 – розрівнювальний шнековий конвеєр; 7 – вивантажувальний елеватор; 8 – зона навантажування буряку у бункер; 9 – похилий жолоб; 10 – завантажувальний контурний конвеєр; 11 – скребок; 12 – поздовжній конвеєр; 13 – міст ведучих коліс; 14 – похила ланка поздовжнього конвеєра; 15 – підтримувальний ролик; 16 – шнековий очисник; 17 – викопувальний диск; 18 – міст керованих коліс

**Технологічний процес роботи.** Під час руху комбайна молоткові ножі ротаційного вала зрізують гичку і подають її на шнековий конвеєр, який вивантажує гичку на зібране поле. Очисні елементи доочисника очищують головки коренеплодів від залишків гички. Далі технологічний процес роботи комбайна аналогічний роботі машини КБ-6.

### 9.4.3. Машини для збирання кормового буряку

Гичкозбиральна машина МБК-2,7 призначена для збирання гички кормових буряків, які посіяні з шириною міжрядь 45 і 60 см. Агрегатується машина з тракторами МТЗ-80/82, МТЗ-100/102, Т-70С і ДТ-75М тягового класу 1,4; 2 і 3. Фронтально розміщені робочі органи машини приводяться в рух від ВВП трактора, який переміщується по зібраному полю, не приминаючи гичку і не пошкоджуючи коренеплоди колесами. Ширина захвату машини 2,7 м, робоча швидкість 6,0...8,0 км/год, продуктивність до 2,0 га/год.

Коренезбиральна машина МКК-6 призначена для роздільного збирання коренеплодів кормового буряку, які посіяні з міжряддями 45 і 60 см відповідно в основній і поливній зонах вирощування цієї кормової культури. Ширина захвату машини 2,7 (2,4) м, робоча

швидкість 0,7...1,7 км/год, продуктивність 0,6...1,7 га/год.

Загальна будова коренезбиральної машини МКК-6 аналогічна будові машини МКК-6-02 за винятком викопувальної частини – замість двох секцій вилчастого копача МКК-6-02 встановлюють на ті самі приєднувальні місця дві секції сферичного дискового викопувального органа.

Коренезбиральна машина МКК-6 (рис. 9.6) комплектується коренезбиральною частиною і встановленим на її основну раму трактором МТЗ-80/80Л, з якого демонтовані ведучі колеса, міст керованих коліс, механізм задньої начіпки тощо.

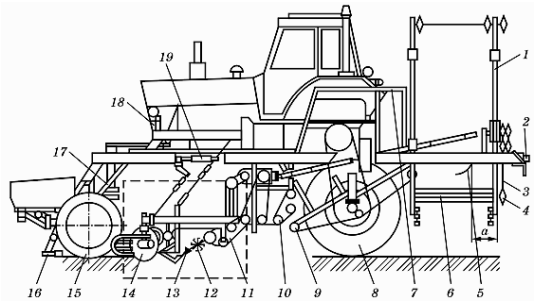



**Рис. 9.6. Конструктивна схема коренезбиральної машини МКК-6:**
1 – вивантажувальний елеватор; 2 – електрообладнання; 3 – рама; 4 – трансмісія; 5 – погумований пристрій; 6 – поперечний конвеєр; 7 – огородження; 8 – міст ведучих коліс; 9 – поздовжній конвеєр; 10 – шнековий очисник; 11 – приймальний конвеєр; 12 – другий кулачковий вал; 13 – перший кулачковий вал; 14 – сферичний дисковий копач; 15 – міст керованих коліс; 16 – автомат водіння; 17 – механізм рульового керування; 18 – трактор; 19 – гідросистема

Коренезбиральна частина складається із основної рами 3, яка спирається на мости ведучих 8 і керованих 15 коліс, двох секцій сферичних дискових викопувальних робочих органів, шнекового очисника вороху 10, поперечного 6 і поздовжнього 9 конвеєрів та навантажувального елеватора 1, механізму рульового керування 17, трансмісії 4, електричної 2 і гідравлічної 19 систем, автомата керування машиною вздовж осі рядків, системи контролю та сигналізації УСАК-6В.

Сферичний дисковий викопувальний орган призначений для викопування кормових коренеплодів із ґрунту, часткового доочищення головок від черешків і листя гички, попереднього очищення вороху від вільної землі та подальшого транспортування вороху на шнековий очисник. Основними вузлами викопувального органу є

основна і рухома рами, кореннепрямляч, лижа, копач, бітерний і кулачкові вали, приймальний конвеєр. Секція піднімається за допомогою гідросистеми із кабіни трактора, а опускається — під дією своєї ваги. Лижа встановлюється на рухомій рамі викопувального органу. Вона призначена для копіювання рельєфу ґрунту з метою забезпечення повного підбирання коренеплодів першим кулачковим валом. Для зміни положення першого кулачкового вала відносно ґрунту на кронштейні лижі є чотири отвори.

Коренезбиральна машина КС-6Б-05 (рис. 9.7) призначена для збирання коренеплодів цукрових і кормових буряків з шириною міжрядь 45 см, з яких попередньо зрізана гичка. Ширина захвату 2,7 м, робоча швидкість руху машини 5,0...8,0 км/год, продуктивність 1,3...1,9 га/год.

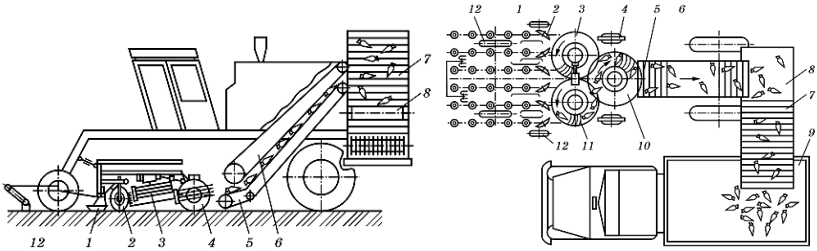



**Рис. 9.7. Конструктивно-технологічна схема коренезбиральної машини КС-6Б-05:**
1 – опорний полозок; 2 – сферичний дисковий копач; 3 – роторний конвеєр-очисник; 4 – опорно-напрямне колесо; 5 – поздовжній нижній конвеєр; 6 – поздовжній притискний конвеєр; 7 – вивантажувальний елеватор; 8 – поперечний конвеєр; 9 – транспортний засіб; 10 – диск; 11 – пруток; 12 – опорно-копіювальне колесо

Сферичні дискові пасивні копачі 2, розміщені під кутом атаки 30°, опорні полозки 1 і роторний конвеєр-очисник 3 встановлені на рухомій рамі, яка у передній частині спирається на опорно-копіювальні 12, а в задній – на опорно-напрямні 4 колеса.

**Технологічні регулювання**. Глибину ходу (5...7 см) і кут атаки (25...35°) сферичних дискових копачів регулюють за допомогою переставлення і повертання стояка в кронштейнах рухомої рами і копіювальними колесами 12 викопувального пристрою. Положення кореннепрямляча змінюють за допомогою переміщення його стояком копача.

### 9.4.4. Бурякозбиральні комбайни

Бурякозбиральний комбайн «Кристал» РКМ-6-07 (рис. 9.8) призначений для збирання цукрового і кормового буряку. Комплектується змінними вильчатими, дисковими або вібраційними копачами. Комбайн обладнаний гичкозрізальним апаратом роторного типу і дообрізчиками гички. Шестирядний – за ширини міжрядь 0,45 м має ширину захвату 2,7 м і продуктивність 2…3 га/ год. Комбайн обладнаний дизельним двигуном ЯМЗ-236ДК.

**Рис. 9.8. Бурякозбиральний комбай «Кристал» РКМ-6-07**

Фірма Holmer Maschinenbau GMBH поставлє на ринок України самохідний бурякозбиральний комбайн Holmer Terra Dos (рис. 9.9) з потужністю двигуна 308 кВт. Шестирядний комбайн може працювати з фіксованим міжряддям 45, 48, 50, 55, 60 і 65 см, а також із можливістю зміни ширини міжрядь в діапазоні від 0,45 до 0,5 м. Місткість паливного резервуара – 1000 *л*. Місткість бункера для коренеплодів – 24 м$^3$.

Пристрій для видалення гички подрібнює її та розподіляє на зібраному полі. Шість регульованих дообрізчиків забезпечують оптимальне зрізання гички. Шість вібраційних копачів виймають коренеплоди з грунту. Очищення і транспортування коренеплодів здійснюється на шестивальцевому шнековому конвеєрі, сепаруючому прутковому елеваторі та трьох пруткових роторах.

У конструкції передбачено три варіанти автоматичного управління рухом комбайна рядками. Перший варіант – автомат водіння гичкозбиральної частини комбайна управляє передніми колесами. Другий варіант – автомат водіння коренезбиральної частини комбайна управляє передніми колесами комбайна. Третій ва-

ріант – автомат водіння гичкозбиральної частини комбайна управляє задніми колесами, а автомат водіння коренезбиральної частини комбайна управляє передніми колесами комбайна.

**Рис. 9.9. Самохідний бурякозбиральний комбайн Holmer Terra Dos**

### 9.4.5. Буряконавантажувачі-очисники

Буряконавантажувач-очисник СПС-4,2А (рис. 9.10) призначений для підбирання коренеплодів цукрового буряку із польових кагатів, валків, куп, доочищення їх від землі та рослинних решток і навантаження у транспортні засоби.

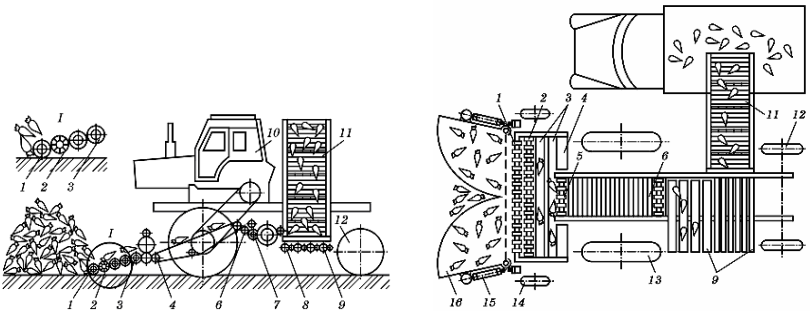



**Рис. 9.10. Конструктивно-технологічна схема буряконавантажувача-очисника СПС-4,2А:**
1 – кулачковий живильник; 2 – активний бітерний вал; 3 – шнековий конвеєр; 4 – гладенький валець; 5 і 7 – бітерні вали; 6 – поздовжній конвеєр; 8 – шнековий конвеєр-розподільник; 9 – шнековий конвеєр-доочисник; 10 – трактор; 11 – вивантажувальний елеватор; 12 – кероване колесо; 13 – ведуче колесо; 14 – опорний коток; 15 – гідроциліндр; 16 – щиток

Ширина захвату навантажувача 4,2 м, робоча швидкість 0,05...0,74 км/год, продуктивність до 200 т/год, висота навантаження до 3,5 м.

**Технологічні регулювання.** Положення кулачкового живильника відносно поверхні поля регулюють гвинтовими механізмами опорних коліс рухомої рами, навантаження на опорні колеса живильника – переміщенням ланцюгів підвіски рухомої рами у пазах кронштейнів. Положення верхньої рухомої рамки вивантажувального елеватора регулюють боковими гвинтовими тягами, а кут нахилу козирка елеватора змінюють довжиною троса.

### 9.4.6. Картоплекопачі

Картоплекопач КСТ-1,4А (рис. 9.11) призначений для викопування двох рядків картоплі, сепарації викопаного ґрунту і укладання бульб на поверхню поля у валок. Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 1,9...6,5 км/год, продуктивність до 0,9 га/год, маса 1320 кг. Агрегатується з тракторами класу тяги 1,4, робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора.

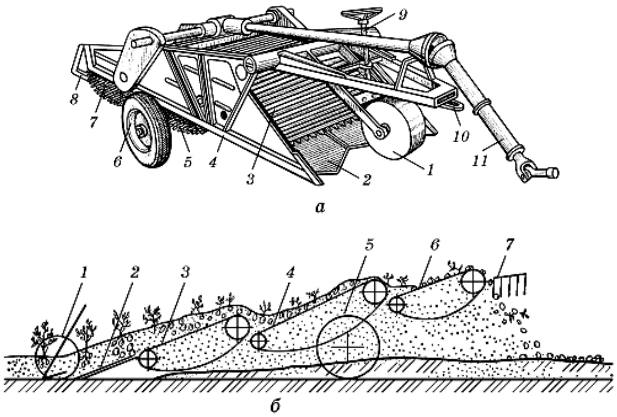



**Рис. 9.11. Картоплекопач КСТ-1,4А:**
а – загальний вигляд: 1 – копіювальне колесо; 2 – леміш; 3, 5 і 7 – відповідно швидкісний, основний і каскадний конвеєри; 4 – рама; 6 – ходове колесо; 8 – звужувальний щиток; 9, 10 і 11 – відповідно механізми регулювання глибини ходу лемешів, причіпного пристрою і приводу робочих органів; б – конструктивно-технологічна схема: 1 – копіювальне колесо; 2 – леміш; 3 – швидкісний конвеєр; 4 – основний конвеєр; 5 – ходове колесо; 6 – каскадний конвеєр; 7 – звужувальний щиток

**Технологічні регулювання.** Глибину ходу лемешів 2 (рис. 9.11а) регулюють гвинтовим механізмом 9 копіювального колеса 1 таким чином, щоб не підрізалися глибоко розміщені бульби картоплі. Передній кут загострювання лемешів становить 100°. Частота коливань лемешів (8,3; 9,4 і 10,5 $с^{-1}$), швидкість руху швидкісного 3 (2,02; 2,26; 2,52 м/с), основного 5 (1,91; 2,15 м/с) і каскадного 7 (1,56; 1,76 м/с) конвеєрів змінюють за допомогою переустановлення ведучих зірочок на відповідних валах механізму приводу.

Картоплекопач начіпний КТН-2В (рис. 9.12) призначений для підкопування двох рядків картоплі, часткової сепарації вороху і формування валка викопаних бульб на поверхні поля.

Застосовують його для збирання картоплі на легких і середніх ґрунтах за їх вологості не більше ніж 27%. Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 1,8...3,4 км/год, продуктивність 0,25...0,47 га/год, маса 835 кг. Агрегатується з тракторами класу тяги 1,4, робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора.

**Технологічний процес роботи**. Під час роботи підкопаний лемешами 1 (рис. 9.12б) шар надходить на основний конвеєр 4, на якому внаслідок вертикального струшування полотна конвеєра струшувачами 9 відбувається основне відсівання ґрунту. Далі ворох потрапляє на каскадний конвеєр 10 для додаткового відсівання ґрунту струшувачами 9. Основні регулювання картоплекопача КТН-2В подібні до регулювання відповідних робочих органів машини КСТ-1,4А.

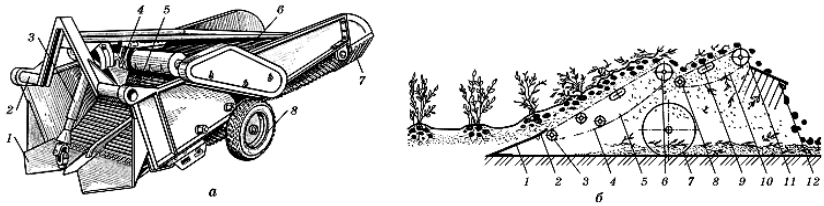



**Рис. 9.12. Картоплекопач КТН-2В:**
а – загальний вигляд: 1 – леміш; 2 – рама; 3 – карданна передача; 4 – редуктор; 5 – основний конвеєр; 6 – каскадний конвеєр; 7 – звужувальна решітка; 8 – опорне колесо; б – технологічна схема: 1 – леміш; 2 – відкидний клапан; 3 і 8 – напрямні котки; 4 – основний конвеєр; 5 і 9 – струшувачі; 6 і 11 – ведучі зірочки; 7 – опорне колесо; 10 – каскадний конвеєр; 12 – відбивач

Картоплекопач-валкоутворювач УКВ-2 (рис. 9.13) призначений для збирання картоплі комбінованим та роздільним способами з двох рядків: підкопування шару ґрунту, сепарації домішок ви-

копаного вороху та формування валка викопаних бульб на поверхні поля. Картоплекопач напівпричіпний, агрегатується з тракторами класу тяги 1,4. Робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора. Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість 2,8...6,0 км/год, продуктивність до 0,4 га/год, маса 2521 кг.

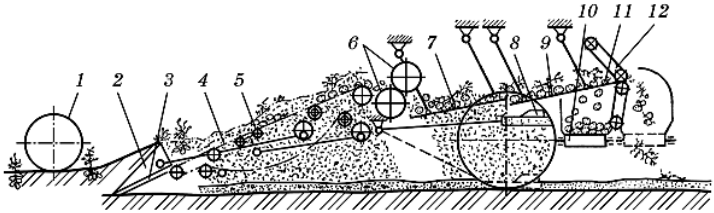



**Рис. 9.13. Технологічна схема картоплекопача-валкоутворювача УКВ-2:**
1 – опорне колесо; 2 – активні боковини; 3 – леміш; 4 – основний конвеєр; 5 – струшувачі; 6 – балони-грудкоподрібнювачі; 7 – перше решето грохота; 8 – ложеутворювач; 9 – друге решето грохота; 10 – поперечний конвеєр; 11 – бадиллєвідокремлювальні прутики; 12 – бадиллєвідокремлювальні гірки

**Технологічні регулювання**. Глибину ходу лемешів 3 регулюють гвинтовим механізмом опорних коліс 1 (до 25 см), а амплітуду коливань (до 65 мм) верхньої вітки основного конвеєра 4 – зміною положення отвору фіксації корпусу кривошипа механізму струшування (шість отворів). Зазор між балонами грудкоподрібнювача 6 (4...12 мм) регулюють переміщенням верхнього балона, кут нахилу бадиллєвідокремлювальних гірок 12 – важелем регулювального механізму.

### 9.4.7. Картоплезбиральні комбайни

Основні машини для збирання картоплі – дворядний уніфікований комбайн ККУ-2А (ККУ-2 «Дружба»), КПК-3 (КПК-2), Е-684, Е-686, КСК-4-1.

Картоплезбиральний комбайн ККУ-2А (рис. 9.13) призначений для збирання картоплі з двох рядків на полях з легкими та середніми ґрунтами, напівначіпний, агрегатується з колісними тракторами классу 1,4 за вологості ґрунтів 14...20%, а під час збирання на перезволожених – гусеничними классу 3, обладнаними ходозменшувачами та гідроначіпними системами. Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора. Ширина захвату 1,4 м, робоча швидкість руху 1,8...4,0 км/год, продуктивність 0,32...0,43 га/год, маса 4527 кг.

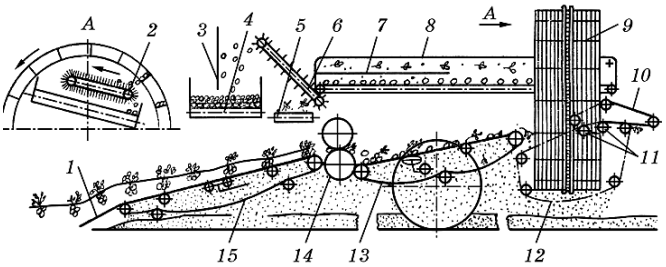



**Рис. 9.13. Конструктивно-технологічна схема комбайна ККУ-2А:**
1 – активний леміш; 2 – гірка; 3 – екран; 4 – бункер; 5 – конвеєр домішок; 6 – конвеєр завантаження бункера; 7 – розподільник; 8 – перебиральний стіл; 9 і 10 – барабанний та притискний конвеєри; 11 – відбійні прутки; 12 – рідкопрутковий конвеєр; 13 і 15 – другий та основний сепарувальні конвеєри; 14 – грудкоподрібнювач

**Технологічні регулювання**. Комбайном керують із майданчика комбайнера, розміщеного в передній частині комбайна. Поряд з майданчиком є кермо для регулювання глибини підкопування лемешами, важіль приводу конвеєра бункера, важіль перемикання реверсивного приводу конвеєра домішок, важіль для відкривання і закривання лотока бункера під час вивантажування картоплі.

Картоплезбиральний комбайн КПК-3 (рис. 9.14) призначений для збирання трьох рядків картоплі прямим комбайнуванням (однофазним способом) з міжряддям 70 см, посаджених гребеневим способом на легких, середніх і важких перезволожених ґрунтах. Комбайн напівпричіпний, агрегатується з тракторами класу тяги 1,4; 2 і 3. Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора. Ширина захвату 2,1 м, робоча швидкість 2,0...6,0 км/год, продуктивність 0,44...0,8 га/год, маса 6000 кг.

**Технологічні регулювання**. Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовими механізмами опорних котків. Ширину захвату і ступінь стискання підрізаного шару ґрунту копачами регулюють поворотом зігнутої осі і суміщенням отворів на кронштейні, осі та секторі стояка. Інтенсивність сепарації на першому сепарувальному конвеєрі регулюють зміною зазору між спіральними лопатями бокових шнеків та верхньою робочою гілкою конвеєра за допомогою гвинтових регулювальних механізмів, кут нахилу пальчастих гірок і положення заднього шнека — рукояткою механізму піднімання, а відбійного валика – гвинтовим механізмом.

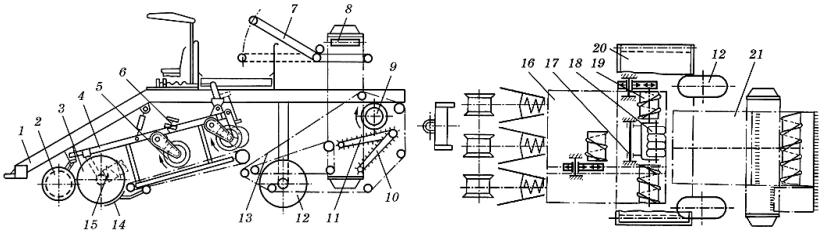



**Рис. 9.14. Конструктивна схема комбайна КПК-3:**
1 – рама; 2 – копіювальний коток; 3 – викопувальні диски; 4 – рухома частина рами; 5, 9 і 19 – середній, задній та бокові шнеки; 6 і 17 – регулювальні механізми; 7 – конвеєр завантаження бункера; 8 – конвеєр; 10 і 11 – вузька та основна пальчасті гірки; 12 – ходові колеса; 13 – рідкопрутковий конвеєр; 14 – леміш; 15 – поздовжній шнек; 16 і 21 – перший і другий сепарувальні конвеєри; 18 – грудкоподрібнювач; 20 – бункер

### 9.4.8. Машини для післязбиральної обробки картоплі

Машини та обладнання для післязбиральної обробки картоплі (сортувальні пункти, системи конвеєрів, бункери-нагромаджувачі, завантажувачі тощо) мають забезпечувати приймання картоплі від комбайнів та подавання її на очищення від домішок, відокремлення дрібних бульб та сортування їх на фракції. Картопля, яка надходить від картоплезбиральних комбайнів, має вигляд вороху, в якому може бути до 20% домішок. Цей ворох спочатку очищають від домішок, а потім бульби сортують на великі (понад 80 г), середні (40...80 г) та дрібні (20...40 г). Для доочищення і сортування бульб картоплі застосовують роликові та сітчасті сортувалки. Вони входять в обладнання для пересувних і стаціонарних сортувальних пунктів.

Для післязбиральної обробки картоплі найширше використовують сортувальні пункти КСП-15Б, КСП-15В, КПС-25, К-754А. Для вантажно-розвантажувальних робіт під час післязбиральної обробки картоплі призначені конвеєр-завантажувач ТКС-30А з приставкою ТПК-30, комплект конвеєрів ТХБ-20.

Стаціонарний пункт КСП-25 (рис. 9.15) призначений для доочищення і сортування картоплі після збирання та під час підготовки насіннєвого матеріалу перед саджанням бульб. Обладнання пункту встановлюється в спеціальному приміщенні. Продуктивність пункту до 15 т/год. Обслуговують його оператор і 6-19 робітників.

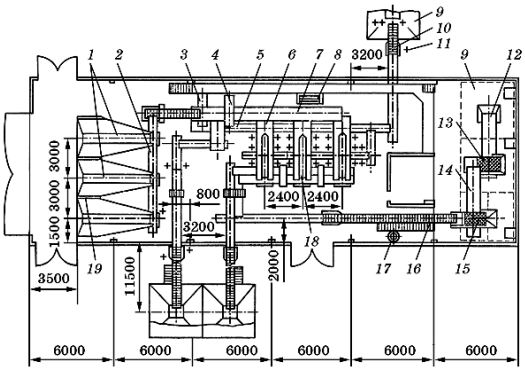



**Рис. 9.15. Схема стаціонарного картоплесортувального пункту КСП-25:**

1 – приймальні бункери ПБ-4; 2 – конвеєр; 3 – ворохоочисник; 4 – голчастий сепаратор; 5 – конвеєр домішок; 6 – перебиральні столи; 7 – розподільний конвеєр; 8 – пульт керування; 9 – бункер-нагромаджувач; 10 – конвеєр подавання домішок; 11 – місця для обслуговуючого персоналу; 12 – конвеєр бункера-нагромаджувача дрібної фракції бульб; 13 і 15 – сортувалки дрібної фракції бульб; 14 – конвеєр дрібної і середньої фракцій бульб; 16 – завантажувальний конвеєр; 17 – тримач для заповнення бульб у мішок; 18 – конвеєр некондиційних бульб та домішок; 19 – борти для з'єднання приймальних бункерів

Картоплесортувальний пункт КСП-25 складається з будівельної частини і комплекту технологічного обладнання. До комплекту обладнання входять три приймальних бункери 1, конвеєр 2, ворохоочисник 3, голчастий сепаратор 4, конвеєр домішок 5, три перебиральні столи 6, розподільний конвеєр 7, бункер-нагромаджувач 9, конвеєр подавання домішок 10, конвеєр бункера-нагромаджувача дрібної фракції бульб 12, сортувалки фракцій бульб 13 і 15, конвеєр дрібної і середньої фракцій бульб 14, завантажувальний конвеєр 16, конвеєр некондиційних бульб та домішок 18, пульт керування 8.

Картоплю завантажують у три приймальні бункери 1, з яких маса конвеєром 2 подається до ворохоочисника 3 для відокремлення землі, рослинних решток та дрібної фракції картоплі. Домішки надходять до голчастого сепаратора 4, який захоплює дрібну картоплю і подає її до конвеєра домішок 5, а звідти вона спрямовується до конвеєра бункера-нагромаджувача 9. Дрібні домішки конвеєром подавання домішок 10 виводяться з пункту.

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Які основні агротехнічні вимоги показників якості роботи коренезбиральних машин?
2. Агротехнічні вимоги до машин для збирання картоплі.
3. Способи збирання коренебульбоплодів.
4. За якими критеріями класифікують машини для збирання коренебульбоплодів?
5. Призначення, технічна характеристика і загальна будова гичкозби-ральних БМ-6А, МБП-2,7 машин.
6. Конструктивно-технологічні схеми гичкозбиральних машин.
7. Призначення, технічна характеристика і загальна будова коренезбиральних МКК-6-02, РКМ-6, КС-6Б, КБ-6, МКК-6 машин.
8. Конструктивно-технологічні схеми коренезбиральних машин.
9. Технологічний процес роботи гичкозбиральних БМ-6А, МБП-2,7 машин.
10. Основні технологічні регулювання гичкозбиральних машин.
11. Технологічний процес роботи коренезбиральних МКК-6-02, РКМ-6, КС-6Б машин.
12. Основні технологічні регулювання коренезбиральних машин.
13. Призначення, загальна будова і технологічний процес роботи картоплекопачів КСТ-1,4А і КТН-2В.
14. Будова, процес роботи і технологічні регулювання картоплезбиральних комбайнів ККУ-2А, КПК-3, Е-684.
15. Які ви знаєте машини і обладнання для післязбиральної обробки картоплі?
16. Стисла характеристика машин і обладнання для післязбиральної обробки картоплі.

# РОЗДІЛ X
# МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПРЯДИВНИХ КУЛЬТУР

## 10.1. Завдання, способи збирання і типи машин

### 10.1.1. Способи збирання прядивних культур

Прядивні культури вирощують для отримання волокна і насіння. Основними прядивними культурами в Україні є льон і коноплі. Це однорічні високорослі одностеблові культури. Льон-довгунець під час збирання виривають із ґрунту. Цей процес збирання називають бранням стебел. Його покладено в основу робочого процесу льонозбиральних машин. Від стебел обчісуванням відривають коробочки з насінням, які потім обмолочують. Коноплі зрізують спеціальними жатками і комбайнами.

Збирають льон-довгунець у стадії ранньої жовтої стиглості, оскільки в цей період розвитку забезпечується найбільший вихід волокна. Стебла і головки мають світло-жовтий відтінок. Вологість стебел становить 50...60%. Насіння дозріває під час польового сушіння. Якщо льон-довгунець вирощують на насіння, то збирають його в стадії жовтої стиглості, але волокно при цьому отримують нижчої якості. Технологія вирощування льону-довгунцю в нашій країні передбачає використання двох основних способів збирання: комбайнового і снопового. Найпоширеніший комбайновий спосіб, коли послідовно виконують такі операції: брання стебел, обчісування коробочок, зв'язування стебел у снопи або розстилання льоносоломи на полі у стрічку, обертання стрічок, перевезення льоносоломи у снопах чи рулонах на завод або підбирання трести і перевезення її на завод.

За снопового способу збирання льон-довгунець виривають і укладають у стрічки. Через певний час стрічки льону підбирають і зв'язують у снопи. Після того як снопи висохнуть, їх обмолочують.

Коноплі збирають після повного дозрівання для отримання волокна, насіння і на зеленець, тобто тільки на волокно. У разі повного дозрівання конопель вихід волокна порівняно із зеленцевими посівами зменшується. Якщо коноплі вирощують тільки на волокно, то зменшується збір насіння. Для збирання конопель застосовують роздільний і комбайновий способи. За роздільного способу збирання коноплі скошують жатками з наступним зв'язуванням стебел у снопи і обмолотом коноплемолотарками. Якщо вирощують коноплі одночасно на волокно і на насіння збирають їх послідовно за два прийоми: спочатку вручну плоскінь (чоловічі особи-

ни), а потім машинами матірку (жіночі особини). Плоскінь коноплі дозріває на 30 – 35 днів раніше від матірки.

### 10.1.2. Класифікація машин для збирання прядивних культур

Льонозбиральні машини залежно від призначення, технологічних операцій, що виконуються під час збирання льону-довгунцю, поділяють на льонобралки, льонокомбайни, льономолотарки, молотарки-віялки, підбирачі та ворушилки стрічок льоносоломи і трести. Льонобралки виривають стебла льонудовгунцю з ґрунту і укладають їх у стрічку на полі. Льонокомбайни забезпечують брання стебел, обчісування головок, зв'язування льоносоломи у снопи або розстилання її стрічкою на полі. Льономолотарки обмолочують снопи льону-довгунцю, а молотарки-віялки перетирають льоноворох, виділяють і очищають насіння. Підбирачі підбирають або обертають стрічки льоносоломи або трести, зв'язують стебла льону (трести) у снопи або формують рулони.

Коноплезбиральні машини залежно від призначення поділяють на жатки, жатки-снопов'язалки, коноплезбиральні комбайни, коноплемолотарки і підбирачі стебел конопель. Жатки забезпечують зрізування стебел конопель і зв'язування їх у снопи або укладання на поверхню поля окремих порцій стебел. Коноплезбиральні комбайни зрізують стебла, обмолочують їх, виділяють і очищають насіння. Молотарками обмолочують снопи конопель, перетирають ворох і очищають насіння. Підбирачі підбирають стебла конопель із стрічки і зв'язують їх у снопи.

### 10.1.3. Агротехнічні вимоги до машин для збирання прядивних культур

Льонозбиральні машини мають забезпечувати брання прямостоячих, похилих та полеглих стебел льону-довгунцю. У разі збирання комбайнами чистота брання стебел льону має бути не менше ніж 99% для прямостоячих і не менш як 95% для полеглих рослин. Пошкоджених стебел (розірваних, поламаних, сплющених) допускається до 5%, чистота обчесаних коробочок – не менш як 98%, відходи стебел у льоноворох – до 3...4%, загальні втрати насіння – до 5%, а можливе пошкодження та подрібнення їх відповідно до 1% і до 0,25%. Стебла мають укладатись у стрічці без перекосів, щоб не було переплутаних. Стрічки стебел льону-довгунцю, льоносоломи мають бути прямолінійні, рівномірні за товщиною, без розривів і скупчування. Розтягнутість стебел у стрічці допускається не більше ніж у 1,2 рази, їх перекіс

до 20°, а розтягнутість снопів – у 1,3 рази. В'язальні апарати машин мають високоякісно зв'язувати не менше ніж 97% снопів. Діаметр снопів становить 14...18 см. Під час обмолоту льоновороху ступінь перетирання коробочок становить не менше ніж 98%, чистота насіння першого та другого виходів — не менш як 95%, а подрібненого насіння – до 1%. Загальні втрати насіння допускаються до 5%. Під час сушіння льоновороху не допускається перегрівання насіння, а його кінцева вологість має бути 12...13%.

Якщо снопи обмолочуються льономолотаркою, то вологість головок і стебел не має перевищувати 20%.

Під час пресування рулонів льоносоломи або трести їх пошкодження, що впливають на вихід довгого волокна, має становити не більше ніж 5%.

На волокно коноплі збирають від періоду масового цвітіння до повного цвітіння плоскині. Насіннєві сорти конопель збирають у період, коли у суцвіттях матірки дозріває 70...100% насіння. Втрати стебел за жаткою допускаються не більше ніж 0,1%, а пошкодження стебел з розривом лубу – до 4%. Висота зрізу стебел не перевищує 7,5 см. Порції стебел, снопи не повинні мати плутанки і бур'янів. Діаметр снопа конопель біля перевесла становить до 18 см. Пошкодження стебел з поперечним розривом лубу підбирачем конопель може бути до 1,2%.

## 10.2. Машини для збирання льону-довгунцю

### 10.2.1. Льонобралки

Льонобралки призначені для виривання стебел льону-довгунцю з ґрунту і розстилання його у стрічку або зв'язування у снопи. Найпоширеніша льонобралка ТЛН-1,5А.

Льонобралка ТЛН-1,5А (рис. 10.1) складається із зварної трубчастої рами 8, п'яти подільників 15, чотирьох прогумованих шківів (барабанів) 16 діаметром 350 мм, брального паса 6, ведучого та веденого шківів, вивідного паса 11, механізму передач, начіпного пристрою.

**Технологічний процес роботи.** Під час руху агрегату подільники 15 поділяють стебла на стрічки. Стрічки стебел внутрішніми прутками подільників звужуються і надходять у русла, які утворюються бральним пасом 6 та прогумованими шківами 16. Тут вони притискуються до паса шківами, вириваються з ґрунту і переміщуються в ліву (за ходом) частину машини. Стебла льону-довгунцю, які вирвані секцією правого крайнього шківа, подаються бральним пасом до другої секції, розміщеної зліва, де на цей шар накладаються не вирвані ще стебла з цієї секції і разом притиску-

ються між пасом та шківом і вириваються з ґрунту. Вирвані стебла з усіх чотирьох секцій надходять до вивідного паса 11, який виводить їх із машини і вони укладаються на полі у стрічку. Робоча ширина захвату льонобралки 1,5 м, робоча швидкість до 10 км/год. Агрегатують льонобралку з тракторами класу 0,6.

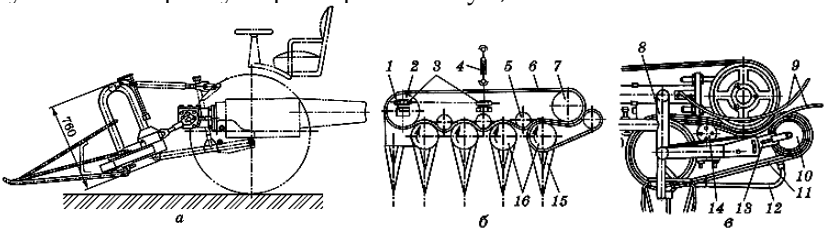



**Рис. 10.1. Льонобралка ТЛН-1,5А:**

а – вигляд збоку; б – функціональна схема; в – вивідний пристрій; 1 – редуктор; 2 – ведучий шків; 3 – ланцюгова передача; 4 – карданна передача; 5 і 14 – притискні ролики; 6 – бральний основний пас; 7 – натяжний шків; 8 – рама; 9 – прутки; 10 – вивідний шків; 11 – вивідний пас; 12 – пруток; 13 – натяжний пристрій; 15 – подільник; 16 – прогумовані шківи

**Технологічні регулювання**. Кут нахилу брального апарата (10...20°) регулюють довжиною центральної тяги начіпного механізму трактора, положення брального апарата по висоті від 0 до 410 мм (висота брання стебел) – гідросистемою трактора, ступінь притискання брального паса до барабанів – гвинтами натискних роликів, місце укладання стебел – поворотом важеля вивідного пристрою.

Фірма Dehondt Technologies поставляє на ринок України самохідні льонобралки Dehondt (рис. 10.2), які адаптовані до умов брання льону-довгунцю в період ранньої жовтої і жовтої стиглості, при цьому стебла льону розстилаються на дві стрічки на поверхню льонища.

**Рис. 10.2. Самохідна льонобралка Dehondt**

### 10.2.2. Льонозбиральні комбайни

Льонозбиральні комбайни призначені для виривання стебел льону-довгунцю з ґрунту, відривання від стебел коробочок, подавання льоновороху в причіпний візок, зв'язування стебел у снопи або укладання стебел у стрічку на поверхні поля. Використовують дві модифікації комбайнів: із в'язальним апаратом ЛКВ-4А і зі щитом для розстеляння ЛК-4А.

Льонозбиральний комбайн ЛКВ-4А (рис. 10.3) – причіпний, агрегатують його з тракторами класу 1,4; 2 і 3.

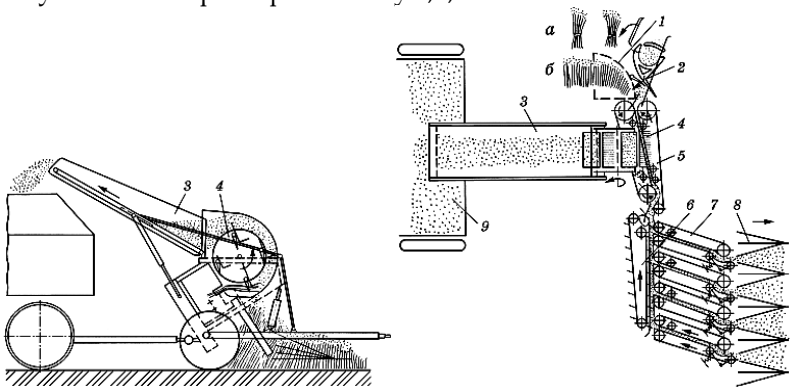



**Рис. 10.3. Функціональна схема льонозбирального комбайна ЛКВ-4А:**
а – зв'язування стебел у снопи; б – розстилання стебел у стрічку; 1 – щит для розстеляння; 2 – в'язальний апарат; 3 – конвеєр вороху; 4 – обчісувальний барабан; 5 – затискний конвеєр; 6 – поперечний конвеєр; 7 – бральний апарат; 8 – подільник; 9 – причіп

Основними складальними одиницями комбайна є зварна рама, п'ять подільників 8, бральний апарат 7, ланцюговий поперечний 6 і затискний 5 конвеєри, обчісувальний барабан 4, в'язальний апарат 2, стрічковий конвеєр вороху 3, механізми передач, три опорних пневматичних колеса, гідросистема та причіпний пристрій.

Затискний конвеєр (рис. 10.4) складається з двох секцій. Нижня секція має прогумований пас 1, ведений 2 та ведучий 8 шківи і дев'ять підтримувальних опорних роликів 9.

Верхня секція обладнана чотирма притискними каретками 5, прогумованим пасом 3, веденими та ведучими шківами. Внутрішні частини пасів конвеєра притискуються одна до одної. Під час роботи паси утримують стебла і подають їх до обчісувального апарата.

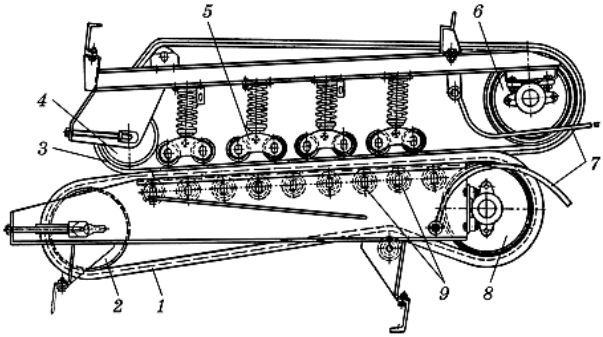



**Рис. 10.4. Затискний конвеєр комбайна ЛКВ-4А:**
1 – нижній пас; 2 і 4 – ведені шківи; 3 – верхній пас; 5 – притискні каретки; 6 і 8 – ведучі шківи; 7 – прутки; 9 – опорні ролики

**Технологічний процес роботи.** Під час руху комбайна подільники 8 (рис. 10.3) поділяють стебла на стрічки, звужують їх і подають до пасів бральних секцій. Бральні паси захоплюють стебла, стискують і виривають їх з ґрунту. Вирвані стебла пасами брального апарата 7 переміщуються вгору і спрямовуються до поперечного конвеєра 6, який частково вирівнює їх і подає до затискного конвеєра 5. Цей конвеєр підводить стебла до обчісувального барабана 4 і утримує їх під час обчісування. Гребінки барабана заходять у верхню частину стебел, розчісують їх і відривають коробочки. Відірвані коробочки разом із насінням та домішками (льоноворох) захоплюються лопатками барабана і подаються на стрічковий конвеєр 3, який переміщує льоноворох у кузов тракторного причепа. Стебла льону-довгунцю подаються затискним конвеєром 5 до в'язального апарата 2, який формує снопи, зв'язує їх шпагатом і викидає на поверхню поля. Робоча ширина захвату комбайна 1,5 м. Робоча швидкість до 10 км/год.

Величину затискної зони секції брального апарата регулюють гвинтами брального ролика і веденого шківа, зусилля притискання стебел у затискному конвеєрі – пружинами кареток, кут нахилу гребінок барабана – гвинтовою тягою ексцентрикового механізму, частоту обертання барабана – встановленням на валу змінних зірочок (16 або 18 зубців).

Висоту брання стебел у межах 135...360 мм регулюють зміною положення брального апарата за висотою за допомогою вертикального гідроциліндра, положення рухомої рами обчісувального апарата – допоміжним поздовжнім гідроциліндром.

### 10.2.3. Льономолотарки і молотарки-віялки

Льономолотарка МЛ-2,8П (рис. 10.5) під час обмолоту снопів відриває коробочки, перетирає їх, виділяє і очищує насіння.

Основними складальними одиницями молотарки є зварна рама, затискний конвеєр 4, обчісувальний 3 і терковий 5 апарати, грохот 9, елеватор 10, решітний стан 2, вентилятор 16, бункер для полови 17, механізми передач, чотири опорних пневматичних колеса 8 і 11 та причіпний пристрій 7.

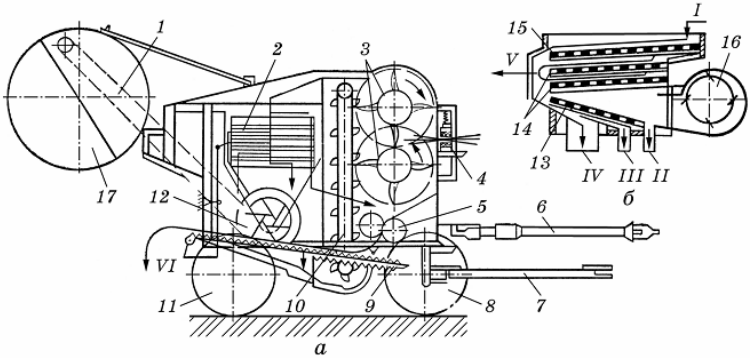



**Рис. 10.5. Льономолотарка МЛ-2,8П:**
а – функціональна схема; б – схема зерноочисника; I – льоноворох; II – очищене насіння; III – підсів; IV – неперетерті коробочки; V – полова; VI – путанка; 1 – трубопровід; 2 – решітний стан; 3 – обчісувальний апарат; 4 – затискний конвеєр; 5 – терковий апарат; 6 – карданна передача; 7 – причіпний пристрій; 8 і 11 – колеса; 9 – грохот; 10 – елеватор; 12 – ексгаустер; 13 – підсівне решето; 14 – зернові решета; 15 – верхнє решето; 16 – вентилятор; 17 – бункер для полови

**Технологічний процес роботи**. Снопи льону-довгунцю подають до затискного конвеєра 4 таким чином, щоб верхня частина стебел спрямовувалася до обчісувальних барабанів. Барабани, обертаючись назустріч один одному, гребінками, які заходять у верхню частину стебел, відривають коробочки і вони падають на терковий апарат 5, а стебла виносяться затискним конвеєром з машини. Вальці теркового апарата перетирають коробочки і цей дрібний ворох потрапляє на грохот 9. Грохот виділяє великі домішки (плутанину), а насіння проходить крізь отвори грохота і подається елеватором 10 на очисник. Вентилятор 16 очисника спрямовує на решета повітря, яке відокремлює легкі домішки (полову) і за допомогою ексгаустера 12 вони надходять у бункер для полови 17. Зерно проходить крізь три перших решета і потрапляє на четверте підсівне

13. Тут насіння очищається від дрібних домішок і виходить лотком в мішок. Дрібні домішки проходять крізь отвори решета і виходять лотком назовні. Насіннєві коробочки або їхні частинки затримуються решетами і спрямовуються на терковий апарат для повторного перетирання. Молотарка приводиться в дію від електродвигуна потужністю 7 кВт або ВВП трактора. Продуктивність молотарки до 2,8 т/год.

**Технологічні регулювання**. Зазор між вальцями теркового апарата встановлюють переміщенням натискного вальця. Ступінь притискання пасів затискного конвеєра регулюють стисканням пружин кареток. Швидкість повітряного потоку очищення регулюється частотою обертання вентилятора.

Молотарка-віялка МЛВ-2 призначена для переробки сухого льоновороху. Робочі органи приводяться в рух від електродвигуна потужністю 4,2 кВт.

Молотарка МЛВ-2 складається із основної рами, конвеєра льоновороху, переднього і заднього грохотів, теркового апарата, двох елеваторів, шнека, двосекційного решітного стану, половозбірника та механізмів передач. У терковому апараті між вальцями встановлюють зазор 0,5...1,5 мм. Продуктивність молотарки МЛВ-2 становить близько 2 т/год.

### 10.2.4. Підбирачі стебел і трести льону-довгунцю

Підбирачі застосовують для підбирання або обертання стрічок стебел або трести льону-довгунцю, зв'язування їх у снопи, згрібання і формування невеликих валків (порцій) або рулонів, підбирання і навантаження снопів у транспортні засоби.

Підбирач трести начіпний ПТН-1 (рис. 10.6) призначений для підбирання і зв'язування в снопи трести або стебел льону-довгунцю із стрічок.

**Загальна будова**. Основними складальними одиницями підбирача є трубчаста основна рама 9, підбиральний барабан 1, притискач стебел 3, конвеєр-підбивач 4, в'язальний апарат 8, копіювальне колесо 10, механізми передач, начіпний пристрій і амортизатор.

**Технологічний процес роботи**. Під час руху агрегату зуби підбирального барабана 1 піднімають стебла льону або трести з ґрунту і спрямовують їх між кожухом 2 барабана і притискачем 3 до приймальної камери в'язального апарата. Під час переміщення шару стебел на столі вони вирівнюються конвеєром-підбивачем 4, а потім пакувальниками подаються до в'язального апарата 8, який зв'язує стебла в снопи і викидає їх на поверхню поля.

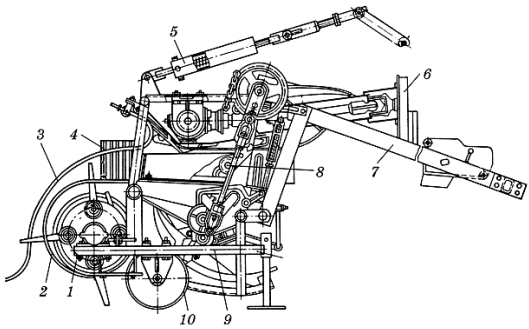



**Рис. 10.6. Підбирач трести начіпний ПТН-1:**
1 – підбиральний барабан;2 – кожух; 3 – притискач стебел; 4 – конвеєр-підбивач; 5 – амортизатор; 6 – передавальний механізм; 7 – начіпний пристрій; 8 – в'язальний апарат; 9 – основна рама; 10 – копіювальне колесо

**Технологічні регулювання**. Положення підбирального барабана відносно поверхні поля регулюють переміщенням копіювальних коліс. Навантаження на копіювальні колеса регулюють зміною довжини розкосів начіпної системи трактора.

Робоча ширина захвату підбирача — одна стрічка стебел льону або трести. Робоча швидкість до 8 км/год. Агрегатують підбирач з тракторами тягового класу 0,6.

Підбирачі-обертачі застосовують для обертання льоносоломи або трести у стрічці. Використовують підбирачі-обертачі ОСН-1 і ОСН-1А.

Підбирач-обертач ОСН-1А (рис. 10.7) складається з підбирального барабана 1 діаметром 3000 мм, перехресного пальчастого конвеєра 3, ведучого шківа 10, прикочувального котка 7, опорного копіювального колеса 2, рами 13, начіпного пристрою і механізму приводу.

Підбирач-утворювач порцій ПНП-3 призначений для згрібання трести льону-довгунцю із стрічок та формування невеликих валків (порцій). Підбирач начіпний, агрегатується з тракторами класу 0,6; 0,9 і 1,4.

Основними складальними одиницями підбирача є два ряди зубів, горизонтальні прутки очисної решітки, опорні колеса, механізм піднімання секцій пружинних зубів, рама і начіпний пристрій.

Маса порції 1,3...3,2 кг. Ширина захвату підбирача 4,5 м, робоча швидкість до 8 км/год.

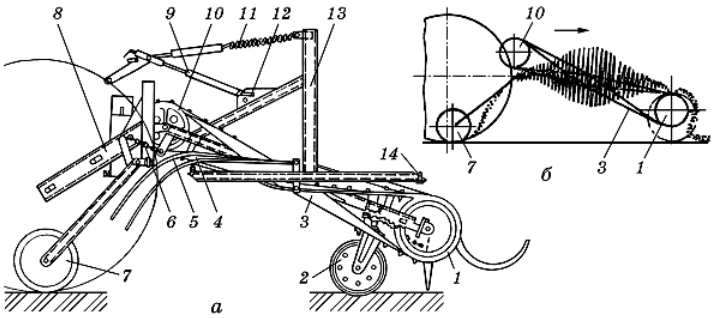



**Рис. 10.7. Підбирач-обертач ОСН-1А:**
а – вигляд збоку; б – функціональна схема; 1 – підбиральний барабан; 2 – копіювальне колесо; 3 – конвеєр; 4 і 5 – прутки; 6 – ланцюг; 7 – коток; 8 і 13 – рами; 9 – тяга; 10 – ведучий шків; 11 – пружина; 12 – палець; 14 – регулювальний гвинт

Рулонний прес-підбирач РПЛ-1500 застосовують для підбирання стрічок льоносоломи і трести на полі та формування рулонів. Прес-підбирач причіпний і агрегатується з тракторами тяглового класу 0,9 і 1,4. Щільність пресування льоносоломи до 120 кг/м$^3$, діаметр рулону 1,4 м, маса до 220 кг, робоча швидкість до 6 км/год, продуктивність до 25 т/год.

### 10.2.5. Робочі органи льонозбиральних машин

У льонозбиральних машинах робочими органами є бральні, обчісувальні, молотильні та в'язальні апарати.

Бральні апарати за конструкцією поділяють на стрічково-роликові та стрічково-барабанні (дискові).

Стрічково-барабанний бральний апарат складається із брального паса 3 (рис. 10.8а), чотирьох бральних шківів (барабанів) 2 діаметром 350 мм, натискних роликів 6, ведучого та веденого шківів.

Під час роботи бральний апарат установлюють під кутом 10...20° до горизонту. Стебла льону-довгунцю затискуються між пасом 3 і прогумованими шківами 2 і під час переміщення агрегату вириваються з ґрунту.

Стрічково-роликовий бральний апарат з криволінійним бральним руслом складається з окремих чотирьох секцій. Кожна секція має два поздовжніх гумових паси 16 (рис. 10.8б), які надіті на ведучі верхні 12 і ведені нижні 9 і 10 шківи. Внутрішні частини пасів притискуються одна до одної притискними роликами 11, 15 і під час роботи переміщуються вгору. Натяжний ролик 15 сприяє об-

хвату пасами веденого шківа 10. Великий ведений шків 10 закріплений на кронштейні і може переміщуватися напрямними рамки бральної секції, натягуючи пас. Малий ведений шків 9 і натяжний ролик 15 встановлені на двоплечому важелі і натягують другий пас.

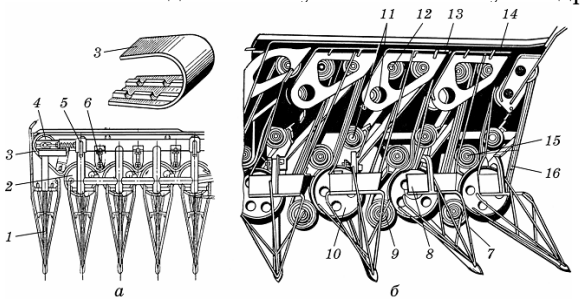



**Рис. 10.8. Бральні апарати:**

а – стрічково-барабанний; б – стрічково-роликовий; 1 і 7 – подільники; 2 – бральний шків; 3 – бральний пас; 4 – шків; 5 – рама; 6 – натискний ролик; 8 – кронштейн подільника; 9 і 10 – ведені шківи; 11 і 15 – притискні ролики; 12 – ведучий шків; 13 – поперечний конвеєр; 14 – пруток; 16 – пас

Обчісувальні апарати встановлюють на льонозбиральних машинах одно- і двобарабанні.

Однобарабанний обчісувальний апарат (рис. 10.9а) складається із барабана 2, кожуха 1, піддона 7, обмежувального листа 4 і затискного конвеєра 5. Барабан має чотири гребінки 9 (рис. 10.9б), два бокових диски 8, в які на підшипниках встановлені цапфи гребінок, ведучий вал 14, напрямний диск 12 з пальцями 11, кривошипи 10 і ексцентрик 13.

Напрямний диск 12 вільно обертається на ексцентрику 13. Завдяки ексцентричному розміщенню осі диска 12 зберігається постійним кут нахилу гребінок під час обертання барабана. На кожній гребінці закріплені сталеві зуби 15 200 мм завдовжки, що встановлені із зазорами спочатку 26 мм, а потім – 24, 17 і 15 мм. Колова швидкість гребінок становить 8,0...8,9 м/с. Кут нахилу гребінок регулюється поворотом ексцентрика на валу барабана. Частота обертання барабана регулюється в межах 255...285 хв$^{-1}$.

Двобарабанний обчісувальний апарат (рис. 10.9в) складається з верхнього 17 і нижнього 16 барабанів. На кожному барабані встановлені по два коротких 18 і довгих 19 гребені. На гребенях влаштовано шарнірно криволінійні зуби. Зуби довгих гребенів розміщені вздовж барабана, а коротких – до половини його довжини. Зуби мають різну довжину і утворюють чотири ступені. Висота зубів зменшується в бік виходу снопів. За такої конструкції спочатку розчісуються снопи ко-

роткими зубами на вході приймальної камери, а потім обчісуються насіннєві коробочки довгими зубами на виході із камери. Барабани обертаються назустріч один одному з частотою 338 хв$^{-1}$. Боковий зазор між довгими гребенями одного барабана і короткими другого в зоні їх зустрічі становить 20 мм.

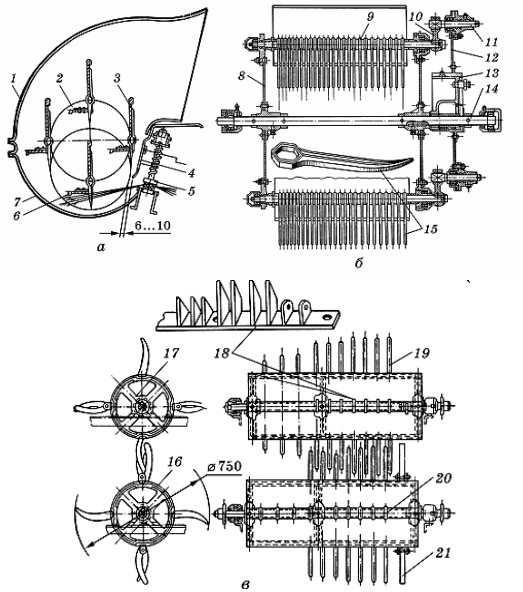



**Рис. 10.9. Обчісувальні апарати:**

а – однобарабанний; б – обчісувальний барабан; в – двобарабанний; 1 – кожух; 2 – обчісувальний барабан; 3 – вертикальна лопать; 4 – обмежувальний лист; 5 – затискний конвеєр; 6 – горизонтальна лопать; 7 – піддон; 8 – диск; 9 – гребінка; 10 – кривошип; 11 – палець; 12 – напрямний диск; 13 – ексцентрик; 14 – вал; 15 – зуб гребінки; 16 – нижній барабан; 17 – верхній барабан; 18 – короткий гребінь; 19 – довгий гребінь; 20 – вал; 21 – перетрушувач снопів

Терковий апарат (рис. 10.10) призначений для руйнування насіннєвих коробочок льону. Він складається з двох дерев'яних вальців 1 і 3, облицьованих прогумованим пасом. Вальці діаметром 200 мм установлені на підшипниках кочення. Вальці обертаються назустріч один одному з різною частотою для кращого плющення і перетирання головок. Підпружинений валець 1 обертається з частотою 292 хв$^{-1}$, а основний 3 – з частотою 530 хв$^{-1}$. Це забезпечує не тільки плющення, а й достатнє перетирання насіннєвих коробочок. Зазор між вальцями регулюють у межах 0,5...1,5 мм. Повноту перетирання регулюють стисканням пружин 5 підпружиненого вальця.

В'язальний апарат (рис. 10.11) призначений для зв'язування стебел льону або трести у снопи шпагатом і скидання снопів на поле. Апарат складається з рами 12, прикріпленої до основної рами машини, поверхні стола 7, пакувальників 11, вузлов'яза 16, криволінійної голки 8, скидальних рук 4, трьох педалей 18, розподільника з механізмом вмикання та механізмів передач.

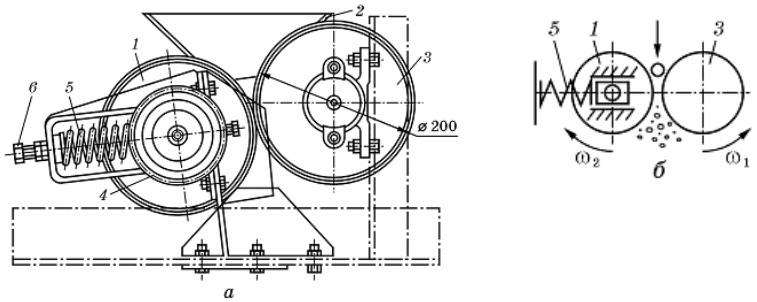



**Рис. 10.10. Терковий апарат:**
а – вигляд збоку; б – схема робочого процесу; 1 – підпружинений валець; 2 – бункер; 3 – основний валець; 4 – зірочка; 5 – пружина; 6 – регулювальний болт

Вузлов'язом (рис. 10.11г) зв'язують два кінці шпагату, затискують і обрізують шпагат. До вузлов'яза належать рама 2, затискний пристрій, дзьоб 27, ніж 26, верхня 28 і нижня 29 щелепи дзьоба, ролик 30 і пружина.

В'язальний апарат приводиться в дію від головного вала 10, який обертається з частотою 200 хв$^{-1}$, а від нього рух передається колінчастому валу 19 пакувальників. Пакувальники, здійснюючи коливальні рухи і проходячи через вікна у столі, захоплюють стебла, переміщують їх на поверхні стола і формують сніп.

Стебла укладаються на шпагат, кінець якого затиснений у диску 25. Як тільки сніп сформується, тиск від пакувальників 11 передається на педалі 18 апарата, вал їх повертається і вмикає механізм приводу в'язального апарата.

Голка 8 (рис. 10.11г) виходить з-під стола, охоплює зверху сніп льону та укладає другий кінець шпагату спочатку у виріз диска 25 затискного пристрою, а потім на дзьоб 27 вузлов'яза. Диск пристрою повертається і затискує шпагат. Далі прокручується дзьоб і дві нитки шпагату обмотують його щелепи. Верхня щелепа 28 піднімається і нитки шпагату потрапляють у відкриту частину дзьоба.

Дзьоб закривається і утримує шпагат, а скидальні руки 4 переміщують сніп на столі донизу нахиленими педалями, стягують із дзьоба петлю шпагату, утворюючи міцний вузол. Одночасно ніж 26

відрізує шпагат і сніп скидається на поверхню поля. Голка 8 зі шпагатом переміщується донизу, а один кінець шпагату утримується у затискному пристрої. Педалі повертаються в початкове положення і робочий процес апарата повторюється. Педалі вмикання можна переміщувати ближче до пакувальників або далі від них. У першому випадку сніп буде меншим, а у другому – більшим. Тугість зв'язування снопа регулюють стисканням пружини регулятора натягу шпагату і пружини механізму вмикання в'язального апарата.

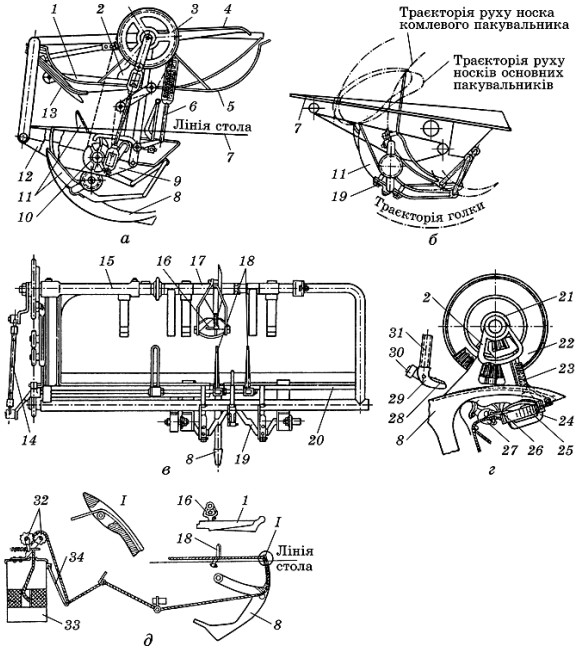



**Рис. 10.11. В'язальний апарат:**

а – вигляд збоку; б – пакувальники апарата; в – вигляд зверху; г – вузлов'яз; д – схема заправлення апарата шпагатом; 1 – грудна дошка; 2 – рама вузлов'яза; 3 – зірочка; 4 – скидальні руки; 5 – притискна планка; 6 – тяга механізму вмикання вузлов'яза; 7 – стіл; 8 – голка; 9 – механізм вмикання вузлов'яза; 10 – головний вал; 11 – пакувальники; 12 – рама; 13 – роздільник; 14 – шатун; 15 – колонка; 16 – вузлов'яз; 17 – вал скидальних рук; 18 – педалі вмикання; 19 – колінчастий вал пакувальників; 20 – вал голки; 21 – шестірня затискача; 22 – гребінь вузлов'яза; 23 – пружина затискача; 24 – гак затискача; 25 – диск затискача; 26 – ніж; 27 – дзьоб; 28 – верхня щелепа дзьоба; 29 – нижня щелепа дзьоба; 30 – ролик верхньої щелепи; 31 – хвостовик дзьоба; 32 – натягувач; 33 – відро для шпагату; 34 – важіль

## 10.3. Машини для збирання конопель

### 10.3.1. Жатки

Коноплезбиральні жатки призначені для збирання всіх різновидів конопель, які мають стебла 0,8...3,0 м заввишки. Вони зрізують стебла, очищають їх від бур'янів і плутанки, формують зрізані стебла у порції (валки), снопи або укладають їх стрічкою на скошену частину поля.

Використовують жатки з в'язальним апаратом, апаратом порційного скидання стебел і зі щитом для розстеляння. Жатка ЖК-1,9 може комплектуватись в'язальним апаратом або щитом для розстеляння. Жатка ЖК-2,1А формує зрізані стебла у порції і укладає на поверхню поля, а ЖСК-2,1 обладнана в'язальним апаратом для зв'язування зрізаних стебел у снопи.

Коноплежатка з в'язальним апаратом (рис. 10.12) складається з основної рами, подільників 1, різального апарата 2, відокремлювача трави 9, секційного 3, голчастого 12 і підбійного 11 конвеєрів, в'язального апарата 10, насіннєвловлювача 4, механізмів передач і причіпного пристрою.

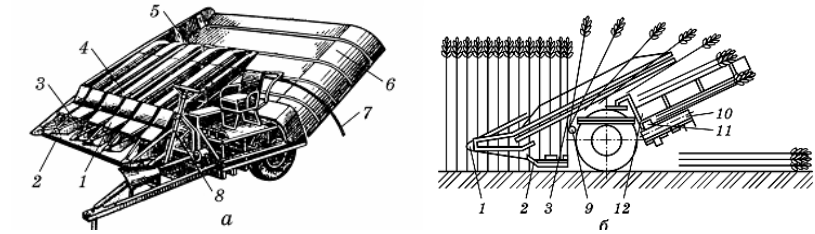



**Рис. 10.12. Коноплежатка:**
а – загальний вигляд; б – функціональна схема; 1 – подільник; 2 – різальний апарат; 3 – секційний конвеєр; 4 – насіннєвловлювач; 5 – голка; 6 – поверхня стола; 7 – комлевий затримувач; 8 – механізм регулювання нахилу жатки; 9 – відокремлювач трави; 10 – в'язальний апарат; 11 – підбійний конвеєр; 12 – голчастий конвеєр

**Технологічний процес роботи.** Під час руху жатки подільники 1 поділяють стеблову масу на окремі смуги і підводять їх до пасів секційного конвеєра 3. У момент захоплення стебел пасами різальний апарат 2 зрізує стебла. Далі стебла пасами переміщуються і укладаються на стіл голчастого конвеєра 12, який переміщує їх до в'язального апарата 10. Підбійний конвеєр 11 вирівнює комлеву частину стебел перед зв'язуванням їх. В'язальний апарат 10 формує снопи, зв'язує їх шпагатом і викидає на поверхню поля. Насіння,

яке обсипалося під час зрізування і транспортування стебел, потрапляє в насіннєвловлювачі 4, встановлені над пасами.

Жатки, що не мають в'язального апарата і обладнані конвеєром порційного скидання стебел, під час роботи формують порції стебел і викидають їх на поле. При цьому паси секцій подають зрізані й очищені від трави і бур'яну стебла на стіл апарата порційного скидання, який встановлений під кутом 30° до горизонту. Пальці ланцюгів проходять через пази у столі, зміщують стебла і порціями скидають їх на поле. У нижній частині стола закріплений комлевий затримувач 7, який забезпечує укладання порцій стебел під кутом 30...45° до напряму руху жатки, щоб не було перекриття порцій. Робочі органи коноплезбиральних жаток приводяться в рух від ВВП трактора. Робоча ширина захвату жатки ЖК-1,9 становить 1,9 м, робоча швидкість – до 7 км/год.

### 10.3.2. Коноплезбиральні комбайни

Коноплезбиральні комбайни призначені для одночасного збирання та обмолочування конопель матірок, які мають стебла 1...3 м заввишки. Комбайн зрізує стебла, обмолочує насіння, зв'язує стебла у снопи і скидає їх на поверхню поля.

Коноплезбиральний комбайн ККУ-1,9 (рис. 10.13) складається з основної рами, подільників 1, різального апарата 16, секційного 4, голчастого 5 і затискного 6 конвеєрів, чотирьох молотильних барабанів 7, в'язального 15 і теркового 10 апаратів, решітного стану 11, вентилятора 12, бункера 9 для насіння, механізмів передач і двох опорних пневматичних коліс. Робочі органи комбайна приводяться в рух від ВВП трактора.

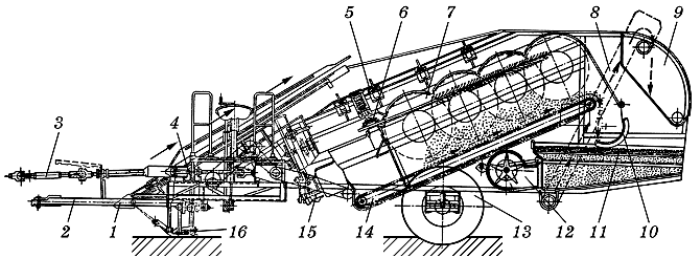



**Рис. 10.13. Коноплезбиральний комбайн ККУ-1,9:**
1 – подільники; 2 – причіпний пристрій; 3 – карданна передача; 4 – секційний конвеєр; 5 – голчастий конвеєр; 6 – затискний конвеєр; 7 – барабан молотильного апарата; 8 – елеватор; 9 – бункер; 10 – терковий апарат; 11 – решітний стан; 12 – вентилятор; 13 – опорні колеса; 14 – конвеєр вороху; 15 – в'язальний апарат; 16 – різальний апарат

Робоча ширина захвату комбайна 1,9 м, робоча швидкість становить близько 6 км/год, маса комбайна 4220 кг. Агрегатують комбайн з тракторами класу 2 і 3. Використовують також коноплезбиральні комбайни ККП-1,8 з робочою шириною захвату 1,75 м.

### 10.3.3. Коноплемолотарки

Коноплемолотарки призначені для обмолочування снопів конопель вологістю до 30%. Вони обмолочують снопи, перетирають ворох конопель і очищають насіння.

Коноплемолотарка МЛК-4,5А (рис. 10.14) складається з основної зварної рами 14, затискного конвеєра 3, обчісувального апарата 4, конвеєра вороху 13, теркового апарата 12, грохота 11, решітного стану 8, вентилятора 5, елеватора насіння 6, опорних коліс, механізмів передач і причіпного пристрою 1. Затискний конвеєр 3 – це два нескінченні прогумовані паси, внутрішні частини яких рухаються назустріч одна одній зі швидкістю 0,19...0,26 м/с.

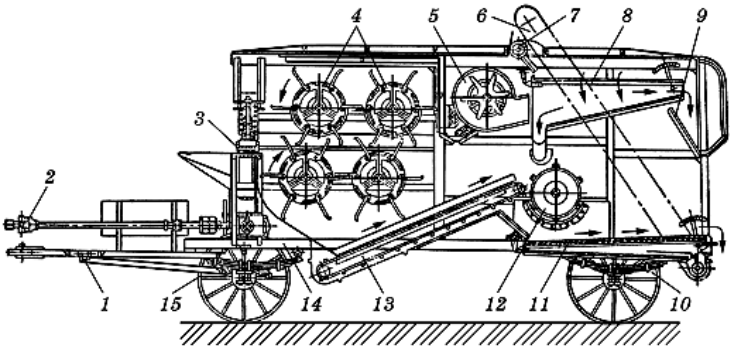



**Рис. 10.14. Коноплемолотарка МЛК-4,5А:**
1 – причіпний пристрій; 2 – карданна передача; 3 – затискний конвеєр; 4 – обчісувальний апарат; 5 – вентилятор; 6 – елеватор; 7 – шнек; 8 – решітний стан; 9 – скатна дошка; 10 і 15 – опорні колеса; 11 – грохот; 12 – терковий апарат; 13 – конвеєр вороху; 14 – рама

**Технологічний процес роботи**. Снопи конопель подають у затискний конвеєр 3, який переміщує їх у камеру обчісування до молотильних барабанів, які, обертаючись назустріч один одному, попарно обмолочують суцвіття. Обмолочені снопи виходять з протилежного боку машини. Обчісаний ворох конопель падає донизу і потрапляє на конвеєр 13, який подає його до теркового апарата 12. Барабан цього апарата захоплює билами ворох і перетирає його,

протягуючи на решітчастому підбарабанні. Далі насіння і домішки надходять на верхнє решето грохота 11, яким сходом рухаються великі домішки, а насіння та дрібні домішки проходять крізь отвори і потрапляють на підсівне решето. Тут виділяється підсів, а насіння з домішками, що залишилося, скребковим елеватором 6 подається на очисник. На двох решетах очисника насіння очищається від домішок і лотком кожуха виходить із машини. Легкі домішки видуваються з машини вентилятором 5. Ритм подачі снопів 40…45 за хвилину. Робочі органи молотарки приводяться в рух від ВВП трактора. Продуктивність молотарки становить до 4,5 т снопової маси за годину. Обслуговують молотарку 6 – 7 робітників.

**Технологічні регулювання.** Зазор між секціями підбарабання і барабаном теркового апарата встановлюють такий, щоб не було насіння у суцвіттях. Амплітуду коливань грохота і решітного стану регулюють ексцентриковими механізмами.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Способи збирання прядивних культур.
2. Класифікація машин для збирання прядивних культур.
3. Агротехнічні вимоги до машин для збирання прядивних культур.
4. Будова і робочий процес льонобралки ТЛН-1,5.
5. Яку будову має льонозбиральний комбайн ЛКВ-4А?
6. Будова і робочий процес льономолотарки МЛ-2,8П.
7. Будова і робочий процес молотарки-віялки МЛВ-2.
8. Будова і робочий процес підбирача трести ПТН-1.
9. Будова і робота підтирача-обертача ОСН-1А.
10. Робочі органи льонозбиральних машин.
11. Яку будову мають коноплежатки ЖК-1,9; ЖК-2,1А і ЖСК-2,1?
12. Складальні одиниці коноплезбирального комбайна ККУ-1,9.
13. Як працює коноплемолотарка МЛК-4,5А?

# РОЗДІЛ XI
# МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

## 11.1. Характеристика овочевих культур як об'єкта збирання

Овочеві культури поділяють на такі групи: цибулиноподібні; коренеплоди; капусти; плодові (томати, перець, баклажани, огірки, кабачки, овочевий горох, боби), листові (салат, укріп, шпинат).

Агротехніка вирощування цибулі зональна. Найпоширенішими способами вирощування є дво- (20 + 50) і однострічковий з шириною міжрядь 45 см. Розміщення цибулин відносно поверхні поля залежить від сорту та умов вирощування. Більшість цибулин солодких сортів ростуть на 2/3 висоти над рівнем поверхні ґрунту, а цибулини гострих сортів – переважно нижче від рівня поверхні; максимальне заглиблення 8...10 см. Діаметр і висота цибулин є сортовою ознакою. Цибулини менш чутливі до пошкоджень і більш стійкі до ударних навантажень, ніж бульби картоплі й деякі коренеплоди.

Найпоширенішими коренеплодами є морква, столовий буряк і редис. Глибина залягання коренів моркви становить 10...25 см (до 30 см), буряку – 10...20 см, редису – 1...6 см. Розміщення головок коренів відносно поверхні ґрунту для моркви ± 3 см, для буряків заглиблення 3 см, виступ з ґрунту до 9 см.

Столові коренеплоди збирають переважно машинами брального типу. Після підкопування коренеплоду для витягування кореня за гичку потрібна сила, яка визначається його вагою і ґрунтом, що налип на нього. На легких і середніх ґрунтах вона не перевищує для моркви 20 Н, для буряків – 30 Н, а на важких ґрунтах з підвищеною вологістю досягає 50...70 Н.

Капуста має велику різновидність сортів. Основні геометричні розміри капусти такі: ширина розетки 40...70 см, діаметр головки 15...25 см, висота 25...38 см; висота розміщення головки 22...34 см, маса головки 1,5...4,5 кг. Загалом маса товарної головки капусти в середньому становить 63%.

Для механізованого збирання застосовують двострічкові схеми сівби (садіння) томатів: 90 + 50, 100 + 40, 120 + 60, за середньої відстані в рядку 30...35 см. Висота рослин у період збирання 20...70 см, ширина крони куща 40...60 см (на поливі 70...90 см). Кількість плодів, розміщених у зоні 0...100 мм від поверхні поля, становить 65...90% (з ґрунтом торкається до 15%). Урожай плодів за одноразового механізованого збирання – 300...700 ц/га. Збирання томатів починають тоді, коли не менше ніж 70% плодів червоні. Для механізо-

ваного збирання вирощують сорти, які дозрівають одночасно, стійкі до статичних і динамічних навантажень.

Для одноразового збирання огірків єдиної схеми розміщення не встановлено. Застосовують стрічкові посіви 50 + 90, 30 + 110 см. Густота в рядку залежить від сортових особливостей і в період збирання може бути не менше ніж 100 тис. на 1 га. Урожай огірків за одноразового збирання становить не менше ніж 150 ц/га. Для запобігання втратам вирощеного врожаю (враховуючи неодночасність дозрівання) машини використовують після попередніх одного чи двох ручних збирань. Відповідно до стандартів за довжиною огірки поділяють на пікулі (3...5 см), корнішони першої (5...7 см) і другої (7...9 см) груп, зеленці (9...12 см). Для консервування плодів їх діаметр допускається не більше ніж 5 см, а для використання в свіжому вигляді – не більш як 6 см. Огірки, що мають більші розміри, а також жовтуваті і сильно зігнуті або стовщені, вважають нестандартними.

### 11.2. Агротехнічні вимоги і типи машин

Овочеві культури потрібно збирати у визначені агротехнічні терміни з мінімальними втратами. У разі суцільного збирання середніх і пізніх сортів капусти треба, щоб комбайни відокремлювали головки від стрижнів та очищали їх від зеленого листя, а також стандартні головки від нестандартних і завантажували їх у транспортні засоби, що рухаються поряд. Стандартні головки ранніх сортів капусти повинні мати масу не менше ніж 0,4 кг, а пізніх та середніх сортів – не менш як 0,8 кг й бути свіжими, щільними, суцільними, незабрудненими, із рештками стрижня до 3 см. Втрати стандартних головок допускаються не більше ніж 1%. Кількість забруднених та з механічними пошкодженнями головок має бути не більш як 5% за масою. Головки капусти, призначенні для зимового зберігання, повинні мати два-три листки, які прилягають нещільно.

Машини для збирання коренеплодів налагоджують таким чином, щоб вони підкопували 99% рослин на глибину до 30 см, вибирали з ґрунту 98% коренеплодів, обрізали бадилля так, аби його довжина від головки не перевищувала 1…2 см – 85% коренеплодів. Допускається до 4% механічних пошкоджень під час збирання моркви та 5% –буряку. Під час збирання машини мають очищати коренеплоди від ґрунту (його може бути не більше ніж 1% за масою) й очищені коренеплоди вивантажувати у транспортні засоби, що рухаються поряд. У разі машинного збирання допускають втрати буряку до 3%, а моркви – 5%.

Машинами для збирання цибулі збирають усі сорти цибулі-ріпки та цибулі-сіянки на рівній поверхні, на грядках і гребенях.

Вони призначені також для підкопування цибулі на глибину 5...12 см, вибирання її з ґрунту й розкладання тонким шаром смугою на поверхні ґрунту для просушування, після просушування – збирання цибулин, очищення від ґрунту та інших домішок, транспортування їх у бункер й перевантаження до автомашини. Під час збирання цибулі-ріпки допускаються втрати не більше ніж 0,5%, цибулі-сіянки – 1%, пошкодження цибулин – 5%.

Машини для збирання томатів мають зрізати рослини на мінімальній висоті без пошкодження плодів, створювати мінімальні динамічні навантаження під час підрізання та підбирання куща, щоб струшування плодів було найменшим. Томати, які збирають комбайнами, мають бути пристосованими до механізованого збирання і мати високі смакові властивості.

Типи машин. Для вибіркового збирання овочів застосовують універсальну платформу ПОУ-2, збирально-сортувальний агрегат АУС-1, начіпну платформу НПСШ-12А, а також пересувні овочезбиральні конвеєри.

Комплекс машин для збирання та післязбиральної обробки цибулі складається з копачів цибулі ЛКГ-1,4 і ЛКП-1,8 та ліній доробки цибулі-ріпки ПМЛ-6 і ЛДЛ-10.

Для суцільного збирання капусти використовують начіпний конвеєр ТН-12 і капустозбиральні комбайни МСК-1, УКМ-2 і МКП-2. Для післязбиральної обробки капусти застосовують лінію УДК-30.

Моркву збирають машинами брального типу ММГ-1 і ЕМ-11, самохідним комбайном МУК-1,8 і машиною з обрізуванням гички на корені МП-2. Післязбиральну доробку моркви здійснюють на сортувально-очисних лініях ПСК-6 і ЛСК-20.

Інші коренеплоди (столовий буряк, редис, редька, петрушка, пастернак) збирають бурякопідіймачем СМУ-3с, ОПКШ-1,4, а також машиною ЕМ-11.

Для суцільного збирання одночасно достиглих консервних сортів томатів застосовують самохідні комбайни СКТ-2А і ТАКІ-18. Навантажують, транспортують та вивантажують контейнери з плодами за допомогою платформи ПТ-3,5. Розвантажують контейнери перекидачем КОН-0,5, начіпним вилчастим навантажувачем ПВСВ-0,5 плоди спрямовують до приймального бункера сортувального пункту томатів СПТ-15.

Одноразове збирання огірків здійснюють машиною КОП-1,5 М.

### 11.3. Машини для вибіркового збирання овочів

Найбільш трудомісткими операціями під час вирощування овочів є збирання, сортування і навантаження їх у транспортні за-

соби. Особливо великі витрати праці на збиранні врожаю овочевих культур, які неодночасно дозрівають (огірки, томати, перець, баклажани, кабачки, патисони, рання та цвітна капуста тощо). Їх збирають від 3 до 20 разів із періодичністю повторення 1...7 днів.

На ручне збирання врожаю цих культур з 1 га витрачають до 100...120 людино-днів, що становить 65...70% усіх затрат на виробництво. Більша частина часу витрачається на непродуктивні переходи, пов'язані з розставленням тари, винесенням зібраних овочів на транспортні дороги і повертанням на місце збирання. На всі види перенесення тари і продукції припадає 35...65% усіх витрат праці. При цьому, чим вищий урожай, тим більше часу витрачають на непродуктивні витрати, а частка витрат часу на збирання значно скорочується. Це створює у великих спеціалізованих овочівницьких господарствах значну напруженість під час збирання, особливо за відсутності робочої сили. У результаті цього урожай збирають несвоєчасно, що призводить до зниження його якості та втрат.

Для підвищення продуктивності праці на багаторазовому вибірковому збиранні овочів, поліпшення якості продукції, а також зниження її собівартості й полегшення праці людей на збиранні застосовують причіпні платформи і широкозахватні овочезбиральні конвеєри.

Овочеву універсальну платформу ПОУ-2 (рис. 11.1) з гідравлічним керуванням випускають у двох виконаннях. У першому її використовують для транспортування на полю капусти та інших овочів під час ручного збирання їх у кузов платформи і наступним перевантаженням у транспортні засоби для доочищення. До платформи додається три пари стеблопідіймачів для усунення пошкоджень рослин і плодів колесами агрегату. Опускають і піднімають стеблопідіймачі за допомогою гідравлічної системи трактора.

Для збирання огірків, томатів, перцю, кабачків, патисонів, баклажанів (друге виконання) платформу ПОУ-2 обладнують боковими майданчиками 1 і 3, які підтримуються в горизонтальному положенні розтяжками, а також задній майданчик 4. Посередині кузова платформи для кріплення розтяжок і піднімання бокових майданчиків у транспортне положення встановлюють ферму з лебідкою. Бокові борти прикріплюють до кузова впоперек руху агрегату, а до кожного з них приєднують половину переднього борту.

Задній майданчик відкривають і фіксують у такому нахиленому положенні, щоб працівникам було зручно укладати плоди в поставлену тару. Під час збирання огірків на бокові майданчики встановлюють по 80 ящиків, на центральну – 44 і на відкидний задній борт – 6 ящиків. Кузов із зібраними плодами піднімається на висоту 2,3 м, а потім перекидається гідроциліндром. Залежно від

схеми сівби і садіння овочевих культур колеса платформи можна розставляти на колію 1,4; 1,6; 1,8 і 2 м.

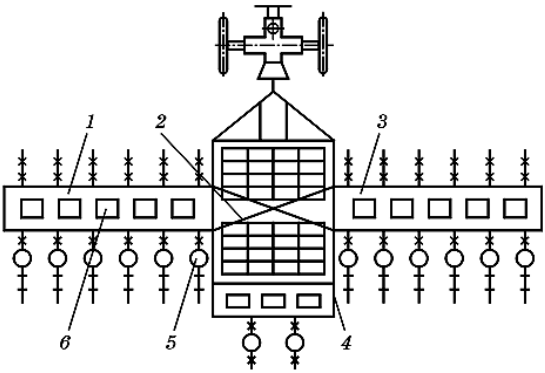



**Рис. 11.1. Схема овочевої платформи ПОУ-2:**
1 – лівий боковий майданчик; 2 – ферма з лебідкою і тросами; 3 – правий боковий майданчик; 4 – задній майданчик; 5 – робітники; 6 – тара

У варіанті з кузовом (збирання капусти, кабачків, патисонів, баклажанів та інших культур) платформу обслуговують вісім працівників (два позаду і по три — з бокових майданчиків). Вони йдуть за платформою, зрізають головки капусти або збирають спілі плоди кабачків, баклажанів і обережно кидають їх у кузов. На розвантажувальних або польових дорогах кузов за допомогою гідросистеми піднімають угору і вивантажують зібрані плоди в транспортні засоби.

У варіанті з боковими майданчиками платформу обслуговують 8 – 14 працівників, які йдуть за агрегатом, збирають спілі плоди у відра або корзини, а потім пересипають їх у ящики, що розміщуються на платформі.

Збирально-сортувальний агрегат АУС-1 (рис. 11.2) складається із рами 6, двох поперечних 1 і нахиленого поздовжнього 2 конвеєрів, причепа для ящиків 3, рольганга, гідросистеми з баком, опорних коліс 7, вісімнадцяти сидінь і механізму передачі.

**Технологічний процес роботи**. Працівники (18 осіб) займають свої місця на сидіннях уздовж поперечних конвеєрів. Трактор із ходозменшувачем на зниженій передачі рухається вздовж рядків з агрегатом, а люди збирають плоди огірків у спеціальні металеві ящики, шарнірно прикріплені до рами поперечних конвеєрів. Після заповнення ящиків їх перекидають і висипають плоди на поперечні конвеєри, які механізатор вмикає для подавання зібраних плодів на інспекційний стіл, де двоє працівників сортують їх на стандартні і нестандартні. Після заповнення огірками ящики скла-

дають у штабелі на причепі. Розвантажують заповнені ящики на спеціальних дорогах або напркінці гонів. Рухається агрегат човниковим способом.

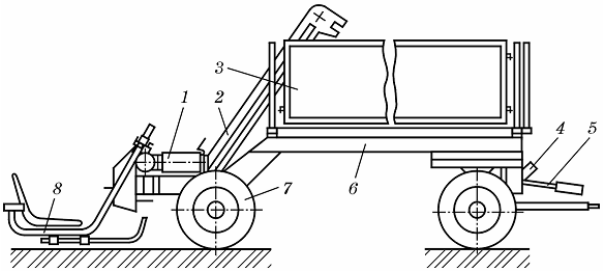



**Рис. 11.2. Схема збирально-сортувального агрегату АУС-1:**
1 – поперечний конвеєр; 2 – поздовжній похилий конвеєр; 3 – причіп для ящиків; 4 – гідравлічний бак; 5 – карданний вал; 6 – рама; 7 – опорне колесо; 8 – сидіння

### 11.4. Машини для збирання капусти

Капустозбиральний комбайн МСК-1 призначений для суцільного збирання середніх і пізніх сортів головчастої капусти, посадженої з шириною міжрядь 70 см на рівній і гребеневій поверхнях, з доведенням її до товарного вигляду, а також для збирання капусти із зеленим листом та навантаження у транспорт, що рухається поряд. Машина напівначіпна, агрегатується з тракторами МТЗ-80/82.

Комбайн МСК-1 (рис. 11.3) складається із зрізувального апарата, приймального конвеєра 6, листовідокремлювача 7, перебирального стола 8, вивантажувального елеватора 10, механізму приводу від вала відбору потужності трактора та майданчика для робітників 9. Рама машини зварної конструкції має причіпний пристрій з балансирним брусом. Вона спирається на два пневматичних ходових колеса з гідравлічним керуванням.

**Технологічний процес роботи**. Під час руху машини обертальні конуси 1 приймальних шнеків підходять під розеткове листя капусти, піднімають листя та полеглі головки і, підтримуючи їх, спрямовують на вирівнювальні шнеки, які разом зі строповим конвеєром вирівнюють і фіксують головки перед зрізуванням стрижнів. Дискові ножі з насічками на різальній кромці, виготовлені з листової сталі, зрізують головки та розеткове листя і відокремлюють їх від стрижнів. За допомогою стропового конвеєра головки лотком передаються на приймальний прутковий конвеєр, що піднімає їх на лис-

товідокремлювач. Шнеки листовідокремлювача під час обертання відрізають вільне розеткове листя від головок. Потім головки надходять на перебиральний стіл з шириною полотна 600 мм, де їх доочищують уручну і сортують. Пошкоджені та нестандартні головки відбирають та викидають у поле. Після доочищення головки надходять на вивантажувальний прутковий елеватор зі скребками та еластичним лотком 11, з якого падають у кузов транспортного засобу. Для зменшення висоти падіння головок капусти до початку завантаження лоток опускають у кузов, а у міру заповнення кузова його піднімають гідроциліндром. Елеватор закріплений на стояку основної рами машини шарнірно, що дає змогу повертати його у транспортне положення. Робочі органи машини приводяться в рух від вала відбору потужності трактора. Він складається з карданних валів, ланцюгових передач, проміжних валів, запобіжних муфт, конічних та циліндричних редукторів. Гідравлічна система коліс машини з'єднана з гідропідсилювачем рульового керування трактора таким чином, що поворот ведених коліс трактора забезпечує автоматичне синхронне керування колесами машини.

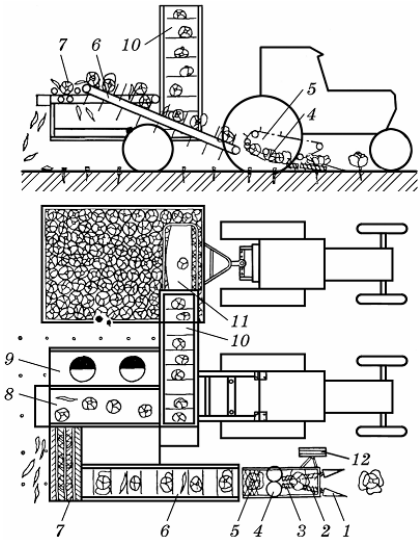



**Рис. 11.3. Технологічна схема комбайна МСК-1:**
1 – конуси; 2 – приймальний шнек; 3 – вирівнювальний шнек; 4 – дискові ножі; 5 – строповий конвеєр; 6 – приймальний конвеєр; 7 – листовідокремлювач; 8 – перебиральний стіл; 9 – майданчик для робітників; 10 – вивантажувальний елеватор; 11 – лоток; 12 – копіювальне колесо

Дворядна машина для суцільного збирання капусти УКМ-2 (рис. 11.4) призначена для збирання капусти із зеленим листям і одночасного навантаження її в транспортні засоби, що рухаються поряд. Застосовується в зонах вирощування середніх і пізніх сортів капусти з міжряддями 70 см як на рівній, так і гребеневій поверхнях.

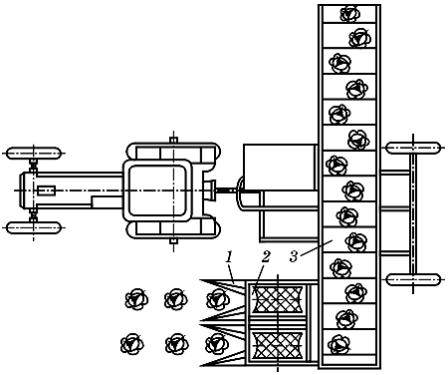



**Рис. 11.4. Схема капустозбиральної машини УКМ-2:**
1 – клавіші різального апарата; 2 – притискні барабани;
3 – вивантажувальний конвеєр

Основними складальними одиницями машини УКМ-2 є рама, різальний апарат 1, вивантажувальний конвеєр 3, ходові колеса, гідросистема, привід.

**Технологічний процес роботи.** Під час роботи машина УКМ-2 рухається на зібраній частині поля. Клавіші різального апарата піднімають і спрямовують головки капусти під притискні барабани 2, які вирівнюють, фіксують і подають качани в приймальну частину вивантажувального конвеєра.

Після відрізування коренів сегментними ножами, розміщеними на гойдалках під притискними барабанами, головки із приймальної частини вивантажувального конвеєра надходять на похилу поверхню і подаються в кузов транспортного засобу. У процесі роботи механізатор із кабіни регулює відстань між різальним апаратом і поверхнею ґрунту (забезпечує необхідну довжину качанів), частоту обертання барабанів різального апарата (залежно від швидкості руху машини і стану головок), висоту встановлення вивантажувальної частини конвеєра. За потокової технології зібрану машинами капусту доробляють перед закладанням на тривале зберігання на уніфікованій стаціонарній лінії УДК-30 або перебирають і частково обробляють.

## 11.5. Машини для збирання столових коренеплодів

Машина ММТ-1 призначена для збирання моркви, столових буряків та інших коренеплодів з навантаженням їх у транспортні засоби, що рухаються поряд.

Основними складальними одиницями машини ММТ-1 (рис. 11.5) є гичкопідіймачі 1, підкопувальний леміш 3, бральний 2 і гичковідокремлювальний 4 апарати, поздовжній прутковий конвеєр 5, стрічковий конвеєр гички 6, пальчаста гірка 8, поперечний конвеєр 9 і вивантажувальний елеватор 10.

**Технологічний процес роботи**. Під час переміщення машини гичкопідіймачі 1 піднімають листки моркви вгору, стискують їх у пучок і спрямовують до брального апарата 2. Одночасно підкопувальний леміш 3 розпушує ґрунт у рядку. Бральні паси, обертаючись назустріч один одному, захоплюють моркву за гичку, витягують її з ґрунту і підводять до апарата 4 для відокремлення гички, який вирівнює моркву за висотою й обрізує гичку. Відокремлена гичка надходить на конвеєр 6, який скидає її на лоток і далі – на зібране поле, а коренеплоди потрапляють на поздовжній конвеєр 5, який спрямовує їх на пальчасту гірку 8, де відокремлюються рослинні домішки і земля від коренеплодів. Із пальчастої гірки коренеплоди скочуються на поперечний конвеєр 9, а потім на вивантажувальний елеватор 10 і подаються у тракторний причіп, що рухається поряд із машиною. Робоча швидкість 1,4...4,8 км/год, продуктивність машини до 0,15 га/год.

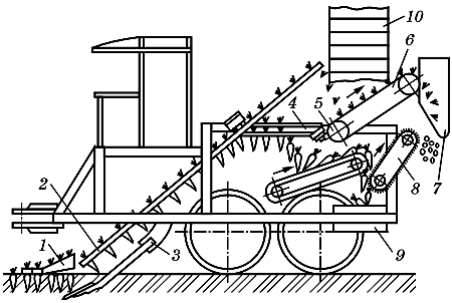



**Рис. 11.5. Схема машини для збирання коренеплодів ММТ-1:**
1 – гичкопідіймач; 2 – бральний апарат; 3 – підкопувальний леміш; 4 – апарат для відокремлення гички; 5 – поздовжній прутковий конвеєр; 6 – стрічковий конвеєр гички; 7 – скатний лоток; 8 – пальчаста гірка; 9 – поперечний конвеєр; 10 – вивантажувальний елеватор

## 11.6. Машини для збирання цибулі

Цибулекопач ЛКГ-1,4 (рис. 11.6) призначений для викопування цибулі з рядків з укладанням їх у валок, збирання після просушування із валка та навантаження в кузов транспортного засобу.

**Технологічний процес роботи.** Під час руху машини опорні колеса копіюють рельєф поля і підтримують необхідну глибину ходу лемеша (8...10 см), який підрізує шар ґрунту разом з цибулею і подає його на решета коливального грохоту для руйнування і просіювання основної частини ґрунту. Цибуля і грудки землі, що залишилися, потрапляють на балони грудкоподрібнювача (тиск у балонах 0,01 МПа). Проходячи між балонами, грудки розчавлюються, відокремлюються від цибулі на вібраційному грохоті. За допомогою поперечного конвеєра можна робити один валок із двох проходів. Після дозрівання і просушування впродовж 8 – 10 діб цибулю підбирають із валків. Для цього на копач ЛКГ-1,4 начіплюють вивантажувальний конвеєр. Леміш підкопує ґрунт під валком на глибину 5...6 см. Робота копача на підбиранні цибулі аналогічна його роботі на підкопуванні. Цибуля, піднята із валка і відокремлена від ґрунту, завантажується конвеєром у транспортний засіб, що рухається поряд.

Глибину ходу лемешів регулюють гвинтовим механізмом опорного колеса. Частота коливання грохота становить 12,75...16,0 хв$^{-1}$. Ширина захвату копача 1,4 м, робоча швидкість 2,8...5,6 км/год, продуктивність до 0,7 га/год.

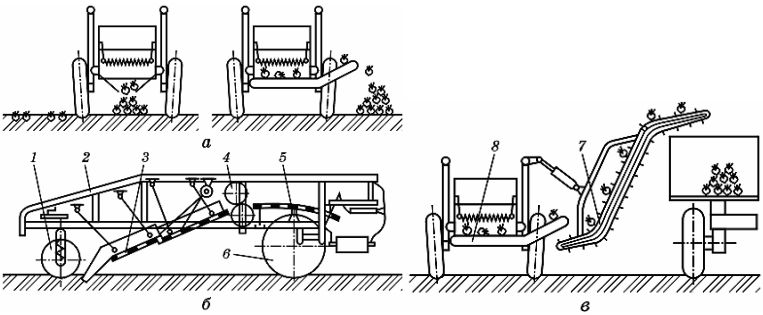



**Рис. 11.6. Схема цибулекопача ЛКГ-1,4:**
а – перший прохід; б – другий прохід; в – підбирання цибулі з валка; 1 – опорне колесо; 2 – рама; 3 – коливальний грохот; 4 – грудкоподрібнювач; 5 – вібраційний грохот; 6 – пневматичне колесо; 7 – вивантажувальний конвеєр; 8 – відкидний елеватор

Компанія ASA-LIFT поставляє на ринок України повний ряд машин для для збирання цибулі – копачі, ворушилки, підбирачі і машини для видалення гички.

**Рис. 11.7. Копачі цибулі WR компанії ASA-LIFT в роботі**

Копач цибулі WR (рис.11.7) випускається з шириною захвату 1,35; 1,5; 1,65 і 1,8 м. Копачі обладнані двома просіюваними транспортерами, з відстанню між сусідніми прутками 42 мм. Задній просіювальний транспортер змонтований на вібруючих колесах. За замовленням на копач може бути встановлена механічна або гідравлічна система вібрації.

До стандартної комплектації копача входять регульовані підкопувальний ніж і обертальні диски. Напрямні пластини для розоділу викопаної цибулі регулюються за шириною.

### 11.7. Машини для збирання томатів

Самохідний комбайн СКТ-2 (рис. 11.8) призначений для одноразового суцільного збирання машинних сортів томатів, які достигають одночасно і використовуються для промислової переробки.

**Технологічний процес роботи.** Під час руху комбайна вздовж рядків дискові ножі підрізують рослини томатів на глибині 3...4 см і подають їх разом із землею на прутковий елеватор, який спрямовує ворох на виносний конвеєр. Маса, яка надійшла на переносний конвеєр, розподіляється на два потоки. Перший – ґрунт і плоди, не дійшовши до переносного конвеєра, провалюється крізь щілину між ним і прутковим елеватором і потрапляє на виносний конвеєр, який спрямовує ґрунт і плоди на конвеєр сортувального стола. Працівники, які розміщуються на майданчику сортувального стола з лівого боку комбайна, відбирають товарні плоди і кладуть їх на конвеєр сортувального стола. Земля, нестандартні плоди та інші домішки двома конвеєрами землі викидаються на зібране поле. Стебла томатів із закріпленими на них плодами (другий потік) надходять на переносний конвеєр, а звідти – на клавішний плодовідокремлювач, де під дією струшувальних барабанів плоди відриваються від стебел і падають на конвеєр плодів. Цей конвеєр подає їх на конвеєр сортувального стола, а бадилля клавішами викидається

на зібране поле. Під конвеєром встановлено вентилятор для відокремлення легких домішок перед подаванням томатів на сортувальний стіл. На цьому столі працівники відбирають зелені стандартні плоди і скидають їх на конвеєр зелених плодів для подавання до елеватора і далі – у бункер зелених плодів. Рослинні домішки і нестандартні плоди вручну викидають через спеціальні вікна на поверхню зібраного поля. Стандартні стиглі плоди, які залишилися на конвеєрі сортувального стола, подаються до конвеєра, який вивантажує їх у контейнери, встановлені на агрегаті ПТ-3,5А, що рухається поряд із комбайном. Як тільки бункер наповниться недостиглими плодами, механізатор зупиняє комбайн. До вивантажувального конвеєра підводять один із контейнерів агрегату ПТ-3,5А, в який розвантажують зелені плоди томатів. Якщо в господарстві є сортувальний пункт СПТ-15М для післязбиральної обробки плодів томатів, то на комбайні їх не сортують. У такому разі з комбайна знімають систему для збирання зелених плодів, шарнірні частини сортувального стола і майданчиків, частину сортувального конвеєра. На сортувальному столі працівники вибирають тільки рослинні домішки, а зелені плоди надходять до контейнерів разом із стиглими.

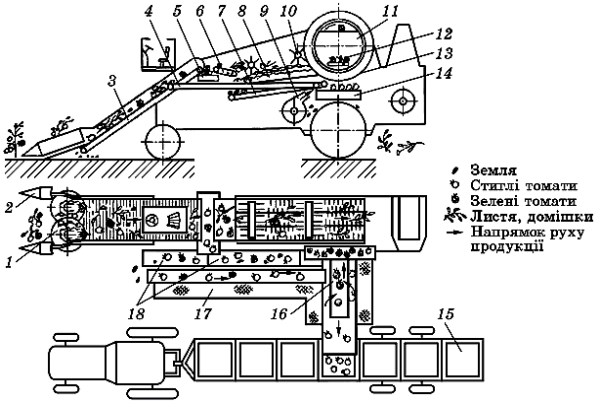



**Рис. 11.8. Схема томатозбирального комбайна СКТ -2:**
1 – дисковий ніж; 2 – подільник; 3 – прутковий елеватор; 4 – поздовжній конвеєр плодів; 5 – виносний конвеєр; 6 – переносний конвеєр; 7 – підклавішний конвеєр; 8 – клавішний плодовідокремлювач; 9 – вентилятор; 10 – бітер; 11 – бункер зелених плодів; 12 – конвеєр зелених плодів; 13 – елеватор зелених плодів; 14 – сортувальний стіл; 15 – конвеєр; 16 – вивантажувальний конвеєр; 17 – майданчик для працівників; 18 – конвеєр землі та домішок

Самохідний комбайн СКТ-2А за призначенням і будовою аналогічний комбайну СКТ-2 (має багато уніфікованих складальних одиниць). Відрізняється від комбайна СКТ-2 тим, що обладнаний активним плодопідіймачем, конвеєром-гіркою із запобіжною муфтою та кабіною для комбайнера.

Агрегат для транспортування томатів ПТ-3,5А призначений для завантаження томатів у контейнери від томатозбирального комбайна та перевезення їх до ліній товарної доробки. Агрегат складається із рами з двома рядами роликів, які утворюють рольганг, ходової частини, гальмової системи, гідросистеми, контейнерів місткістю 450 кг кожний і задніх упорів для їх фіксації під час транспортування. У передній частині рами розміщена скоба для агрегатування з трактором і передні упори. Ходова частина агрегату має лівий і правий балансири, кожний з яких складається із двох пневматичних коліс, зв'язаних балансирним брусом. Розвантажують контейнери з кабіни трактора за допомогою гідросистеми. Під час відкривання задніх упорів і нахилу рами назад контейнери за невеликої швидкості агрегату повільно на роликах скочуються на землю. Порожні контейнери встановлюють на агрегат вручну.

Кут нахилу агрегату під час розвантаження становить 6,5°, тривалість розвантаження – 40...50 с, транспортна швидкість – до 25 км/год, його габаритні розміри – 7980×1935×1350 мм, маса агрегату без контейнерів – 1046 кг, габаритні розміри контейнера – 1224×1000×700 мм. Агрегатують його з тракторами тягового класу 1,4.

Для післязбирального сортування вороху томатів, які надходять від комбайнів СКТ-2, використовують сортувальний пункт СПТ-15М, який розділяє томати на три фракції: червоні та рожеві, бурі та молочної стиглості, нестандартні.

### 11.8. Машини для збирання огірків

Комбайн для збирання огірків КОП-1,5 (рис. 11.9) призначений для одноразового суцільного збирання сортів огірків і навантаження їх у транспорт, що рухається поряд.

**Технологічний процес роботи**. Під час роботи комбайна вертикальні дискові ножі 2 перерізують гудиння в міжрядді, а горизонтальні підрізні ножі 3 підрізують кореневу систему на глибині 40...50 мм. Підбирач 4 захоплює пальцями гудиння з плодами і подає його на поздовжній приймальний конвеєр 5, який спрямовує масу на плодовідокремлювач 6. Вальці плодовідокремлювача відривають плоди, які падають на поперечний конвеєр 7, а потім вони надходять до вивантажувального елеватора 8, який подає їх у транспортний засіб, що рухається поряд із комбайном. Гудиння та інші

рослинні рештки викидаються на поле. Доочисник 9 виділяє з вороху огірків частини стебел і листя, які шнеком викидаються в поле. Ширина захвату комбайна 1,4 м, робоча швидкість 1,8...2,2 км/год, продуктивність 0,3 га/год.

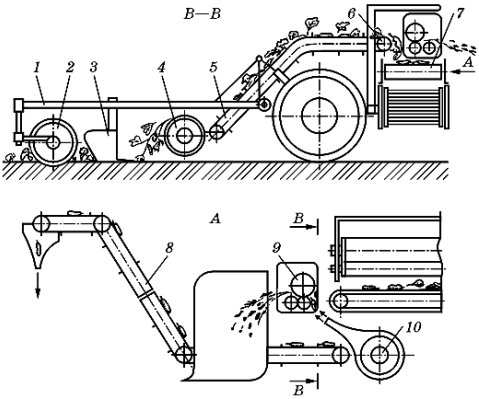



**Рис. 11.9. Схема комбайна КОП-1,5:**
1 – рама; 2 – дисковий ніж; 3 – підрізний ніж; 4 – підбирач; 5 – приймальний конвеєр; 6 – плодовідокремлювач; 7 – поперечний конвеєр; 8 – вивантажувальний елеватор; 9 – вальці доочисника; 10 – вентилятор

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Характеристика овочевих культур як об'єкта збирання.
2. Основні агротехнічні вимоги до машин для збирання овочів.
3. Які типи машин використовують для вибіркового збирання овочів?
4. Будова і процес роботи капустозбирального комбайна МСК-1.
5. Будова і процесс роботи капустозбиральної машини УКМ-2.
6. Будова і процесс роботи машини ММТ-1 для збирання коренеплодів.
7. Основні технологічні регулювання цибулекопача ЛКГ-1,4.
8. Який технологічний процес роботи томатозбирального комбайна типу СКТ-2?
9. Будова і процес роботи комбайна КОП-1,54 для збирання огірків.

# РОЗДІЛ XII
# МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПЛОДІВ ТА ДОГЛЯДУ ЗА КРОНОЮ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ

## 12.1. Способи збирання плодів. Агротехнічні вимоги до машин для збирання плодів

Збирання плодів – один із найбільш трудомістких процесів. На нього припадає понад 40% усіх витрат праці. На збирання плодів з 1 га саду потрібно витратити понад 200 людино-годин, на збирання ягід – понад 1800 людино-годин.

У садівничих господарствах застосовують три основні способи збирання:

- ручний з використанням засобів малої механізації;
- напівмеханізований із застосуванням платформ, агрегатів тощо, які забезпечують заміну ручної праці на допоміжних операціях;
- механізований з використанням плодозбиральних машин, комбайнів, коли механізовані основні та допоміжні операції.

До плодозбиральних машин і пристроїв збирання врожаю без втрат із дотриманням якості плодів ставляться певні вимоги. Плоди і ягоди збирають за досягнення ними стиглості для кожного сорту. Запізнення в термінах призводить до масового осипання плодів, погіршення смакових і товарних властивостей.

Для успішної роботи машини під час формування дерев з об'ємною кроною потрібно залишати 3–4 скелетні гілки, розміщені у різних площинах. Це зменшує кількість пошкоджень плодів, які проходять крізь крону під час струшування. Кінці гілок нижнього ярусу мають бути на висоті не менше ніж 1,4 м від поверхні ґрунту, а висота штамба дерева – не менше як 0,7 м. Для проходження машин у міжрядді саду влаштовують світловий коридор не менше ніж 2 м завширшки. Бажано, щоб діаметр та висота крони не перевищували 6 м.

Під час закладання садів із плоскими кронами ширина крони не має перевищувати 0,8...1,2 м, висота дерева – 3,2...3,5 м. Мінімальна висота штамба для таких садів – 0,5 м, ширина міжрядь – 4 м.

Плоди збирають у суху погоду впродовж 4...6 днів. Збирання ягід починають, коли 80...85% плодів мають знімальну стиглість.

## 12.2. Пристрої та машини для малої механізації збирання плодів

До засобів малої механізації збирання плодів належать ручний інвентар, драбини, підставки, плодозбиральні сумки тощо. Вони підвищують продуктивність праці збирачів, повноту знімання плодів, сприяють зберіганню якості плодів. Для збирання плодів використовують металеві або пластмасові відра, обтягнуті всередині мішковиною, а також спеціальні плодозбиральні сумки місткістю 6...10 кг. Із верхніх ярусів плоди знімають за допомогою садових драбин ЛСУ-2,5 та ЛСУ-3,5 і садових підставок СП-1,2.

Основна тара для пакування плодів – ящики різної місткості і два типи контейнери: нерозбірний дерев'яний, габаритні розміри якого 1200 × 816 × 700 мм і складний плодовий КСП-0,5. Для механізації під час збирання плодів у ящики використовують різні типи піддонів, найпоши-реніші з яких мають площу 1200 × 1000 і 1200 × 800 мм. Вантажно-розвантажувальні роботи з пакетами ящиків та контейнерами виконують вилчастими агрегатами-навантажувачами ПВСВ-0,5А. Для ручного збирання плодів та детального обрізування крон плодових дерев у садах із шириною міжрядь 3,5...5,0 м і висотою крони до 4,5 м призначена багатомісна платформа ПОС-0,5.

Плодозбиральна платформа ПОС-0,5 (рис. 12.1) складається із нижньої частини причепа-контейнеровоза ПК-4 з уловлювачем 5, двох розсувних трапів 10 з перилами 7. Обидві частини з'єднані між собою шарнірно передньою 11 та задньою 13 опорами. Для піднімання на трапи та спускання з них на машині передбачено драбину 12. Трапи розсуваються за допомогою горизонтально розміщених гідроциліндрів 14, установлених на верхній та задній опорах.

**Технологічний процес роботи**. Перед початком роботи трапи платформи опускають і встановлюють п'ять порожніх контейнерів, піднімають їх у крайнє верхнє положення й установлюють сім контейнерів на нижній майданчик. Збирачі, розміщені на трапах, знімають плоди з верхніх ярусів дерев у плодозбиральні сумки. Наповнені сумки перевантажують у контейнери. Плоди з нижніх ярусів крони знімають збирачі, які розміщуються на землі. Наповнені сумки перевантажують у контейнери нижнього майданчика платформи. Заповнені контейнери нижнього майданчика опускають на ланцюговий конвеєр і вивантажують на землю. Після цього наповнені контейнери, розміщені на трапах, опускають у нижнє положення і так само вивантажують на землю.

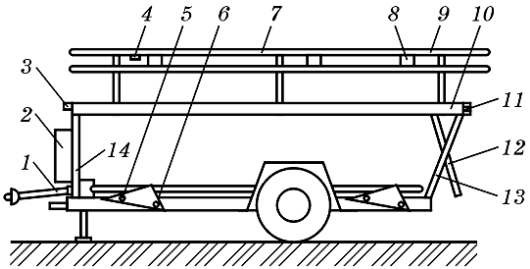



**Рис. 12.1. Плодозбиральна платформа ПОС-0,5:**
1 – карданний вал; 2 – компресорна станція; 3 – гідравлічний розподільник; 4 – кран керування; 5 – уловлювач; 6 – причіп-контейнеровіз; 7 – перила; 8 – ящики для секаторів; 9 – пневматичний секатор; 10 – розсувні трапи; 11 – передня опора; 12 – драбина; 13 – задня опора; 14 – гідроциліндр

Для ручного збирання плодів зерняткових культур у садах з об'ємними кронами розроблено багатомісну платформу ПКО-0,7 (рис. 12.2), яку використовують у садах із міжряддями 6...8 м, висотою крони до 6 м.

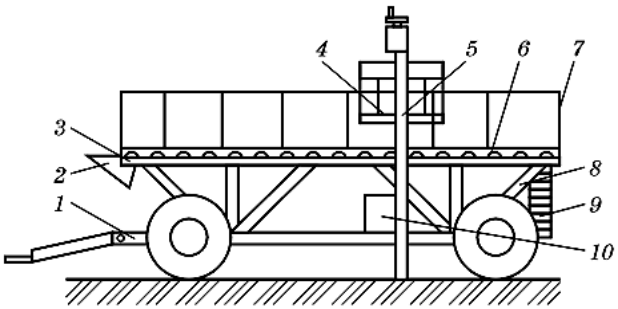



**Рис. 12.2. Плодозбиральна платформа ПКО-0,7:**
1 – шасі причепа 2ПТС-4; 2 – настил; 3 – передній майданчик; 4 – права драбина; 5 – колони; 6 – висувний трап; 7 – апарель; 8 – рама; 9 – ліва драбина; 10 – механізм переміщення трапів.

Платформу створено на базі причепа 2ПТС-4. Вона складається із шасі 1, розміщеного на ньому настилу 2 з переднім майданчиком 3. Під настилом з бокових сторін платформи встановлено по чотири висувних трапи 6 з механізмами переміщення їх 10.

## 12.3. Плодозбиральні машини

Механізоване збирання плодів передбачає знімання плодів, уловлювання їх, внутрішньомашинне транспортування і затарювання. Найпоширенішими плодозбиральними машинами є самохідні або начіпні вібраційного типу. Машини знімають плоди за допомогою струшувача, який складається з вібратора і затискача. Зняті плоди уловлюють спеціальними пристроями – уловлювачами. Для внутрішньомашинного транспортування плодів використовують стрічкові або пластинчасті конвеєри. Затарюють плоди в ящики або контейнери. Очищують плоди від домішок (листя, дрібні гілочки) відцентровими вентиляторами.

Плодозбиральна машина ВУМ-15А (рис. 12.3) призначена для збирання кісточкових (черешня, вишня, слива тощо) плодів з дерев діаметром крони до 4 м на технічну переробку або для реалізації у свіжому вигляді.

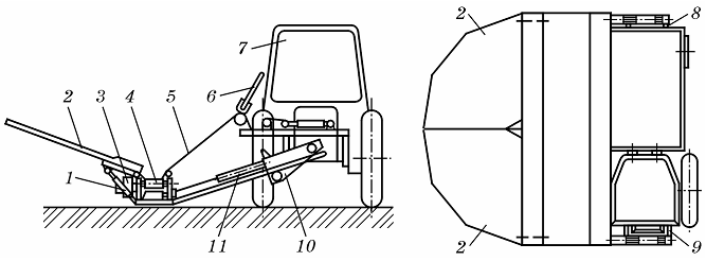



**Рис. 12.3. Схема плодозбиральної машини ВУМ-15А:**
1 – гідроциліндр для розкривання та закривання начіпного уловлювача; 2 – уловлювач; 3 – штамбовий струшувач; 4 – поздовжній конвеєр; 5 – частина уловлювача, що намотується на барабан; 6 – екран; 7 – самохідне шасі Т-16М; 8 – передня рама; 9 – задня рама; 10 – блок роликів; 11 – напрямна

**Технологічний процес роботи**. Перед початком роботи машина заїжджає в міжряддя і зупиняється біля дерева так, щоб штамб був напроти зони захвату струшувача. Гідроциліндром начіпний уловлювач розкривається з барабана і разом з конвеєром і струшувачем переміщується під крону дерева таким чином, щоб штамб опинився між затискачами струшувача. Тракторист-машиніст вмикає гідроциліндр і штамб затискується затискачами струшувача. Далі за допомогою гідроциліндрів розкривають другий начіпний уловлювач. Отже, під деревом утворюється суцільна приймальна поверхня уловлювача. Потім починають працювати

виносний конвеєр та струшувач. Струшені плоди, які потрапляють на висувний та начіпний уловлювачі, скочуються на конвеєр. Під час переміщення плодів зі стрічки конвеєра вони очищаються повітряним потоком, що створює вентилятор. Після знімання плодів із дерева тракторист-машиніст вимикає струшувач, звільняє штамб дерева, закриває начіпний уловлювач, вимикає конвеєр та переводить висувний уловлювач у транспортне положення.

Плодозбиральна машина МПУ-1А (рис. 12.4) призначена для збирання плодів сім'ячкових та кісточкових культур і затарювання їх в ящики або контейнери.

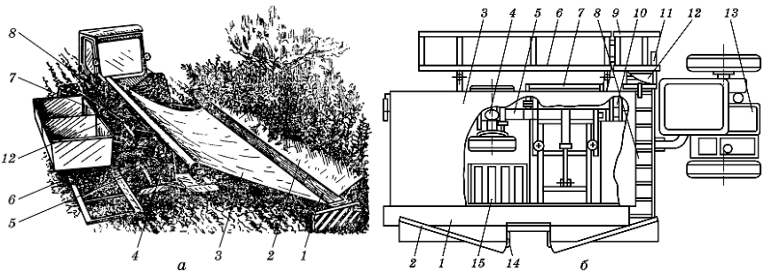



**Рис. 12.4. Схема плодозбирального комбайна МПУ-1А:**
а – загальний вигляд; б – вигляд зверху; 1 – поздовжній конвеєр; 2 – розкривний уловлювач; 3 – начіпний уловлювач; 4 – передній міст; 5 – рама шасі; 6 – майданчик для контейнерів; 7 – маніпулятор; 8 – поперечний конвеєр; 9 – майданчик для розвантаження наповнених контейнерів; 10 – насосна станція; 11 – копір; 12 – вентилятор; 13 – двигун; 14 – затискач струшувача; 15 – екран

Машина МПУ-1А — це самохідний агрегат, уніфікований із шасі трактора Т-16М, від якого використані двигун, трансмісія, кабіна, передній міст. Вона складається з рами, струшувача, поздовжнього і поперечного конвеєрів, начіпного й розкривного уловлювачів, екрана, маніпулятора, вентилятора, майданчика для контейнерів, насосної станції, гідравлічної системи та механізму приводу. Призначення, будова і робота струшувача, поздовжнього конвеєра і вентилятора аналогічні відповідним вузлам плодозбиральної машини ВУМ-15А.

Комбайн КПУ-2 (рис. 12.5) призначений для збирання плодів сім'ячкових, кісточкових та інших культур із дерев, які мають діаметр крони до 7 м.

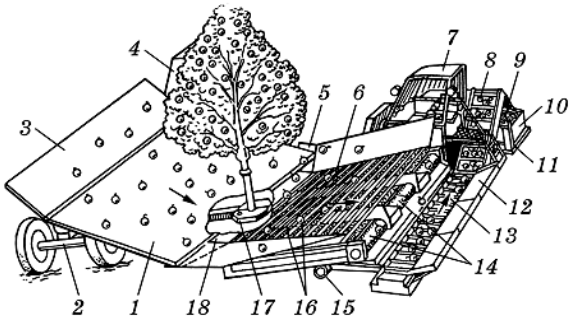



**Рис. 12.5. Схема плодозбирального комбайна КПУ-2:**
1, 3 і 6 – уловлювачі; 2 і 15 – шасі; 4 і 7 – правий і лівий агрегати; 5 і 12 – скатні поверхні; 8 – похила частина конвеєра; 9 – полотняна гірка; 10 – контейнер; 11 – майданчик; 13 і 14 – конвеєри; 16 – амортизатори; 17 – струшувач; 18 – ущільнювач

**Технологічний процес роботи**. Обидві секції комбайна заїжджають у сусідні міжряддя саду і зупиняються таким чином, щоб середина уловлювачів збіглася зі штамбом дерева. Потім переміщують струшувач до дерева і затискають затискачами штамб. Водночас пересувають під крону дерева уловлювачі, утворюючи суцільну приймальну поверхню площею близько 55 м$^2$. Потім на лівій секції вмикають струшувач, а на правій – конвеєри. Зняті плоди падають на уловлювачі, з них на поздовжні, а потім на виносний та завантажувальні конвеєри і до затарювального пристрою. Перед заповненням тара піднімається з майданчиком пристрою в крайнє верхнє положення. У міру заповнення тари майданчик повертається та опускається гідроциліндрами. Заповнену тару вилковими підхватами опускають на землю.

Ягодозбиральний комбайн МПЯ-1А (рис. 12.6) призначений для збирання ягід чорної і червоної смородини, аґрусу та інших ягід кущових насаджень.

**Технологічний процес роботи**. Тракторист-машиніст спрямовує комбайн вздовж осьової лінії кущів. При цьому формувач піднімає низько розміщені гілки, а подільник поділяє кущ на дві частини, нахиляючи кожну з них по обидва боки. Гілки потрапляють у зону коливальної дії двох рядів вил активатора. Під гілками знаходяться поперечні конвеєри. Відокремлені ягоди потрапляють на ці конвеєри, з яких вони спрямовуються на поздовжні конвеєри. Під час зсипання потоку ягід з конвеєрів вони очищуються від домішок потоком повітря від вентиляторів. Заповнені ящики працівники встановлюють на розвантажувальний майданчик. Висоту роз-

міщення активатора і поперечних конвеєрів змінюють піднімальним механізмом 15, який вмикається від гідророзподільника. Частота коливань активатора (300...450 хв$^{-1}$) змінюється двигуном шасі та переставленням зірочок на приводі залежно від швидкості поступального руху агрегату.

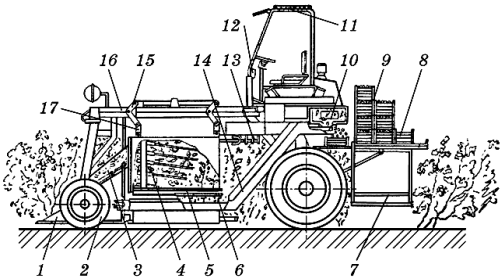



**Рис. 12.6. Схема ягодозбирального комбайна МПЯ-1А:**
1 – формувач; 2 – гідросистема; 3 – подільник; 4 – активатор; 5 – струшувач ягід; 6 – поперечний конвеєр; 7 і 8 – майданчики для розвантаження; 9 – ящики; 10 – пневмоочисник; 11 – тент; 12 – щит з органами керування та контрольно-вимірювальними приладами; 13 – центральний привод; 14 – поздовжній конвеєр; 15 – піднімальний механізм; 16 – шасі; 17 – рама

## 12.4. Машини для транспортування і товарної обробки плодів

Для транспортування плодів застосовують фронтальні та кранові навантажувачі, транспортні засоби загального призначення і спеціальні саморозвантажувальні візки.

Саморозвантажувальними візками є тракторна платформа ПТ-3,5 і віброущільнювач контейнерів ВУК-3. Для перевезення плодів у садах із плоскими кронами та малими міжряддями використовують навантажувально-транспортний агрегат, що складається з причепа-контейнеровоза ПК-4 і навантажувача контейнерів ППК-0,5.

Навантажувач ПВСВ-0,5 (рис. 12.7) призначений для завантажування в транспортні засоби і розвантаження з них контейнерів та ящиків на піддонах. Агрегатується з тракторами Т-25А.

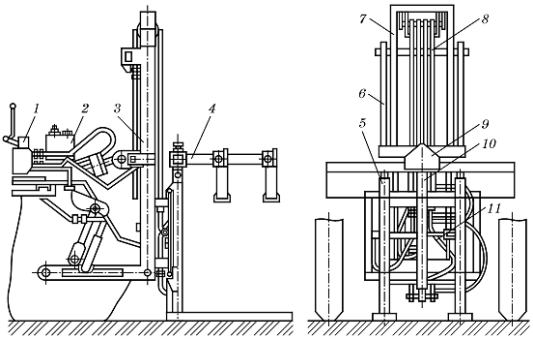



**Рис. 12.7. Схема навантажувача ПВСВ-0,5:**
1 – гідророзподільник; 2 – додатковий масляний бачок; 3 – вантажопідйомник; 4 – притискний пристрій; 5 – каретка; 6 і 7 – зовнішня і внутрішня рами; 8 – підвіска блоків; 9 – притискач; 10 – плунжер гідроциліндра; 11 – гідрошланг

Віброущільнювач контейнерів ВУК-3 (рис. 12.8) призначений для завантаження і транспортування контейнерів з плодами. Його випускають в трьох варіантах: основний – із навантажувачем і вібромайданчиком; 01 – із навантажувачем, але без вібромайданчика; 02 – без навантажувача і без вібромайданчика.

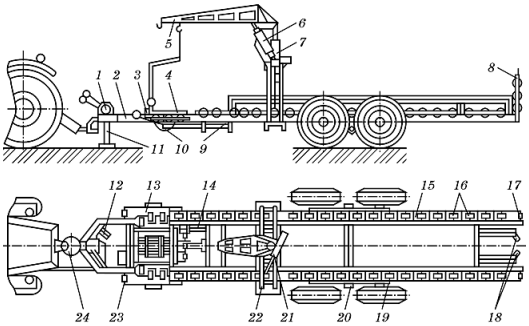



**Рис. 12.8. Схема агрегату ВУК-3:**
1 – гідророзподільник; 2 – рама; 3 – механізм зсування контейнерів; 4 – захоплювач навантажувача; 5 – стріла навантажувача; 6, 9 і 22 – гідроциліндри; 7 – поворотна колонка; 8 і 17 – упори; 10 – вібратор; 11 – опорний стояк; 12 – головний циліндр гальм; 13 – вібромайданчик; 14 – циліндр затискача контейнера; 15 і 19 – правий і лівий балансири коліс; 16 – ролики; 18 – покажчики поворотів; 20 – вісь; 21 – рейкова передача; 23 – затискачі; 24 – причіпна скоба

У основному варіанті його використовують для завантаження контейнерів із плодами в міжряддя саду, ущільнення і транспортування їх до пунктів товарної обробки або плодосховищ. Агрегатується з тракторами тягового класу 1,4.

Основні частини ВУК-3 – рама 2, ходова частина 19, стріла навантажувача 5, вібромайданчик 13, дві роликові доріжки 16 та апарель для розвантаження контейнерів.

**Технологічний процес роботи.** Агрегат зупиняється біля контейнера, завантаженого плодами. Стрілою навантажувача за допомогою захоплювача контейнер установлюють на вібромайданчик. Вмикають механізм затискання контейнера й вібратор. Упродовж 10...15 с відбувається ущільнення плодів. Після цього контейнер довантажують плодами і переміщують на роликову доріжку. Процес повторюється до повного завантаження агрегату (восьми контейнерів).

Під час розвантаження контейнерів тракторист начіпною системою трактора нахиляє раму агрегату й опускає рольганг аж поки він не торкнеться майданчика. У разі повільного переміщення агрегату вперед контейнери спускаються рольганговою доріжкою на майданчик.

Зібрані плоди зазнають товарної обробки, яка передбачає вивантаження плодів із тари, сортування за розмірами та якістю й пакування у тару. Випорожнювач ОКП-6 призначений для вивантаження стандартних контейнерів з плодами й подавання їх на лінію товарної обробки. Агрегат – стаціонарний, автономний, двосекційний, циклічної дії з гідравлічним приводом робочих органів. Випорожнювач складається з рами, двох поворотних клітей, низ яких має рольганги, а верх – рухомі кришки-притискачі, стрічковий конвеєр, електро- та гідрообладнання. Продуктивність випорожнювача ОКП-6 до 6 т/год, регулюють відкриттям клапана, через який проходять плоди, швидкістю стрічкового конвеєра.

Лінія для товарної обробки плодів ЛТО-6 (рис. 12.9) призначена для сортування, калібрування і пакування яблук, цитрусових та інших фруктів.

До складу лінії входять випорожнювач ОКП-6, сепаратор 2, сортувальний 4, калібрувальний 9 і стрічковий 10 конвеєри, пакувальний пристрій 8, рольганги 3 і 7, стільці 5 та настил 6 для зручності роботи сортувальників.

**Технологічний процес роботи**. Із конвеєра випорожнювача плоди потрапляють на сепаратор, де відокремлюються ті з них, що мають розміри менше ніж 40...50 мм, і надходять у ящики під сепаратором. Решта плодів через скатну дошку спрямовується на роликовий конвеєр для сортування операторами. Плоди першого та

вищого товарних сортів потрапляють на першу секцію калібрувальної машини для розподілу на розмірні групи. Після проходження хвильових нагромаджувачів вони пакуються рядами в ящики. Відібрані операторами плоди другого сорту перекладаються на стрічковий конвеєр, розміщений над сортувальним, і подаються на другу секцію калібрувальної машини, де поділяються на розмірні групи і спрямовуються насипом у ящики. Плоди третього сорту оператори опускають у приймальні лотоки, розміщені з обох боків сортувальної машини. Звідти вони надходять на стрічковий конвеєр для третього сорту, пакуються насипом у ящики і рольгангами спрямовуються до місця штабелювання. Продуктивність лінії ЛТО-6 становить 6 т/год, лінію обслуговує 21 працівник.

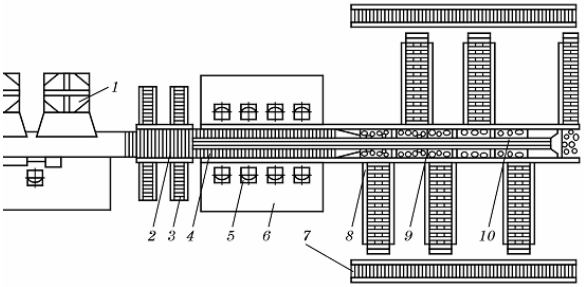



**Рис. 12.9. Схема лінії ЛТО-6:**
1 – випорожнювач контейнерів; 2 – сепаратор; 3 – рольганг нестандартної продукції; 4 – сортувальний конвеєр; 5 – стілець; 6 – настил; 7 – рольганг; 8 – пакувальний пристрій; 9 – калібрувальний конвеєр; 10 – стрічковий конвеєр

## 12.5. Машини для догляду за кроною плодових дерев

Обрізування плодових дерев є важливим агротехнічним заходом з догляду за кроною. Обрізують дерева для формування потрібного типу крони, підтримання хорошого росту дерев та їх омолодження. Основний прийом обрізування в цей період – проріджування, допоміжний – укорочування.

Обрізують дерева ручними секаторами та пилками. До комплекту ручного інструменту для садівника-обрізувача належать секатор СО однобічного різання, ножівка НС-1, штанговий гілкоріз СШ-1 для зрізування високо розміщених гілок, садовий ніж НС для зрізування гілок.

Використання ручного інструменту не забезпечує високу продуктивність праці і потребує великої робочої сили. Підвищенню

продуктивності праці сприяє застосування пересувних платформ та вишок, укомплектованих пневматичним, електричним або гідравлічним різальним інструментом.

Садовий агрегат АС-2 (рис. 12.10) призначений для обрізування крони дерев та збирання плодів із середнього і верхнього ярусів. Він складається з лівого та правого підіймачів, установлених на самохідному шасі Т-16М, майданчика 11, компресора 9, пневмообладнання, гідросистеми і органів керування.

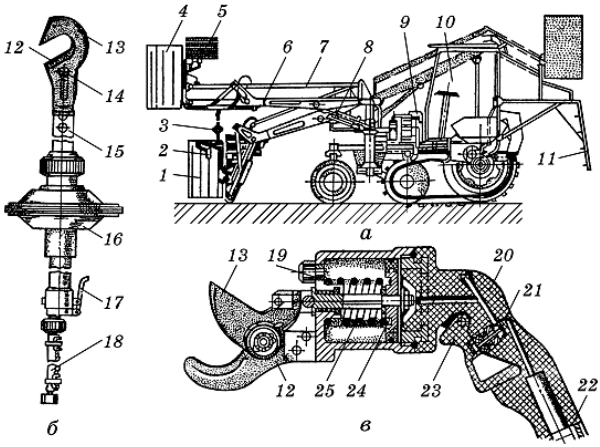



**Рис. 12.10. Схема садового агрегату АС-2:**
а – загальний вигляд; б – сучкоріз; в – секатор; 1 і 4 – кабіни; 2 і 3 – пневмоінструмент; 5 – ящик; 6 – стріла; 7 – тяга; 8 – гідроциліндр; 9 – компресор; 10 – самохідне шасі; 11 – майданчик; 12 і 13 – ножі; 14 – гвинт; 15 – труба; 16 – привід; 17 – важіль; 18 – трубопровід; 19 – пружина; 20 – корпус; 21 – золотник; 22 – штуцер; 23 – курок; 24 – поршень; 25 – шток

Підіймачі мають кабіни 1 і 4 з органами керування, гілкоріз 3, секатор 2 та кронштейн для ящиків 5. Стріла з кабіною піднімається гідроциліндром 8. Максимальна висота піднімання кабіни 4,4 м, кут повороту стріли 180°, вантажність кабіни 200 кг, продуктивність на обрізуванні крони дерев 0,06 га/год.

В інтенсивних садах із плоскими формами крон для обрізування дерев використовують плодозбиральну платформу ПОС-0,5, а в садах з об'ємними формами крон – ПКО-0,7. На платформі встановлюють компресор із ресивером, який приводиться в рух від ВВП трактора. До комплекту інструментів для обрізування дерев входять десять пневматичних секаторів СП-15, гілкоріз СПГ-25 та шість ручних ножівок. Стиснене повітря під тиском 0,77 МПа пот-

рапляє з ресивера по трубопроводу. У процесі роботи платформа, з обох боків якої розміщуються по 3 – 4 обрізувача, рухається по міжряддю. У цей час працівники зрізують різальним інструментом гілки та скидають їх у міжряддя.

У зв'язку з інтенсифікацією садівництва й переходом на загущене садіння дерев застосовують контурне обрізування їх, яке забезпечує значне скорочення робочого часу та зниження собівартості продукції.

Машина МКО-3 (рис. 12.11) призначена для контурного обрізування крон двох піврядів плодових дерев (положення I) та їх обмеження за висотою (положення II).

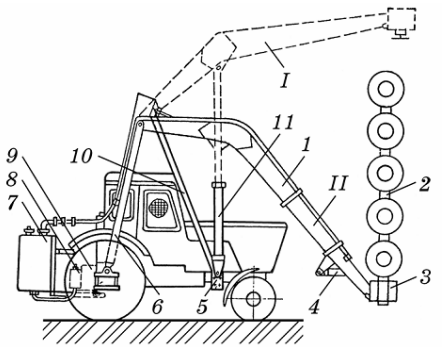



**Рис. 12.11. Схема машини МКО-3:**
1 – стріла; 2 – різальний апарат; 3 – передній брус; 4 і 11 – гідроциліндри; 5 – опорний кронштейн; 6 – опорна рама; 7 – бак; 8 – насос; 9 – редуктор; 10 – розкіс

Машина начіпна, складається зі стріли 1 (задіяна від навантажувача ПФ-0,5Б), лівого та правого різальних апаратів 2, переднього бруса 3, опорної рами 6, розкосів 10, опорних кронштейнів 5, гідростанції, яка має бак для масла, два гідравлічних насоси НШ-50 8, трубопровід, запірну та запобіжну апаратуру. Гідроциліндри 11 піднімають стрілу 1 із різальними апаратами на потрібну висоту. Передній брус 3 повертає різальні апарати у робоче та транспортне положення і висуває на потрібну ширину за допомогою гідроциліндрів. Різальний апарат 2 складається з дискових пилок, розміщених з обох боків машини. Він обертається від гідромоторів, масло до яких подається від гідравлічного насоса 8, що працює від ВВП трактора через редуктор 9.

**Технологічний процес роботи**. Перед заїздом машини в міжряддя різальні апарати за допомогою двох гідроциліндрів уста-

новлюють на задану ширину і нахиляють до крони на 5...15°. Якщо крони обмежують за висотою, то різальні апарати гідроциліндрами, розміщеними на передньому брусі, встановлюють у горизонтальне положення, а гідроциліндрами 11 піднімають на потрібну висоту. Під час руху машини пилки, які обертаються з частотою 2000 хв$^{-1}$, зрізують гілки, які потрапляють у зону дії різального апарата. Зрізані гілки падають у міжряддя саду.

Під час обмеження ширини крон передній брус 3 із різальними апаратами гідроциліндром 4 нахиляють на 15...20° вперед, а під час обмеження висоти – на 3...5°.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Способи збирання плодів.
2. Які типи машин використовують для збирання зерняткових порід?
3. Будова і процес роботи плодозбиральної платформи ПКО-0,7.
4. Будова і процес роботи плодозбиральної машини МПУ-1А.
5. Будова і процес роботи плодозбирального комбайна КПУ-2.
6. Будова і процес роботи ягодозбиральної машини МПЯ-1А.
7. Будова і процес роботи віброущільнювача контейнерів ВУК-3.
8. Який технологічний процес роботи лінії товарної обробки плодів?
9. Назвіть машини для догляду за кроною плодових дерев.
10. Будова і процес роботи садового агрегату АС-2.

# РОЗДІЛ XIII
# МЕЛІОРАТИВНІ МАШИНИ

## 13.1. Види меліоративних машин і агротехнічні вимоги до них

**Меліорація** (від лат. meliorate – поліпшення, підвищення) – це сукупність технічних прийомів і засобів, спрямованих на значне підвищення гідрологічних, ґрунтових і агрокліматичних умов земель для отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур у певній зоні землеробства.

Залежно від умов і поставлених завдань виконують гідротехнічні, культуртехнічні та агрохімічні меліорації.

Гідротехнічна меліорація спрямована на обводнення і зрошення засушливих і осушення перезволожених земель. Відомо, що з 1,5 млрд га землі, яка оброблюється, в світі близько 60% потребує зрошення. В засушливих землеробських районах, де опадів мало, а випаровуваність велика, запаси ґрунтової вологи поповнюють водою, яку примусово подають на поля, тобто застосовують зрошення. У районах боліт і надмірного зволоження земель для поліпшення аерації ґрунту, підвищення її температурного режиму і стимулювання аеробних процесів розкладання органічних речовин примусово вилучають надмірну вологу, яку спрямовують у водогони і водойми, тобто застосовують осушення.

Згідно з агротехнічними вимогами розмір крапель має бути 1…2 мм, інтенсивність дощу – 0,1…0,2 мм/хв. для важких грунтів, 0,2…0,3 мм/хв. для середніх суглинків і 0,5…0,8 мм/хв. для легких грунтів; прокладання дрен має проводитися на розрахункову глибину до 1,5…2,5 м у зонах осушення і до 2,5…4,0 м у зонах зрошення, відповідного діаметра труб (50…300 мм і більше).

Культуртехнічна меліорація охоплює операції, пов’язані з приведенням освоюваних і поліпшуваних земель у придатний для оранки стан, розчищенням їх від деревинно-кущових насаджень, каменів, горбів, вирівнювання поверхні, усуненням дрібноконтурності, поліпшенням луків і пасовищ за одночасного збереження та підвищення родючості ґрунтів.

Якість подрібнення кущової рослинності має відповідати таким агротехнічним вимогам: максимальний розмір подрібнених залишків деревини 15...20 см; допускаються окремі куски розміром до 70 см, але не більше ніж 3% отриманої маси.

Кущорізи і викорчовувачі повинні мати високі показники агротехнічних властивостей, тобто забезпечувати максимально мож-

ливе збереження родючості освоюваних земель. Під час роботи кущоріза з пасивним робочим органом допускається зріз гумусного шару не більше ніж 25 м$^3$/га, а з активним робочим органом – зрізування і звалювання в купу гумусного шару не допускається.

Каменезбиральна машина за один прохід має забезпечувати збирання каміння розміром 3...30 см (залежно від конструкції сепарувальних пристроїв) із ґрунтового шару 20...30 см завтовшки. Чистота вибірки каміння із орного шару не менше ніж 95%.

Під час проведення первинної обробки меліораційних земель глибина первинної полицевої оранки на торф'яних ґрунтах становить 35...40 см, а на мінеральних – 15...25 см за обертання скиби не менше ніж 145° із повним загортанням під пласт деревних залишків.

Агрохімічна меліорація передбачає заходи, спрямовані на усунення вітрової і водної ерозій ґрунтів, вапнування кислих і гіпсування солонцюватих ґрунтів, меліоративну обробку тощо. Освоєння закущених земель із застосуванням хімічних засобів полягає у тому, що у разі дії хімічних препаратів деревна рослинність втрачає свою життєву здатність і вегетативне розмноження.

## 13.2. Способи виконання меліоративних робіт і загальна класифікація меліоративних машин

**Меліоративною машиною** називають таку, робочі органи якої призначені для виконання однієї або кількох операцій технологічного процесу меліоративних робіт відповідно до агромеліоративних вимог.

Для виконання меліоративних робіт застосовують такі машини: культуртехнічні, землерийні загальнобудівельні, землерийні меліоративні, для ремонту і утримання меліоративних ліній, для поливу і осушення.

Способи проведення культуртехнічних робіт на меліорованих об'єктах залежать від деревинно-кущової рослинності та ґрунтових умов. Їх виконують за такими принципово різними технологічними схемами:

- роздільне корчування деревинно-кущової рослинності, згрібання у вали і знищення рослинності, первинний обробіток ґрунту;
- зрізування наземної частини деревинно-кущової рослинності, згрібання зрізаної деревини в купу, спалювання деревини, корчування і згрібання пнів у купу і спалювання їх, первинний обробіток ґрунту;
- заорювання кущової рослинності, розподіл пласта, коткування;

- фрезування рослинності разом із ґрунтом;
- корчування рослинності з одночасним очищенням від ґрунту і утилізацією деревинно-кущової маси.

За **призначенням** меліоративні машини поділяють на дев'ять основних груп: каналокопачі – для копання (прокладання) відкритих каналів; кавальєророзрівнювачі – для розроблення кавальєрів; каналопланувальники – для планування каналів; для побудови антифільтраційних екранів; каналоочисники – для утримання і ремонту каналів; для підготовки земель до освоєння і культуртехнічних робіт; для побудови закритого горизонтального дренажу і трубопроводів; для підготовки сільськогосподарських угідь до поливу; для зрошення сільськогосподарських культур.

За **характером робочого режиму** меліоративні машини поділяють на машини безперервної або циклічної дії, а машини, які вносять на поверхню або в масу ґрунту різні матеріали (бетон, бітум, труби, воду, гербіциди, насіння), – на машини позиційної дії або такі, що працюють у русі.

За **способом використання енергії** основними робочими органами розрізняють машини з активним, пасивним або активно-пасивним робочим органом. Тип робочого органу визначає характер процесу, який виконується. Основні типи робочих органів меліоративних машин, призначених для виконання земляних робіт, наведено на рис. 13.1.

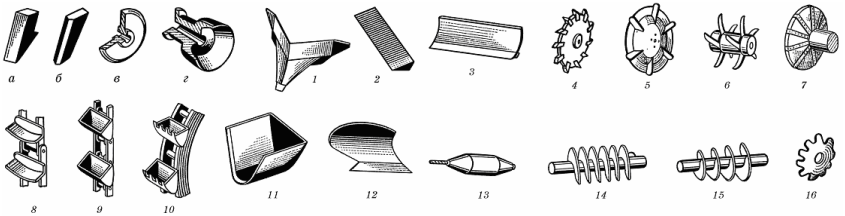



**Рис. 13.1. Основні робочі органи землерийно-меліоративних машин для земляних робіт:**
а – зуб; б – ніж прямий (чересловий); в – ніж дисковий; г – ніж чашковий (тарілчастий); 1 – комбінований робочий орган; 2 – леміш плоский; 3 – відвал; 4 – дискова фреза (ротор); 5 – плоска фреза; 6 – циліндрична фреза; 7 – конічна фреза; 8 – скребки; 9 – ланцюговий ківшевий; 10 – роторний ківшевий; 11 – ківш профільний; 12 – косий відвал; 13 – дренер; 14 – шнек циліндричний; 15 – шнек конічний; 16 – диск

За **способом агрегатування з базовою машиною** їх поділяють на начіпні, причіпні, напівпричіпні та самохідні.

За **видом використання ходового обладнання** розрізняють гусеничні, колісні, плавучі машини та машини на лижах.

### 13.3. Машини для культуртехнічних робіт

Для підготовки земель до освоєння залежно від способу розчищення призначені машини для: зрізування кущів і рідколісся (кущорізи, плоскорізи); корчування рослинності (викорчовувачі, викорчовувачі-збирачі, корчувальні агрегати і борони, кущові граблі, для суцільного розкорчування підґрунтової деревини, пнів на торф'яниках, підбирання пнів); фрезування закущованих земель, луків, пасовищ (фрезерні машини, фрезери, фрези болотні); корчування, подрібнення і утилізації рослинності (викорчовувачі-подрібнювачі, рубальні машини); знищення рослинності хімічним способом (обприскувачі, тралові ланцюги); спалювання рослинності; заорювання кущової рослинності (чагарниково-болотні плуги); збирання каміння (викорчовувачі-навантажувачі, лижі-самоскиди, металеві листи, каменезбиральні машини, причепи); вирівнювання і планування меліораційних земель (бульдозери, планувальники).

До машин для первинного обробітку ґрунту належать кущово-болотні плуги, болотні фрези, важкі дискові та меліораційні борони, горборізи, а також водоналивні болотні котки.

За **способом агрегатування** культуртехнічні машини є причіпні та начіпні, а за принципом виконання робочого органу – активної і пасивної дії. Принципові конструктивні схеми деяких машин для культуртехнічних підготовчих робіт наведено на рис. 13.2.

Кущорізи пасивного типу мають робочий орган у вигляді двовідвального клина 3 (рис. 13.2а), який має плоскі ножі 1 і начіплюється на шарову опору 2 штовхальної рами 5. Під час виконання технологічного процесу робочим органом керує гідроціліндр 4. Для підвищення якості зрізування рослинності і зниження тягового зусилля, яке створюється трактором 7 (рис. 13.2б), іноді замість плоских ножів установлюють дискові ножі 6.

Для розчищення закущованих земель підрізанням кореневої системи на глибину 5...15 см використовують плоскорізи, які мають V-подібний плоский підрізувальний робочий орган 8 (рис. 13.2в), установлений на рамі ззаду енергетичного засобу. Деякі кущорізи пасивного типу мають односторонній відвал 9 (рис. 13.2г) із пилкоподібними ножами і виступним потужним колуном 10 та пристрій курсової стабілізації 11, який спирається на незрізану рослинність і регулюється гідроциліндром 12.

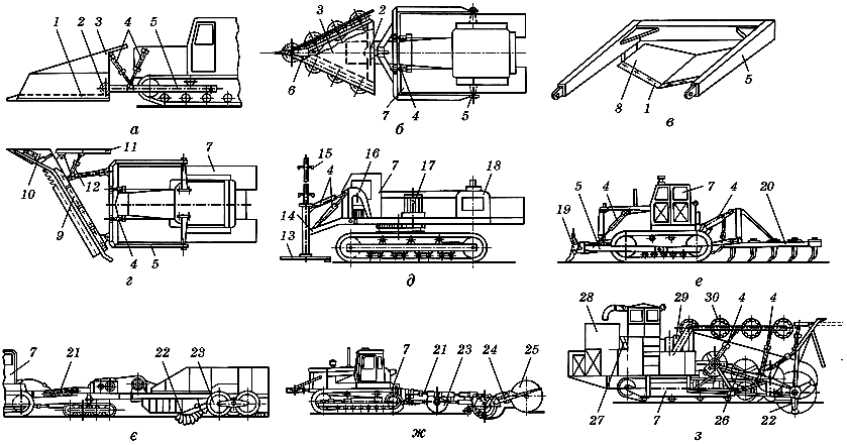



**Рис. 13.2. Принципові конструктивні схеми машин для культуртехнічних робіт:**

а – двовідвальний кущоріз пасивної дії з плоскими ножами; б – двовідвальний кущоріз із дисковими ножами; в – плоскоріз; г – одновідвальний кущоріз; д – кущоріз-деревовал активної дії; е – корчувальний агрегат; є – викорчовувач для суцільного розкорчовування підґрунтової деревини (пнів); ж – фрезерна машина; з – викорчовувач-подрібнювач

Кущорізи-деревовали мають активний робочий орган у вигляді дискової фрези 13 (рис. 13.2д), яка встановлена на поворотній стрілі 14 і обладнана спеціальним пристроєм 15 для збирання рослинності. Керування робочим органом здійснюється гідроциліндрами 4, закріпленими на кронштейні 16. Дизель-силова установка 18 забезпечує приведення у рух електродвигуна 17 поворотної платформи та інших механізмів машини.

На рис. 13.2е наведено корчувальний агрегат, робочий орган якого об'єднує начіплюваний спереду на енергетичний модуль 7 викорчовувач 19, ззаду – корчувальну борону 20, а на рис. 13.2є – викорчовувач активного типу для суцільного розкорчування підґрунтової деревини (пнів) на торф'яниках. Викорчовувач активного типу має робочий орган у вигляді кількох корчувальних роторів 22, установлених спереду транспортного причепа для збирання деревини. Причеп обладнаний опорними котками 23. Ротори приводяться у рух від енергетичного модуля 7 через карданну передачу 21 та інші пристрої трансмісії.

Фрезерними машинами (рис. 13.2ж) виконують фрезування рослинності спільно з ґрунтом фрезою 24, а також коткування відфрезованої маси спеціальним котком 25. Під час розчищення за-

кущованих ґрунтів викорчовувачем-подрібнювачем (рис. 13.2з) викорчувану рослинність використовують для потреб народного господарства. Крім корчувального ротора 22 він має кілька струшувальних роторів 26, рубальний пристрій 27 і обтискний пристрій, який складається з горизонтальних 30 і вертикальних 29 обтискних вальців. Подрібнена деревина накопичується у бункері 28.

### 13.3.1. Машини для зрізування кущів (кущорізи) і дрібнолісся

**Кущорізи** призначені для зрізування наземної частини кущових заростей. До цих машин висуваються такі загальні вимоги: низький зріз куща біля поверхні ґрунту з видаленням кореневої шийки; мінімальне порушення дернового покрову; вилучення невеликих пнів і горбів; можливість роботи на поверхнях із нерівним рельєфом і на ґрунтах із слабкою несівною здатністю; достатня бокова стійкість.

Розрізняють кущорізи з пасивними – ножовими (рис. 13.3а,б) і активними – сегментними (рис. 13.3в) та ротаційними (рис. 13.3г–ж) робочими органами. Вони можуть бути начіпними з механічним (канатним) і гідравлічним керуванням.

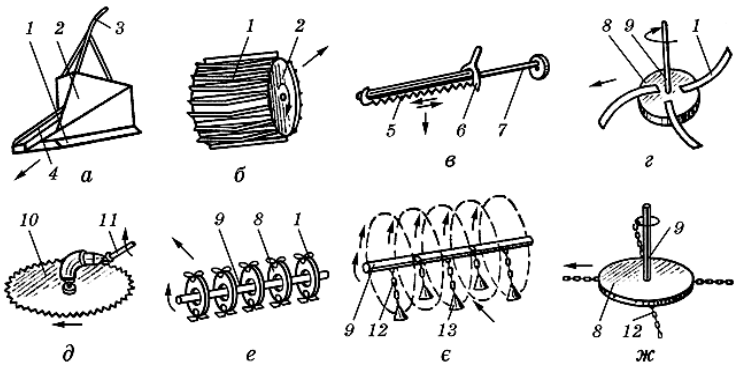



**Рис. 13.3. Схеми робочих органів кущорізів:**
а – горизонтальний ніж; б – ножовий барабан; в – сегментний ніж; г – ротаційний ніж; д – дискова пилка; е – ротаційний барабан; є – рубальні молотки; ж – рубальні ланцюги; 1 – ніж; 2 – відвал; 3 – огородження; 4 – клин-колун; 5 – сегментні ножі; 6 – шатун; 7 – ексцентрик; 8 – диск; 9 – вал; 10 – дискова пилка; 11 – рукоятка; 12 – рубальний ланцюг; 13 – рубальний молоток

Ножові (пасивні) робочі органи кущорізів бувають з горизонтальними ножами і у вигляді ножового барабана. Найпоширенішими є кущорізи з горизонтальними ножами, робочий орган яких має вигляд двостороннього клина із плоскими горизонтальними ножами 1, встановленими під кутом 60...65° до напряму руху. Ножі мають гладеньку або хвилеподібну різальну кромку.

Сегментний робочий орган шарнірно підвішується ззаду або збоку трактора. Рухомі сегменти, які приводяться у рух від ВВП трактора і здійснюють зворотно-поступальний рух відносно нерухомих сегментів, зрізують кущі, діаметр стовбура яких не перевищує 5 см.

Ротаційний робочий орган – це дискова пилка (фреза) з різальними зубами. Диск установлюють на кінці рукоятки 11 або спереду на рамі, що охоплює трактор. Фреза приводиться в рух від ВВП трактора або гідромотора та може встановлюватися для різання в потрібній площині та повертатися за допомогою двох гідроциліндрів. Кущорізи з дисковими ротаційними робочими органами зрізують кущі зі стовбуром діаметром 3 см і більше, а ротаційні барабани – 5...8 см. Застосовують кущорізи-подрібнювачі рубаної дії з ланцюгами 12, іноді з молотками 13, які обертаються навколо горизонтальної або вертикальної осі та рубають кущі 3,0...5,5 м заввишки.

Для виконання меліоративних робіт широко застосовують кущорізи пасивного типу ДП-24, МП-14, КБ-4А, МК-11 і кущорізи-деревовали активного типу МТП-43А, МТП-13А.

Для зрізування дрібних кущів, фрезування лугів і пасовищ застосовують фрезерні машини МТП-44А; ФКН-1,7; ФБН-1,5; ФБН-2; ФБК-2 і чагарниково-болотні плуги ПБН-100А, ПБН-75, ПБК-75Г, ПБН-3-50, ПБН-6-50. Плугами заорюють кущі, якщо товщина гумусного шару становить 26...30 см. Кущі до 1,0 м заввишки заорюють на глибину не менше ніж 25 см, 1,0...2,0 м – на глибину 30...50 см і понад 2,0 м – на глибину 45...50 см. Після оранки пласти розробляють важкими дисковими боронами і прикочують котками. Фрезерними машинами кущі подрібнюють і перемішують із ґрунтом. Цей спосіб замінює всі операції основного і передпосівного обробітку ґрунту. Фрезуванням загортають кущі діаметром до 12 см і заввишки до 6 м. Цей спосіб найефективніший під час освоєння осушених торф'яників, які заросли кущами на 60...100%.

Для згрібання зрізаних кущів, дрібнолісся і пнів діаметром до 15 см із наступним їх спалюванням використовують кущові граблі К-3, а для збирання дрібних деревних залишків із розчищених площ і укладання їх у валок – причіпний валкоутворювач ПДО-2.

Кущорізи Д-514А – це начіпне обладнання, яке начіплюється

на трактор. Робочий орган кущоріза (рис. 13.4) складається із відвала 6, ножів 8, прикріплених до полиці болтами, та амортизаторів.

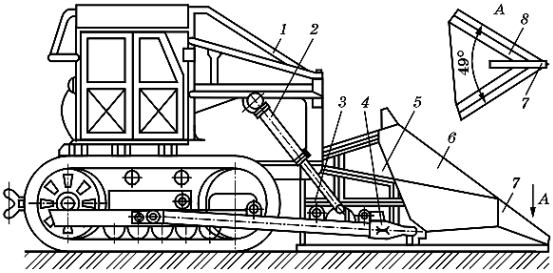



**Рис. 13.4. Кущоріз Д-514А:**
1 – огородження трактора; 2 – гідроциліндр; 3 – рама; 4 – знімна головка; 5 – каркас; 6 – відвал; 7 – носовий лист; 8 – ніж

Кущоріз-деревовал МТП-13А активного типу за призначенням аналогічний машині МПТ-43А. Його застосовують для зрізування великих кущів і дерев зі стовбурами діаметром до 0,35 м. Ширина захвату 13 м, продуктивність 0,08...0,13 га/год, маса машини 25000 кг. Енергетичним модулем машини є гідравлічний екскаватор МТП-71 (ЕО-4221), з якого демонтовано екскаваторне обладнання.

Фрезерна машина МТП-44А (напівначіпна) призначена для прискореного освоєння закущованих земель із подрібненням і загортанням кущів у ґрунт. Вона фрезерує верхній шар ґрунту торф'яників разом з кущами, пнями і підґрунтовою деревиною. Ширина захвату 1,7 м, робоча швидкість 0,15...1,3 км/год, продуктивність до 0,15 га/год, маса 22400 кг. Агрегатується з енергетичним модулем Т-100МБГС або Т-130Б тягового класу 6.

**Загальна будова**. Робочим обладнанням фрезерної машини МТП-44А є начіпна система 1 (рис. 13.5), на якій закріплено відвал, раму 7, демпфер 8, задню опору 12, сепаруючу гребінку 13, фрезу 14 з редуктором, що має захисний пристрій 15.

Фреза приводиться в рух від ВВП трактора через карданну передачу 4, захищену кожухом 5, конічний 10 і бортовий 9 редуктори і редуктор фрези. Для захисту трансмісії від перевантажень конічний редуктор має запобіжну муфту 11. Зниження швидкості під час роботи забезпечує ходозменшувач 2. Піднімання і опускання робочого органу здійснюється за допомогою гідросистеми 3 машини. Фреза 14 має самозагострювальні ножі з різальною кромкою діаметром 95 мм, які розміщені на барабані у вісім рядів по двадцять ножів у ряду. Частота обертання фрези 183 хв$^{-1}$.

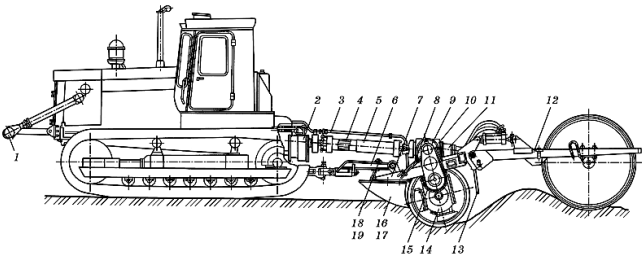



**Рис. 13.5. Конструктивна схема фрезерної машини МТП-44А:**
1 – передня начіпна система; 2 – ходозменшувач; 3 – гідросистема; 4 – карданна передача; 5 – захисний кожух; 6 – дишло; 7 – рама ; 8 – демпфер; 9 – бортовий редуктор; 10 – конічний редуктор; 11 – запобіжна муфта; 12 – задня опора; 13 – сепарувальна гребінка; 14 – фреза; 15 – захисний пристрій; 16, 17 – плити; 18, 19 – тяги

**Технологічний процес роботи.** У транспортному положенні машина спирається на задню опору 12 діаметром 1500 мм. Під час роботи задню опору піднімають, а фрезу 14 опускають гідроциліндрами гідросистеми 3. Передній відвал начіпної системи 1 нахиляє кущі, гусениці трактора, відбійна плита 16 або 17 приминають їх, фрезерний барабан 14 подрібнює кущі і перемішує подрібнену масу з ґрунтом. Подрібнена маса відкидається під задню опору 12 і ущільнюється нею.

**Технологічні регулювання.** Глибина фрезерного шару ґрунту (40 або 25 см) забезпечується встановленням низької 17 або високої 16 відбійної плити. Зазор між відбійною плитою і різальними елементами фрези (3...5 мм) регулюється регулювальними тягами 18, 19. У разі затуплення ножів їх кріплення послаблюють, ножі розвертають на 120°.

### 13.3.2. Машини для корчування пнів і збирання каміння

Перед корчуванням стовбури великих дерев спилюють на висоті 40...60 см від землі. Можна також викорчовувати незрізані дерева. Пні корчують прямою тягою трактора, викручуванням, витягуванням або комбінованим способом – дією зубчастих, важільних і роторних робочих органів. Пні, розміщені на схилах, болотистих ґрунтах та в інших важкодоступних місцях, зачалюють тросом і корчують прямою тягою трактора.

Для вилучення каміння з ґрунту застосовують машини як безперервної (потокової), так і циклічної дії. Великі камені корчують тільки машинами циклічної дії, а дрібні вилучають машинами без-

перервної дії. Дуже великі камені, які не піддаються корчуванню, попередньо подрібнюють вибухом, використовуючи, зазвичай, накладні заряди вибухівки. Для корчування і збирання пнів застосовують викорчовувачі ДП-25, К-2А, викорчовувачі-збирачі МП-7А, КСП-20, Д-695А, ДП-8А, корчувальну борону К-1 і корчувальні машини К-15, МТП-26. Цими самими машинами збирають напівсховані або сховані в ґрунті великі камені. Середні (розмір 30...60 см) і дрібні (7...30 см) камені збирають каменезбиральними машинами УКП-0,6, МКП-1,5 і КБМ-1,4. Для вивезення великих і середніх каменів використовують самоскидні лижі ЛС-4А, ЛС-8, ЛС-10, а середніх і дрібних – причепи ПВК-5, 2ПТО-8. Для завантаження дрібних каменів із купи в транспортні засоби застосовують завантажувальний ківш К-20, який монтується на рукоятку стріли одноківшевих екскаваторів ЕО-2621 і ЕО-26-21А.

Викорчовувач-збирач Д-695А (рис. 13.6) призначений для корчування пнів діаметром до 500 мм, кущів, дрібнолісся, вилучення з ґрунту каменів до 3 т і завантаження їх у транспортні засоби.

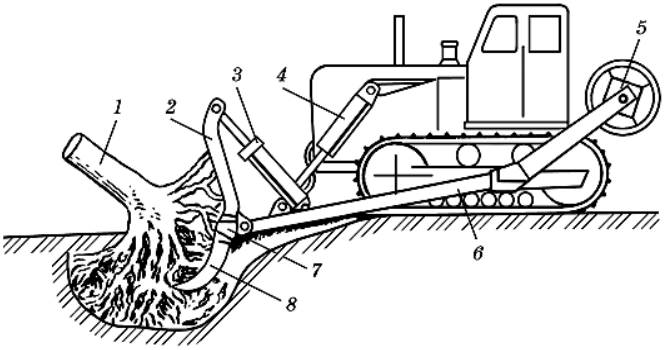



**Рис. 13.6. Конструктивно-технологічна схема викорчовувача-збирача Д-695А:**
1 – пень; 2 – відвал; 3 і 4 – гідроциліндри; 5 – противаги; 6 – рама; 7 – балка; 8 – клики

**Технологічний процес роботи**. Корені великих пнів перед корчуванням підрізують з трьох боків, підводять робочий орган до пня 1, гідроциліндрами 4 заглиблюють (заводять) клики 8 під пень і поворотом робочого органа відривають його. Викорчувані пні відвозять викорчовувачем на край ділянки або завантажують у транспортні засоби. Кущі і дрібнолісся корчують штовхальним зусиллям трактора без повороту робочого органа.

Викорчовувачі-збирачі МП-7А і ДП-8А за своєю будовою і технологічним процесом роботи аналогічні викорчовувачу Д-695А.

Продуктивність викорчовувача МП-7А становить 0,22 га/год, а викорчовувача ДП-8А – до 30 пнів за 1 год. Агрегатуються начіпні машини відповідно з тракторами Т-130МБГ-1 і ДТ-75Б. Ширина захвату ДП-8А – 1,72 і 0,95 м, а МП-7А – 3,38 і 2,8 м.

Каменезбиральна машина УКП-0,6 (причіпна) призначена для збирання каміння розміром 12...65 см і масою 10...300 кг, яке лежить на поверхні ґрунту або у ґрунті на глибині до 10 см. Ширина захвату 1,25 м, продуктивність 3,75 м$^3$/год, вантажність бункера 1,9 т, маса 2500 кг. Агрегатується з тракторами класу тяги 1,4.

**Загальна будова**. На рамі 7 (рис. 13.7) одновісного напівпричепа встановлено гребінку 6 для підбирання каменів, решітний бункер 5, гідроциліндри 4 для перекидання бункера. Гребінка 6 має одинадцять зубів 1, відстань між якими можна регулювати розпірними втулками.

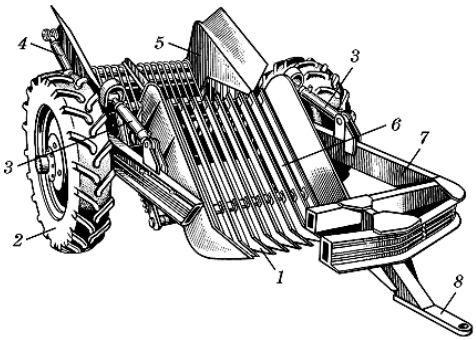



**Рис. 13.7. Схема каменезбиральної машини УКП-0,6:**
1 – зуби; 2 – колеса; 3 і 4 – гідроциліндри; 5 – бункер; 6 – гребінка; 7 – рама; 8 – сниця

**Технологічний процес роботи**. Збирання каменів із зораного поля відбувається циклічно. Зуби 1 гребінки 6 заглиблюються у ґрунт і прочісують верхній його шар. Вилучені з ґрунту камені нагромаджуються на гребінці і у міру їх нагромадження гребінку провертають гідроциліндром 3, і камені скочуються в бункер 5. Ґрунт просіюється між зубами гребінки і через решітчасту поверхню бункера. На краю поля заповнений бункер перекидають гідроциліндром 4.

### 13.3.3. Машини для первинного обробітку ґрунту

Первинний обробіток ґрунту є складовою комплексу культуртехнічних робіт. Для його виконання застосовують чагарниково-

болотні і дискові плуги, спеціальні борони, ґрунтообробні фрези, горборізи, планувальники, котки та інші машини і засоби.

У причіпних дискових борін кожна секція двосекційної борони має раму з двома дисковими батареями. Передня секція обробляє ґрунт в одному напрямку за рахунок розміщення дисків опуклістю всередину, а задня – в іншому (опуклість дисків назовні). Тягами змінюють кут атаки для зміни інтенсивності подрібнення скиби. Глибину боронування регулюють поворотом колінчастої осі гвинтовим механізмом або гідроциліндром.

Начіпні дискові борони кріплять до начіпної системи тракторів. У них так само змінюють кут атаки. Ширина захвату дискових борін, що агрегатуються з тракторами, 2,2...3,5 м, глибина обробки 20...25 см. Застосовують диски діаметром 500...1000 мм, по 5–9 дисків у одній батареї. Продуктивність борони під час роботи в один слід 1,0...1,8 га/год.

Для оранки освоюваних земель, які заросли кущами та після їх розчищення від деревинно-кущової рослинності, застосовують начіпні і причіпні чагарниково-болотні плуги ПБН-100А, ПБН-75 і ПБК-75Г. Для оранки лугових боліт, які не мають кущів і підґрунтової деревини, а також для староорних торф'яників використовують плуги ПБН-3-50, ПБН-6-50. Для збільшення продуктивності і поліпшення агротехнічної якості оранки чагарниково-болотні плуги обладнують полицями з гвинтовою поверхнею і збільшують ширину їх захвату.

Дискові плуги мають робочий орган у вигляді чотирьох-п'яти вигнутих сферичних дисків діаметром 1,0...1,2 м, установлених на задній начіпній рамі. Ширина захвату плуга 1,5...2,0 м. Глибина оранки 20...30 см. Дискові плуги застосовують для первинної оранки дуже забруднених торф'яних і мінеральних земель.

Планувальні роботи на меліораційних землях поділяють на будівельні та експлуатаційні. Під час будівельних робіт ліквідують старі осушувальні канали, ями та інші нерівності, а експлуатаційні використовують для вирівнювання мікрорельєфу освоюваних площ. Експлуатаційне планування, зазвичай, виконують після первинного обробітку ґрунту. Для проведення експлуатаційного планування освоюваних земель застосовують планувальники ПА-3, ДЗ-602 і планувальники-вирівнювачі ПМВ-3, ПМВ-4, ПМВ-5.

Ґрунтообробні фрези (рис. 13.8) призначені для поверхневого розпушення ґрунту без обертання шару під час освоєння осушених боліт і задернілих мінеральних ґрунтів, корінного покращення луків і пасовищ, добування торфу, а також під час обробітку шару ґрунту після оранки. Фрези бувають причіпні та начіпні. Їх називають ще болотними.

Фрезерний барабан з ножами 5 (рис. 13.8а), обертаючись навколо своєї осі, переміщується в площині, перпендикулярній до осі обертання. При цьому здійснюється суцільне розпушення та подрібнення ґрунту і дернини на глибину 25...30 см. Фрезерний барабан, насаджений на вал, складається з кількох секцій-дисків, на кожному з яких закріплюють від двох до восьми ножів 5. Диск може повертатися відносно вала під час зустрічі ножів з перешкодою. Він має фрикційну передачу.

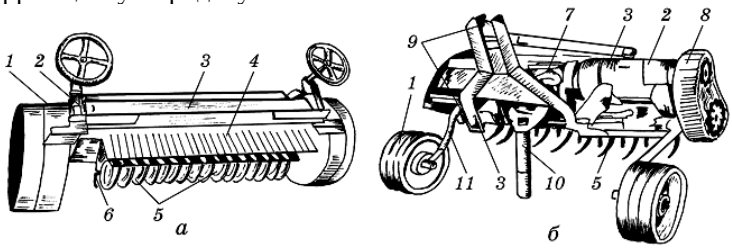



**Рис. 13.8. Ґрунтообробні фрези:**
а – причіпна (вигляд ззаду); б – начіпна (вигляд спереду); 1 – опорне колесо; 2 – гвинтовий механізм регулювання глибини фрезерування; 3 – кожух; 4 – граблі; 5 – ножі; 6 – сошник; 7 – редуктор; 8 – бортовий редуктор; 9 – місця кріплення до важелів і тяги начіпної системи; 10 – карданно-телескопічний вал; 11 – колінчаста піввісь

Барабан начіпної фрези (рис. 13.8б) встановлений на рамі, яку начіплюють у місцях кріплення 9 на начіпну систему трактора. Рама під час роботи спирається на ґрунт двома колесами 1 або зігнутими штабами з лижами, які можна регулювати по висоті. Фреза приводиться в рух від вала відбору потужності трактора.

Чагарниково-болотні плуги ПБН-100А, ПБН-75А, ПБК-75Г застосовують для оранки заново освоюваних земель, зарослих чагарником і після їх розчищення від деревинно-кущової рослинності та каменів. Ширина захвату відповідно 1,0; 0,75 і 0,75 м; найбільша глибина оранки відповідно 45, 35 і 35 см; продуктивність 0,37...0,45 (ПБН-100А); 0,5...0,75 га/год (ПБН-75А, ПБК-75Г), маса відповідно 950, 890 і 1217 кг. Агрегатуються плуги з тракторами класу тяги 6 (ПБН-100А) і класу тяги 3 (ПБН-75А, ПБК-75Г).

До комплекту однокорпусних плугів ПБН-100А, ПБН-75А (рис. 13,9), ПБК-75Г входять три ножі: чересловий для роботи на розкорчованих від деревини ґрунтах, плоский з опорною лижею для роботи на заорюванні чагарників і дисковий – для заорювання лучних боліт. Під час підготовки плуга до роботи на ґрунтах після розчищення площі від чагарників, дрібнолісся і пнів установлюють чересловий ніж 1 (рис. 13.9а).

Чагарниково-болотні плуги ПБН-3-50, ПБН-6-50 призначені для оранки окультурених боліт, які вільні від чагарників і підґрунтової деревини. Ширина захвату відповідно 1,5 і 3,0 м, продуктивність відповідно 0,8...0,96 і 2,0...2,5 га/год, найбільша глибина оранки 35 см, маса відповідно 820 і 1910 кг. Агрегатуються плуги з тракторами класу тяги відповідно 3 і 5.

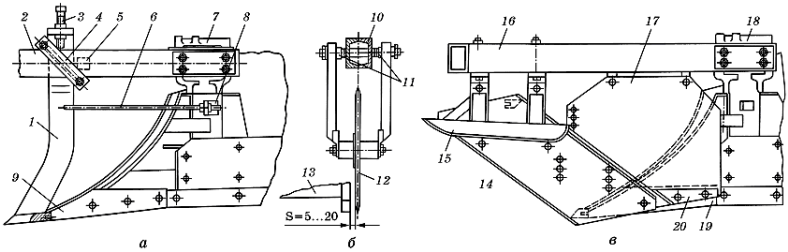



**Рис. 13.9. Робочі органи чагарниково-болотних плугів:**
а – чересловий (ПБН-75); б – дисковий (ПБН-75); в – плоского з опорною лижею (ПБН-100А); 1 – чересловий ніж; 2 – рама; 3 – болт; 4 – плита; 5 – рама; 6 – натяжний пруток; 7 – стояк корпусу; 8 – кронштейн; 9 – планка лемеша; 10 – рама плуга; 11 – регулювальні шайби; 12 – дисковий ніж; 13 – долото; 14 – плоский ніж; 15 – опорна лижа; 16 – рама; 17 – щиток; 18 – корпус; 19 і 20 – планки

Чагарниково-болотні плуги ПБН-3-50 і ПБН-6-50 (рис. 13.10) комплектуються дисковими ножами 6, встановленими перед кожним корпусом 4 на рамі 5 плуга. Для регулювання глибини оранки плуг ПБН-6-50 обладнують двома опорними колесами: переднім 2 і заднім 7, які встановлюють на механізмах 1 і 8. Для з'єднання з начіпною системою енергетичного модуля використовують начіпний механізм 3. Ззаду плуга встановлюють сигнальний щиток 9.

Борона БДТ-3 є причіпним засобом із двослідним симетричним розміщенням батарей на загальній рамі. Робочий орган борони – сферичні вирізні диски, зібрані в чотири батареї по сім штук (задня ліва батарея має восьмий диск для додаткового обробітку ґрунту). Ширина захвату 3,0 м, продуктивність 2,38...3,09 га/год, максимальна глибина обробітку ґрунту 20 см, маса 1830 кг. Агрегатується з тракторами класу тяги 3.

Борона БДМ-2,5 призначена для первинного обробітку мінеральних ґрунтів, які містять камені розміром до 30 см, розпушення дернини, пагорбів під час поліпшення луків і пасовищ. Ширина захвату 2,5 м, робоча швидкість 3,1...6,3 км/год, глибина обробітку до 30 см, продуктивність 1,0...1,2 га/год. Агрегатується з трактором К-701.

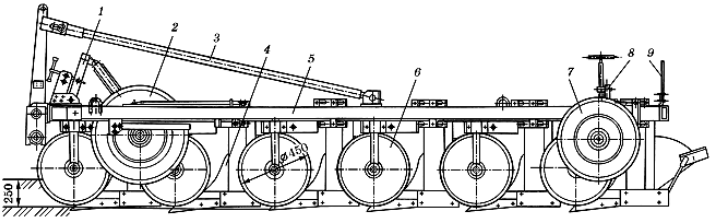



**Рис. 13.10. Конструктивна схема чагарниково-болотного плуга ПБН-6-50:**
1 і 8 – механізми; 2 – переднє опорне колесо; 3 – начіпний механізм; 4 – корпус; 5 – рама; 6 – дисковий ніж; 7 – заднє опорне колесо; 9 – сигнальний щиток

## 13.4. Машини для виконання земляних робіт

Механічний спосіб виконання земляних робіт передбачає послідовне здійснення таких операцій: відокремлення від природного масиву (копання) ґрунту; транспортування до місця укладання і розвантаження; обробка земляної споруди (розрівнювання, ущільнення тощо). До машин для виконання земляних робіт належать каналокопачі, дренажні машини, землерийно-транспортні машини (екскаватори, бульдозери, скрепери, грейдери) і планувальники.

За характером роботи землерийні машини поділяють на дві групи: циклічної і безперервної дії. Крім того, розрізняють машини з активними і пасивними робочими органами. Машини з пасивними робочими органами – це такі, в яких відокремлення ґрунту від природного масиву і заповнення їх робочого органау відбувається внаслідок руху робочих органів разом з усією машиною. У машин із активним робочим органом відокремлення і заповнення ґрунту виконують робочі органи, які переміщуються незалежно від корпусу машини. Робочими органами таких машин, зазвичай, є різні типи ножів.

### 13.4.1. Машини для будівництва і експлуатації каналів

До цієї категорії меліоративних машин належать машини для прокладання (копання) каналів – каналокопачі і машини для розроблення каналів – кавальєророзрівнювачі, відкосопланувальники, машини для будівництва антифільтрувальних покриттів.

Канали нарізують у ґрунті під час будівництва осушувальних, зрошувальних або обводнювальних систем.

Каналокопачами для прокладання зрошувальних каналів розроблюють канали повного проектного перерізу в насипу, піввибірці, півнасипу або у вибірці. Канал повинен мати сплановане дно і відкоси. Вони утворюють дамби з обох боків безпосередньо біля бровок каналу. Внутрішні відкоси дамб формують боковими кромками корпусу.

Каналокопачі для прокладання осушувальних каналів розроблюють канали заданого поперечного перерізу з рівними відкосами і дном. Вони відводять піднятий із каналу на поверхню ґрунт від бровки в сторони, утворюючи вирівнювальні майданчики-берми 0,4...0,6 м завширшки і валки-кавальєри, або розкидають ґрунт.

Розрізняють каналокопачі безперервної і циклічної дії з пасивними, активними і пасивно-активними робочими органами. Робочі органи бувають активні – ротаційні (рис. 13.11), шнекові, одноківшеві, багатоківшеві. За типом робочого органа розрізняють каналокопачі плужного, фрезерного і роторного типів. За ходовим обладнанням бувають каналокопачі на гусеничному і колісному ходу.

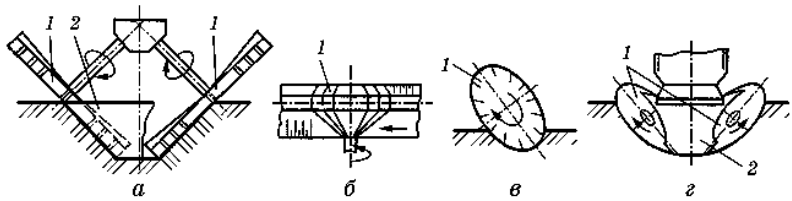



**Рис. 13.11. Схеми основних робочих органів каналокопачів:**
а – двофрезерний (двороторний); б – фрезерний із копіювальною фрезою; в – фрезерний із похилою віссю обертання; г – двомоторний із похилою віссю обертання; 1 – ротор (фреза); 2 – відвал.

Канали утворюються за допомогою виймання ґрунту або його насипання. Поперечний переріз більшості каналів незалежно від призначення має форму трапеції (рис. 13.12а–г). Така форма полегшує будівництво, укріплення русла і догляд за ним. У деяких випадках (за нестійких, шаруватих ґрунтів) великим магістральним каналам надають параболічну форму в поперечному перерізі робочої частини (рис. 13.12д).

Основні елементи поперечного профілю каналів такі: дно 5 (див. рис. 13.12), відкоси 4, берма 2, кавальєр 1, дамба 6 і резерв 7. Берма 2 зменшує вірогідність сповзання вийнятого ґрунту в канал. Кавальєру, на відміну від простого відвалу, який є безформною масою зайвого ґрунту, надають форму трапеції. На загороджувальних каналах кавальєр установлюють тільки з одного боку (рис. 13.12г).

Дамба 6 – це якісний насип, який є робочою частиною каналу. Резерв 7 – виїмка, з якої беруть ґрунт для влаштування насипи.

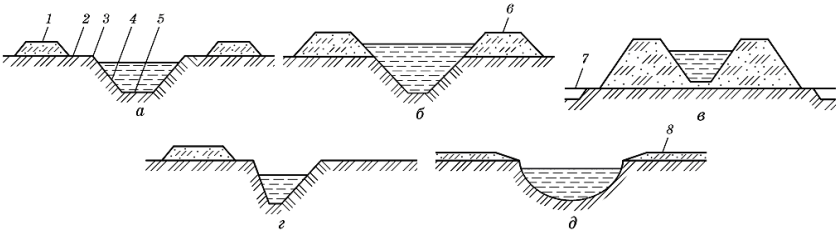



**Рис. 13.12. Поперечний переріз каналів:**
а, б, в, г – трапецієподібні відповідно у виїмці, піввиїмці-півнасипу, насипу та загороджувальний; д – параболічний магістрального каналу; 1 – кавальєр; 2 – берма; 3 – бровка; 4 – відкос; 5 – дно; 6 – дамба; 7 – резерв; 8 – розрівняний ґрунт

Для осушування боліт і надмірно зволожених земель копають осушувальні канали та прокладають дерени. Осушувальні канали копають плужними каналокопачами і спеціальними болотними екскаваторами. Для обладнання дренажу застосовують дренажні машини.

Для збирання і відведення води роблять канали до 1,2 м завглибшки. Ці канали доходять до збірного каналу 1,2...2,0 м завглибшки і по дну 0,2...0,4 м завширшки. Для збирання ґрунтових вод, які виходять назовні, обладнують ловильні канали, які мають глибину до 3 м і ширину до 1 м. Канали копають з укосами. Переріз каналів має трапецієподібну форму. Вийнятий ґрунт укладають з обох боків канави або з одного боку, якщо канава є збірною і призначена для збирання води, що стікає з поверхні осушуваної площі. Осушування за допомогою відкритої мережі каналів ускладнює роботу тракторних агрегатів на оранці, сівбі тощо. Крім того, канали швидко заростають чагарником та іншою рослинністю і для очищення потребують значної витрати коштів.

Нині широко застосовують закритий дренаж, який є прогресивнішим способом осушування порівняно з відкритою осушувальною мережею. Закритий дренаж має форму траншеї, на дні якої укладено труби або інші пристрої для відведення води. Дренаж може бути гончарний, дощаний, з пластмасових труб, кротовий тощо.

Гончарний дренаж закладають із гончарних труб, довжина яких 33 см і діаметр 5...21 мм. Труби невеликого діаметра закладають в осушувальні дрени, а великого – у відвідні.

Дощаний дренаж застосовують на торф'яних ґрунтах. За такого дренажу труби чотирикутного перерізу виготовляють із дерев'яних дощок.

Гончарний дренаж довговічніший, ніж дощаний.

Для дренажу широко застосовують також пластмасові труби (гладенькі, з перфорованими круглими водоприймальними отворами або фрезерованими щілинами) діаметром 40...100 мм. Залежно від гнучкості пластмаси і діаметра готові труби надходять змотаними у бухти (по 250 м труб у бухті) або батогами завдовжки 25 м і більше. Пластмасові труби укладають у щілину, яку прорізує ніж.

Кротовий дренаж застосовують на ґрунтах, стійких до розмивання. За допомогою спеціальних дренерів у ґрунті на глибині 0,4...1,2 м прокладають круглі порожнини діаметром 55 мм і більше, якими протікає вода у відкриті канави або в закриті осушувальні дрени (гончарні та ін.). Робочий орган кротового пристрою або машина розрізує ґрунт на глибину дренування і залишає в ньому під час руху порожнини (кротові дрени). Діаметр порожнини залежить від виду ґрунту і діаметра дренера. Довжина дрен становить 120...170 м.

Дрени прокладають з нахилом 0,002...0,005, що забезпечує стікання води. Відстань між кротовими дренами може становити від 2 до 15 м. Кротові дрени не перешкоджають роботі тракторних агрегатів. Недоліком такого дренажу є недовговічність дрен, оскільки вони швидко руйнуються, особливо на легких ґрунтах.

Плужно-фрезерний каналокопач МК-23 (рис. 13.13) призначений для від-криття каналів на попередньо спланованій поверхні у мінеральних ґрунтах з окремими кам'янистими вкрапленнями розмірами не більше ніж 80 мм. Профіль каналу – трапецієподібний, глибина 0,5 м, ширина по дну 0,4 м, швидкість руху 0,09...0,26 м/с, продуктивність 85...210 м$^3$. Агрегатується з трактором ДТ-75БВ-С4.

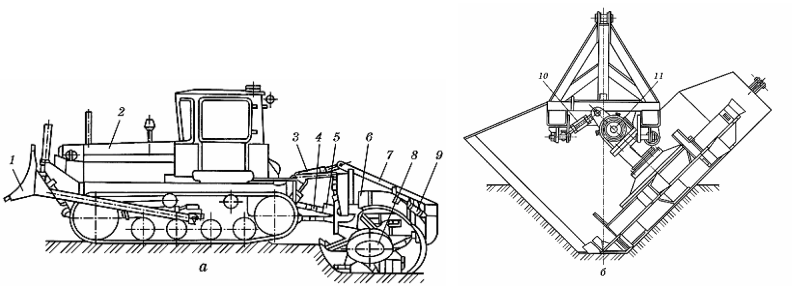



**Рис. 13.13. Схема плужно-фрезерного каналокопача МК-23:**
а – вигляд збоку; б – вигляд ззаду; 1 – бульдозерне обладнання; 2 – трактор; 3 і 9 – гідроциліндри; 4 – карданна передача; 5 – огородження; 6 – кожух; 7 – відвал; 8 – фреза; 10 – стяжка; 11 – блок силової передачі

Керують каналокопачем із кабіни трактора. Допоміжними механізмами є блокування ВВП і обмежувач тягового зусилля трактора, встановлений під капотом двигуна.

Фрезерний каналокопач КФН-1200А (рис. 13.14) призначений для прокладання осушувальних каналів у ґрунтах, які містять кам'янисті вкраплення розмірами до 80 мм. Глибина каналів до 1,2 м, закладання відкосів 1 : 1, ширина каналу по дну до 0,25 м; робоча швидкість агрегату 0,033...0,27 км/год, середня продуктивність до 150 м/год. Агрегатується з тракторами Т-100БГС і Т-130Б.

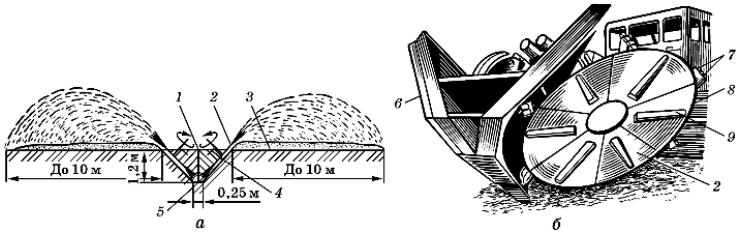



**Рис. 13.14. Фрезерний каналокопач КФН-1200А:**
а – технологічна схема; б – робочий орган; 1 – ніж відвала; 2 – фреза; 3 – насипний ґрунт; 4 – розрихлювач; 5 – леміш; 6 – двовідвальний корпус; 7 – ножі; 8 – тримач; 9 – лопать

Каналокопач має комбінований робочий орган, який складається з двовідвального корпусу 6 і двох дискових фрез 2. Фрези встановлені похило під кутом 45° до горизонту і мають лопаті 9 з ножами 7. Вони приводяться в рух від ВВП трактора. Діаметр фрез (по ножах) 2500 мм, частота обертання – 71,5 хв$^{-1}$. Розрихлювачі 4 зварені із листової сталі та прикріплені до труб планетарних редукторів. Двовідвальний корпус поділяє ґрунт у виїмці на дві рівні частини, рівномірно подає його на фрези і захищає відкритий канал від порапляння в нього ґрунту. Фрези розрізають ґрунт і розкидають його по обидва боки каналу на відстань до 10 м. Розпушувачі зіштовхують підрізаний фрезами ґрунт.

Каналокопач-зарівнювач КЗУ-0,3 (рис. 13.15) призначений для нарізування та зарівнювання тимчасових зрошувальних і відвідних борозен, виготовлення і розрівнювання валиків (пал), глибокого розпушування (чизелювання) ґрунту, планування поля. Продуктивність каналокопача 4 км/год, виготовлювача пал 6 км/год, зарівнювача 5,5 км/год, розрівнювача 7,0 км/год, чизель-культиватора 1,4 га/год, планувальника 1,8 га/год. Агрегатується з тракторами класу тяги 3,0.

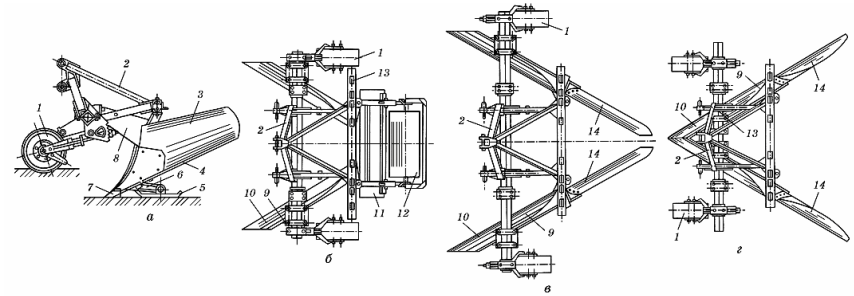


**Рис. 13.15. Каналокопач-зарівнювач КЗУ-0,3:**
а – для нарізування каналів; б – для зарівнювання каналів (вигляд зверху); в, г – для виготовлення пал (вигляд зверху); 1 – опорне колесо; 2 – основна рама; 3 і 9 – відвали; 4 і 10 – ножі; 5 – п′ятка; 6 – тримач; 7 – леміш; 8 – стояк; 11 – розрівнювальна дошка; 12 – коток; 13 – поперечна балка; 14 – подовжувач відвалів

### 13.4.2. Екскаватори

Універсальний одноківшевий екскаватор Е-1252 (рис. 13.16) на гусеничному ходу складається з трьох основних частин: ходової, поворотної платформи з механізмами і кузовом та змінного робочого обладнання.

Ходова частина – гусеничний хід 1 жорсткого типу – є опорою всього екскаватора. На ходовій рамі кріпиться поворотний вінець. Поворотна платформа 2 призначена для розміщення механізмів екскаватора, кузова 4, кабіни 5 і робочого обладнання.

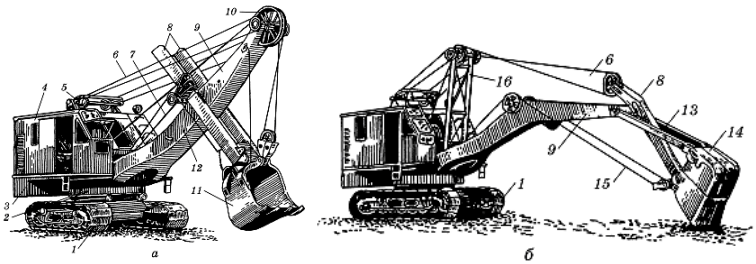


**Рис. 13.16. Екскаватор Е-1252:**
а – з прямою лопатою; б – з оберненою лопатою; 1 – гусеничний хід; 2 – поворотна платформа; 3 – противага; 4 – кузов; 5 – кабіна машини; 6 – підіймальний канат; 7 – ланцюг приводу натискного механізму; 8 – рукоять; 9 – стріла; 10 – головні блоки; 11 – ківш прямої лопати; 12 – натискний механізм; 13 – тяги; 14 – ківш оберненої лопати; 15 – тяговий канат; 16 – стояк

Поворот робочого обладнання екскаватора здійснюється під час обертання поворотної платформи відносно ходової частини. На поворотній платформі розміщені силова установка (двигун), редуктори, головна трансмісія, лебідка для приведення в дію канатних барабанів та інших механізмів, стрілопідіймальний механізм та інші вузли. У передній частині на поворотній платформі закріплена стріла 9 і встановлена кабіна 5 для машиніста.

Одноківшевий гідравлічний повноповоротний екскаватор 30-2621 обладнаний прямою (або оберненою) лопатою та бульдозером, які навішують на колісний трактор ЮМЗ-6Л. Екскаватор використовують для земляних робіт, вирівнювання поверхні, завантажування гною, сипких матеріалів та інших вантажів. Місткість ковша 0,25 м$^3$. За окремим замовленням екскаватор може бути обладнаний грейфером і краном. Маса екскаватора 5700 кг, продуктивність становить близько 30 м$^3$/год.

Одноківшевий універсальний екскаватор 3-302Б на пневматичному ходу обладнаний ковшем місткістю 0,4 м$^3$. Додатковим обладнанням є драглайн місткістю 0,35 м$^3$, грейфер місткістю 0,35 м$^3$ і кран вантажністю до 5 т. Робоче обладнання приводиться в дію від двигуна Д-48ЛС потужністю 37 кВт. Маса машини 11700 кг.

Одноківшевий універсальний екскаватор 3-1252 на гусеничному ходу має місткість ковша 1,25 м$^3$ і призначений для виконання різних робіт, пов'язаних з копанням та навантаженням ґрунту, а також (після оснащення крановим обладнанням) для підіймально-транспортних і монтажних робіт. Вантажність крана 20 т. Продуктивність під час роботи прямою лопатою становить близько 250 м$^3$/год.

Промисловість випускає також інші конструкції одноківшевих екскаваторів: 3-1001 ІД з ковшем місткістю 1 м$^3$, торфовий екскаватор на розширено-подовженому гусеничному ходу ТЗ-3М з ковшем місткістю 0,65 м$^3$, універсальний екскаватор на гусеничному ходу 3-303 Б з ковшем місткістю 0,4 м$^3$ та інші.

Багатоківшеві екскаватори за типом робочого органа поділяють на ланцюгові і роторні. Вони мають більшу продуктивність, ніж одноківшеві, але не універсальні. Застосовують їх для копання траншей 1,8...3,5 м завглибшки і 0,5...0,8 м завширшки.

Траншейний ланцюговий екскаватор 9ТЦ-202А призначений для копання траншей прямокутного перерізу під дренажні труби. Ґрунт укладається з правого або лівого боку траншеї. Ковші закріплені на нескінченному ланцюгу, який приводиться у рух гідравлічним приводом. На ланцюгу закріплено 11 ковшів. Швидкість ланцюга 0,7...1,15 м/с. Ширина траншеї 0,5, глибина 2 м. Маса машини 9400 кг. Продуктивність близько 250 м$^3$/год.

### 13.4.3. Бульдозери

Основні вузли бульдозера (рис. 13.17): відвал з ножами, штовхальна рама, передній стояк і канатно-блокове керування з однобарабанною лебідкою (у бульдозерів з канатно-блоковим керуванням) або гідравлічна система керування (у гідравлічних бульдозерів). До нижнього ребра відвала болтами прикріплені один середній і два бокових ножа, які у разі спрацювання можна переставляти. У боковинах відвала є отвори для кріплення подовжувачів і планувальників укосів, які встановлюються під кутом 30° до різальної кромки ножів.

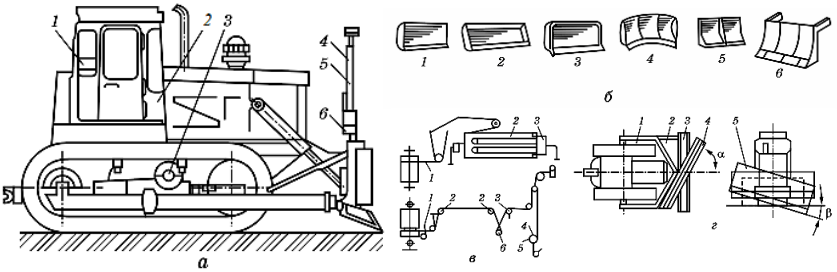



**Рис. 13.17. Бульдозер та його робоче обладнання:**
а – бульдозер з автоматичним керуванням положення відвала: 1 – пульт керування; 2 – гідророзподільник; 3 – датчик кутового положення; 4 – фотоприймальний пристрій; 5 – пристрій переміщення; 6 – кронштейн; б – схеми основних типів відвалів бульдозерів: 1 – неповоротний; 2 – поворотний; 3 – напівсферичний; 4 – сферичний; 5 – універсальний (шляхопрокладальний); 6 – з амортизаторами (для штовхання скреперів); в – схема запасування канатів бульдозера: 1 – барабан піднімання ковша; 2 і 3 – напрямні блоки; 4 – поліспаст піднімання заслінки; 5 – приймальні блоки; 6 – проміжний блок; г – схеми встановлення відвала бульдозера: 1 – штовхальна рама; 2 – боковий штовхач відвала; 3 – відвал; 4 – відвал, повернутий у плані; 5 – відвал, повернутий у вертикальній площині

### 13.4.4. Скрепери

Скрепери розрізняють за такими показниками: конструкцією ковша (грейферний, відкритий одностулковий, двостулковий і телескопічний); механізмом керування (гідравлічні і канатні); способом розвантаження ковша (з вільним вивантаженням ґрунту перекиданням ковша вперед або назад, з примусовим вивантаженням висуванням задньої стінки ковша вперед; з напівпримусовим вивантаженням ґрунту перекиданням днища – задньої стінки вперед); кількістю колісних осей (одно-, дво- і триосьові); способом тяги (са-

мохідні, напівпричіпні і причіпні).

Робочий процес виймання ґрунту скрепером охоплює чотири послідовні операції:

- порожній хід – переміщення скрепера до місця роботи з піднятим ковшем;
- копання ґрунту – переміщення скрепера з опущеним ковшем і піднятою заслінкою;
- вантажений хід – переміщення скрепера з піднятим ковшем і опущеною заслінкою до місця вивантаження ґрунту;
- відсипання ґрунту – переміщення скрепера з нахиленою передньою частиною ковша і піднятою заслінкою.

Найпоширеніші такі схеми руху скреперів:

а) еліптична – застосовується для зведення насипу 4...5 м завдовжки з ґрунту бокових резервів і для планувальних робіт з поперечною розробкою ґрунту. Цю схему застосовують також для обладнання виїмок 4...7 м завглибшки з відсипанням ґрунту в насип і для планувальних робіт з поздовжньою розробкою ґрунту;

б) зигзагоподібна – для зведення насипу 2,5...6 м заввишки з ґрунту одно-або двобічних резервів великої протяжності;

в) схема «вісімки» – для зведення насипу з бічних резервів, а також для влаштування виїмок з укладанням ґрунту в насип або кавальєр; застосовується і для планувальних робіт;

г) поздовжньо-човникова – для зведення насипу 6...4 м заввишки із ґрунтів двобічних резервів;

д) поперечно-човникова – для розроблення ґрунту на глибину до 1,5 м під час спорудження каналів і виїмок з переміщенням ґрунту в двобічні відвали;

і) спіральна – для зведення насипу 2...5 м заввишки з ґрунту двобічних резервів або під час укладання ґрунту в кавальєри талі і в плані під різними кутами.

Призначена для роботи ділянка має бути очищена від лісу, чагарнику, пеньків, валунів і каміння. Для звалювання дерев використовують лісорізи-звалювальники, деревовали, викорчовувачі-бульдозери та гусеничні трактори з канатними лебідками. Якщо ліс рублять моторними пилками, то пеньки залишають для наступного викорчовування. Зрізані дерева вкладають уздовж меж ділянок. Стовбур очищають від сучків не відразу, а дають можливість листю вибрати із стовбура якомога більше вологи. Кущі та чагарники прибирають бульдозерами. Рослинний шар зрізують грейдером або автогрейдером.

### 13.4.5. Грейдери

Найбільш доцільно застосовувати грейдери і автогрейдери (рис. 13.18) для зведення насипів із двобічних бокових резервів до 0,8 м заввишки, влаштування дорожнього полотна на нульових відмітках, планування укосів, а також під час планувальних робіт.

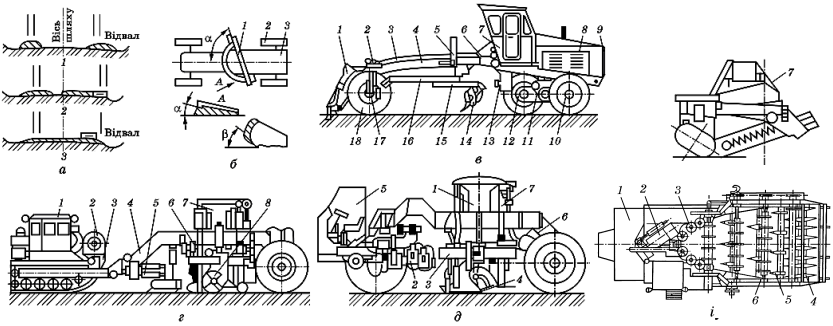



**Рис. 13.18. Грейдер і грейдер-елеватор:**
а – схема роботи грейдерів: 1 – зрізування відвала; 2 – переміщення ґрунту; 3 – розрівнювання ґрунту; б – положення відвала грейдера: 1 – відвал; 2 – ходова частина; 3 – рама; в – конструктивна схема автогрейдера: 1 – киркувальник; 2 і 5 – гідроциліндри; 3 і 12 – карданні вали; 4 – основна рама; 6 – вал керування колесами; 7 – кабіна; 8 – двигун; 9 – радіатор; 10 – задній міст; 11 – зчіпка; 13 – коробка передач; 14 – відвал; 15 – поворотний круг; 16 – рама поворотного круга; 17 – цапфа переднього моста; 18 – передній міст; г – конструктивна схема напівпричіпного грейдера-елеватора: 1 – трактор-тягач; 2 – генератор; 3 – траверса; 4 – рама; 5 – планувальник; 6 – балка; 7 – конвеєр; 8 – дисковий ніж; д – самохідний грейдер-елеватор: 1 – одновісний тягач; 2 – генератор; 3 – плужна рама; 4 – дисковий плуг; 5 – кабіна; 6 – двигун приводу конвеєра; 7 – гідроциліндр піднімання плужної рами і конвеєра; і - викорчовувач-подрібнювач: 1 – бункер; 2 – рубальний пристрій; 3, 6 – горизонтальні і вертикальні обтісні вальці; 4 – корчувальний ротор; 5 – струшувальні ротори

Працюючи грейдерами, операції виконують у такій послідовності: зрізують відвал, переміщують зрізаний ґрунт, розрівнюють і планують ґрунт. Під час перших трьох-чотирьох проходів колом, зазвичай, ґрунт зрізують до внутрішнього укосу канави дороги. Наступними п’ятьма-шістьма проходами вперед і назад без розворотів обробляють лише один бік дороги, причому зрізаний ґрунт у цей час зміщують до осі дороги. Так само виконують переміщення ґрунту з іншого, відносно осі, боку дороги. Подальші проходи здій-

снюють круговим рухом грейдера. Довжина ділянки роботи грейдера і автогрейдера залежить від умов роботи, але не має перевищувати 0,5...1,5 км. Положення відвала грейдера визначається кутами захвату, різання і нахилу. Кут захвату має бути не менше ніж 35...40°. Якщо кут менший, то виникає небезпека бокового заносу і перевертання грейдера. Менший кут захвату допускається під час розрівнювання розпушених ґрунтів. Під час переміщень ґрунту кут захвату має бути 45...50°. Під час планувальних робіт він залежить від висоти шару ґрунту, що розрівнюється, і зазвичай становить 45...90°. За малих кутів захвату площа зрізуваної стружки має бути мінімальною, а великих – максимальною.

## 13.5. Машини для зрошення

### 13.5.1. Способи поливу

Машини і установки для зрошення мають забезпечити сільськогосподар-ські культури водою в необхідні терміни і в потрібній кількості за мінімальних витрат. Інтенсивність дощу, розмір краплин і рівномірність поливу регулюють у межах забезпечення оптимальних умов зрошення. Машини мають забезпечити мінімальну енергоємність і трудомісткість поливів.

Поверхневе зрошення за технікою поливу поділяють на три види: полив по борознах, напуском і затопленням. Полив затопленням здійснюють під час заповнення водою ділянок чеків. Такі чеки залежно від рельєфу досягають 50 га. Цей спосіб застосовують для вологозаряджання і промивання ґрунту та зрошення рису.

Полив напуском провадять у напрямку найбільшого схилу з влаштуванням смуг, ширина яких досягає 20 м, а довжина – 500 м. Цей спосіб поливу застосовують для культур суцільної сівби і для вологозарядження. Його можна застосовувати тільки на спланованому полі.

Полив борознами – кращий із поверхневих способів поливу. Його використовують для зрошення кукурудзи, буряку, картоплі, овочевих, а також плодових культур і виноградників. Полив борознами здійснюють за спланованої поверхні та схилів від 0,001 до 0,03. До поливу зрошувального лану на його поверхні нарізають поливні борозни. Найчастіше використовують проточні борозни, в яких вода рухається і одночасно поглинається ґрунтом.

Підґрунтове зрошення проводять за рахунок подавання води в активний шар ґрунту до коренів рослин (рис. 13.19) трубами 1 або кротовинах 2 на глибині 40...50 см. Воно не руйнує структуру ґрун-

ту, не потребує відкритої мережі, дає змогу механізувати обробіток ґрунту та економно витрачати воду.

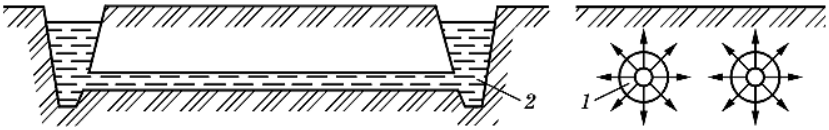



**Рис. 13.19. Схема підґрунтового зрошення:**
1 – дренажні труби; 2 – кротовини

Крапельне зрошення – це один із способів підґрунтового зрошення. Воно забезпечує надходження води крапельницями у зону зволоження під дією капілярних сил. При цьому зволожується менший об'єм ґрунту, ніж під час дощування або поверхневого зрошення. Однією з основних переваг крапельного зрошення є подавання води невеликими нормами через малі інтервали часу. За цього способу зрошувальні норми зменшуються у середньому на 20...50% порівняно зі звичайними способами.

Система крапельного зрошення (рис. 13.20) складається із насоса 1, фільтрів очищення води 2, контрольних приладів 3 і 4, гідропідживлювача 6, з'єднувального 5, магістрального 7 і розподільного 8 трубопроводів, крапельниці 10.

Цим способом поливають, зазвичай, багаторічні насадження. Розподільні трубопроводи розміщують безпосередньо на поверхні ґрунту або підвішують на висоті до 30 см, що дає змогу візуально стежити за роботою крапельниці. Витрата води крапельницями залежить від водопроникності ґрунту і становить 1,5...10 дм$^3$/год.

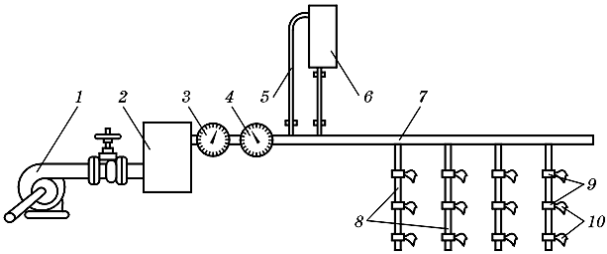



**Рис. 13.20. Схема системи крапельного зрошення:**
1 – насос; 2 – фільтр очищення води; 3 і 4 – контрольні прилади; 5 – з'єднувальний трубопровід; 6 – гідропідживлювач; 7 – магістральний трубопровід; 8 – розподільні трубопроводи; 9 – патрубки; 10 – крапельниці

### 13.5.2. Далекоструминні дощувальні апарати

На практиці використовують далеко- і середньоструминні дощувальні апарати, короткоструминні насадки дефлекторного і секторного типу. Далекоструминні дощувальні апарати працюють під тиском 0,4...1,0 МПа з радіусом дії до 60 м. Вони є з турбіною, з реактивною лопаткою (рис. 13.21) і з механічним приводом.

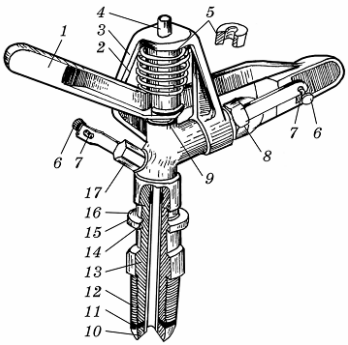



**Рис. 13.21. Далекоструминний дощувальний апарат з реактивною лопаткою:**
1 – реактивна лопатка; 2 – корпус; 3 – пружина кручення; 4 – вертикальна вісь; 5 – гайка; 6 – гвинт-розсікач; 7 і 16 – пружини; 8 і 17 – насадки; 9 і 11 – шайби; 10 – патрубок; 12 – різьба; 13 – головка під ключ; 14 – ущільнення; 15 – патрубок

Далекостуминні дощувальні апарати за конструкцією механізмів обертання поділяють на апарати, які використовують механічну енергію від ВВП трактора, кінетичну енергію струменя, розріджене повітря на виході струменя із сопла, реактивну силу струменя. Обертання ствола в апаратах з турбінкою забезпечується її лопатями, що входять у струмінь води, яка виходить із сопла. Через два черв'ячних редуктори, кривошипно-шатунний та храповий механізми обертання від турбінки передається на черв'як, який обкочується навколо черв'ячного колеса, закріпленого на нерухомому корпусі, і обертає ствол. Швидкість обертання ствола регулюють зміною величини переміщення лопаток у струмінь. У процесі роботи турбінка відсікає частину струменя, забезпечуючи тим самим якісний полив зони поблизу апарата. Однак це призводить до зниження дальності польоту струменя на 20...30%.

У дощувальних апаратах, механізм обертання яких працює за рахунок розрідження, створюваного струменем, сопло закінчується дифузором (розширювальною насадкою). Проходячи через вузь-

кий перетин дифузора, потік води утворює зону вакууму, яка з'єднується трубкою з пневматичним, наприклад діафрагмовим, двигуном, що працює за рахунок перепаду тиску між атмосферою та вакуумом у дифузорі. Коливання діафрагми через храповий механізм приводять у рух ствол апарата.

У разі розміщення осі сопла під деяким кутом до осі ствола виникає реактивний момент, який використовується для обертання ствола дощувального апарата. Такі апарати потребують спеціальних гальмових пристроїв, які сприймають різницю між обертальним моментом від реактивної сили струменя і моментом тертя обертальних частин апарата. Найбільшого поширення набули гідравлічні та механічні гальмові пристрої. Гідравлічне гальмо – це шестеренний або інший ротаційний масляний насос, що перекачує масло замкненим каналом, отвір якого регулюють вентилем або краном. Зміною опору досягають різної частоти обертання ствола дощувального апарата.

### 13.5.3. Насосні станції

Насосні станції, що подають воду із закритих водойм у зрошувальну мережу, є стаціонарні та пересувні (сухопутні і плавучі). Стаціонарні насосні станції впродовж усього терміну експлуатації перебувають на одному місці. Їх оснащено спеціально обладнаним водозабором, який приводиться в дію від теплових або електричних двигунів, і стандартним насосним устаткуванням. Розміщення водозабору сухопутних пересувних насосних станцій можна змінювати. Ці станції є начіпні та причіпні. Вони призначені для подачі води у зрошувальну мережу дощувальних установок і машин. Пересувні насосні станції застосовують у разі забирання води з річок. Залежно від висоти підняття води плавучі станції поділяють на низьконапірні з підняттям води до 10 м, середньонапірні – від 10 до 25 м і високонапірні для підняття води на висоту 25...100 м.

Насосна станція СНН-75-40 призначена для подавання води у закриту або відкриту зрошувальну мережу. Загальний вигляд насосної станції показано на рис. 13.22. Основні складові одиниці станції такі: рама 4, відцентровий насос 2, одноступінчастий підвищувальний редуктор 3, напірна засувка 9, напірна лінія 10, ежектор.

**Технологічний процес роботи**. Всмоктувальною трубою через приймальну сітку 1 вода з каналу або іншого вододжерела надходить до відцентрового насоса 2, який змонтовано на корпусі редуктора. Насос приводиться в дію через редуктор від вала відбору потужності трактора. Частота обертання робочого колеса насоса 2100 хв$^{-1}$. Для розвантаження начіпної системи трактора та стабілі-

зації положення насосної станції призначені розвантажувальні ланцюги 6. Від насоса вода крізь засувку 9 надходить під тиском у напірну лінію 10 і нею у дощувальну установку або зрошувальну мережу. Всмоктувальну лінію піднімають і опускають за допомогою тросового підіймача 8.

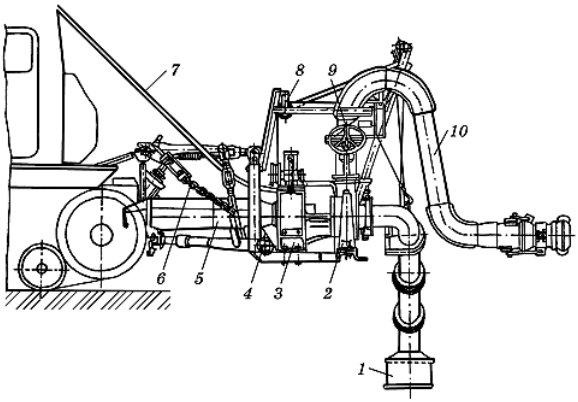



**Рис. 13.22. Напірна станція СНН-75-40:**
1 – приймальна сітка всмоктувальної лінії; 2 – відцентровий насос; 3 – редуктор; 4 – рама насосної станції; 5 – огородження карданного вала; 6 – розвантажувальні ланцюги; 7 – шланг газового ежектора; 8 – тросовий підйомник всмоктувальної лінії; 9 – напірна засувка; 10 – напірна лінія

Для заповнення всмоктувальної лінії і корпусу насоса водою перед пуском станції призначений газовий ежектор, який монтують на випускній трубі двигуна трактора. Газовий ежектор відсмоктує шлангом 7 повітря з насоса. Це означає, що станція готова до пуску.

### 13.5.4. Дощувальні машини і установки

Дощувальна машина ДКШ-64 «Волжанка» – це середньоструминна, багатоопорна, самохідна, позиційної дії з фронтальним переміщенням машина, яка призначена для поливу дощуванням зернових, деяких видів овочевих, технічних культур, багаторічних трав і пасовищ. Машина працює віл закритої зрошувальної мережі, а за наявності пересувних насосних станцій може використовуватися на ділянках з відкритою зрошувальною мережею (рис. 13.23).

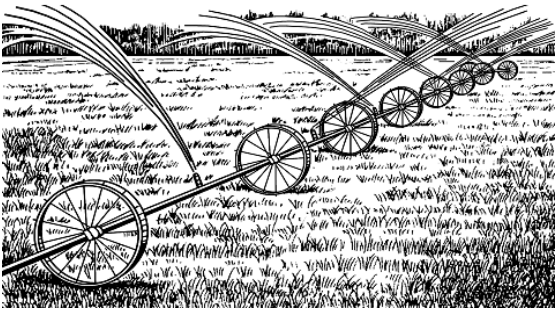


**Рис. 13.23. Дощувальна машина ДКШ-64 «Волжанка».**

Дощувальна машина «Волжанка» складається з двох поливних крил, дощувальних апаратів та привідного візка. Крила розміщені з обох боків поливного трубопроводу зрошувальної мережі. Ширина захвату двох крил 800 м. Для звільнення від води трубопроводи обладнані зливними клапанами. Опорні колеса жорстко приєднуються до поливного трубопроводу. Привідний візок призначений для перекочування крил машини з одного місця на інше і розміщений у центрі поливного трубопроводу.

Дощувальні машини ДКШ «Волжанка» працюють таким чином. Поливне крило за допомогою гнучкого шланга підключають до гідранта і відкривають заслінку. Під тиском води, яка надходить до трубопроводу, зливні клапани автоматично закриваються, починають працювати дощувальні апарати, зрошуючи ділянку. Після закінчення поливу заслінку на гідранті закривають. При цьому зливні клапани автоматично відкриваються і вода з трубопроводу виливається. Потім відокремлюють гнучкий шланг від гідранта і закріплюють його на поливному трубопроводі.

Дощувальна машина ДФ-120 «Дніпро» – фронтальної позиційної дії. Призначена для поливу зернових, технічних, овочевих культур, багаторічних трав і пасовищ. Полив здійснюється від гідрантів закритої зрошувальної системи, розміщених на відстані 54 м один від одного. Ця машина – алюмінієвий трубопровід, який має діаметр 180 мм, довжину 448 м, встановлений на 17 рухомих візках. Ферми за допомогою тросової підвіски підтримують водопровідний пояс. На відкрилках ферм змонтовані дощувальні апарати «Роса-3». Опори обладнані мотор-редукторами, що є приводом машини. Джерелом електроенергії є пересувна електростанція. На тракторі ЮМЗ-6Л встановлено синхронний генератор ЕССб-82-42, що приводиться в рух від вала відбору потужності (ВВП) трактора.

На одній машині встановлюють два приєднувальних трубопроводи. Один приєднують до гідранта зрошувальної мережі, а другий закритий заглушкою. Опорні візки водопровідного трубопроводу встановлені на двох металевих колесах, які приводяться в рух мотор-редукторами.

Дощувальні агрегати ДДА-100М і ДДА-100МА виконують полив з відкритих зрошувальних систем.

Дощувальна машина «Кубань-М» (рис. 13.24) – багатоопорна машина фронтальної дії з електроприводом, призначена для поливу зернових, овочевих і технічних культур, багаторічних трав та пасовищ. Вона складається з двох крил 5, кожне з яких має сім шарнірно з'єднаних між собою секцій 52,5 м завдовжки, що спираються на візки 6 з пневматичними колесами і електричним приводом.

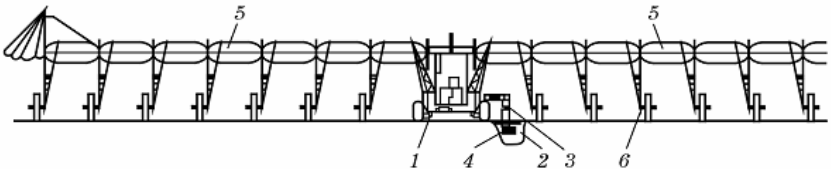



**Рис. 13.24. Дощувальна машина «Кубань-М»:**
1 – центральний візок; 2 – облицьований зрошувальний канал; 3 – всмоктувальний патрубок; 4 – плаваючий клапан; 5 – крила машини; 6 – опорні візки

Центральну секцію розміщують на чотириколісному візку 1 і вздовж зрошувального каналу 2. На секцію встановлюють дизельнасосний агрегат, генератор, щити керування машиною, кабелі, що з'єднують генератор зі щитами керування, механізмами автоматизації та мотор-редукторами. До насоса приєднують всмоктувальний патрубок 3 з плаваючим клапаном 4. Опори обладнані мотор-редукторами, що є приводом машини. Джерелом електроенергії є генератор, встановлений на візку 1.

Дощувальну машину «Фрегат» (рис. 13.25) застосовують для поливу зернових, овочевих, технічних культур, багаторічних трав і пасовищ. Полив здійснюють за колом.

Залежно від природно-кліматичних умов зони зрошення використовують машини «Фрегат» різних модифікацій – ДМ і ДМУ, які складені з уніфікованих вузлів та деталей. Вони відрізняються кількістю самохідних опор і режимом роботи, робочим тиском, витратою води, інтенсивністю дощу.

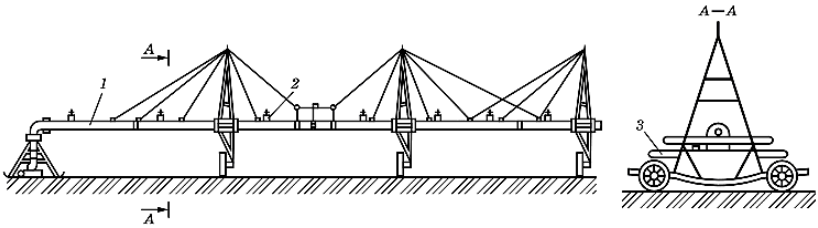



**Рис. 13.25. Дощувальна машина «Фрегат»:**
1 – водопровідний трубопровід; 2 – дощувальні апарати;
3 – самохідна опора

**Технологічне налагодження** дощувальної машини «Фрегат». До кінця закрити ручку регулятора швидкості руху останнього візка і промивний патрубок (рукоятку крана-задавача встановити у положення «Закрито»). Підняти штовхачі коліс привідних візків, відкрити всі крани дощувальних апаратів. Увімкнути насосну станцію і, плавно відкриваючи засувку на напірному трубопроводі, довести тиск на нерухомій опорі до 0,65 МПа.

Налагоджувати апарати від першого до останнього візка в такій послідовності: закрити кран перед апаратом, що регулюється; встановити і закріпити на основній насадці манометр з трубкою Піто на відстані 3 мм від кінця сопла; поступово відкриваючи кран, довести тиск води за манометром приладу ППД-6 до потрібного значення. Установити кут сектора поливу кінцевого дощувального апарата. Під час встановлення кінцевого апарата на полив по колу необхідно підняти і закріпити палець перекидного важеля. Перевірити роботу всіх апаратів у зворотній послідовності. Після перевірки ввести у струмінь гвинти-розсікачі так, щоб не порушити компактність струменя і характеру обертання апарата. Перевести кран-задавач у положення «Відкрито» і опустити штовхачі коліс.

## 13.6. Основні напрями і тенденції розвитку конструкцій меліоративних машин

Основними тенденціями в удосконаленні конструкцій меліоративних машин є:

- підвищення швидкості та зусиль робочих органів використанням базових машин більшої потужності;
- збільшення параметрів робочих органів і машини загалом, тобто перехід до машин більшої типорозмірної групи зі збільшеною потужністю і продуктивністю;

- створення і використання машин переважнобезперервної дії, які мають кращі показники питомої продуктивності і енергоємності порівняно з машинами циклічної дії;
- широке застосування активних робочих органів у комплексі з пасивними;
- розроблення машин переважно у вигляді начіпного або напівначіпного обладнання до базових машин, що дасть змогу на 40...60% знизити масу порівняно з причіпною;
- створення машин із широкими наборами змінного обладнання як неперервної, так і циклічної дії для виконання різних операцій технологічного процесу, що допоможе ефективніше використовувати машину в часі, проводити цілодобову експлуатацію і скоротити кількість різнотипних машин;
- використання машин із комбінованими робочими органами дасть можливість збільшити розміри споруд, які розробляються, і зменшити кількість проходів машини;
- проектування машин комплексної механізації для переходу від машин, які виконують окремі операції, до машин, що виконують комплекс операцій у певному технологічному процесі або із закінченим циклом технологічного процесу;
- широке впровадження гідроприводу як для робочих органів, так і для механізмів керування і автоматики, використання прогресивних гідростатичних, гідродинамічних та інших типів силових передач;
- автоматизація роботи машини для просторової поперечної і поздовжньої стабілізації, стабілізації режимів роботи, їх регулювання і контролю, розроблення машин з програмним керування технологічного процесу;
- створення машин для закладання вибухових речовин з метою розроблення меліоративних споруд спрямованим вибухом;
- розроблення робочих органів для руйнування середовища газодинамічним способом із подаванням на поверхню робочого органу стиснених газів або повітря;
- збільшення надійності та довговічності машин застосуванням нових, прогресивніших зносостійких матеріалів, які придатні до умов експлуатації меліоративної техніки;
- максимальна уніфікація агрегатів, вузлів і деталей меліоративних машин, різних типорозмірів, а також із тракторами, будівельними і сільськогосподарськими маши-

нами, удосконалення машин щодо ремонтопридатності, технічного обслуговування.

---

## ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Будова і процес роботи кущоріза.
2. Які машини застосовують для викорчовування пеньків і збирання каміння?
3. Які є способи осушування боліт?
4. Будова каналокопачів і кротодренажних машин.
5. Які машини і знаряддя використовують для землерийних робіт?
6. Робоче обладнання універсального екскаватора.
7. Яка будова бульдозера?
8. Для чого призначений скрепер і як він працює?
9. Які регулювання має відвал грейдера?
10. Основні види меліоративних робіт і комплекси машин для їх механізації.
11. Назвіть типи машин для культуртехнічних робіт.
12. Загальна будова і робочий процес кущорізів, викорчовувачів, каменезбиральних машин.
13. Типи машин для земляних робіт, загальна будова і робочий процес каналокопачів, екскаваторів, грейдерів.
14. Які ви знаєте способи поливу?
15. Загальна будова і робочий процес дощувальних машин та установок.

# ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобільні експлуатаційні матеріали : навч. посіб. для дистанційного навчання / М. К. Сукач, В. П. Сидоренко, Г.О. Аржаєв, І. М. Литвиненко. – К. : Ун-т «Україна», 2006. – Ч. 1: Пально-мастильні матеріали та спеціальні рідини. – 256 с.

2. Амако. Каталог техники и оборудования 2012. – К. : Амако, 2011. – 122 с.

3. Бейкер С. Дж. Технология и посев. Наука и практика. / С. Дж. Бейкер, К.Е. Сакстон, В.Р. Ритчи. – [2-е изд.]. – Нью-Йорк, CAB INTERNATIONAL, 2002. – 264 с.

4. Білоконь Я.Ю. Трактори та автомобілі : підруч. / Білоконь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. – К. : Вища освіта, 2003. – 560 с.

5. Бойко М.Ф. Трактори й автомобілі / М.Ф. Бойко. – К. : Вища школа, 2001. – . –.
Ч. 2 : Електроустаткування. – 2000. – 243 с.

6. Бойченко С. В. Моторные топлива и масла для современной техники: Монография. / Бойченко С.В., Іванов С.В., Бурлака В.Г. – К. : НАУ, 2005. – 216 с.

7. Братичак М. М. Підприємство та продукція нафтопереробної промисловості України. Каталог-довідник. / М.М. Братичак, П.І. Топільницький. – Львів : ДЕОЛ, 1999. – 122 с.

8. Вітвіцький В.В. Норми продуктивності та витрат палива на перевезення вантажів автомобільним транспортом в АПК / В.В. Вітвицький. – К., 2002. – 208 с.

9. Водяник І.І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів / І.І. Водяник. – К. : Урожай, 1994. – 224 с.

10. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К. : Урожай, 1994. – 448 с. – С. 5-76.

11. Галузева Угода між Міністерством транспорту та зв'язку України, Всеукраїнським об'єднанням організацій роботодавців автомобільного транспорту і спільним представницьким органом профспілки працівників автомобільного транспорту та шляхового господарства України і Всеукраїнської незалежної профспілки працівників транспорту по підгалузі автомобільного транспорту на 2009 рік від 14.05.2009 р.

12. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки : підруч. : у 3 кн. / Головчук А.Ф., Орлов В.Ф., Строков О.П. – К. : Грамота, 2003 – Кн.1 : Трактори. – 336 с.

13. Гельман Б.М. Сельскохозяйственные тракторы и автомобили. Двигатели / Б.М. Гельман, М.В. Москвин. – М. : Агропромиздат, 1987. – 286 с.

14. Гуревич А.М. Конструкция тракторов и автомобилей / [А.М. Гуревич и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 368 с.

15. Караулов А.К. Автомобильные топлива. Бензины и дизельные. Ассортимент и применение. Справочник. / А.К. Караулов, Н.Н. Худолий. – К. : Радуга, 1999. – 214 с.

16. Каталог агротехніки. Райз. – 2008. – 64 с.

17. Киселев М. М. Топливо-смазочные материалы для строительных машин. Справочник. / М.М. Киселев. – М. : Стройиздат, 1998. – 271 с. – С. 5-191.

18. Колосюк Д. С. Експлуатаційні матеріали : підруч. / Д.С. Колосюк, Д.В. Зеркалов.. – К. : Основа, 2003. – 200 с.

19. Конструкция тракторов и автомобилей / [А.М. Гуревич и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 368 с.

20. Котиков В.М. Тракторы и автомобили : учебн. / В.М. Котиков, А.В. Ерхов. – М. : Изд. центр «Академия», 2008. – 416 с.

21. Ксеневич И.П. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчёт : учебн. / И.П. Ксеневич ; под ред. И.П. Ксеневича. – М. : Машиностроение, 1991. – 544 с.

22. Кукурузоуборочные приставки Rota-Disk. Каталог. – Geringoff, 2009. – 8 с.

23. Кутьков Г.М. Технологические основы и тяговая динамика мобильных энергетических средств : учеб. пособ. / Г.М. Кутьков – М. : Минсельхозпрод России, 1992. – 154 с.

24. Машины для уборки лука. Проспект. – ASA-LIFT, 2010. – 4 с.

25. Машины для уборки льна. Проспект. – Dehondt Technologies, 2010. – 2 с.

26. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації : підруч. / [Г.М. Калетнік, М.Г. Чаусов, М.М. Бондар та ін.]. – К. : Хай-Тек Прес, 2011. – 488 с.

27. Методичні рекомендації з формування собівартості перевезень (робіт, послуг) на транспорті, затверджені Наказом Мінтрансу України №65 від 05.02.2001 р.

28. Нефтерынок-2004. Ежегодный справочник. – К., 2004. – 263 с.

29. Новые комбайны STS серии 70. Каталог. – John Deere, 2010. – 36 с.

30. Орманджи К.С. Контроль качества полевых работ. Справочник / К.С. Орманджи. – М. : Росагропромиздат, 1991. – 191 с.

31. Практикум по сільськогосподарських машинах і знаряддях / А.В. Рудь, О.М. Коноваленко, І.О. Мошенко, В.В. Іванишин. – К. : Урожай, 1996. – 288 с. – С. 7-32.

32. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В. та ін.] ; за ред. І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 640 с. – С. 60-183.

33. Полянський С.К. Експлуатаційні матеріали : підруч. / С.К. Полянський, В.М. Коваленко. – К. : Либідь, 2003. – 448 с.

34. Родичев В.А. Тракторы и автомобили / В.А. Родичев, Г.И. Родичева. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Колос, 1996. – 336 с.

35. Сажко В.А. Електричне й електронне оснащення автомобілів / В.А. Сажко. – К. : Вища школа, 2004. – 304 с.

36. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підруч. / [Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін.] ; за ред. Д.Г. Войтюка. – К. : Вища освіта, 2004. – 544 с. – С. 5-79.

37. Сепараторы аэродинамические. Каталог. – Луганск, Аэромех, 2010. – 12 с.

38. Сепаратор аэродинамический САД-10(102) . Руков. по эксплуатации МС 1.00.00.000 РЭ – Луганск, ООО НПФ «Аэромех», 2009. – 23 с.

39. Сепарирующие машины «Алмаз». Каталог. – Луганск, Агротех, 2010. – 12 с.

40. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування : підруч. Кн.1: Машини для рільництва / П.В.Сисолін, Т.І. Рибак, В.М.Сало. ; за ред. М.І.Черновола. – К. : Урожай, 2002. – 383 с.

41. Скотников В.А. Основы теории и расчета тактора и автомобиля / Скотников В.А., Мащенский А.А., Солонский А.С. ; под ред. Скотникова В.А. – М. : Агропромиздат, 1986. – 383 с.

42. Скотников В.А. Тракторы и автомобили / [В.А. Скотников и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 440 с.

43. Трактори та автомобілі. Ч. 3. Шасі : навч. посіб. / [Т. Лебедєв, В.М. Антощенков, М.Ф. Бойко та ін.]. – К. : Вища освіта, 2004. – 336 с.

44. Трактори та автомобілі. Автотракторні двигуни / [М.Г. Сандомирський та ін.]. ; за ред. А.Т. Лебедєва. – К. : Вища школа, 2000. – 360 с.

45. Тракторы: Теория / [Гуськов В.В., Велев Н.Н., Атаманов Ю.Е. и др.]. ; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М. : Машиностроение, 1988. – 376 с.

46. Фотон-Украина. Каталог с.-х. техники: тракторы, сельхозтехника, сервис, гарантия. – Полтава, Фотон, 2011. – 136 с.

47. Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник. / В.М. Школьников. – М. : Изд. центр «Техинформ», 1999. – 596 с.

48. Amako. Group of companies. Технологии которые приносят деньги. Каталог. – 2010. – 108 с.

49. Centaur. Каталог. – Amazonen-Werke H. GmbH & Co. KG. – Hasbergen-Gaste, 2010. – 12 с.

50. Claas. Каталог – линейка сельскохозяйственной техники 2010. – Харзевинкель, Claas, 2010. – 124 с. – С. 26-35, 64-101, 106-107, 114-121.

51. Kuhn. Каталог 2007. – Kuhn Machinen – Vertrieb GmbH, 2007. – 186 с. – С. 4-32.

52. Lemken. Обработка почвы и посевные рядовые сеялки. Каталог. – Lemken GmbH & Co. KG, 2010. – 48 с. – С. 12-38.

53. No Till – шаг к идеальному земледелию. Методология, идеология, практика, техника, экономика. – К. : «Зерно», ЗАТ «Гроші та світ», 2007. – 128 с. – С. 64-65.

54.TeeJet. Каталог 50A-RU. – Витон Иллинойс, Спреинг Системс Ко., 2008. – 194 с.

# ЗМІСТ

**ВСТУП** ..... 3
**ЧАСТИНА І. ТРАКТОРИ І АВТОМОБІЛІ** ..... 5
**РОЗДІЛ І. ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ** ..... 5
1.1. Загальні відомості про трактори і автомобілі ..... 5
1.2. Класифікація і типаж тракторів і автомобілів ..... 7
1.3. Класифікація та кодування автомобілів ..... 12
**РОЗДІЛ ІІ. АВТОТРАКТОРНІ ДВИГУНИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ** ..... 14
2.1. Загальні відомості, класифікація двигунів ..... 14
2.2. Основні визначення ..... 16
2.3. Робочий цикл двигуна внутрішнього згоряння ..... 18
2.3.1. Робочий цикл чотиритактного дизельного двигуна ..... 18
2.3.2. Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна ..... 19
2.3.3. Робочий цикл двотактного карбюраторного двигуна ..... 21
2.4. Кривошипно-шатунний механізм ..... 23
2.5. Газорозподільний механізм ..... 26
2.6. Системи живлення бензинових і дизельних двигунів ..... 29
2.7. Система живлення двигунів від газобалонних установок ..... 33
2.8. Система впорскування палива ..... 40
2.9. Система живлення дизельного двигуна ..... 42
2.10. Система мащення ..... 52
2.11. Система охолодження ..... 53
**РОЗДІЛ ІІІ. ТРАНСМІСІЯ, ХОДОВІ ЧАСТИНИ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ** ..... 57
3.1. Конструкції трансмісій ..... 57
3.2. Зчеплення ..... 59
3.3. Коробки передач ..... 61
3.4. Розподільні коробки ..... 64
3.5. Проміжні з’єднання і карданні передачі ..... 66
3.6. Ведучі мости ..... 67
3.7. Ведучі мости гусеничних тракторів ..... 74
3.8. Ходова частина ..... 78
3.8.1. Рушії колісних машин ..... 79
3.8.2. Підвіски колісних машин ..... 83
3.8.3. Рушій і підвіска гусеничних тракторів ..... 87
**РОЗДІЛ IV. ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ** ..... 90
4.1. Класифікація систем електрообладнання ..... 90
4.2. Система електроспоживання ..... 91
4.2.1. Акумуляторні батареї ..... 91
4.2.2. Акумуляторні батареї нового покоління ..... 93
4.2.3. Генераторні установки ..... 95
4.2.4. Генератор з рухомою обмоткою збудження ..... 96
4.2.5. Генератор з нерухомою обмоткою збудження ..... 98
4.2.6. Реле-регулятори ..... 99
4.3. Системи запалювання ..... 100
4.4. Встановлення запалювання ..... 102

4.5. Система пуску з електричним стартером ..... 104
4.6. Системи освітлення і світлової сигналізації. Контрольні прилади ..... 107
4.6.1. Фари головного освітлення ..... 108
4.6.2. Протитуманні фари ..... 109
4.6.3. Лампи головного освітлення ..... 110
4.6.4. Підфарники і задні ліхтарі ..... 110
4.6.5. Покажчики поворотів ..... 111
4.6.6. Запобіжники ..... 111
**РОЗДІЛ V. РОБОЧЕ ТА ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ** ..... 114
5.1. Робоче обладнання тракторів і автомобілів ..... 114
5.2. Допоміжне обладнання тракторів і автомобілів ..... 126
**РОЗДІЛ VI. ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ** ..... 130
6.1. Експлуатаційні властивості та якості тракторів і автомобілів ..... 130
6.2. Тяговий баланс трактора і автомобіля ..... 132
6.3. Баланс потужності ..... 134
6.4. Динамічна характеристика автомобіля ..... 141
6.5. Прохідність тракторів і автомобілів ..... 143
6.6. Стійкість та керованість тракторів і автомобілів ..... 145
6.7. Плавність ходу тракторів і автомобілів ..... 146
**РОЗДІЛ VII. ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ** ..... 149
7.1. Транспортний процес і його значення ..... 149
7.2. Характеристика й вибір транспортних засобів ..... 150
7.3. Види вантажів і вантажооборот ..... 151
7.4. Сучасний автомобільний транспорт ..... 154
7.5. Сучасний тракторний транспорт ..... 157
7.6. Структура обсягу перевезень та вантажообігу в АПК ..... 159
7.7. Ефективність та якість транспортно-виробничих процесів ..... 160
7.8. Транспортні засоби і засоби механізації вантажних операцій ..... 161
7.9. Прогресивні технології перевезення вантажів в АПК ..... 162
**РОЗДІЛ VIII. ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА СПЕЦІАЛЬНІ РІДИНИ** ..... 164
8.1. Бензини ..... 164
8.1.1. Вимоги до автомобільних бензинів ..... 164
8.1.2. Властивості бензинів ..... 165
8.1.3. Асортимент, показники якості та склад вітчизняних бензинів ..... 167
8.2. Дизельні палива ..... 169
8.2.1. Вимоги до дизельного палива ..... 169
8.2.2. Властивості дизельних палив ..... 170
8.2.3. Асортимент, показники якості та склад вітчизняних дизельних палив ..... 172
8.3. Газоподібні види палива ..... 173
8.3.1. Класифікація і застосування газоподібних палив ..... 173
8.3.2. Зріджені та стиснені природні гази ..... 175

8.4. Моторні оливи ....178
8.4.1. Виробництво і класифікація моторних олив ....178
8.4.2. Вимоги до моторних олив та їх властивості ....178
8.4.3. Позначення моторних олив ....179
8.5. Трансмісійні та індустріальні оливи ....181
8.5.1. Визначення і склад трансмісійних та індустріальних олив ....181
8.5.2. Вимоги до трансмісійних олив та їх властивості ....182
8.5.3. Класифікація трансмісійних олив ....183
8.6. Пластичні мастила ....184
8.6.1. Призначення, склад та вимоги до мастил ....184
8.6.2. Вітчизняна класифікація мастил ....185
8.7. Спеціальні рідини ....186
8.7.1. Рідини для гідроприводу машин ....186
8.7.2. Робочі рідини для гідромеханічних передач, гідропідсилювачів та гідросистем ....188
8.7.3 Гальмівні рідини ....189
8.7.4. Рідини для амортизаторів ....191
8.7.5. Пускові та очищувальні рідини ....192
8.7.6. Охолоджувальні рідини ....193
**ЧАСТИНА ІІ. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ** ....197
**РОЗДІЛ І. МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ** ....197
1.1. Способи та системи механічного обробітку ґрунту ....197
1.2. Агротехнічні вимоги до ґрунтообробних машин ....197
1.3. Класифікація ґрунтообробних машин ....199
1.4. Плуги ....200
1.5. Робочі органи плугів ....200
1.6. Робочі частини корпусу плуга ....203
1.7. Передплужник, ґрунтопоглиблювач, кутознімач і ніж ....204
1.8. Начіпні плуги ....206
1.9. Напівначіпні плуги ....209
1.10. Плуги загального призначення ....211
1.11. Спеціальні плуги ....214
1.12. Борони ....218
1.13. Лущильники ....225
1.14. Культиватори ....226
1.15. Культиватори для міжрядного обробітку ....231
1.16. Ґрунтообробні фрези ....234
1.17. Котки ....235
1.18. Машини для обробітку ґрунту в умовах вітрової ерозії ....236
1.19. Машини для обробітку ґрунту в умовах водної ерозії ....238
1.20. Комбіновані ґрунтообробні машини і агрегати ....239
**РОЗДІЛ ІІ. МАШИНИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ І ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ** .... 246
2.1. Види добрив, способи і технології внесення їх у ґрунт, Класифікація машин для внесення добрив ....246
2.2. Агротехнічні вимоги до машин для внесення добрив ....247
2.3. Машини для підготовки і навантаження мінеральних добрив ....247
2.4. Машини для внесення твердих мінеральних добрив і меліорантів ....251
2.5. Машини для внесення пилоподібних добрив ....257

2.6. Машини для внесення рідких мінеральних добрив .....259
2.7. Внесення мінеральних добрив сільськогосподарською авіацією .....262
2.8. Машини для внесення твердих органічних добрив .....263
2.9. Машини для внесення рідких органічних добрив .....265
2.10. Оцінювання якості роботи машин для внесення добрив .....267
2.11. Техніка безпеки під час роботи на машинах для внесення добрив .....268
2.12. Захист навколишнього середовища під час внесення добрив.....268
**РОЗДІЛ III. МАШИНИ ДЛЯ СІВБИ І САДІННЯ**.....271
3.1. Способи сівби і садіння сільськогосподарських культур.....271
3.2. Класифікація посівних і садильних машин.....273
3.3. Агротехнічні вимоги до посівних і садильних машин.....274
3.4. Зернові сівалки.....275
3.5. Робочі органи сівалок.....284
3.6. Механізми передач сівалок.....293
3.7. Механізми заглиблення і піднімання сошників .....294
3.8. Підготовка зернових сівалок до роботи.....295
3.9. Сівалки для сівби просапних культур.....297
3.10. Овочеві сівалки.....302
3.11. Картоплесаджалки .....305
3.12. Розсадосадильні машини .....307
3.13. Висадкосадильні машини .....309
3.14. Робочі органи садильних машин .....310
3.15. Тенденції розвитку машин для сівби і садіння .....312
**РОЗДІЛ IV. МАШИНИ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН**.....315
4.1. Актуальність, завдання та методи захисту рослин .....315
4.2. Отрутохімікати, технологічні принципи їх нанесення і способи застосування, комплекси машин та їх класифікація .....316
4.3. Агротехнічні вимоги до машин для захисту рослин.....320
4.4. Загальна будова і процес роботи машин для захисту рослин.....321
4.5. Машини для знезаражування посівних та садильних матеріалів .....322
4.6. Технологічне налагодження протруювачів .....326
4.7. Машини для протруювання насіння.....328
4.8. Технічне обслуговування протруювачів і техніка безпеки під час протруювання .....329
4.9. Машини для обприскування рослин .....330
4.10. Машини для приготування робочих розчинів .....343
4.11. Машини для обпилювання .....344
4.12. Машини для аерозольних обробок.....345
4.13. Машини для фумігації.....347
4.15. Застосування сільськогосподарської авіації для захисту рослин .....348
**РОЗДІЛ V. МАШИНИ ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ**.....351
5.1. Завдання та способи заготівлі кормів.....351
5.2. Класифікація і характеристика машин для заготівлі кормів.....352
5.3. Основні агротехнічні вимоги до машин для заготівлі кормів.....352
5.4. Косарки, косарки-плющилки і косарки-подрібнювачі .....353
5.5. Граблі, ворушилки, підбирачі та прес-підбирачі .....358
5.6. Силосозбиральні і кормозбиральні комбайни.....366

**РОЗДІЛ VI. МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ, ЗЕРНОБОБОВИХ, КРУП'ЯНИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР** ..... 371
6.1. Характеристики зернових культур як об'єкта збирання, способи збирання і агротехнічні вимоги, комплекс машин ..... 371
6.2. Зернозбиральні комбайни ..... 373
6.2.1. Призначення, загальна будова і технологічний процес роботи комбайнів зарубіжних фірм ..... 373
6.2.2. Призначення, загальна будова і технологічний процес вітчизняних комбайнів ..... 388
6.2.3. Жатні частини і обчісувальні пристрої комбайнів ..... 392
6.2.4. Валкові жатки ..... 399
6.2.5. Підбирачі ..... 403
6.2.6. Молотарки комбайнів ..... 406
**РОЗДІЛ VII. МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КАЧАНІВ** ..... 413
7.1. Способи збирання і агротехнічні вимоги до машин ..... 413
7.2. Класифікація машин для збирання кукурудзи ..... 413
7.3. Кукурудзозбиральні комбайни вітчизняного виробництва ..... 414
7.4. Пристрої до зернозбиральних комбайнів вітчизняного виробництва для збирання кукурудзи на зерно ..... 423
7.5. Пристрої до зернозбиральних комбайнів зарубіжного виробництва для збирання кукурудзи на зерно. ..... 426
7.6. Качаноочисники ..... 428
7.7. Молотарки качанів кукурудзи ..... 429
**РОЗДІЛ VIII. МАШИНИ, АГРЕГАТИ ТА КОМПЛЕКСИ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА І ЗБЕРІГАННЯ УРОЖАЮ** ..... 432
8.1. Зерноочисні та сортувальні машини ..... 432
8.1.1. Очищення та сортування зерна. Агротехнічні вимоги ..... 432
8.1.2. Способи очищення і сортування зерна. Класифікація машин ..... 432
8.1.3. Повітроочисні машини ..... 438
8.1.4. Повітряно-решітні машини ..... 442
8.1.5. Повітряно-решітно-трієрні машини ..... 446
8.1.6. Спеціальні насіннєочисні машини ..... 450
8.1.7. Навантажувачі зернового матеріалу ..... 453
8.2. Зерносушарки і установки активного вентилювання зерна ..... 455
8.2.1. Агротехнічні вимоги до роботи зерносушарок і способи сушіння зерна ..... 455
8.2.2. Класифікація зерносушарок. Режими сушіння зерна ..... 456
8.2.3. Робочі органи зерносушарок ..... 458
8.2.4. Зерносушарки конвективної дії ..... 461
8.2.5. Установки активного вентилювання зерна ..... 463
8.3. Агрегати і комплекси для післязбиральної обробки зерна ..... 464
8.3.1. Зерноочисні агрегати ..... 465
8.3.2. Зерноочисні сушильні комплекси ..... 466
**РОЗДІЛ XIX. МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ** ..... 469
9.1. Актуальність і завдання збирання коренебульбоплодів ..... 469

9.2. Агротехнічні вимоги до машин
для збирання коренебульбоплодів ..... 470
9.3. Способи і технології збирання коренебульбоплодів
та класифікація машин ..... 471
9.4. Загальна будова і технологічний процес роботи машин ..... 474
9.4.1. Гичкозбиральні машини ..... 474
9.4.2. Коренезбиральні машини ..... 477
9.4.3. Машини для збирання кормового буряку ..... 483
9.4.4. Бурякозбиральні комбайни ..... 486
9.4.5. Буряконавантажувачі-очисники ..... 487
9.4.6. Картоплекопачі ..... 488
9.4.7. Картоплезбиральні комбайни ..... 490
9.4.8. Машини для післязбиральної обробки картоплі ..... 492
**РОЗДІЛ X. МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПРЯДИВНИХ КУЛЬТУР** ..... 495
10.1. Завдання, способи збирання і типи машин ..... 495
10.1.1. Способи збирання прядивних культур ..... 495
10.1.2. Класифікація машин для збирання прядивних культур ..... 496
10.1.3. Агротехнічні вимоги до машин для збирання
прядивних культур ..... 496
10.2. Машини для збирання льону-довгунцю ..... 497
10.2.1. Льонобралки ..... 497
10.2.2. Льонозбиральні комбайни ..... 498
10.2.3. Льономолотарки і молотарки-віялки ..... 501
10.2.4. Підбирачі стебел і трести льону-довгунцю ..... 502
10.2.5. Робочі органи льонозбиральних машин ..... 504
10.3. Машини для збирання конопель ..... 509
10.3.1. Жатки ..... 509
10.3.2. Коноплезбиральні комбайни ..... 510
10.3.3. Коноплемолотарки ..... 511
**РОЗДІЛ XI. МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР** ..... 513
11.1. Характеристика овочевих культур як об'єкта збирання ..... 513
11.2. Агротехнічні вимоги та типи машин ..... 514
11.3. Машини для вибіркового збирання овочів ..... 515
11.4. Машини для збирання капусти ..... 518
11.5. Машини для збирання столових коренеплодів ..... 521
11.6. Машини для збирання цибулі ..... 522
11.7. Машини для збирання томатів ..... 523
11.8. Машини для збирання огірків ..... 525
**РОЗДІЛ XII. МАШИНИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ПЛОДІВ
ТА ДОГЛЯДУ ЗА КРОНОЮ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ** ..... 527
12.1. Способи збирання плодів. Агротехнічні вимоги
до машин для збирання плодів ..... 527
12.2. Пристрої та машини для малої механізації збирання плодів ..... 528
12.3. Плодозбиральні машини ..... 530
12.4. Машини для транспортування і товарної обробки плодів ..... 533
12.5. Машини для догляду за кроною плодових дерев ..... 536
**РОЗДІЛ XIII. МЕЛІОРАТИВНІ МАШИНИ** ..... 540
13.1. Види меліоративних машин і агротехнічні вимоги до них ..... 540

13.2. Способи виконання меліоративних робіт
і загальна класифікація меліоративних машин.....541
13.3. Машини для культуртехнічних робіт .....543
13.3.1. Машини для зрізування кущів (кущорізи) і дрібнолісся .....545
13.3.2. Машини для корчування пнів і збирання каміння .....548
13.3.3. Машини для первинного обробітку ґрунту .....550
13.4. Машини для виконання земляних робіт .....554
13.4.1. Машини для будівництва і експлуатації каналів .....554
13.4.2. Екскаватори .....559
13.4.3. Бульдозери .....561
13.4.4. Скрепери .....561
13.4.5. Грейдери .....563
13.5. Машини для зрошення .....564
13.5.1. Способи поливу .....564
13.5.2. Далекоструминні дощувальні апарати .....566
13.5.3. Насосні станції .....567
13.5.4. Дощувальні машини і установки .....568
13.6. Основні напрями і тенденції розвитку конструкцій
меліоративних машин .....571
**ЛІТЕРАТУРА**.....574

Навчальне видання

**Рудь** Анатолій Володимирович
**Бендера** Іван Миколайович
**Войтюк** Дмитро Григорович
**Кравченко** Станіслав Миколайович
**Мошенко** Іван Остапович
**Червінський** Леонід Степанович
**Панченко** Анатолій Іванович
**Семен** Ярослав Васильович
**Іщенко** Валерій Васильович

# МЕХАНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

**Том I**

Підручник

Редагування Л.М. Талюта
Макетування І.О. Сєрова
Обкладинка М.О. Цендревич

Підписано до друку 24.11.2012 Формат 60х84/16.
Папір офсет. №1. Гарнітура Palatino Linotype. Друк офс.
Наклад 700 примірників, Зам. № 102

«ДУ НМЦ «Агроосвіта»
Київ-151, вул. Смілянська,11
тел. 249-94-04