

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-енергетичний факультет

Кафедра тракторів та сільськогосподарських машин,  
експлуатації і технічного сервісу

**Системи технологій (технологія зберігання, переробки та  
стандартизації сільськогосподарської продукції,  
механізація сільськогосподарського виробництва)**

***Методичні рекомендації***

до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти  
освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності  
071 «Облік і оподаткування»  
денної форми навчання

Миколаїв  
2021

УДК 631.3:631.151.6

С34

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від «\_23\_» \_\_11\_\_\_\_\_ 2021 р., протокол № 3\_\_

Укладачі:

В.І. Гавриш – д-р. екон. наук., професор, завідувач кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

А.П. Галєєва – канд. пед. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

О.В. Зубехіна-Хайят – асистент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

В.А. Грубань – канд. техн. наук, доцент кафедри тракторів та сільськогосподарських машин, експлуатації і технічного сервісу, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Г.О. Іванов – канд. техн. наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін, Миколаївський національний аграрний університет.

А.С. Пастушенко – канд. техн. наук, доцент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний університет, 2021

## *Зміст*

Передмова	4
1. Загальна будова тракторів та автомобілів. Класифікація та типаж тракторів та автомобілів	5
2. Кривошипно-шатунний та газорозподільчий механізми двигунів.	11
3. Система живлення дизельних та інжекторних двигунів.	26
4. Система охолодження та мащення двигунів.	34
5. Трансмсія тракторів та автомобілів	46
6. Ходова частина тракторів та автомобілів	50
7. Робоче та допоміжне обладнання тракторів та автомобілів	57
8. Ґрунтообробні машини	63
9. Машини для підготовки та внесення органічних, мінеральних добрив.	68
10. Машини для хімічного захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів.	81
Література	91

## *Передмова*

Актуальним завданням сільського господарства є гарантоване забезпечення нашої країни продовольством за умови збереження і підвищення родючості ґрунтів, зменшення енергоспоживання, охорони навколишнього середовища. Вирішенню його особливо на етапі становлення багатокладних форм господарювання, сприятиме впровадження новітніх технологій і машин, зокрема комплексної механізації рослинництва і тваринництва на базі науково обґрунтованої системи машин.

Система машин являє собою сукупність машин, взаємоузгоджених за технологічним процесом, техніко-економічними параметрами і продуктивністю, за допомогою яких забезпечується механізація виробничих процесів. Розробляють таку схему з урахуванням основних природно-кліматичних зон. Її постійно удосконалюють, доповнюють і змінюють на основі досягнень науки і техніки.

До системи машин відносяться енергетичні, транспортні, технологічні, контрольно-керуючі і кібернетичні машини. Сільськогосподарські машини є технологічними. Кожна з них виконує певний технологічний робочий процес, що включає одну або декілька технологічних операцій, при яких відбуваються якісні зміни матеріалу, що обробляється, його розмірів, стану, форми, фізичних і біологічних властивостей.

При розробці системи машин передбачається забезпечення основних напрямів науково-технічного прогресу: дотримання технологічних вимог, істотне підвищення продуктивності праці, впровадження поточних методів виконання механізованих процесів, суміщення кількох операцій в одному агрегаті чи установці, універсалізація машин і обладнання, розробка засобів механізації на базі принципово нових технічних рішень.

## Модуль 1.

### Класифікація та типаж тракторів, автомобілів та двигунів. Основні механізми та системи двигунів. Електрообладнання тракторів та автомобілів.

#### Практична робота №1

#### Загальна будова тракторів та автомобілів. Класифікація та типаж тракторів та автомобілів

*Час : 2 години*

*Мета: вивчити основні конструктивні елементи тракторів та автомобілів.*

#### **Зміст роботи:**

- 1. Конструктивно-функціональні схеми тракторів та автомобілів.*
- 2. Техніко-економічні показники сучасних тракторів та автомобілів.*

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 ґрунту 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 ході 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 ході, 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).

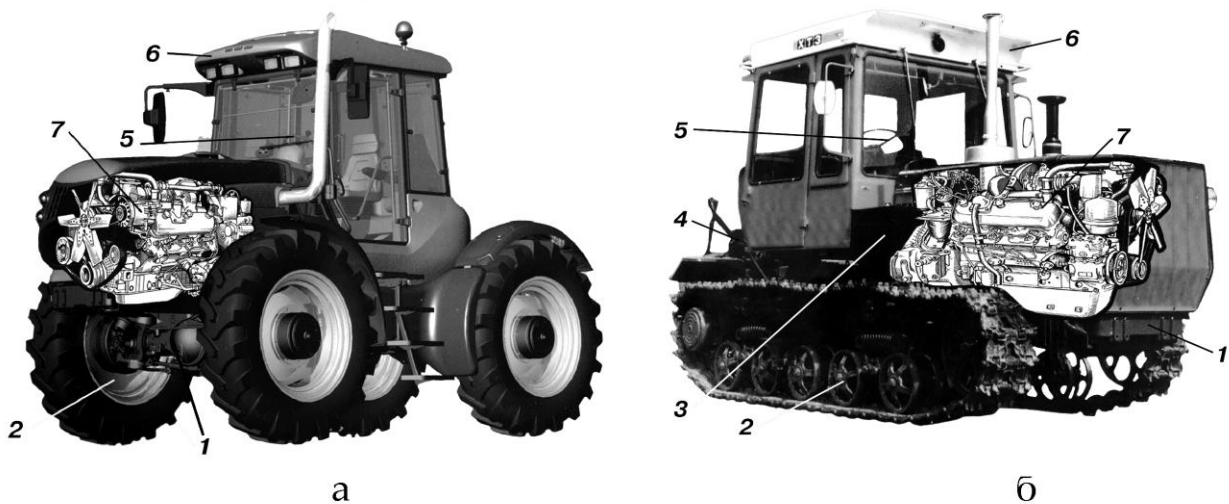
**Двигун** внутрішнього згоряння – це джерело механічної енергії.

**Трансмсія** 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.

**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. Зчеплення можуть бути фрикційними, гідродинамічними або електромагнітними.

**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.



**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.

**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 автомобіля 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.

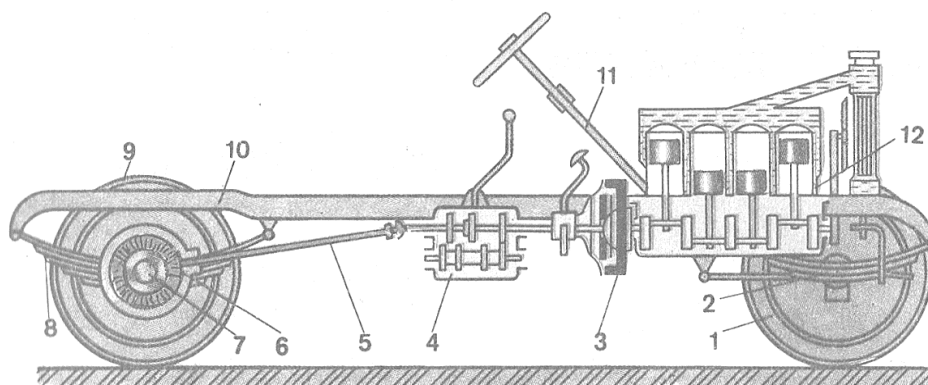
**Робоче обладнання** призначене для сполучення трактора із знаряддями і робочими машинами, керування ними і приведення в дію їхніх робочих органів від двигуна. У нього входять гідроначійна система, причіпне обладнання, вал відбору потужності (ВВП) та інші. На автомобілі робочого обладнання немає.

**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** 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.

Основні частини автомобіля (рис. 1.2) за принциповою схемою розташування і призначенням такі ж, як у колісного трактора.



**Рис. 1.2. Розташування основних частин, їх механізмів і деталей автомобіля:**

1 – кероване колесо; 2 – передня підвіска; 3 – муфта зчеплення; 4 – коробка передач; 5 – карданна передача; 6 – головна передача; 7 – диференціал; 8 – задня підвіска; 9 – привідне колесо; 10 – рама; 11 – рульове керування; 12 – двигун.

**Основні частини автомобіля** – двигун, шасі та кузов. Принципова схема розташування основних частин і механізмів автомобіля мало чим відрізняється від схеми їх розташування у колісного трактора.

Шасі автомобіля складається з трансмісії, ходової частини і механізмів керування. На шасі встановлюють кузов для розташування пасажирів та вантажу. Приміщенням для водіїв й допоміжного персоналу на вантажному автомобілі слугує кабіна. За межами кузова й кабіни багатьох автомобілів розташоване оперення: капот, крила, підніжки.

**Допоміжне обладнання автомобілів** – тягово-зчіпний пристрій, лебідка, системи опалення і вентиляції, компресор.

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 (табл.1.1) :

Таблиця 1.1

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 (табл.1.2):



Таблиця 1.2

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 (кабриолет).

*За колісною* формулою:

- автомобілі з одною ведучою віссю – 4×2;
- автомобілі з двома ведучими осями – 4×4, 6×4 тощо.

**Визначення основних показників сільськогосподарських тракторів.**

Таблиця 1.3

### Основні показники сільськогосподарських тракторів

Показники	T-150	New Holland TK4030V	ХТА 200	МТЗ-952	Case IH Maxxum 140
Тип трактора	Г	Г	4К4	4К4	4К4
Вага конструктивна\ Експлуатаційна ,кг	4400\4770	4500\-	\8950	3850\4100	2812\3492
Номінальна потужність, кВт	55,1	47	154,4	65	102,97
Марка двигуна	Д-241Л	New Holland F5C	Д-260,4	Д-245,5	Case IH FPT
Хід поршня, мм	125	104	125	125	132
Число циліндрів	4	4	6	4	6
Габаритні розміри,мм	6 130	3352	6150	4440	3724
Довжина	2 400	1170	2460	3850	2425
Ширина	3 195	2210	3300	1970	2819
Висота					

#### Контрольні запитання:

1. Як класифікуються сільськогосподарські трактори та автомобілі?
2. Що таке типаж тракторів?
3. Які переваги та недоліки колісних і гусеничних тракторів?
4. Що таке номінальне тягове зусилля?
5. Основні частини та вузли тракторів та автомобілів.
6. Основні техніко-економічні показники сільськогосподарських тракторів та автомобілів.
7. Назвіть дев'ять видів експлуатаційного призначення автомобілів.
8. Скільки тягових класів тракторів?

## Практична робота №2

### Кривошипно-шатунний та газорозподільчий механізми двигунів

*Час : 2 години*

*Мета: ознайомитися з призначенням, пристроєм, роботою КШМ та ГРМ двигунів, вивчити робочі цикли, будову двигунів внутрішнього згоряння.*

#### **Зміст роботи:**

1. Призначення кривошипно-шатунного механізму та його принцип роботи.
2. Призначення газорозподільного механізму та принцип роботи.
3. Робочі цикли двигунів внутрішнього згоряння. Конструктивно-функціональні схеми двигунів внутрішнього згоряння.

**Призначення кривошипно-шатунного механізму та його принцип роботи.** КШМ – призначений для перетворення зворотно-поступального руху поршнів в обертальний рух колінчастого вала і складається з колінчастого вала, маховика, шатунів, корінних і шатунних підшипників, поршнів, поршневих кілець і пальців.

Поршень складається з днища 21, ущільнюючого пояса 22 і направляючої частини (так званої спідниці) 1 (рис. 2.1). На внутрішній стороні спідниці є два масивних припливи – бобишки 13. Вони з'єднуються ребрами з днищем, збільшуючи цим жорсткість поршня. У бобишках зроблені отвори для установки пальця 14, у яких виконані кільцеві канавки для стопорних кілець 15. Днище й ущільнюючий пояс утворюють голівку поршня. На зовнішніх поверхнях голівки і спідниці виконані канавки 18 і 17 для установки відповідно компресійних і маслоснімних кілець.

Компресійні поршневі кільця обмежують прорив газів через зазор між стінками поршня і циліндра. У стінках канавок 17 просвердлені наскрізні отвори для відводу масла в картер двигуна.

Днище поршнів зазвичай має виїмки. Глибока виїмка 19 (рис. 2.2) – це камера згоряння, форма котрої забезпечує нормальне сумішоутворення і згоряння палива. Неглибокі виїмки в днищі можуть бути потрібні для запобігання зіткнення поршня з відкритими клапанами газорозподілу.

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

Зазор навколо верхньої частини поршня значно більший, бо вона сильніше нагрівається і розширюється при роботі двигуна.

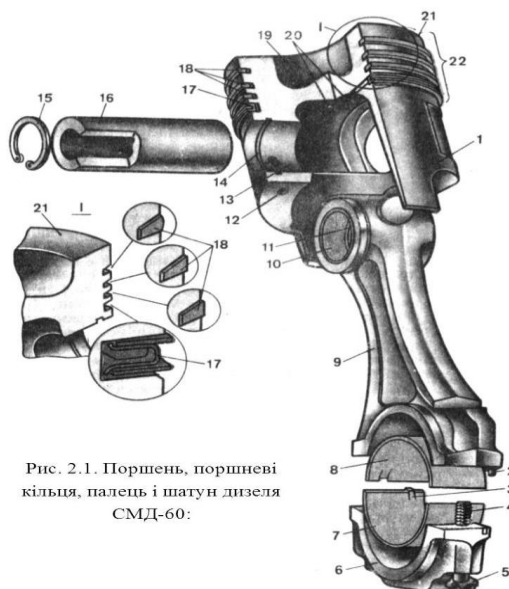


Рис. 2.1. Поршень, поршневі кільця, палець і шатун дизеля СМД-60:

### Рис.2.1. Поршень дизеля СМД-60 :

1 – спідниця поршня, 2 – штифт, 3 – виступ (вусик) вкладиша, 4 – болт шатуна, 5 – шайба, 6 – кришка шатуна, 7 – нижній вкладиш, 8 – верхній вкладиш, 9 – шатун, 10 – втулка, 11 – маслорозподільна канавка, 12 – отвір для змащення поршневого пальця, 13 – бобишка поршня, 14 – канавка, 15 – стопорне кільце, 16 – поршковий палець, 17 – маслоснімне кільце, 18 – компресійні кільця, 19 – камера згоряння, 20 – радіальні отвори, 21 – витискувач днища, 22 – ущільнювач

У поршнів двигунів Д-21А1, Д-144, Д-240 та ін. на зовнішній поверхні в зоні розташування бобишек знімають метал, утворюючи неглибокі вирізи прямокутної форми – так звані охолоджувачи. Вони додають пружність направляючої частини поршня і сприяють їхньому щільному прилеганню до стінок циліндра. Щоб забезпечити підбір поршнів до циліндрів і поршневих пальців по отворах у бобишках з необхідними зазорами, поршні сортуються на розмірні групи. Мітку розмірної групи звичайно наносять на днище поршня. Відповідно сортуються на розмірні групи циліндри і поршневі пальці. Для полегшення підбора однакових по вазі поршнів звичайно на днище ставлять ще і мітку вагової групи.

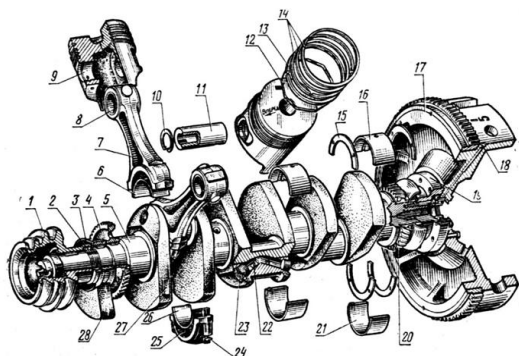
*Поршневі кільця* за призначенням поділяються на компресійні і маслоснімні. Їх виготовляють з легованого чавуна або сталі.

*Компресійні* кільця 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 установлюють два – три компресійних кільця. Втім, кількість їх повинна бути мінімальною, бо вони створюють більшу частину тертя в двигуні.

*Компресійні кільця* мають прямокутну або більш складну (трапецеїдальну, конічну, з вирізами) форму поперечного перерізу. Для встановлення на поршенькільця мають розріз – так званий замок, шириною 0,1...0,3 мм після встановлення кільця в канавку поршня. Завдяки пружності матеріалу, кільця прижимаються до циліндра, причім вони прижимаються до його дзеркала щільно, без просвітів. Зовнішній діаметр кільця у вільному стані трохи більше внутрішнього діаметра циліндра, тому для їх встановлення застосовують спеціальні оправки.

Трапецеїподібні кільця мають кут нахилу сторін перерізу коло 10°, працюють значно надійніше прямокутних і застосовуються у верхніх канавках (у двигунах СМД-60, А-41, А-01М, ЯМЗ і КамАЗ).



**Рис. 2.2. Кривошипно-шатунний механізм дизеля СМД-60:**

1 – шків, 2 – гайки круглі, 3 – масловідбивачи, 4 – шестірня привода масляного насоса, 5 – колінчастий вал, 6 – верхній вкладиш шатунного підшипника, 7 – шатун, 8 – бронзова втулка, 9 – поршень, 10 – кільце стопорне, 11 – палець поршневий, 12 – розширник маслосніжного кільця, 13 – кільце маслосніжне, 14 – кільце компресійне, 15 – півкільце підшипника, 16 – верхній вкладиш корінного підшипника, 17 – маховик, 18 – масенка, 19 – фланець коленвала, 20 – шестірня коленвала, 21 – нижній вкладиш корінного підшипника, 22 – порожня шатунної шийки, 23 – пробка різьбова, 24 – болт шатунний, 25 – кришка шатуна, 26 – нижній вкладиш шатуна, 27 – місце маркірування вала, 28 – противага передній

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 220°C, щоб не коксувалося масло.

*Маслосніжні кільця* необхідні для зняття надлишків масла зі стінок циліндрів. Вони бувають як чавунні коробчасті або скребкові, так і сталеві кручені. Для підвищення довговічності чавунних маслосніжних кілець їх робочі поверхні хромують. На поршнях деяких тракторних дизелів

установлювали два маслознімних кільця: одне над поршневим пальцем, а інше під ним (СМД-14, Д-50, Д-240, А-41, А-01, ЯМЗ-240Б та ін.). Але в більшості автотракторних двигунів на поршні є одне маслознімне кільце, розташоване над поршневим пальцем (двигуни СМД-60, Д-144, ЯМЗ-238, КамАЗ-740, ЗІЛ-130, ЗМЗ-53 та ін.).

*Поршневий палець* служить для шарнірного з'єднання поршня із шатуном. Він є гладким циліндричним стрижнем з внутрішньою, такою ж порожниною. Зовнішню поверхню пальця, що виготовляється з високоякісної сталі (наприклад 12ХНЗА), цементують або гартують, а потім шліфують і полірують. У залежності від способу кріплення розрізняють поршневі пальці трьох типів: закріплені в бобишках поршня, закріплені у верхній голівці шатуна і так звані плаваючі. Пальці, які закріплені в бобишках поршня, застосовуються обмежено. У деяких двигунах для попередження виникнення стукотів вісь поршневого пальця незначно зміщають щодо осі поршня. Такий зсув осі пальця у бік більш навантаженої поверхні поршня приводить до того, що момент перекладки поршня від однієї стінки циліндра до іншої не збігається з моментом різкого зростання тиску згоряння.

*Шатун* сприймає від поршня і передає колінчастому валові силу тиску газів при робочому ході, а також переміщає поршень при допоміжних процесах 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. Перетин стрижнів шатунів тракторних і автомобільних двигунів є двотавровим. У стрижнях шатунів дизелів СМД-60, А-41, А-01М, ЯМЗ, Д-144 є канал для підведення масла від нижньої голівки шатуна до поршневого пальця.

Найбільш розповсюджені шатуни мають кривошипну голівку з прямим плоским розніманням під кутом  $90^\circ$  до головної осі шатуна. Такі шатуни встановлюють у двигунах ЗІЛ-130, ЗМЗ-53, Д-240, КамАЗ-740 та ін. При збільшених розмірах шатунної шийки (необхідних для розвантаження шатунних шийок колінчастого вала) кривошипні голівки шатунів роблять з косим розніманням для зручності демонтажу. Стикові поверхні в цьому випадку виконують не тільки плоскими (дизель СМД-60), але і шлицевими (дизелі ЯМЗ, А-01). Стрижень шатуна або симетричний щодо подовжньої осі кривошипної голівки (двигуни ЗІЛ-130, Д-240, Д-144, А-41 і А-01), або зміщений стосовно кривошипної

голівки (двигуни ЗМЗ-53, СМД-60 і ЯМЗ), що дозволяє зменшити відстань між осями циліндрів і довжину двигуна.

Частини кривошипної головки шатуна з'єднані шатунними болтами, які виконані з високоякісної сталі і сильно затягнені, щоб запобігти розкриттю стикущих частин.

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

У автотракторних двигунах застосовують вкладиші підшипників, зроблені з сталеві стрічки, яка покрита антифрикційним сплавом на основі свинцю (КамАЗ-740) або алюмінію (СМД-60). Втулка верхнього підшипника шатуна звичайно сталева або бронзова, іноді з робочим шаром зі свинцевого сплаву.

*Колінчастий вал* відноситься до найбільш навантажених і дорогих деталей двигуна, визначаючих його працездатність. Цей вал перетворює рух шатунів у обертання і передає його робочій машині, з'єднаній 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 (рис. 2.4) складається з таких основних елементів: корінних шийок 18, якими вал спирається на корінні підшипники, розташовані в блоці-картері; шатунних шийок 17; щік 24, що зв'язують корінні і шатунні шейки; носка (переднього кінця) і хвостовика (заднього кінця). Перехід від робочої поверхні шийки до щіки, так званий галтель, повинний бути плавним для зниження місцевих напружень. Для розвантаження корінних підшипників від дії відцентрових сил інерції на щіках колінчастого вала встановлюють противаги 19.

Форма колінчастого вала залежить від числа і схеми розташування циліндрів, а також тактності двигуна. Від кутів між суміжними кривошипами залежить зрівноваженість двигуна і рівномірність робочих ходів у його циліндрах. При числі циліндрів менше шести для покращення зрівноваженості двигуна застосовують спеціальні механізми, які приводяться від колінчастого вала.

*Маховик* необхідний у поршневому двигуні для накопичення

кінетичної енергії протягом робочого ходу й обертання колінчастого вала під час допоміжних тактів, виведення поршнів з мертвих точок і зменшення нерівномірності обертання вала. Він забезпечує усталену роботу двигуна при рушанні трактора або автомобіля, а також при короткочасних його перевантаженнях. Маховик 1 (рис. 2.4) відливають із сірого чавуна, розташовуючи основну масу на ободу для збільшення моменту інерції, і напресовують зубцюватий вінець для прокручування колінчастого вала шестірнею пускового двигуна (стартера) при пуску двигуна.

На ободу або торці маховика наносять мітки, що дозволяють визначати положення мертвих точок одного з поршнів, а також установлювати момент подачі палива або запалювання відносно верхньої мертвої точки.

### **Умови нормальної роботи кривошипно-шатунного механізму.**

Ознаки працездатного стану КШМ:

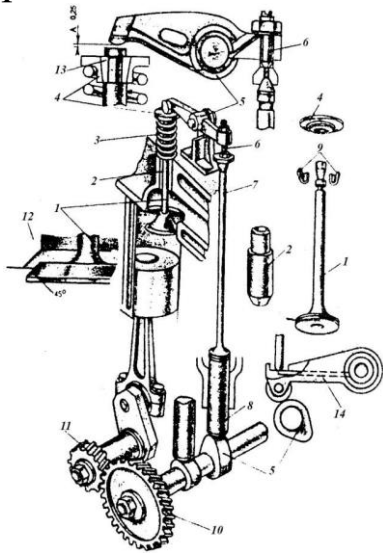
- нормально прогрітий навантажений двигун працює на номінальному режимі без диму і сторонніх стукотів;
- витрата масла не перевищує припустимого значення;
- тиск у системі мащення нормальний і протягом роботи не знижується. Для підтримки працездатного стану КШМ потрібно:
- щозмінно очищувати двигун;
- слідкувати за працездатністю повітряного, масляних і паливних фільтрів, періодично змінюючи їх фільтруючі елементи;
- завантажувати двигун тільки після прогріву до нормальної температури;
- не перевантажувати двигун і не допускати тривалої роботи на холостому ході, коли двигун переохолоджений.
- спостерігати за тиском масла в мастильній системі і кольором випускних газів, щоб вчасно усунути дефекти, що виникли в роботі двигуна.

### **Призначення газорозподільного механізму та принцип роботи.**

В залежності від типу органів, за допомогою яких об'єми циліндрів поршневого двигуна з'єднуються з навколишнім середовищем, ГРМ поділяються на клапанні, золотникові та комбіновані. Найбільше поширення в тракторних і автомобільних двигунах одержали клапанні механізми, зокрема, ГРМ з однорядним розташуванням двох клапанів у голівці циліндра (ЗІЛ-130, ЗМЗ-53, Д-240, СМД-60, А-01, А-41, ЯМЗ і КамАЗ-740). У двигунах з більш великими циліндрами та більш сучасних



застосовують по чотири клапани, розташовані в головці циліндра, що значно покращує газообмін, хоча ускладнює конструкцію головок циліндрів.



**Рис. 2.3. Клапанний ГРМ :**

- 1 – клапан;
- 2 – втулка;
- 3 – пружина;
- 4 – тарілка;
- 5 – коромисло;
- 6 – регульовальний болт;
- 7 – штанга;
- 8,14 – штовхальники;
- 9 – кулачок розподільного вала;
- 10,11 – шестірні приводу розподільного вала;
- 12 – гніздо головки циліндра;
- 13 – сухарик.

За способом керування клапанами клапанні ГРМ розділяються на механізми з верхніми і нижнім розподільними валами. У V-подібних автотракторних двигунів (ЯМЗ, КамАЗ-740, ЗІЛ-130, ЗМЗ-53, СМД-60) клапани обох рядів циліндрів приводяться в дію від одного розподільного вала, розташованого в середині блока циліндрів. Розподільні вали, розташовані в головці циліндрів двигуна, приводяться конічної зубчастої, ланцюгової або пасової зубчастої передачею. Перевага ГРМ типу ОНВ – проста конструкція і компактність приводу розподільного вала, але у цьому ГРМ знижена жорсткість приводу клапанів і підвищена його інерція. Схему ГРМ типу ОНВ наведено на рис.1; деталі ГРМ можна поділити на дві групи – клапанну і приводну. У двотактних двигунах застосовують золотникові та комбіновані ГРМ, 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* – клапани 1, направляючі втулки 2, пружини 3 з деталями кріплення і вставні сидла клапанів, які можуть бути відсутні; на рис.2.3 клапан 1 контактує безпосередньо з гніздом 12, виконаним у головці циліндра.

*Клапан* складається зі стрижня 1, і голівки або тарілки 2 (рис. 2.2, а). Для зменшення опору при впуску і випуску, а також кращого розподілу напружень зроблено плавний перехід від стрижня до голівки клапана. Клапани при відкритті і закритті рухаються з високими прискореннями, тому маса клапанів повинна бути обмеженою, що легше досягається при

застосуванні чотирьох клапанів на циліндр. Направляючу частину клапана (циліндричну поверхню стрижня) шліфують. До хвостовика стрижня 1 кріпиться пружина, для цього на ньому зроблена кільцева проточка 7 для сухарика 9 або конічна поверхня 11 (рис. 2.2, в). Торець стрижня клапана загартований і сприймає поштовхи від коромисла 5. Головки клапанів найчастіше плоскі I, тюльпаноподібні II або опуклі III (рис. 2.2, б). Клапани з плоскою головкою прості по конструкції і тому найпоширені у двигунах; тюльпаноподібні клапани застосовувалися як впускні, а опуклі – як випускні. Голівки впускного і випускного клапанів можуть бути як однакового, так і різного діаметра. Для поліпшення наповнення циліндра звичайно діаметр головки впускного клапана більше, ніж випускного (двигуни ЗІЛ-130, ЗМЗ-53, Д-240, СМД-60, А-41, А-01, Д-144 та ін.). Випускні клапани тракторних дизелів Д-240, СМД-60, А-41, Д-144 і Д-65Н виготовляють зі сталі 40Х10СТМ, впускні клапани дизелів СМД-60, А-41, Д-144 – зі сталі ЭП616, а дизелів Д-240, СМД-14 і Д-65Н – зі сталі 40Х10С2М.

Випускні клапани для карбюраторних двигунів ЗІЛ-130 і ЗМЗ-53 виготовляють з порожнинами 5 (рис. 2.2, а), частково заповненими легкоплавким натрієм. Під час роботи двигуна він плавиться й інтенсивно збовтується, покращуючи відведення теплоти від голівки 2 до стрижня 1 клапана і усуваючи його перегрів.

*Клапанні пружини* призначені для щільного закриття клапанів. Як правило, на впускні і випускні клапани встановлюють однакові пружини. У двигунах ЗІЛ-130, ЗМЗ-53 і Д-144 на кожен клапан встановлена одна пружина, а в двигунах Д-240, А-41, А-01, СМД-60, ЯМЗ і КамАЗ-740 – по дві пружини. При наявності двох пружин зменшується їхня довжина, підвищується надійність роботи двигуна. Напрямок витків зовнішньої і внутрішньої пружин робиться різним, щоб при поломці однієї з них її витки не могли потрапити між витками іншої.

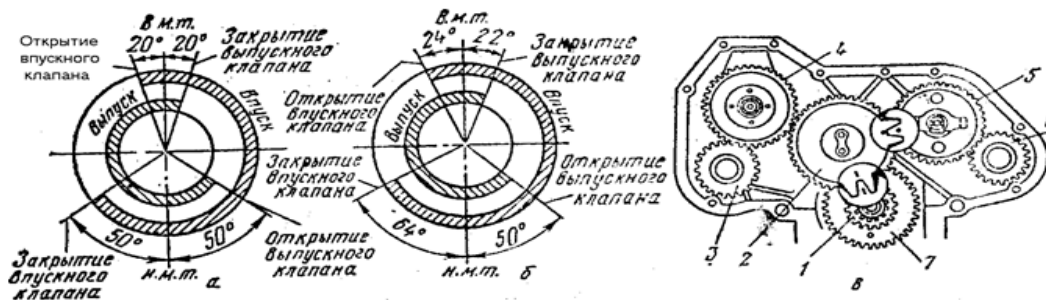
*Механізм обертання* клапанів застосовують у карбюраторних двигунах (ЗІЛ-130, ЗІЛ-375) для підвищення надійності і довговічності випускних клапанів. Це досягнуто завдяки шариковим храповим пристроям, вмонтованим у опорні шайби пружини сприймаючим силу їх стиску.

*Направляючі втулки* клапанів виконані з серого чавуна або спеченої металокераміки та запресовані в гнізда голівки циліндрів. Ці втулки змащуються для зменшення зносу стрижнів клапанів, і для запобігання втраті масла ущільнюються графітовими і гумовими деталями.

**Фази газорозподілу і деталі приводу механізму. 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, установкою його стосовно колінчастого вала і величиною зазорів між клапанами і штовхальниками або коромислами. Фази газорозподілу зображують у вигляді кругової діаграми (рис. 2.4).

Випуск відпрацьованих газів з циліндра, або відкриття випускного клапана, починається за  $50^\circ$  повороту колінчастого вала до приходу поршня в нижнє мертве положення (НМТ) (рис. 2.4, а). До приходу поршня в НМТ більша частина газів виходить з циліндра, зменшуючи тиск на поршень при їхньому подальшому виштовхуванні. Впускний клапан закривається після проходу поршнем верхнього мертвого положення (ВМТ); кутова тривалість фази відкриття випускного клапана  $250^\circ$ .



**Рис. 2.4. Діаграми фаз газорозподілу і приклад приводу ГРМ дизеля:**

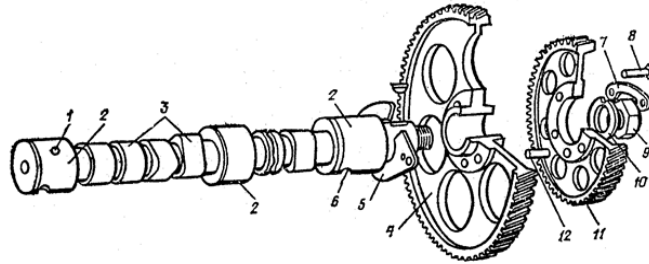
а – діаграма газорозподілу дизеля А-41, б – діаграма газорозподілу карбюраторного двигуна ЗМЗ-53, в – схема розташування шестірень приводу газорозподільного й інших механізмів дизеля А-41, 1 – шестірня колінчастого вала, 2 – проміжна шестірня, 3 – шестірня приводу насоса гідропідсилювача, 4 – шестірня приводу паливного насоса, 5 – шестірня приводу механізму газорозподілу, 6 – шестірня приводу насоса гідросистеми, 7 – шестірня приводу масляного насоса

Наприкінці такту випуску і на початку такту впуску обидва клапани відкриті одночасно. Таке перекриття клапанів сприяє кращому очищенню циліндрів від продуктів згоряння у результаті продувки їх свіжим зарядом. Впускний клапан закривається через  $50\dots 60^\circ$  після проходу поршня НМТ, що сприяє дозарядці циліндра при підвищених обертах колінчастого вала (але погіршує наповнення циліндра припуску двигуна, коли ці оберти дуже малі). У сучасних форсованих автомобільних двигунах є механізми автоматичного регулювання фаз газорозподілу, яке значно покращує їхні показники, але відповідно ускладнює конструкцію.

*Деталі приводної групи* – це розподільний вал 9, штовхачи 8 або 14, штанги 7 і коромисла. У ГРМ з верхнім розташуванням розподільних валів штовхачи і штанги відсутні, що значно збільшує жорсткість приводу

і знижує його інерцію.

*Розподільний вал* служить для керування рухом клапанів. Він складається з кулачків 3 (рис. 2.5) і опорних шийок 2. Робочі поверхні кулачків і опорних шийок гартують, шліфують і полірують.



**Рис. 2.5 Розподільний вал:**

1 – отвір для пульсуючої подачі олії до деталей механізму газорозподілу, 2 – опорні шийки, 3 – кулачки, 4 – шестірня розподільного вала, 5 – підпорний фланець, 6 – канал для подачі масла у голівку циліндрів, 7 – замкова шайба, 8 – болт, 9 – гайка, 10 – стопорна шайба, 11 – проміжна шестірня, 12 – штифт

*Шестірні* приводу вала виготовляють зі сталі, чавуна або пластмаси й звичайно розміщують у передній частині блока циліндрів. При складанні приводу ці шестірні треба встановлювати строго по мітках, щоб були нормальні фази газорозподілу. *Штовхач* 8 передає рух від кулачка 9 розподільного вала до клапана 1 через штангу 7 і коромисло 5, сприймаючи при цьому значне бічне зусилля. Застосовують циліндричні, грибоподібні і хитні штовхальники з плоскою (двигуни СМД-60, Д-144 і Д-160) або сферичною (двигуни ЗІЛ-130, ЗМЗ-53, Д-240, КамАЗ-740) робочою поверхнею, а також ці ж штовхачи, постачені роликми 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 хитанняхитних штовхальників спираються на втулки ковзання або голчасті підшипники, які змащуються підтиском.

*Штанги* передають зусилля від штовхача до коромисла і повинні бути легкими, або достатньо жорсткими. Їх роблять трубчастими, суцільними або складеними (комбінованими). Трубчасті штанги (двигуни А-41, А-01, Д-240, ЯМЗ і КамАЗ-740) виготовляють зі сталевих стрижнів, у які запресовують сталеві, термічно оброблені сферичні опори. Суцільні сталеві штанги зі сферичними опорами (двигуни ЗІЛ-130 і СМД-60) найчастіше виготовляють холодним штампуванням, а потім піддають термічній обробці. Складені штанги застосовані у двигунах ЗМЗ-53 і Д-144.

*Коромисла* приводу клапанів виконують у вигляді одно- і двоплечових важелів. При одночасному приводі двох клапанів застосовують траверси. Ці деталі звичайно литі сталеві, з термообробленими робочими поверхнями, і спираються на підшипники ковзання, які змащуються підтиском.

*Декомпресійний механізм* призначений для полегшення обертання колінчастого вала дизеля при його пуску. У дизелі при прокручуванні колінчастого вала (при пуску) через високий ступінь стиску повітря, стиснуте в циліндрах, утворює значний опір руху поршнів. Декомпресійний механізм знижує тиск повітря в циліндрах дизеля шляхом з'єднання них з навколишнім середовищем через відкриті клапани. На тракторних дизелях застосовувалися різні схеми цих механізмів: з підйомом штовхальників декомпресійними валиками; з поворотом коромисел декомпресійним валиком і спеціальною штангою; із дією декомпресійного валика на коромисла ГРМ безпосередньо або через натискний болт.

**Можливі несправності і регулювання ГРМ.** Тепловий зазор регулюють тільки після попередньої перевірки затягування болтів або шпильок кріплення голівки циліндрів і стійок клапанних коромисел. Ці роботи проводять при другому технічному обслуговуванні (ТО-2) трактора або автомобіля.

Цілком закривають клапани першого циліндра, щоб звільнити передатні деталі для перевірки і наступного регулювання теплового зазору. Для цього встановлюють поршень першого циліндра у ВМТ наприкінці такту стиску за допомогою настановної шпильки на картері маховика або покажчика ВМТ на маховику, а також іншими способами.

Такт стиску в циліндрі визначають при повільному повертанні колінчастого вала або закриттям пробкою отвору для іскрової свічі запалювання, або спостереженням за роботою клапанів (перед стиском відкриваються спочатку випускний, потім впускний клапани, після чого при стиску обидва клапани закриваються).

Щупом перевіряють зазор у впускному і випускному клапанах першого циліндра, зазор повинний відповідати даним заводської інструкції. При необхідності регулювання звільняють контргайку регульовального болта або гвинта провертають його до одержання потрібного зазору. Утримуючи болт або гвинт від повертання ключем або викруткою, затягують контргайку і знову перевіряють зазор.

Після регулювання клапанів першого циліндра регулюють тепловий зазор у клапанах інших циліндрів. Для цього повертають

колінчастий вал на кут, дорівнюючий інтервалові чергування робочих ходів (однойменних тактів), перевіряють і регулюють зазори в клапанах чергового циліндра відповідно до порядкуроботи циліндрів двигуна. Одночасно з регулюванням зазорів у клапанах перевіряють і регулюють зазори в декомпресійному механізмі (за його наявності) тогожциліндра.

При перебиранні двигуна шестірні розподілу варто установлювати відповідно до зроблених міток, що забезпечують правильність фаз газорозподілу. При ланцюговому приводі, крім установки по мітках, зірочки розподільного вала і шківів колінчастого вала необхідно перевірити і відрегулювати натяг ланцюга.

**Зробити регулювання зазору між коромислом і стрижнем клапана, у такій послідовності:**

- Зняти ковпак кришки головки блоку циліндрів. Перевірити затягування гайок, кріплення валика коромисел;
- установити поршень першого циліндра в положення, що відповідає кінцю такту стиску.

Для цього, повертаючи колінчастий вал по годинній стрілці, щуп, вставлений в отвір заднього листа, з отвором на маховику після того, як відкриються і закрийються обидва клапани. Відпустити контргайку регулювального гвинта накоромислі клапана і, увертаючи гвинт, установити за допомогою щупа необхідний зазор між бойком коромисла і торцем клапана. Надійно затягти контргайку і знову перевірити щупом зазор, повертаючи штангу штовхальника навколо її осі. Зазори рекомендується регулювати в послідовності, що відповідає порядку роботи циліндрів дизеля (1-3-4-2).

Для регулювання зазорів клапанів кожного наступного циліндра необхідно після регулювання зазорів попереднього повертати колінчастий вал по годинній стрілці на половину обороту.

Відрегулювавши всі клапани, запустити дизель і простежити за його роботою:

- при збільшених зазорах чутні стукоти;
- при малих – виникають перебої і з'являється білястий дим вихлопу.

**Робочі цикли двигунів внутрішнього згорання.** Конструктивно-функціональні схеми двигунів внутрішнього згорання.

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.

**Робочий цикл чотиритактного дизельного двигуна** (рис. 2.6) здійснюється у чіткій послідовності.

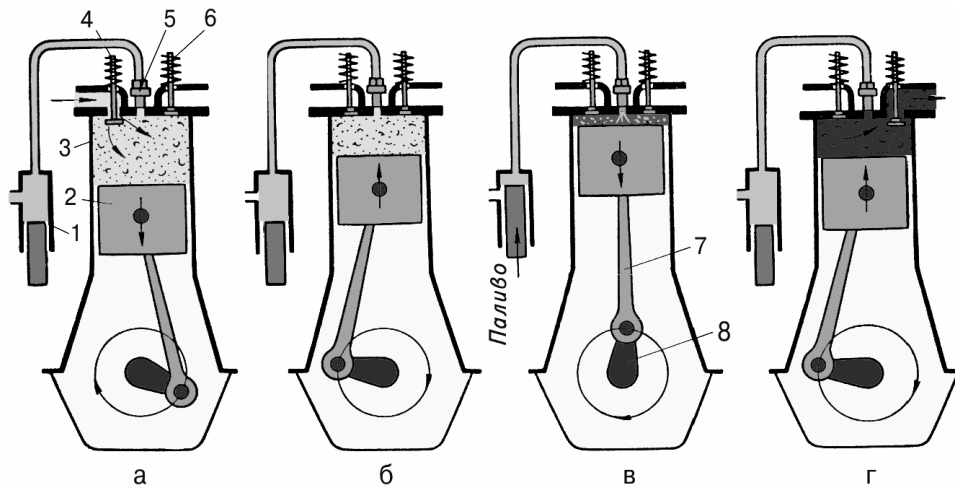
*Перший такт – впуск.* Під час переміщення поршня від ВМТ до НМТ у циліндрі створюється розрідження. Впускний клапан відкривається – і циліндр наповнюється повітрям, що попередньо проходить через очисники повітря. У циліндрі повітря змішується з невеликою кількістю газів, що відпрацювали. Тиск повітря 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.

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.

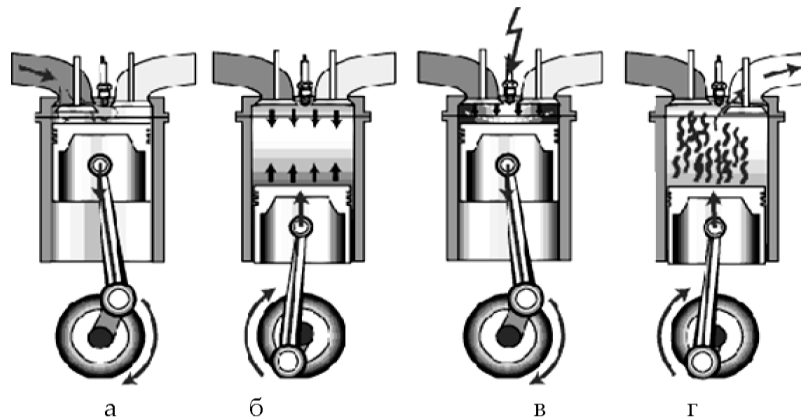
*Четвертий такт – випуск.* Поршень переміщується від НМТ до ВМТ і через відкритий випускний клапан витісняє відпрацьовані гази з циліндра. Тиск і температура наприкінці випуску дорівнюють у дизельних двигунах відповідно 0,11...0,12 МПа і 650...900 К. Після такту випуску робочий цикл двигуна повторюється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



**Рис. 2.6. Робочий цикл одноциліндрового чотиритактного дизельного двигуна:**

*a* – 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.

**Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна** (рис. 2.7) здійснюється у чіткій послідовності.



**Рис. 2.7. Робочий цикл одноциліндрового чотиритактного карбюраторного двигуна:**

*a* – 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 випускную 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.

*Підвіска двигуна.* Незважаючи на хорошу врівноваженість сучасних двигунів, під час їх роботи все ж виникають вібрації, які не повинні передаватися на раму. Тому кріплення (підвіска) має бути такою, щоб зменшити передачу вібрацій на раму і запобігти появі напруги в блоці циліндрів при перекося рами внаслідок руху трактора та автомобіля по нерівній дорозі. Двигун закріплюють на рамі або напіврамі в трьох, чотирьох, п'яти або шести точках.

Двигуни деяких тракторів і автомобілів підвищеної потужності монтують в єдиному силовому блоці разом з складовими частинами трансмісії. Силовий блок спирається на раму через шість еластичних гумовометалевих амортизаторів. В деяких двигунах амортизатори задньої підвіски монтують на картері маховика.

### **Контрольні запитання:**

- 2.1. Указати призначення поршня, назва основних його частин.
- 2.2. Перелічити основні частини колінчастого вала, особливості колінчатих валів різних двигунів.
- 2.3. Чим визначається економічність двигуна.
- 2.4. Як до поршня підібрати палець і кільця.

- 2.5. Указати склад, принцип роботи та можливі несправності КШМ.
- 2.6. Призначення, будова та принцип роботи ГРМ.
- 2.7. Що називається фазами газорозподілу, від чого вони залежать?
- 2.8. З якою метою клапани відкриваються з випередженням і закриваються з запізненням.
- 2.9. Для чого встановлюються зазори в ГРМ.
- 2.10. За якими основними признаками класифікують двигуни?
- 2.11. З яких деталей складається простіший двигун?
- 2.12. Від чого залежить потужність двигуна.
- 2.13. Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна.
- 2.14. Робочий цикл чотиритактного дизельного двигуна.

### **Практична робота №3**

#### **Система живлення дизельних та інжекторних двигунів**

*Час : 2 години*

*Мета: отримати знання по призначенню систем живлення тракторів та автомобілів та принципу їх роботи.*

#### **Зміст роботи:**

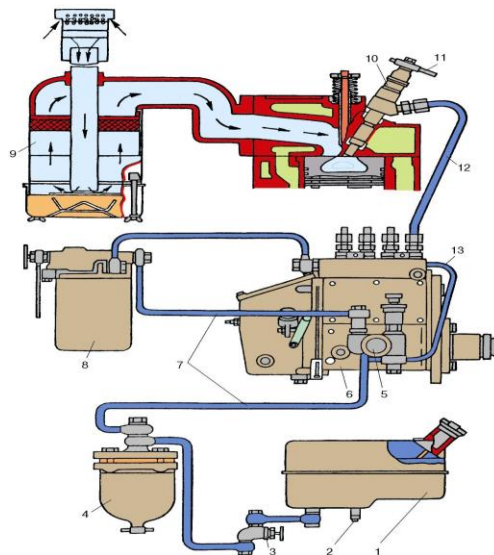
- класифікація, принцип дії та загальна будова системи живлення дизельних двигунів та інжекторних двигунів
- аналіз переваг та недоліків систем живлення дизельних та інжекторних двигунів
- технічне обслуговування елементів систем живлення дизельних та інжекторних двигунів.

**Агрегати системи живлення дизельних двигунів.** Система живлення служить для подачі в циліндри двигуна очищеного повітря і розпиленого палива. На рис. 3.1. наведено схему системи живлення дизеля. Паливо з бака 1 через фільтр 4 грубої очистки засмоктується підкачувальним насосом 5, потім, пройшовши фільтр 8 тонкої очистки, подається в паливний насос 6. Паливонадходить під високим тиском у форсунки 10 із секції паливного насоса.

**Фільтри грубої очистки.** 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 подачу палива і чіткість відсічки форсунок, ускладнюють 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 дизелях застосовують фільтри грубої і тонкої очистки.

*Фільтри грубої очистки* 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 дизелях установлюють фільтри типу ФГ, які відрізняються лише розмірами і пропускною здатністю. Законструкцією усі фільтри ФГ однакові (рис 3.2).

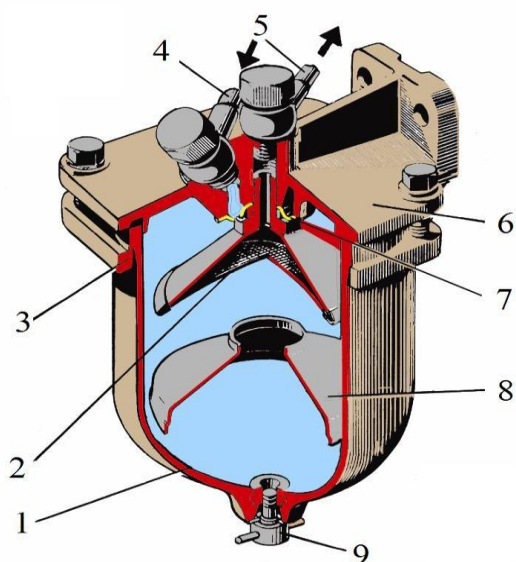


**Рис. 3.1. Схема системи живлення дизельного двигуна**

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1- паливний бак                  | 8 – фільтр тонкої очистки палива           |
| 2– зливний кран                  | 9 –повітряочисник                          |
| 3– витратний кран                | 10 –форсунка                               |
| 4– фільтр грубої очистки палива  | 11 –зливна трубка                          |
| 5– паливопідкачувальний насос    | 12 – паливопровід високого тиску           |
| 6– паливний насос високого тиску | 13 –трубка для перепуску надлишків палива. |
| 7– паливопроводи низького тиску  |  |

Паливо, яке засмоктується з бака трактора насосом через паливопровід 4 і порожнистий болт, заповнює кільцеву порожнину у корпусі (її порожнина розташована під розподільником 7) і через вісім отворів діаметром 2мм у розподільнику надходить у стакан 1. Паливо проходить, через кільцевий зазор між фільтруючим елементом 2 і стінкою стакана. Невелика його частина, різко змінюючи напрям, проходить через сітку фільтруючого елемента з отворами до 0,25 мм і центральний отвір й через трубопровід 5 спрямовується у підкачувальний насос. Основна частина палива, механічні домішки, краплі води за інерцією рухаються вниз, уздовж стінок стакана 1, у зону відстою по кільцевому

зазору між стаканом і заспокоювачем 8.



**Рис. 3.2. Фільтр грубої очистки палива:**

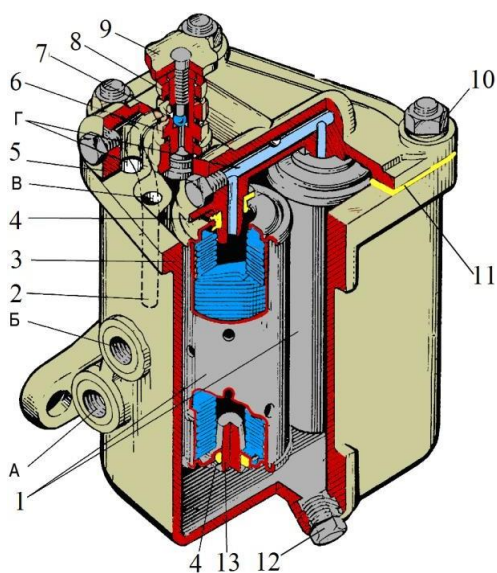
- 1– стакан;
- 2 – фільтруючий елемент;
- 3– кільце натискне;
- 4,5–паливопроводи;
- 6 –корпус;
- 7 —розподільник;
- 8 –засмоктувач;
- 9 –пробка отвору для зливу відстою палива.

Заспокоювач відділяє порожнину з циркулюючим паливом від зони відстою і забезпечує ефективну роботу фільтра при коливаннях і вібрації. У зоні відстою (при повороті пального на 180°) частинки механічних домішок і води осідають на дно стакану 1. Очищене паливо через центральний отвір заспокоювача надходить до сітки фільтруючого елемента. Відстій на дні стакану періодично зливається через отвір, закритий пробкою 9 у нижній частині фільтра.

**Фільтри тонкої очистки** призначені для очищення палива від дрібних механічних частинок. Найпоширеніші фільтри з паперовими фільтруючими елементами, які забезпечують високий ступінь очистки. Конструкцію фільтра тонкої очистки палива двигунів Д-240, Д-245 наведено на рис.3.3. У корпусі 3 встановлено три паперових фільтруючих елементи 1, які зверху і знизу ущільнені гумовими кільцями 4, а на корпусі фільтра — кришку 5 з продувним вентилям. Відстій з фільтра зливається через отвір у корпусі 3, закритий пробкою 12. Від підкачувального насоса паливо трубою низького тиску через отвір Б подається в корпус 3 фільтра тонкої очистки. По каналу фільтра неочищене паливо надходить у верхню частину фільтра. Під тиском, створюваним підкачувального помпою, паливо проходить через фільтруючі елементи 1. Очищене від дрібних механічних домішок і води, воно по каналах Г потрапляє до отвору А і далі — до головки паливного насоса. Продувний вентиль складається з деталей 6, 7, 8 і 9 і призначений для випуску повітря з паливної системи двигуна. При відкручуванні вентиля 9 голка звільняє кульку 7, що відходить від свого гнізда, і через відкритий отвір порожнина корпусу фільтра сполучається із зовнішнім повітрям. Змішане з повітрям паливо

зливається назовні через повітропровідну трубку 2.

*Підкачувальні насоси.* Для забезпечення рівномірної подачі палива з бака до паливного насоса і подолання гідравлічного опору фільтрів застосовують підкачувальний насос (помпу) – (рис. 3.4). Для видалення повітря із системи живлення перед пуском і для заповнення системи паливом після складання помпа обладнана ручним підкачувальним насосом. На тракторних дизелях застосовують поршневі насоси, привод яких здійснюється від ексцентрика кулачкового вала ПНВТ.



А–отвір для відведення очищеного палива

Б–отвір для підведення неочищеного палива

**Рис. 3.3. Фільтр тонкої очистки палива односекційний**

- 1 – фільтруючі елементи;
- 2 – трубка для відведення повітря;
- 3 – корпус;
- 4 – кільце ущільнювальне; 5 – кришка;
- 6 – штуцер вентеля;
- 7 – кульковий клапан;
- 8, 10 – гайки;
- 2 – вентель.

11 – прокладка

12 – пробка зливного отвору

13 – ущільнювач

В – канал для підведення неочищеного палива

Г – канал для відведення очищеного палива

*Система очищення повітря.* Система очищення повітря обмежує попадання в циліндри двигуна пилу, кількість якої у повітрі визначається багатьма факторами, у тому числі і видом сільськогосподарських робіт, машино-тракторним агрегатом, типом тракторного рушія і кліматичними умовами праці. В 1 м<sup>3</sup> повітря може бути 0,0003... 1,5 г пилу, а в умовах значної запиленості – до 2 г/м<sup>3</sup>. При таких рівнях запиленості, в середньому, за одну зміну (8... 10 годин) роботи трактора МТЗ-80, в циліндри двигуна Д-240 може потрапити більше 2 кг пилу, а трактора ХТЗ-17021 до 4 кг. Пилинки мають розміри від десятих часток мікрона до сотень мікрон і складаються на 75% з кремнезему, який, потрапляючи в двигун, призводить до інтенсивного спрацювання деталей кривошипно-шатунного механізму та інших деталей. Найбільше спрацьовується

дзеркало циліндрів, поршневі кільця, поршні, шийки колінчастого вала, вкладиші та ін. Якщо повітря не очищати, спрацювання тертьових поверхонь двигуна може зростати у 5...10 разів. Інтенсивність спрацювання деталей залежить від розмірів і властивостей абразиву. Найнебезпечніші частки з високою твердістю (кварцевий пил), у суміші з маслом вони діють як наждачна паста. Щоб уникнути попадання пилу в камеру згоряння, на тракторних двигунах встановлюють повітроочисники. За способом очищення їх поділяють на інерційні, фільтруючі і комбіновані (поєднаних двох перших).

Тракторні повітроочисники розраховані на очищення повітря підвищеної запиленості. Вони мають багатоступінчасту очистку і збільшену висоту розміщення повітрозабирача.

На тракторних і комбайнових дизелях застосовують дво- і тріступінчасті комбіновані повітроочисники. Тріступінчаста система очищення повітря застосовується на дизелях Д-120, Д-240, Д-37Е, Д-144 і СМД-31Т. На останніх дизелях СМД застосовується двоступінчаста система, яка забезпечує коефіцієнт очистки повітря 99,95%.

Очищення повітря на дизелях СМД відбувається у повітроочисниках сухого типу з фільтруючими елементами, паперовими фільтр-патронами, встановленими один в одній. На тракторному дизелі СМД-18Н застосовують повітроочисники з горизонтальним розміщенням фільтр-патронів а на дизелях типу СМД-60 з вертикальним.

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

Турбокомпресор складається з відцентрового компресора і газової турбіни. Відпрацьовані гази по випускному трубопроводу потрапляють у камеру газової турбіни, потім на лопаті робочого колеса 20 і примушують його обертатися разом з валом 26. Далі відпрацьовані гази викидаються в атмосферу через випускну трубу. 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 по випускному трубопроводу в циліндри двигуна, збільшуючи наповнення їх повітрям. Колеса турбіни і компресора на номінальному режимі роботи двигуна обертаються з частотою 45000...90000 хв<sup>1</sup>. Дизелі СМД-60, СМД-62 обладнані турбокомпресорами типу ТКР-11Н-1 з діаметром колеса компресора і турбіни 110 мм. Він складається з відцентрового

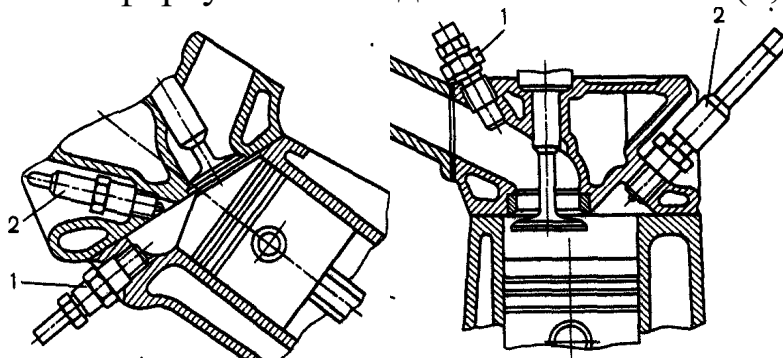
одноступінчастого компресора з лопатковим дифузором і радіальної доцентрової турбіни.

**Системи живлення інжекторних двигунів.** Конструкції бензинових двигунів з інжекторними системами живлення з'явилися у першій половині 1990-х років, майже повністю витіснили застарілі карбюраторні двигуни, перевершивши їх по багатьох параметрах: економічності, пускових властивостях тощо. Відсутність карбюратора знижує опір впускної системи, підвищує рівномірність розподілу палива по циліндрах і зменшує неоднорідність паливо-повітряної суміші, що надходить в циліндр двигуна. Це дозволяє підвищити ступінь стискування, а отже, літрову потужність і економічність двигуна.

Упорскуючі паливні системи класифікують за наступними ознаками:

- замісцем підведення палива;
- за способами подачі палива;
- регулювання кількості суміші.

На рис.3.4., а показано варіант безпосереднього впорскування бензину в циліндр форсункою 1 під тиском 3...3,8 Мпа. Займання паливної суміші відбувається за рахунок свічки запалювання 2. Інший випадок (рис. 3.4, б) характеризується тим, що у впускний трубопровід бензин впорскується форсункою 1 під низьким тиском (0,15...0,2 Мпа).

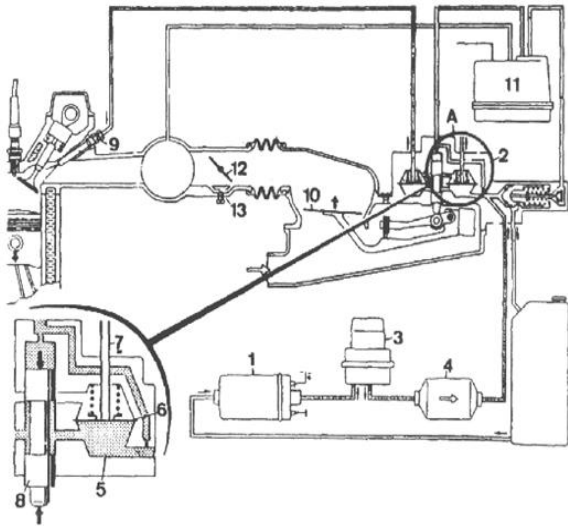


а

б

**Рис. 3.4. Розташування форсунок для впорскування бензину**

Система впорскування «К-Jetronic» (рис.3.5) представляє собою механічну систему постійного впорскування палива з форсунок, що встановлені перед впускними клапанами у впускному колекторі. Форсунка безупинно розпорошує паливо, що надходить під тиском. Тиск палива і його витрата залежить від навантаження двигуна, що характеризується розрідженням впускного колектора, а також від температури охолоджуючої рідини.



- 1 – насос;
- 2 – розподільник кількості палива,
- 3– накопичувач палива;
- 4–паливний фільтр;
- 5–камера розподільника;
- 6–мембранний клапан,
- 7–розпилювач;
- 8–плунжер;
- 9 – форсунка;
- 10– напорний диск;
- 11–регулятор проти тиску;
- 12–дросельна заслінка;
- 13- перепускний клапан холостого ходу.

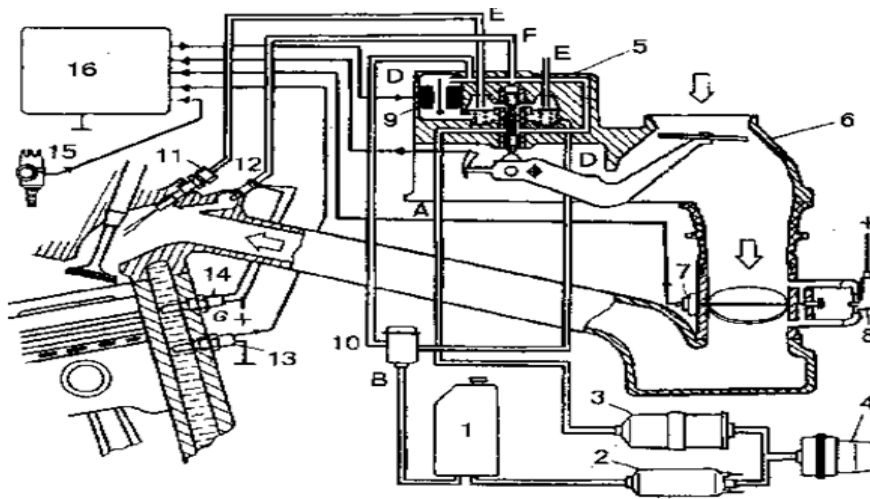
**Рис. 3.5. Схема системи впорскування «К-Jetronic»**

Контроль кількості повітря, що підводиться, постійно здійснюється витратоміром, а кількість палива, що впорскується строго пропорційно (1:14,7) кількості повітря, що поступає (за винятком ряду режимів роботи двигуна: пуск холодного двигуна, робота під повним навантаженням) і регулюється дозатором-розподільником палива. Кількість палива, що поступає до форсунок регулюється дозатором-розподільником, керованим витратоміром повітря та регулятором керуючого тиску. У свою чергу, регулятор керуючого тиску безпосередньо зв'язаний з елементами, що контролюють величину розрідження у впускному трубопроводі і температуру рідини системи охолодження двигуна.

Система впорскування «KE-Jetronic» (рис. 3.6) – це механічна система постійного впорскування палива, подібна системі «К-Jetronic», але з електронним блоком керування. В системі «KE-Jetronic» регулятор керуючого тиску замінений електрогідравлічним регулятором.

Система «KE-Jetronic» є подальшим розвитком системи «К-Jetronic». Вона дозволяє краще оптимізувати дозування палива. Цілі дозування–паливна економічність, зменшення токсичності відпрацьованих газів.





**Рис. 3.6. Схема системи впорскування «KE-Jetronic»**

- 1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – паливний фільтр; 4 – паливо-накопичувач; 5 – дозатор-розподільник кількості палива; 6 – витратомір повітря; 7 – вимикач положення дросельної заслінки; 8 – клапан додаткової подачі повітря; 9 – регулятор керуючого тиску (проти тиску); 10 – регулятор тиску палива в системі; 11 – форсунка (інжектор); 12 – пускова форсунка; 13 – датчик температури охолоджуючої рідини; 14 – термореле; 15 – датчик-розподільник; 16 – електронний блок керування.

*Система пуску.* Електронасос при пуску миттєво створює тиск у системі; пускова форсунка розпорошує паливо у впускний трубопровід, що забезпечує збагачення суміші і надійний запуск холодного двигуна. Час роботи пускової форсунки визначає також термореле.

Клапан відкриває доступ у впускний трубопровід додатковому повітрю, забезпечуючи тим самим збільшення частоти обертання колінчастого вала на холостому ході при прогріванні двигуна. Електронний блок, отримуючи поточну інформацію про частоту обертання колінчастого вала двигуна, корегує її, впливаючи на електромагнітний регулятор холостого ходу. Збагачення суміші в холодного двигуна здійснюється регулятором керуючого тиску 9, який зменшує проти тиску нижніх камерах диференціальних клапанів, при цьому біметалічна пластина регулятора відхиляється вправо. Збагачення суміші припиняється за сигналом датчика температури охолоджуючої рідини 13. Електронний блок керування отримує сигнал про поточну температуру двигуна і видає відповідну команду на електрогідравлічний регулятор керуючого тиску, який змінює керуючий тиск і тим самим – склад суміші.

### **Контрольні запитання:**

3.1. Чим відрізняються інжекторні двигуни від карбюраторних і дизелів?

3.2. Назвіть основні системи впорскування бензину у інжекторних двигунах.

3.3. Яка з систем впорскування є найбільш досконалою, поясніть чому?

3.4. Чому паливо впорскується в циліндр до приходу поршня у ВМТ?

3.5. Навіщо необхідно збільшувати кут випередження впорскування при збільшенні частоти обертання колінчастого вала?

3.6. Яку конструкцію мають паливні баки?

3.7. Як здійснюється вимір рівня палива?

3.8. Як здійснюється очистка палива у фільтрі грубої очистки?

3.9. Як здійснюється очистка палива у фільтрі тонкої очистки?

## **Практична робота №4**

### **Система охолодження та мащення двигунів**

*Час : 2 години*

*Мета: отримати знання по призначенню та принципу дії систем охолодження та мащення двигунів.*

**Зміст роботи:**

- призначення, будова та принцип роботи системи охолодження
- основні несправності системи рідинного охолодження
- призначення, будова та принцип роботи системи мащення.

**Призначення і принцип роботи системи охолодження.** При періодичному згорянні порцій палива в циліндрах поршневого двигуна, більша частка теплоти  $Q_T$ , що при цьому виділяється, неперетворюється в роботу і губиться. Зокрема, 10-15%  $Q_T$  безпосередньо нагріває поршні, циліндри і їх голівки. Крім того, близько 5-10%  $Q_T$  утворює так звану «потужність механічних втрат» двигуна, яка, внаслідок тертя його рухомих деталей, перетворюється в теплоту, що нагріває циліндри. Якби системи охолодження не було, то температура цих деталей стала б настільки високою, що міцність їх матеріалів неприпустимо знизиться, а їхні розміри неприпустимо спотворяться внаслідок теплового розширення. Крім того, ущільнення циліндрів за допомогою поршневих кілець стало б непрацездатним через повний випар масляної плівки. При сильному нагріванні голівок циліндрів і впускних каналів неприпустимо погіршується наповнення циліндрів свіжим зарядом, погіршуються дія приладів паливної системи і нормальний процес згорання. Тому поршневий або комбінований автотракторний двигун може надійно

працювати тільки при *нормальному тепловому режимі*.

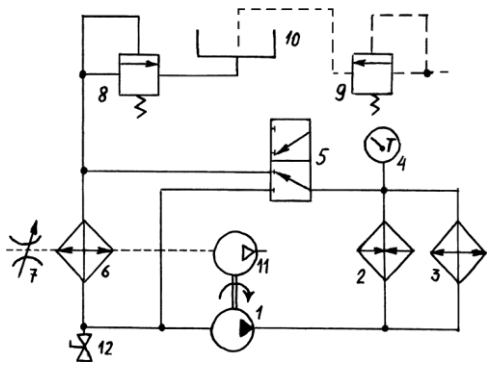
*Система охолодження* призначена для підтримки нормального теплового режиму двигуна, за допомогою безперервного відводу теплоти через стінки циліндрів, їхніх голівок і від інших нагрітих поверхонь у потік *охолоджувального середовища*.

Найбільш поширеними в автотракторних двигунах є *системи рідинного охолодження* (СРО), де застосовуються різні охолодні рідини (ОР): м'якавода, низькозастигаючі рідини (антифризи). У спеціальних випадках деталі двигунів можуть незалежно чи додатково охолоджуватися висококиплячими рідинами (паливом, маслом, натрієм). Залежність показників роботи і надійності двигуна від якості ОР є недоліком рідинного охолодження. Охолодження твердою водою (що містить більше 1 ммоль/кг солей твердості; 1 ммоль речовини містить близько  $6 \cdot 10^{20}$  її молекул) веде до відкладення тонкого шару нерозчинних солей («накипу») на охолоджуванних деталях двигуна та їх перегріву. Використання концентрату антифризу, не розведеного чистою водою, або дизельного палива в СРО може привести до перегріву деталей двигуна, розбухання гумових деталей і ущільнень, навіть пожежі (внаслідок витоку пальної рідини).

**Будова системи рідинного охолодження.** На рис.4.1 і 4.2 наведено принципову схему СРО і схему розташування її агрегатів (крім радіатора) на автотракторному V-образному дизелі ЯМЗ-236.

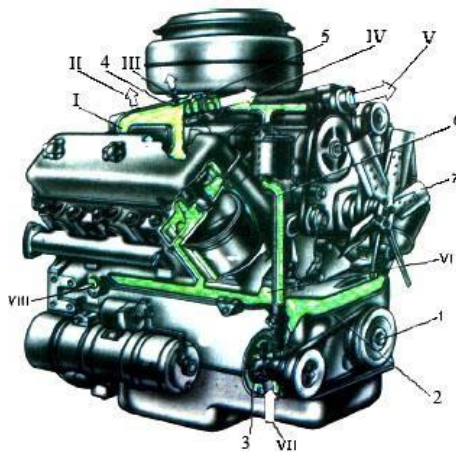
*Рідинний насос* (поз.1 на рис.4.1 і поз.3 на рис.4.2) звичайно лопатковий, відцентрового типу, і приводиться в обертання клинопасовою передачею від шківів колінчастого вала. При обертанні крильчатки робочого колеса насоса, завдяки формі її лопаток, виникає різниця тиску ОР між вхідним і вихідним перетинами патрубків насоса. Ця різниця (звичайно до 50 кПа) дорівнює гідравлічному опору рухові ОР через двигун і радіатор, а також інші агрегати, куди може подаватися ОР.

З насоса ОР нагнітається в розподільні канали, розташовані уздовж рядів циліндрів і між цими рядами (у V-образних двигунів). З цих каналів ОР рівномірно надходить у порожнині навколо гільз циліндрів двигуна, обтікаючи зовнішні поверхні гільз і відводячи від них теплоту.



- 1-насос,
- 2-двигун (джерело теплоти),
- 3-опалювач,
- 4-термометр,
- 5-термостат,
- 6-радіатор,
- 7-жалюзі,
- 8і 9- клапани паровий і повітряний,
- 10-розширювальний бак, 11-вентилятор,
- 12-зливальний кран;
- рух атмосферного повітря.

**Рис.4.1. Принципова схема замкнутої примусової СРО :**



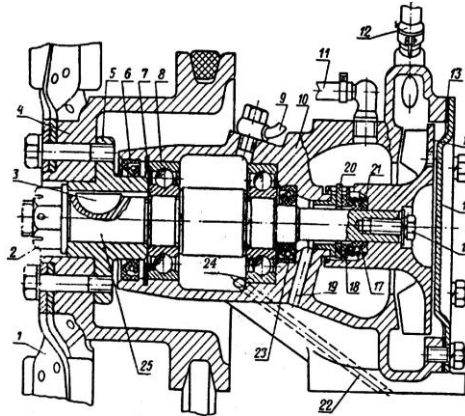
**Рис. 4.2. Розташування агрегатів і каналів замкнутої примусової СРО (радіатор повинний знаходитися праворуч від вентилятора):**

- |                      |   |
|----------------------|---|
| 1-колінчастий вал    | I- місце установки датчика термометра   |
| 2-розподільний канал | II- відвід ОР до опалювача кабіни   |
| 3-відцентровий насос | III - кран випуску повітря при заповненні системи (під час прогріву перед пусковим підігрівником) |
| 4-трубопровід        | IV і V-відвід ОР до радіатора   |
| 5-термостат          | VI-відвід ОР до компресора  |
| 6-перепускнатруба    | VII і VIII – підведення ОР відповідно з радіатора і перед пускового підігрівника                  |
| 7-вентилятор         |   |

Потім через суміжні отвори блоку і голівок циліндрів ОР надходить у порожнині голівок, відводячи теплоту від їхніх днищ, випускних каналів, а також дизельних форсунок. З голівок циліндрів двигуна ОР по збірних трубопроводах надходить до термостата, а відтіля, у залежності від температури, або відразу на вхід насоса, або в радіатор, де теплота

відводиться від ОР в атмосферу. З радіатора охолоджена ОР надходить в насос.

Корпус рідинного насоса встановлений на передній частині дизеля. Кулькові підшипники, на які спирається вал насоса, змазуються поновлюваним запасом пластичного мастила (дизель Д-240) або моторним маслом під тиском (дизель СМД-60). Опорна частина вала насоса ущільнена від влучення ОР за допомогою манжети і шайби; підтікання ОР з отвору 19 (рис.4.3) ознака зносу ущільнення підшипників насоса.



**Рис.4.3. Насос рідинний (СМД-60):**

- |                             |  |                       |
|-----------------------------|--|-----------------------|
| 1 – вентилятор              | 9 22–канали для підведення і відводу масла | 17 –манжета           |
| 2 – гайка                   | 10 –корпус                                 | 18 –обойма            |
| 3 – шпонка                  | 11 –трубопровід компресора, що відводить   | 19 –отвір контрольний |
| 4 –шків ведений             | 12 –відвідповітря                          | 20 –шайба ущільнення  |
| 5 –маточина                 | 13 – прокладка                             | 21 – пружина          |
| 6 23–сальники самопідтискні | 14 –колесонасоса                           | 25– вал               |
| 7 –кільце стопорне          | 15 – кришка                                |                       |
| 8 і 24–підшипники           | 16 – болт                                  |                       |

Приводний пас підтягується шляхом зміщення генератора (дизель Д-240) або натяжного ролика (дизель СМД-60) на відповідних опорних кронштейнах. Натяг паса перевіряють при ТО-1 трактора (через 60 мото-годроботи). Прогин середини галузі паса, що збігає, від поперечної сили 45...50 не повинний бути 10...15 мм (Д-240) або 8...14 мм (СМД-60).

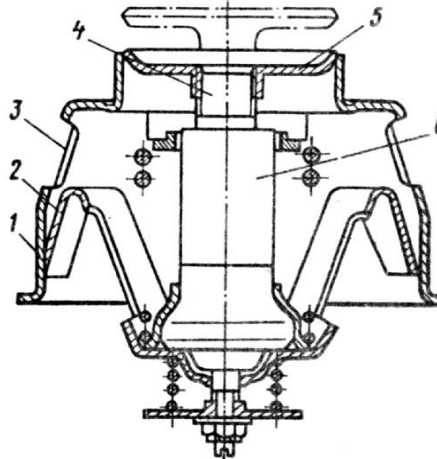
*Термостат* (конструкцію див. на рис. 4.4) необхідний для автоматичного регулювання температури ОР. Після пуску двигуна до моменту нагрівання ОР до 65-70° С основний клапан термостата закритий, і ОР не прокачується через радіатор, тому що двигун потрібно

швидше прогріти до нормального режиму (при недостатньо високій температурі деталей і ОР різко зростає знос двигуна, підвищене тертя). Після нагрівання ОР до 70-75 °С основний клапан відкривається, і при температурі вище 80-85° С він відкритий цілком, щоб увесь потік ОР прокачувався через радіатор і віддавав теплоту в атмосферу. Тому зупиняється подальше нагрівання ОР. СРО може працювати і без термостата, але при цьому сповільнюється прогрів двигуна і підвищується його знос.

**Рис. 4.4. Термостат (Д-**

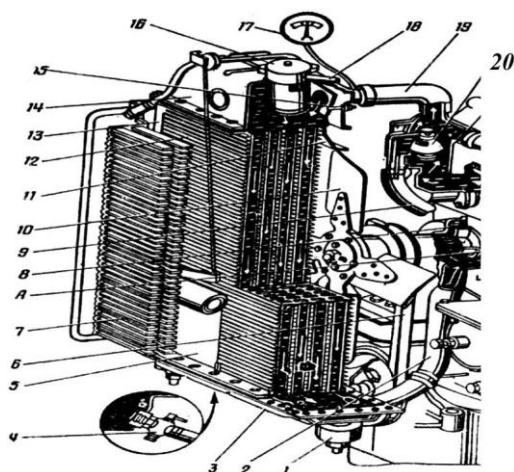
**240):**

- 1 – корпус,
- 2 і 5 – клапани допоміжний і основний,
- 3 – вікно,
- 4 і 6 – стрижень і корпус датчика



Дія термоста та заснована на тепловому розширенні робочої речовини «церезину», що знаходиться в гнучкій замкнутій оболонці («сильфоні»). Розширюючись при нагріванні ОР, церезин подовжує сильфон, з'єднаний із клапаном. При остиганні ОР відбувається зворотний процес і відкритий клапан закривається. На рис. 4.5 штриховими лініями показаний відкритий основний клапан 5 термостата. Хід штока дорівнює 8,5 мм і відбувається в інтервалі температури ОР  $(80...93) \pm 2^\circ \text{C}$ .

*Радіатор* СРО (поз. 6 на рис. 4.1; конструкцію див. на рис. 4.5) – це рідинно-повітряний теплообмінник, що складається з прийомного і вихідного бачків, між якими знаходиться «серцевина» з безліччю тонкостінних каналів для проходу ОР і атмосферного повітря. Площа поверхонь цих каналів може досягати декількох квадратних метрів (у кілька разів більше зовнішній площі двигуна), особливо з боку повітряного потоку.



**Рис.4.5. Радіатор і інші агрегати СРО (Д-240):**

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1–амортизатор  | 10–вентилятор           |
| 2–впускний патрубок  | 11–кожух                |
| 3 і 14–нижній і верхній бачки радіатора                    | 12–серцевина радіатора  |
| 4–зливальний кран  | 13–стійка               |
| 5–шторка   | 15–датчик               |
| 6–приводний пас  | 16–пробка               |
| 7–масляний радіатор  | 17–показчик температури |
| 8–насос  | 18–парова трубка        |
| 9 і 19–перепускний трубопровід і трубопровід, що відводить |                         |

Протікаючи через рідинні канали, ОР віддає теплоту потокові повітря, що у свою чергу рухається через повітряні канали «серцевини» радіатора. Законструкцією радіатори бувають частіше трубчасто-пластинчасті, рідше вони складаються з оребрених трубок. Ці трубки виготовлені з кольорових сплавів, що мають підвищений коефіцієнт теплопровідності. При використанні твердої води в трубках відкладається шар накипу, утруднюючи відвід теплоти від ОР (при цьому її температура підвищиться).

Радіатор трубчасто-пластинчастого типу (рис. 4.5, поз. 3, 12, 14) встановлений перед вентилятором СРО разом з масляним радіатором, закріплений у передній частині трактора на окремих опорах. З'єднаний із двигуном за допомогою гумових трубопроводів, ущільнених хомутами. Між масляним і рідинним радіаторами встановлена рухлива шторка 5, що прикривається оператором за допомогою тросового привода, коли дизель не прогрітий або працює зі значним недовантаженням, або якщо температура навколишнього повітря занадто низька. В інших випадках шторка повинна бути опущена і не утрудняти рух повітря через радіатор. Повітряні канали радіаторів необхідно періодично очищувати від пилу і

забруднень. Рівень охолодної води повинний бути не нижче 100 мм від верхнього обріза заливного патрубку радіатора; при використанні антифризу положення його рівня потрібно установити дещо нижчим, враховуючи те, що антифриз сильніше розширюється при нагріванні, чим вода. Потік атмосферного повітря через «серцевину» радіатора СРО створюється звичайно вентилятором, рідше – завдяки рухові автомобіля.

*Вентилятор* (поз. 11 на рис. 4.1 і поз. 7 на рис. 4.2; поз. 10 на рис. 4.5) – лопатева машина, що приводиться в обертання пасовою передачею або електродвигуном і встановлена на невеликій відстані від радіатора. Як і в рідинному насосі, при обертанні робочого колеса вентилятора виникає різниця тисків атмосферного повітря перед цим колесом і за ним, тому він нагнітається в повітряні канали «серцевини» і відводить теплоту від ОР, що тече у рідинних каналах. При цьому повітря помітно нагрівається.

Витрати енергії на привод вентилятора набагато вищі, ніж на привод рідинного насоса, тому вентилятор повинний працювати, тільки перешкоджаючи перегрівові ОР, а в інших випадках його варто відключати. Якщо такої можливості немає, то оператор може регулювати відведення теплоти від ОР вручну, за допомогою шторки або жалюзі радіатора, змінюючи прохідний перетин для повітря. Натягання приводного паса потрібно періодично контролювати, замасливання й ушкодження паса неприпустимі. Пароповітряний простір СРО знаходиться або у верхньому баці радіатора, або в окремому розширювальному бачку (поз. 10 на рис. 4.1), установленому вище рідинних порожнин двигуна. Сполучення системи з атмосферою відбувається через паровий і повітряний клапани (поз. 8 і 9). Поточний контроль за тепловим режимом двигуна здійснюється оператором за допомогою датчиків температури ОР, електрично з'єднаних з термометром і лампою аварійного перегріву на панелі приладів (див. на рис. 4.2 і поз. 15 на рис. 4.5).

### **Призначення, будова та класифікація систем мащення двигунів.**

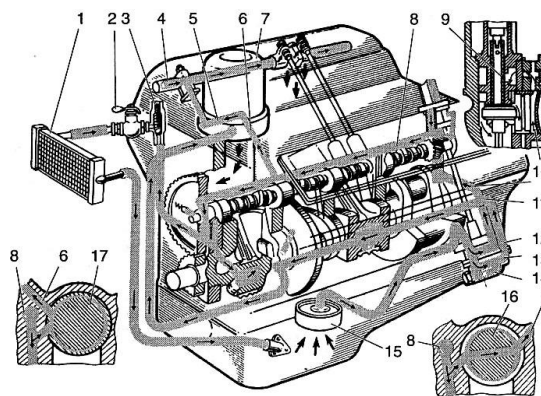
*Система мащення* забезпечує змащування тертьових поверхонь двигуна, подачу до них оливи. Крім того, мастило охолоджує деталі, що змащуються, й забирає тверді частинки, які утворюються внаслідок спрацьовування тертьових поверхонь, запобігає корозії деталей, зменшує зазори.

До системи мащення входять: оливний насос; фільтр (оливоочисник); оливний радіатор; стержень для вимірювання рівня оливи; контрольні прилади – датчик і показчик тиску оливи. Для забезпечення циркуляції оливи в картері, колінчастому й розподільному валах, коромислах



виконано спеціальні оливні канали. До системи мащення належать також пристрої для вентиляції картера. Залежно від способу підведення масла до тертьових поверхонь деталей системи мащення поділяються на три типи: система мащення розбризкуванням, система мащення під тиском і комбінована. На сучасних двигунах внутрішнього згоряння застосовується тільки комбінована система мащення, у якій найбільш навантажені деталі змащуються під тиском, а решта – спрямованим розбризкуванням оливи, котра витікає із зазору між спряженими деталями.

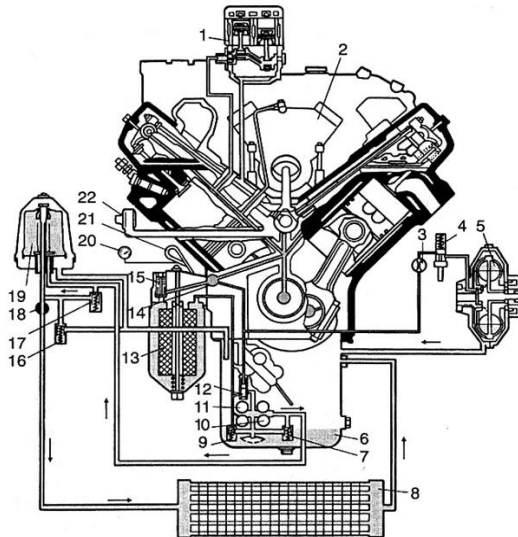
**Схема комбінованої системи мащення.** У двигуні ЗМЗ-66 (рис. 4.6) під тиском змащуються корінні й шатунні підшипники колінчастого вала, підшипники розподільного вала, осі коромисел, вал привода переривника-розподільника й оливного насоса. Циліндри, втулки верхніх головок шатунів, стержні клапанів, поршневі кільця, штовхачі та кулачки розподільного вала змащуються розбризкуванням оливи. Шестерні привода розподільного вала змащуються оливою, що стікає з фільтра очищення, а привод переривника-розподільника та його шестерні – оливою, яка надходить із порожнини, розташованої між п'ятою шийкою розподільного вала та заглушкою блока циліндрів.



**Рис. 4.6. Схема системи мащення двигуна ЗМЗ-66:**

1– оливний радіатор; 2– краноливного радіатора; 3 –запобіжний клапан; 4 – порожнина осі коромисел; 5 – канал у головці блока; 6 – канал у блоці; 7 – відцентровий фільтр; 8 – головна оливна лінія; 9 – отвір у корпусі розподільника; 10 – порожнина; 11 – оливна лінія фільтра відцентрової очистки; 12, 13 – відповідно основна й додаткова секції насоса; 14 – редуційний клапан; 15 – оливоприймач; 16, 17 – четверта й друга шийки розподільного вала.

У системі мащення передбачено оливний радіатор, що встановлюється перед радіатором системи охолодження й вмикається відкриванням крана на корпусі ліпшого фільтра. У двигуні автомобіля КамАЗ-740 (рис. 4.7) олива з піддона через приймач засмоктується в дві секції оливного насоса.

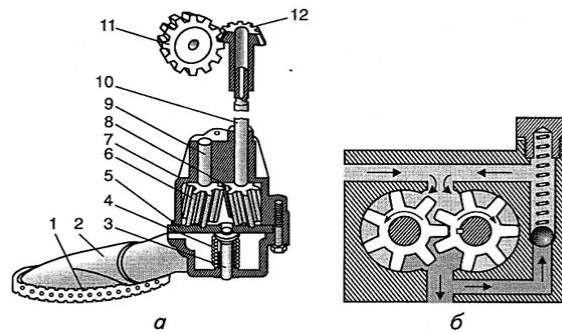


**Рис.4.7. Схема системи мащення дизеля КамАЗ-740:**

1–компресор; 2 –паливний насос високого тиску; 3–крану вмикання гідромурфи; 4 – термосиловий датчик; 5 – гідромурфта привода вентилятора; 6–піддон;7–запобіжний клапан радіаторної секції; 8–оливний радіатор; 9,12 –відповідно запобіжний та диференціальний клапани; 10, 11 – відповідно радіаторна й нагнітальна секції оливного насоса;13–повнопотоковий фільтр;14 – головна оливна лінія;15–перепускний кран фільтра;16–зливальний кран центрифуги;17– обмежувач;18–кран; 19–центрифуга; 20–манометр; 21 –щуп; 22 –сапун.

В передній стінці блока циліндрів олива спрямовується до підшипників паливного насоса високого тиску. З головної лінії олива під тиском подається в термосиловий датчик, який керує роботою муфти привода вентилятора залежно від температури рідини в системі охолодження. З радіаторної секції насоса олива надходить у фільтр відцентрового очищення й, проходячи через радіатор, зливається в піддон. Якщо кран оливного радіатора закритий, то олива з центрифуги зливається в піддон картера через зливальний клапан. Для створення найкращих умов мащення в системі має підтримуватися певний тиск: 0,2...0,4 МПа в легкових автомобілях, 0,4...0,6 МПа – у вантажних.

**Будова приладів системи мащення.** Оливний насос створює тиск оливи й забезпечує циркуляцію її в системі мащення. Шестеренчастий оливний насос двигуна автомобіля ВАЗ-2105 складається з корпусу 7 (рис. 4.8, а), в якому встановлено дві шестерні: ведучу 8 і ведену 6. Остання вільно обертається на осі 9, а першу жорстко закріплено на валу 10. На іншому кінці цього валарозміщена шестерня 12 вала привода, яка входить у зачеплення з гвинтовою шестернею 12 додаткового вала, що дістає обертання від колінчастого вала двигуна.



**Рис. 4.8. Шестеренчастий оливний насос двигуна автомобіля ВАЗ-2105:**

а – будова: 1 – сітчастий фільтр; 2 – оливоприймач; 3 – редуційний клапан; 4 – пружина клапана; 5 – кришка; 6, 8 – відповідно ведена й ведуча шестерні; 7 – корпус; 9 – вісь веденої шестерні; 10 – вал привода; 11 – шестерня привода; 12 – шестерня вала привода; б – принцип дії.

Щоб запобігти підвищенню тиску оливи понад допустиме значення, в корпусі оливного насоса встановлюють редуційний клапан 3. Під час роботи двигуна насос засмоктує оливу крізь сітчастий фільтр 1 оливоприймача 2 й подає її під тиском у вихідний отвір і далі каналом в оливний фільтр (рис. 4.1,б). У разі підвищення тиску в системі понад допустиме значення відкривається редуційний клапан, і частина оливи пропускається назад воливоприймач. У двигунах ЗИЛ-130, КамАЗ, ЗМЗ-53 встановлено фільтр відцентрової очистки з реактивним приводом (рис. 4.3). Фільтр складається з корпусу, на осі якого на підшипнику встановлено ротор із ковпаком. Знизу ротора розміщено два жиклери з отворами, спрямованими в різні боки, а також фільтрувальну сітку. Ковпак закріплено на осі ротора за допомогою гайки закрито зверху нерухомим кожухом із баранчиком. Ротор обертається під дією струменя оливи, що тиском викидається крізь два жиклери. Коли ротор обертається, важкі частинки, що забруднюють оливу, відкидаються на стінки ковпака й там осідають.

*Оливний радіатор* призначається для охолодження оливи, що нагрівається внаслідок стикання з гарячими деталями. У двигунах легкових автомобілів достатнє охолодження оливи забезпечується обдуванням піддона картера повітрям і вентиляцією картера. У важких умовах роботи двигунів вантажних автомобілів треба вмикати оливний радіатор. Наприклад, трубчастопластинчастий оливний радіатор вмикають, коли температура атмосферного повітря перевищує 20° С, а також у разі роботи автомобіля у важких дорожніх умовах. Оливний радіатор установлюється перед радіатором системи охолодження й умикається відкриванням крана на корпусі оливного фільтра.

*Вентиляція картера* потрібна для підтримання в ньому нормального

тиску й видалення парів бензину та газів, що прориваються крізь нещільності поршневих кілець і спричинюють корозію деталей, забруднення й розрідження оливи. Крім того, внаслідок потрапляння в картер відпрацьованих газів в ньому підвищується тиск, що призводить до руйнування ущільнень та появи підтікання оливи під час роботи двигуна. У розглядуваних двигунах вентиляція картера здійснюється примусово відведенням газів через витяжний шланг і повітроочисник у циліндри двигуна, де відбувається згоряння їх. Для очищення картерних газів від оливи та смол у системі вентиляції є фільтр і оливовіддільник.

*Корозійність і кислотне число* показують здатність масла викликати корозію сплавів кольорових металів.

Для поліпшення якості масел до них додають у незначних кількостях спеціальні речовини, які називаються присадками. Їх поділяють на такі групи:

- 1) в'язкісні, що підвищують в'язкість і поліпшують в'язкісно-температурні властивості масел;
- 2) депресатори, що знижують температуру застигання масел;
- 3) антиокисні, що перешкоджають утворенню в маслі сполук, які викликають корозію металів;
- 4) багато функціональні, які одночасно поліпшують мийні, антикорозійні та інші властивості масла.

#### **Класифікація по групам масел:**

- А – нефорсовані бензинові двигуни і дизелі;
- Б – для малофорсованих двигунів (ступінь стиску від 6 до 8);
- В – для середньофорсованих двигунів (ступінь стиску від 8 до 10);
- Г – для високофорсованих двигунів (ступінь стиску від 10 до 12);
- Д – для високофорсованих двигунів, які працюють в більш важких умовах ніж Г (двигуни з наддувом);
- Е – високофорсовані двигуни, які працюють в більш важких умовах ніж Д і Г (спортивний авто).

*По в'язкості мастила.* Масла мають такі класи вязкості 8, 10, 12, 16, 18, 20. В'язкість вимірюється в сантистоксах при 100 С. Чим менше число, тим масло густіше. Взимку рекомендовано застосовувати мастило з меншою в'язкістю (наприклад 10,12), а влітку з більшою в'язкістю (8).

*Масла позначаються:* М-10Г1. Індекс 1 означає, що масло призначене для карбюраторних двигунів, 2 – для дизельних. Дане масло означає що М – моторне, 10 клас в'язкості мастила Г1 для високофорсованих карбюраторних двигунів. Також є всесезонні масла. Наприклад М-8/10 Г1. Це маркування означає, що влітку масло має властивості як масло класу

8, а взимку класу 10. За кордоном прийнято класифікувати масла по в'язкості за системою, розробленою Товариством автомобільних інженерів США (Society of Automotive Engineers – SAE). Наприклад, масла мають таке маркування 5W-40, 10W-40 і т.п. Масла автомобільних двигунів можуть бути мінеральними, синтетичними і напівсинтетичними. Для мащення двигунів треба застосовувати масла тільки тих марок, які рекомендує завод-виробник.

*Трансмiсійні масла.* Для мащення силової передачі тракторозастосовують рідке масло, яке за своїми властивостями відрізняється від масел, що застосовуються для мащення двигунів.

*Консистентні мастила* застосовують для мащення тих механізмів трактора, до яких безперервно подавати рідке масло важко або на яких рідке масло не удержується. Ці мастила застосовують також для захисту поверхонь від корозії. Консистентні мастила поділяються на два класи: універсальні мастила і спеціальні, призначені для мащення тільки певних вузлів машин. В марках універсальних мастил застосовують такі позначення: У – універсальне; Н – низькоплавке, що має температуру краплепадіння до 65° С; С – середньо-плавке, що має температуру краплепадіння в межах 65 – 100° С; Т – тугоплавке з температурою краплепадіння більше 100° С; В – водостійке; М – морозостійке; с – синтетичне.

### **Контрольні питання**

- 4.1. Чим зумовлена потреба змащувати тертьові деталі двигуна?
- 4.2. Яка будова системи мащення?
- 4.3. Як здійснюється мащення деталей багаточиліндрових двигунів?
- 4.4. Для чого призначається та як побудований оливний насос?
- 4.5. Який принцип дії шестеренчастого двосекційного масляного насоса дизеля КамАЗ-740?
- 4.6. Яку будову мають оливні фільтри та як вони діють?
- 4.7. Які основні властивості масла?
- 4.8. Яка класифікація масел по групам?
- 4.9. Закордонна класифікація масел.
- 4.10. Призначення і принцип дії радіатора.

## Модуль 2.

### Трансмiсія тракторiв та автомобiлiв. Ходова частина тракторiв та автомобiлiв.

#### Практична робота №5 Трансмiсія тракторiв та автомобiлiв

**Час :** 2 години

**Мета:** отримати знання по призначенню та класифікації трансмісії тракторів та автомобілів, вимоги до них, принцип дії.

**Зміст роботи:**

- вивчити класифікацію, принцип дії та загальну будову трансмісії тракторів та автомобілів;
- вміти аналізувати переваги та недоліки трансмісій, які використовуються в тракторах та автомобілях.
- оволодіти знаннями технічного обслуговування елементів трансмісії тракторів та автомобілів.

**Класифікація трансмісій.** Трансмiсія слугує для плавного зрушення з мiсця трактора або автомобiля, змiни його швидкостi i напрямку руху (вперед або назад), забезпечення тривалої зупинки без вимикання двигуна, здiйснення або полегшення повороту, а також для передачі крутного моменту робочим органам, які агрегатуються з трактором сiльськогосподарських машин та приводу робочого устаткування.

По способу трансформації обертального руху розрізняють ступеневі, безступеневі і комбіновані трансмісії.

За принципом дії трансмісії можуть бути механічними, гiдравлічними, електричними або комбінованими (гiдромеханічними, електромеханічними і ін.).

Основні показники трансмісії будь-якого типу – коефіцієнти трансформації, корисної дії, передатне відношення.

Коефіцієнт трансформації

$$k = \frac{M}{M_E} . \quad (5.1)$$

Передатне відношення:

$$i = \frac{\omega}{\omega_E} . \quad (5.2)$$

Коефіцієнт корисної дії

$$\eta_{TP} = \frac{M \cdot \omega}{M_E \cdot \omega_E}, \quad (5.3)$$

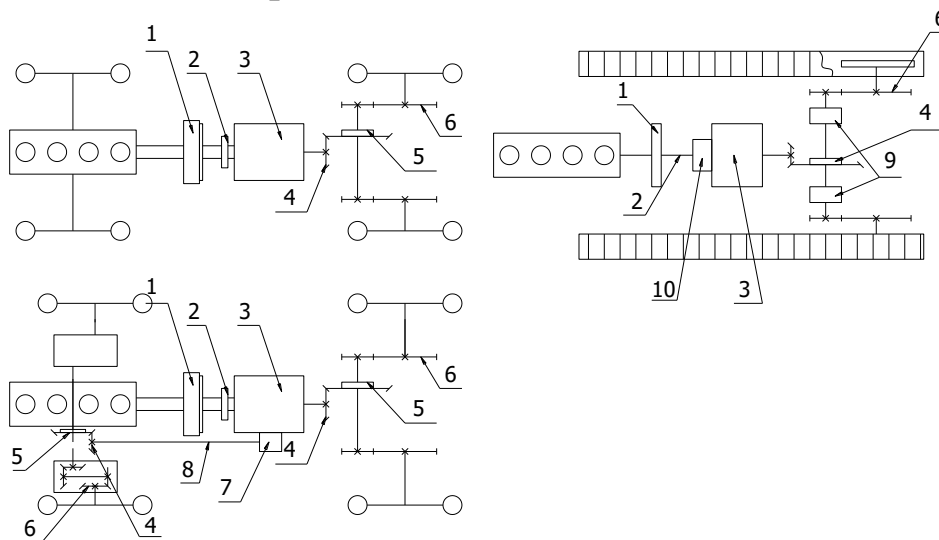
де  $M$  і  $M_E$  – крутні моменти усіх ведучих коліс (зірочок гусениць) і колінчастого вала  $kH \cdot m$ ;  $\omega$ ,  $\omega_E$  – кутові швидкості ведучих коліс (зірочок гусениць) і колінчастого вала,  $c^{-1}$ .

*Ступеневі трансмісії* забезпечують кілька постійних передатних відносин  $i_1, i_2, \dots, i_n$  при постійному значенні кутової швидкості  $\omega_E$ . При ступеневій трансмісії існують такі режими, в яких неможливо використовувати потужність двигуна в повному обсязі.

*Безступеневі трансмісії* забезпечують безперервність і автоматичність зміни крутного моменту. Вони дозволяють на будь-якому режимі повніше використовувати потужність двигуна. Однак безступеневі трансмісії більш складні по конструкції та мають менший ККД.

*Комбіновані трансмісії* представляють собою поєднання ступеневих передач з безступеневим регулюванням крутного моменту у межах однієї передачі. Вони дозволяють розширити діапазон регулювання крутного моменту і зберегти переваги безступеневої трансмісії.

*Механічна трансмісія* складається з механічних пристроїв, передач і складальних одиниць. До неї входять: муфта зчеплення 1 (рис. 5.1), проміжне з'єднання 2, коробка передач 3, головна передача 4, диференціал 5, кінцеві передачі 6.



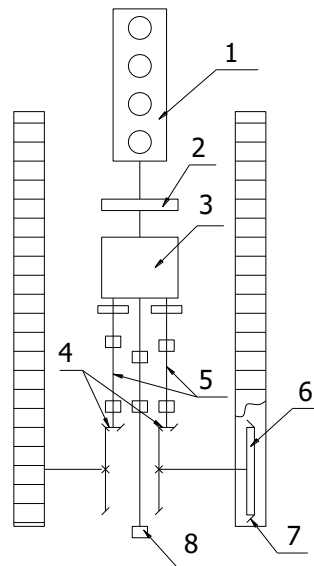
**Рис. 5.1. Схема трансмісій тракторів:**

1 – муфта зчеплення; 2 – проміжне з'єднання; 3 – коробка передач; 4 – головна передача; 5 – диференціал; 6 – кінцева передача; 7 – роздаточна коробка; 8 – карданна передача; 9 – механізм повороту; 10 – спеціальний механізм

У колісних тракторах з обома ведучими мостами (типу МТЗ-82)

додатково встановлюють роздавальну коробку 7, карданну передачу 8, а також головну передачу, диференціал і кінцеві передачі переднього ведучого моста. Гусеничні трактори оснащують механізмами повороту 9 і при необхідності збільшувачем крутного моменту ходозменшувачем і ін.

*Електрична трансмісія* складається з генератора постійного струму, якір якого приводиться в обертання від двигуна внутрішнього згоряння. Електрична енергія по кабелях надходить до тягових електродвигунів, що встановлюють у ведучих колесах або зірочках, і приводить їх в обертання. Переваги цієї трансмісії – легкість передачі енергії і безступеневість регулювання, недоліки – низький ККД, велика маса агрегатів, порівняно висока вартість.



**Рис. 5.2. Схема трансмісії трактора:**

1 – двигун; 2 – муфта зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – головні передачі; 5 – карданні передачі; 6 – кінцеві передачі; 7 – ведуча зірочка; 8 – редуктор ВВП

*Гідравлічна трансмісія*, як основний елемент має гідравлічну передачу. Під гідравлічною передачею розуміють пристрій, призначений для передачі механічної енергії за допомогою рідини. Гідравлічні передачі поділяють на гідростатичні (та об’ємні) і гідродинамічні.

Гідравлічна трансмісія з гідростатичною передачею складається з насоса, привід якого здійснюється від двигуна, розподільного пристрою, гідроліній і моторів, розташованих у ведучих колесах. Така трансмісія дозволяє безступенево у великому діапазоні регулювати частоту обертання ведучих коліс трактора або автомобіля. До недоліків цієї трансмісії варто віднести низький ККД, велику масу агрегатів.

*Гідромеханічна трансмісія* складається з механічної трансмісії і гідродинамічної передачі: гідромуфти або гідротрансформатора.



Гідродинамічна передача заснована на використанні кінетичної енергії рідини, тобто передачі енергії за рахунок динамічного напору рідини. Переваги цієї трансмісії: безступінчасте регулювання швидкості руху в межах ступеня, менші динамічні навантаження на деталі трансмісії, кращий розгін і добра плавність руху. До недоліків такої трансмісії варто віднести порівняно невисокий ККД, складність конструкції і велику масу.

*Електромеханічна трансмісія* відрізняється від механічної тим, що замість коробки передач встановлена електрична передача, що складається з генератора й електродвигуна постійного струму. Електрична передача, як і гідродинамічна, автоматично і безступенево змінює крутний момент і швидкість руху відповідно до опорів руху. Однак цій трансмісії властиві низький ККД, більша маса і велика вартість.

**Застосування трансмісій.** Механічні ступеневі трансмісії широко застосовують на тракторах Т-25А, МТЗ-80, МТЗ-82, Т-70С, ДТ-75МВ, Т-4А, Т-130М і більшості автомобілів.

Електричні і гідравлічні трансмісії з гідростатичною передачею на вітчизняних тракторах і автомобілях застосовують дуже рідко. Наприклад, автопоїзд-вуглевіз Белаз-7420-9590 і автомобілі-самоскиди Белаз-75191, Белаз-549С мають електричні трансмісії.

Гідромеханічні трансмісії з гідродинамічною передачею (гідротрансформатором) встановлені на тракторах ДТ-175С, К-702, Т-330 і автомобілях: легковому ЗИЛ-4104; автобусах ЛАЗ-4202, ЛиАЗ-677М; тягачах БелАЗ-531, МАЗ-537 і ін.; самоскидах БелАЗ-548С, БелАЗ-7510 і ін., МоАЗ-6507.

Електромеханічні трансмісії використовують на промислових тракторах ДЕТ-250.

**Конструктивні особливості трансмісій** того самого типу істотно залежать від виду енергетичного засобу (трактор або автомобіль), типу рушія (колісного або гусеничний) і числа ведучих коліс.

Трансмісії гусеничних тракторів по конструкції складніші трансмісій колісних тракторів, тому що вони містять у собі додатково правий і лівий механізми повороту, що створюють різні крутні моменти на ведучих зірочках. На тракторах застосовують планетарні механізми повороту (ДТ-175С, ДТ-75МВ, Т-4А) і механізми повороту з багатодисковими фрикційними муфтами (Т-70С, Т-130).

На відміну від усіх гусеничних тракторів особливу конструкцію трансмісії має трактор Т-150. У трансмісію цього трактора входить коробки передач 3 (рис. 5.2), що має два вторинних (вихідних) вали. Кінці цих валів за допомогою карданних передач 5 з'єднані з двома головними

передачами 4. Від головних передач обертання передається на ведучий вал далі на праву і ліву ведучі зірочки 7 через кінцеві передачі 6, що представляють собою планетарні механізми. У трансмісії трактора Т-150 відсутній механізм повороту, функцію якого виконує коробка передач з роздільним гідравлічним приводом вторинних валів.

Відмінна риса трансмісій тракторів у порівнянні багатьма трансмісіями автомобілів – передача механічної енергії від двигуна не одним, а двома або трьома потоками. Крім передачі крутного моменту на ведучі колеса або зірочки, він передається до валу відбору потужності (ВВП) для приводу робочих органів сільськогосподарських машин, а також до насосів у гідроприводі сільськогосподарських машин.

### **Контрольні питання**

- 5.1. Переваги та недоліки різних типів трансмісій.
- 5.2. Області застосування різних типів трансмісій.
- 5.3. Особливості трансмісій тракторів порівняно з трансмісіями автомобілів.
- 5.4. Типи механізмів повороту гусеничних тракторів.
- 5.5. Класифікація трансмісій.
- 5.6. Основні показники трансмісії.
- 5.7. Конструктивні особливості трансмісій.
- 5.8. Призначення трансмісії.

### **Практична робота №6**

#### **Ходова частина тракторів та автомобілів.**

*Час : 2 години*

*Мета: отримати необхідні знання про призначення та будову ходової частини автомобілів.*

**Зміст звіту :**

1. Основні елементи ходової частини та їх призначення;
2. Аналіз конструкції.

**Основні елементи ходової частини та їх призначення.** Рушії автомобілів – колеса з пневматичними шинами. По виконуваних функціях колеса поділяють на ведучі, відомі, керовані і комбіновані (одночасно ведучі і керовані). У більшості автомобілів задні колеса – ведучі, передні – відомі керовані. Повноприводні автомобілі мають передні комбіновані колеса, а неповноприводні – два відомих керованих і інші ведучі колеса. Передні і задні колеса однакового розміру. Як правило, у вантажних

автомобілях передні колеса одинарні, задні через велике навантаження здвоєні, а в повноприводних автомобілів передні і задні колеса одинарні.

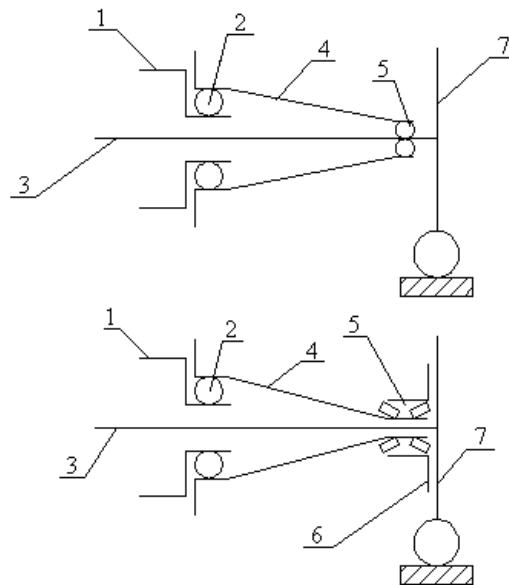
Автомобільні колеса можуть бути дисковими і бездисковими. Дискове колесо вантажного автомобіля має розбірний плоский обід, що складається з безпосередньо обода 3 (рис. 6.1), нерозрізного бортового кільця 1 і розрізного замкового кільця 2. Пневматичну шину вільно надягають на плоский обід, установлюють бортове кільце, що закріплюють замковим кільцем, утримуваним від випадання шиною під тиском стиснутого повітря.

Бездискові колеса складаються з обода і пневматичної шини. Обід 1 (рис. 6.1, г) колеса має конічні поверхні, що забезпечують щільну посадку шини, і постачений нерозрізним бортовим 3 і розрізним замковим 2 кільцями. Колеса такої конструкції встановлені на автомобілях КамАЗ–5320. Обід бездискових коліс автомобілів Урал–4320 постачений двома нерозрізними бортовими (по обидва боки шини) і одним розрізним замковим кільцями. Рушій взаємодіє з опорною поверхнею і перетворює підведене трансмісією обертальний рух у поступальний рух трактора або автомобіля по необхідній траєкторії. Розрізняють колісні, гусеничні і напівгусеничні рушії. Колісний рушій – це колеса з пневматичними шинами. У гусеничного рушія опорні ковзанки котяться по гладкому штучному шляху, що утвориться нескінченним гусеничним ланцюгом. Велика площа опори гусеничного ланцюга забезпечує гарне зчеплення з ґрунтом, що дозволяє підвищити стискальні зусилля, знизити тиск на ґрунт і поліпшити прохідність у порівнянні з колісними рушіями.

*Рама* (кістяк) – це несуча система, за допомогою якої з'єднуються всі частини трактора або автомобіля в єдине ціле. Кістяки поділяють на *рамні, напіврами і безрамні*.

У першому випадку кістяком служить рама, що може бути лонжеронною (з подовжніх балок) або хребтовою. Рамні кістяки застосовують на усіх вантажних автомобілях, гусеничних тракторах, а також на деяких легкових автомобілях і колісних тракторах. Напіврамний остов утворений корпусами трансмісії і двома подовжніми балками для установки двигуна, з'єднаними попереду поперечним боягузом. Такий кістяк застосований на колісних тракторах «Беларусь». Безрамний кістяк утворюють з'єднані між собою в загальну тверду систему картери двигуна, муфти зчеплення, коробки передач і заднього моста (трактор Т–25А), або їм служить кузов легкового автомобіля («Жигулі», «Москвич»). Підвіска з'єднує балки мостів з рамою або кузовом і служить для зм'якшення поштовхів і ударів при русі і підвищення плавності ходу. Підвіска

колісних тракторів і автомобілів може бути залежного або незалежної, а сільськогосподарського гусеничного тракторів – напівтвердої або пружної.



**Рис. 6.1. Типи валів ведучих коліс:**

1 – корпус диференціала; 2, 5 – підшипники; 3 – вал; 4 – балка ведучого моста; 6 – фланець вала; 7 – ступиця колеса

Пневматичні шини служать для забезпечення достатнього зчеплення з дорогою, зм'якшення ударів, сприйманих колесом, і зниження шуму при русі автомобіля.

Основна частина покритишки – каркас, що складається з декількох шарів (від 4 до 14) прогумованого корду і гумових прошарків. Корд являє собою особливу тканину з кручених ниток різних волокон (бавовни, віскози, капрону, нейлону, лавсану) або сталевого дроту (металлокорд). Брекер зв'язує каркас із протектором і складається з декількох шарів гумокорда.

По конструкції каркаса і брекера шини поділяють на діагональні і радіальні. У діагональних шин нитки корду (у каркаса і брекера) у суміжних шарах перехрещуються. При цьому кут нахилу ниток посередині бігової доріжки в каркасі і брекері складає  $45\text{...}60^\circ$ . У радіальних шинах кут нахилу ниток корду каркаса дорівнює нулеві, а кут нахилу ниток корду брекера – не менш  $65^\circ$ . Радіальні шини мають менше число шарів корду каркаса через кращу роботу його в ниток. Радіальна шина більш еластична, має стовщений протектор зі збільшеною глибиною малюнка. Їй властиві менші опір коченню і теплотворення і, як наслідок цього, більший термін служби і максимальна швидкість. Довговічність

автомобільних шин частіше обмежується зносом протектора – товстого верхнього гумового шару покриття, взаємодіючого з дорогою. Протектор має малюнок у виді виступів, ребер і канавок.

*Камера* – це герметична тороподібна гумова трубка з вентиляем, через який накачують і випускають повітря, а також перевіряють тиск повітря в шині. Безкамерна шина має усередині покриття привулканізований шар гуми, а місця стику покриття з обідом колеса ущільнені бортовою стрічкою. Шина зі знімним протектором радіальна, із трьома знімними протекторними кільцями. Знімні кільця замінюють при зносі або при необхідності установити протектор з новим видом малюнка.

Шини з регульованим тиском застосовують на автомобілях підвищеної прохідності. Централізоване підкачування шин виробляється компресором. Повітря надходить у повітряний балон із запобіжним клапаном, з нього через кран керування по трубопроводах і шлангам – до запірних повітряних кранів коліс, а від них – до шин. При відкритих запірних кранах коліс і установці крана керування в положення «Збільшення тиску» повітря під тиском надходить у шини. При їзді по важкопрохідним дорогам (заболочена місцевість, сніжна цілина, піски і т.п.) тиск повітря в шинах знижують до 0,05...0,07 МПа.

*Позначення шини* являє собою сукупність цифр і букв на бічній поверхні. Перше число означає ширину профілю шини, друге – внутрішній діаметр по ободу. Шини вантажних автомобілів мають подвійне позначення: у міліметрах і дюймах (у дужках). Наприклад, діагональні шини автомобіля ГАЗ–53–12 мають, позначення 240–508 (8,25–20), а радіальні – 240–508Р (8,25К20).

Автомобільні шини класифікують по наступних ознаках: *по призначенню* – легкових і вантажних автомобілів; *по способу герметизації* – камерного і безкамерні; *за формою профілю* – звичайного профілю (відношення висоти профілю шини до його ширини понад 0,89, а відношення ширини профілю обіду колеса до ширини профілю шини 0,65...0,76), широкопрофільні (відносини відповідно 0,6...0,9 і 0,76...0,86), низькопрофільні (відповідно 0,7...0,88 і 0,69...0,76), зверхнизькопрофільні (відповідно 0,70 і 0,69...0,76), аркові (відповідно 0,39...0,50 і 0,9... 1,0), пневмокати (відповідно 0,25...0,39 і 0,9...1,0); *по габаритах* – крупно- (ширина профілю 350 мм і більш), середньо- (ширина профілю 200...350 мм, посадковий діаметр не менш 457 мм) і малогабаритні (ширина профілю не більш 260 мм, посадковий діаметр не більш 457 мм); *по внутрішньому тиску* – високого (більш 0,6 МПа), низького (0,15...0,6 МПа) і наднизького (0,07...0,14 МПа) тиску.

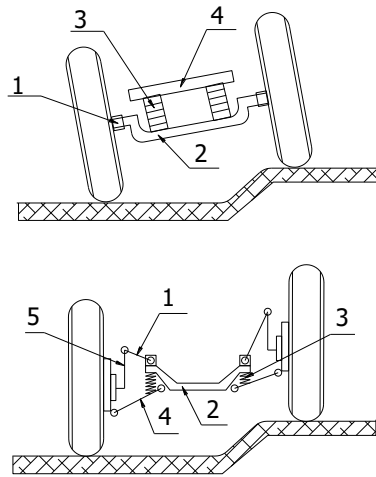
На кожній шині вказують буквенний індекс заводу-виготовлювача, місяць і рік випуску, серійний номер. Наприклад, У86123456 означає Кіровський шинний завод, травень 1986 р., номер 123456.

Остов вантажного автомобіля – рама, на якій закріплені всі складальні одиниці. На вантажних автомобілях застосовують лонжеронні рами, що складаються з двох подовжніх балок (лонжеронів), з'єднаних поперечками. Балки і поперечки виготовляють зі спеціальних сталевих профілів. У зонах підвищених навантажень подовжні балки можуть мати більш високий профіль. Іноді в цих зонах їх підсилюють місцевими вставками, косинками, розкосами. На подовжніх балках маються кронштейни для кріплення двигуна, підвіски, амортизаторів, підніжок, запасного колеса. До цих кронштейнів попереду кріплять передній буфер, а до задньої поперечки – тягово-зчіпний пристрій для буксирування причепів. Така конструкція забезпечує високі міцність і твердість рами при невеликій її масі.

Остов легкового автомобіля – суцільнометалевий безрамний кузов несучої конструкції, до якого кріплять усі складові частини, або рама (УАЗ–3151).

Підвіска автомобіля служить для забезпечення плавності ходу автомобіля, а також для передачі на кістяк сили, що штовхає, від ведучих коліс і сприйняття реактивного моменту при гальмуванні. Підвіска може бути залежною і незалежною. При *залежній* підвісці колеса знаходяться на одній загальній твердій балці або корпусі заднього моста і переміщення коліс взаємозалежні. При *незалежній* підвісці коливання одного з коліс моста не викликають коливань іншого, тому що кожне колесо окремо від, іншого з'єднується з кістяком автомобіля. Як пружні елементи підвіски використовують ресори, циліндричні пружини, торсіони (металеві стрижні, що працюють на скручування). Підвіски можуть бути також пневматичні і гідропневматичні, що використовують пружні властивості повітря і рідини (рис.6.2).

Залежну підвіску застосовують на вантажних автомобілях, використовуючи як пружний елемент у передній підвісці одинарні ресори, а в задньої – ресори з підресорниками. У тривісних автомобілях установлюють балансирні підвіски для проміжних і заднього ведучих мостів: мости качаються на шарнірно з'єднаних з ними і ресорами балансирних важелях. На легкових автомобілях залежну підвіску мають задні (ведучі) мости з пружними елементами – ресорами («Москвич–2140», ГАЗ–24 і ГАЗ–3102 «Волга») або пружинами (ВАЗ–2101, ВАЗ–2103 «Жигулі»).



**Рис. 6.2. Схема підвісок трактора і автомобіля.**

Незалежну пружинну підвіску використовують звичайно для передніх коліс легкових автомобілів. Розрізняють шкворневу і безшкворневу незалежні підвіски.

*Амортизатори.* Ніж м'якше пружний елемент підвіски, тим менше ударів і поштовхів передають колеса від нерівностей дороги рамі або кузовові автомобіля. Однак м'які пружні елементи мають велику амплітуду коливань, що загасають більш тривалий час. Для швидкого гасіння коливань підресорених мас на автомобілях застосовують спеціальні пристрої, названі амортизаторами. На всіх легкових автомобілях і більшості передніх підвісок вантажних автомобілів установлюють телескопічні амортизатори гідравлічного типу.

Гідравлічні амортизатори заповнюють спеціальною рідиною, в'язкість якої мало залежить від температури навколишнього середовища. Коливальні рухи можна представити, що складаються з ходу стиску пружного елемента і ходу віддачі. За принципом дії амортизатори поділяють на одно- і двосторонні. Однобічні амортизатори гасять коливання лише під час ходу віддачі, а двосторонні поглинають енергію коливань як при ході стиску, так і при ході віддачі. На сучасних автомобілях застосовують амортизатори двосторонньої дії.

Автомобілі розрізняються по числу коліс, а трактори, крім того, по розмірах передніх і задніх коліс. Загальне число коліс тракторів – чотири, рідше – три. Окремі спеціалізовані моделі (наприклад, болотохідні) виконуються шестиколісними. Автомобілі мають чотири або шість коліс. У залежності від виконуваних функцій колеса підрозділяються на ведучі, відомі і керовані. *Ведучі* колеса передають зусилля і моменти, що діють між мостами й опорною поверхнею, і підводимий від двигуна крутного моменту. *Ведені* колеса передають зусилля і моменти, що діють між

мостами й опорною поверхнею. *Керовані* колеса змінюють напрямок руху трактора (автомобіля) за допомогою рульового керування.

### **Питання для контролю.**

- 6.1. Які елементи входять в склад ходової частини?
- 6.2. Які типи остовів використовуються на автомобілях?
- 6.3. Які типи коліс використовуються на автомобілях?
- 6.4. Який тиск повітря встановлюють в колесах автомобілів?
- 6.5. Призначення амортизаторів.
- 6.6. Принцип дії амортизаторів.
- 6.7. Які типи підвісок використовуються на автомобілях?



## Модуль 3-4

### Робоче та допоміжне обладнання тракторів та автомобілів

#### Практична робота №7

### Робоче та допоміжне обладнання тракторів та автомобілів

*Час : 2 години*

*Мета: отримати знання агрегування сільськогосподарських машин та знарядь; способами з'єднання машин та тракторів в агрегат; способами передачі енергії від трактора до машини.*

#### **Зміст звіту:**

– класифікація, призначення та конструкція валів відбору потужності, способи з'єднання машини та тракторів в агрегат;  
– аналіз способів передачі енергії від трактора до машин;  
– конструкція, робота та технічне обслуговування робочого обладнання.

**Класифікація, призначення та конструкція валів відбору потужності, способи з'єднання машини та тракторів в агрегат.** Трактори як мобільні енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва призначені для передачі агрегуємим машинам обертального і поступального руху і гідравлічного потоку, а гідравлічний потік – за допомогою гідросистеми відбору потужності (ГСВП).

До робочого устаткування трактора відносяться гідравлічна начіпна система, причіпні пристрої і гаки, вали відбору потужності і приводний шків.

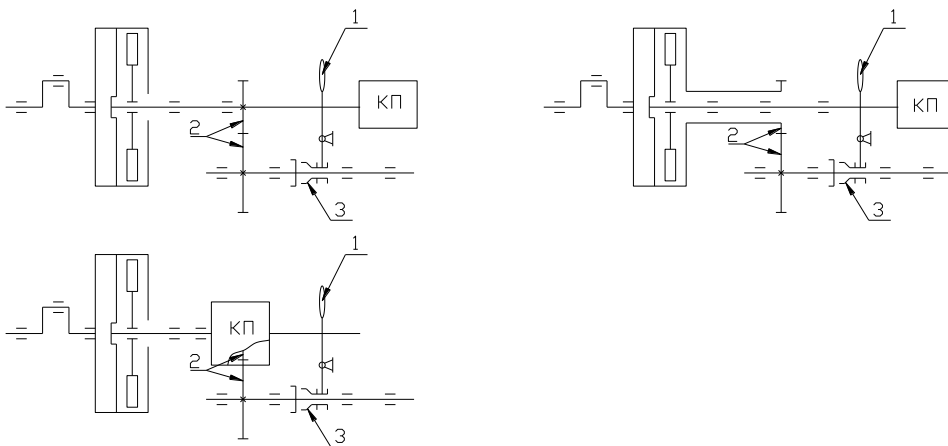
*Причіпний пристрій* служить для буксирування причіпних машин і розташовується позаду трактора; воно дозволяє регулювати точку причепа в горизонтальній площині, а в більшості тракторів і по висоті. Причіпний пристрій складається з причіпної скоби, закріпленої в кронштейнах кістяка трактора, і причіпної серги, приєднаної до скоби штирем. Щоб можна було змінювати положення причіпної серги, на скобі вправо і уліво від подовжньої осі трактора зроблені отвори. У більшості тракторів, постачених начіпним пристроєм, причіпний скобу із сергою зміцнюють на кінцях подовжніх тяг начіпного пристрою, а висоту точки причепа регулюють за допомогою начіпної системи. Для роботи з одноосьовими причепами трактори обладнують *причіпними гідрофікованими гаками*.

*Приводні шкиви* встановлюють на колісні універсально-просапні трактори. Шків використовується для приводу від тракторного двигуна

через пасову передачу різних стаціонарних машин.

Приводний шків установлюють на тракторах для приводу через пасову передачу стаціонарних шин. Шків розміщують звичайно з або збоку трактора з приводом відповідно від заднього ВОМ або вала коробки передач.

Приводний шків тракторів МТЗ-80, МТЗ-100 являє собою конічний одноступінчатий редуктор з передаточним числом 1,64, розташований на кришці планетарного редуктора МОМ. Шків приводиться в обертання від хвостовика ВВП (рис.7.1).



**Рис. 7.1. Схеми привода валів відбору потужності:**

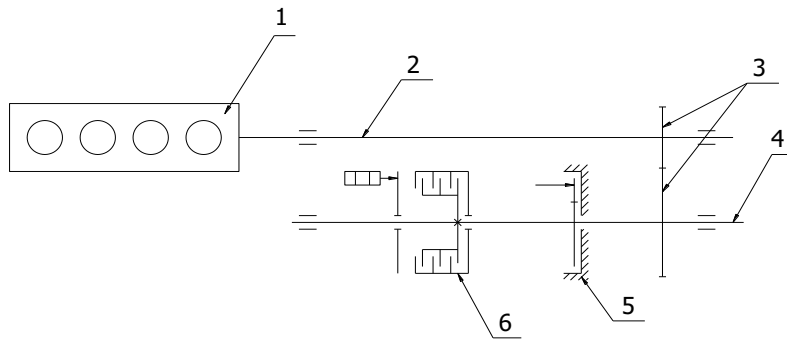
1 – важіль; 2 – зубчасте колесо; 3 – зубчата муфта

У рукаві 1 на двох шарикопідшипниках встановлене ведуче конічне зубчасте колесо з валом, що має внутрішні шліци під хвостовик ВОМ. Відоме конічне зубчасте колесо разом з валом обертається на двох шарикопідшипниках у корпусі 4. На шліцевому хвостовику цього вала встановлений і закріплений корончатою гайкою шків 5.

*Гідропідйомник* кузова автомобіля-самоскида або самосвального причепа призначений для повороту кузова на одну з трьох його сторін на кут до  $60^\circ$  з попереднім підйомом або без нього. Самосвальні кузова тракті причепів перекидаються на кожну з трьох сторін або тільки праворуч, або ліворуч за допомогою телескопічного гідроциліндра, що підключається до висновків гідроприводу механізму навішення трактора.

*Вал відбору потужності (ВВП)* призначений для приводу робочих органів агрегатуємих із тракторами пересувних або стаціонарних машин. Машини, що приводяться в дію ВВП, відрізняються великою розмаїтістю, як по виконуваних технологічних процесах, так і по робочих режимах і розташуванню щодо трактора. Особливості агрегування трактора з різними машинами визначили необхідність оснащення

тракторів, особливо універсальних, валами відбору потужності різних типів.



**Рис. 7.2. Кінематична схема валу відбору потужності трактора Т-150К:**

1 – ДВЗ; 2 – ведучий вал; 3 – шестерні редуктора; 4 – вторинний вал; 5 – дискове гальмо; 6 – багатодискова гідравлічна фрикційна муфта.

По місцю розташування на тракторі ВВП можуть бути *задніми, бічним і передніми* (рис.7.2). Найбільш поширені задні ВВП — їх мають усі трактори, за винятком самохідного шасі Т-16М. Універсальні колісні трактори обладнані, крім заднього, бічним ВВП (МТЗ-80/82, Т-40М и ін.). По швидкісному режимі розрізняють ВВП з *постійною і перемінною частотою обертання (синхронні)*.

У ВВП першого типу частота обертання не залежить від включення передачі і завжди постійна за умови, що частота обертання двигуна незмінна:  $n = const$ . Приводи багатьох сільськогосподарських машин розраховані на певну частоту обертання ВВП, інакше їх не можна було б агрегатувати із тракторами, двигуни яких мають різні частоти обертання. Стандартом установлені для ВВП два режими роботи: з частотою обертання  $540 \pm 15$  об/хв і  $1000$  об/хв при номінальній частоті обертання двигуна. Для забезпечення цих режимів у приводі ВВП установлюють узгоджуючі редуктори. Сталість швидкісного режиму ВВП не завжди може задовольнити умови агрегування трактора з машиною. Для приводу культиваторів-рослинопоживлювачів, сівалок необхідно, щоб швидкість обертання висіваючих апаратів була співмірна зі швидкістю руху трактора. Синхронізована (узгоджена) частота обертання ВВП потрібна, наприклад, при передачі частини потужності двигуна причепові з ведучим мостом і ін. Цим вимогам задовольняє ВВП другого типу (синхронний), частота обертання якого пропорційна поступальній швидкості трактора, тобто залежить від передаточного числа включеної передачі. У якості синхронних ВВП використовуються приводи валів трансмісії, наприклад у трактора Т-25А – зовнішніх фланців півосей

ведучих коліс (бічний синхронний ВВП). Передачу обертання до ВВП і керування його роботою виконує привід. Привід ВВП поєднує вали, підшипники, шестірні, муфти, редуктори й інші пристрої. Приводи ВВП підрозділяються на *залежні, незалежні і частково залежні*. Якщо ВВП приводиться в обертання безпосередньо від колінчатого вала, тобто має свою трансмісію, це не залежить від коробки передач. Такий ВВП називається *незалежним*, його можна включати і виключати на ходу трактора і під час зупинки при працюючому двигуні (МТЗ-80/82, Т-150К, К-701).

*Частково незалежні* ВВП відрізняються від незалежних тем, що можуть включатися і виключатися при зупиненому тракторі, але не допускають переключень на ходу трактора. Такий привід ВВП забезпечується конструкцією двухпоточного зчеплення зі суміщеним приводом. Комбінований механізм відбору потужності (МВП) складається з незалежного і синхронного МВП. Усі ВВП мають шлицеві вихідні кінці (хвостовики) зі стандартними розмірами для приєднання шарніра карданної передачі приводу робочих органів агрегатируемых машин. Усі ВВП (крім синхронних) обертаються по годинниковій стрілці, якщо дивитися в напрямку руху трактора. З розумінь безпеки хвостовики ВВП закривають кришками і захисними кожухами. Трактори МТЗ-80/82 обладнані заднім і бічним валами відбору потужності. На тракторах Т-150 та Т-150К ВВП розташований позаду, має незалежний привід і розрахований на дві частоти обертання: 540 та 1000 об/хв. Механізм ВВП складається з редуктора, гідропідтискної муфти, гальма, масляного насоса, карданного вала і системи, керування. Кузова автомобілів призначені для розміщення різних вантажів, пасажирів або спеціального устаткування.

*По типі кузова вантажні* автомобілі бувають загального призначення (з кузовами у виді вантажної бортової платформи) і спеціалізовані (самоскиди, цистерни, фургони й ін.).

*Кузова легкових автомобілів* можуть бути наступних типів: седан – чотирьох дверний кузов із двома або трьома рядами сидінь; лімузин – кузов седан з перегородкою, що відокремлює пасажирів від водія; купе – двух дверний кузов з одним або двома рядами сидінь; фаєтон – кузов з м'яким складним верхом і знімними боковинами; кабріолет – кузов з відкидуючоюся задньою стінкою і частиною даху; універсал – кузов грузопасажирського автомобіля з двома або чотирма дверима і люком позаду; спорт – двомісний кузов із закритим або відкритим верхом. Автобуси мають закритий каркасний кузов вагонного типу.

Кузов загального призначення вантажного автомобіля призначений для розміщення і перевезення різноманітних вантажів і являє собою дерев'яну або металеву платформу. Кузов більшості автомобілів-самоскидів перекидається (повертається) тільки назад без попереднього підйому, а в автомобіля САЗ-3502 – з попереднім підйомом. Кузов автомобілів-самоскидів сільськогосподарського призначення (ГАЗ-САЗ-53Б, ЗИЛ-ММЗ-554М, Камаз-55102) перекидається без попереднього підйому на кожну з трьох сторін: праворуч, ліворуч або назад.

Самоскидні кузова тракторних причепів перекидаються на кожну з трьох сторін або тільки праворуч або ліворуч за допомогою телескопічного гідроциліндра, що підключається до висновків гідроприводу механізму навішення трактора. Перенос цих форм руху визначає конструкцію механізмів відбору потужності, що складають основу робочого устаткування. Для передачі обертального руху на тракторах застосовують вали відбору потужності (ВВП) з механізмами їхнього приводу і приводні шківні. Поступальний рух передається через причіпні пристрої (буксирний гак, скоба із сергою), механізми навішення трактора.

*Гідрофікований гак* використовують при роботі тракторів з одноосьовими причепами, навозорозкидачами й іншими машинами, що створюють не тільки подовжнього і бічну, але і нормальну навантаження. Гідрофікований гак у порівнянні з розглянутими раніше причіпними пристроями здатний витримувати велике нормальне навантаження.

Вал відбору потужності (ВВП) – це відомий (вихідний) вал механізму відбору потужності (МВП) обертального руху. По місцю розташування на тракторі розрізняють задні, бічні і передні ВВП. Задній ВВП звичайно розташовують у корпусі заднього моста трактора, а МВП – разом з механізмами трансмісії. Бічний ВВП розміщують у спеціальному корпусі, що зміцнюється на корпусі коробки передач.

Розрізняють ВВП з постійною і перемінною частотою обертання. Робочі органи збиральних, ґрунтообробних і деяких інших машин повинні мати постійну частоту обертання, а таких машин, як сівалки, саджалки, розкидачі – частоту обертання, пропорційної або синхронну поступальної швидкості руху трактора. Установлено наступні два значення номінальної частоти обертання ВВП:  $540$  і  $1000 \text{ хв}^{-1}$  при номінальній частоті обертання колінчатого вала дизеля. По способу приводу ВВП поділяють на *залежні, незалежні, напівнезалежні, синхронні і комбіновані*. Незалежний МВП відрізняється від напівнезалежного тем, що для керування ВВП при русі і зупинці трактора встановлюють додаткову фрикційну муфту або

планетарний редуктор.

*Буксирний пристрій.* На передніх кінцях подовжніх балок рами вантажних автомобілів установлюють гаки для буксирування несправного автомобіля. Для з'єднання автомобіля з причепом у задній поперечці рами, посиленої розкосами, розташовують буксирні пристрої.

Лебідка, установлювана на повноприводних вантажних автомобілях, призначена для самовитаскування і підтягування автомобілів і причепів на важкопрохідних ділянках. Лебідка приводиться в дію від роздавальної коробки через додаткову коробку відбору потужності і три карданних вали з проміжними опорами. Тросоукладчик забезпечує правильне укладання троса на барабані. Він складається з ходового гвинта, напрямних роликів і валиків. Ходовий гвинт приводиться в обертання ланцюговою передачею від зірочки, установленної на валі барабана.

Для включення лебідки важелі коробки передач і роздавальної коробки встановлюють у нейтральне положення. Для підтягування вантажу включають передачу заднього ходу в коробці передач, а при самовитаскуванні – знижену передачу в роздавальній коробці і першій передачі в коробці передач.

### **Контрольні питання.**

- 7.1. Що таке «начіпка» трактора?
- 7.2. Для чого призначена гідроначіпна система трактора?
- 7.3. Що відноситься до робочого обладнання трактора?
- 7.4. Призначення ВВП.
- 7.5. Призначення причіпного пристрою трактора.
- 7.6. Переваги незалежного приводу ВВП.
- 7.7. Перерахуйте робочі пристрої автомобіля.
- 7.8. Класифікація ВВП.
- 7.9. Типи кузовів вантажних автомобілів.
- 7.10. Які типи кузовів легкових автомобілів?
- 7.11. Робоче обладнання автомобілів.

## Модуль 5 Машини для обробітку ґрунту

### Практична робота №8 Ґрунтообробні машини

**Час :** 2 години

**Мета:** вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації знарядь для основного обробітку ґрунту.

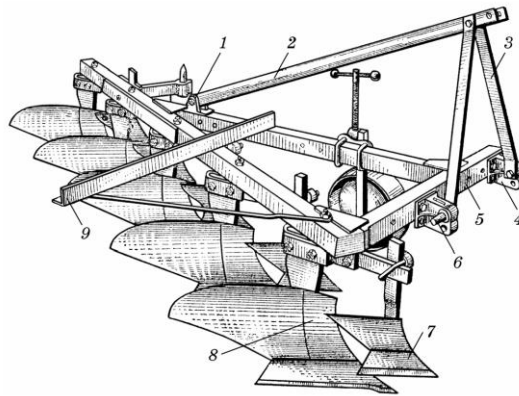
#### **Зміст роботи:**

1. Призначення ґрунтообробних знарядь.
2. Конструктивно-функціональні схеми ґрунтообробних знарядь (лемішні плуги, напівначепні та начепні плуги).
3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню ґрунтообробних знарядь.
4. Основні технологічні характеристики знарядь.
5. Розв'язок задачі.

**Призначення ґрунтообробних знарядь.** У сільському господарстві України нині широко застосовують три-, чотири-, п'яти-, семи- і восьмикорпусні начіпні плуги загального призначення. Їх поступово змінюють плуги нового покоління – модульні, оборотні, зі змінною шириною захвату тощо. В нових плугах, як і в класичних базових моделях, залишається незмінною значна частина технологічних параметрів та конструктивних елементів.

**Плуг п'ятикорпусний начіпний ПЛН-5-35** (П – плуг; Л – лемішний; Н – начіпний; 5 – кількість корпусів; 35 – ширина захвату одного корпусу, см) призначений для оранки ґрунту з питомим опором до  $0,9 \text{ кг/см}^2$  на глибину до 25 см. Під питомим опором ґрунту розуміють опір у ньютонках, що чинить робочим органам плуга скиба ґрунту поперечним перерізом  $1 \text{ м}^2$  і виражається в паскалях. Плуг агрегують з тракторами тягового класу 3. Начіпний плуг ПЛН-5-35 загального призначення (рис. 8.1) складається з рами 5, корпусу 8, передплужників 7, дискового ножа, опорного колеса з регулювальним гвинтом, причепа 9 для борін. Рама плуга є основою, до якої прикріплені всі робочі органи, опорне колесо та пристрої – начіпний і для причіплювання борін. Плуг ПЛН-5-35 має трикутну раму 5, зварену з труб прямокутного перерізу. До переднього бруса рами приєднані кронштейни 4 начіпного пристрою, до яких прикріплені пальці 6 і нижні кінці стояків 3. Верхні кінці стояків з'єднані

з верхнім кінцем розкосу 2. Нижній кінець розкосу приєднаний до кронштейна 1, який кріпиться до поздовжнього бруса рами.



**Рис. 8.1. Плуг п'ятикорпусний начіпний ПЛН-5-35:**

1 – кронштейн; 2 – розкіс; 3 – стояк; 4 – переставний кронштейн; 5 – рама; 6 – палець; 7 – передплужник; 8 – корпус; 9 – причіп для борін.

Робочими органами плуга є дисковий ніж, передплужник і корпус. Корпус складається з лемеша, полиці і польової дошки. Всі ці деталі прикріплені до башмака, а башмак – до стовби. Плуг комплектують культурними корпусами та передплужниками. Дисковий ніж обертається на шарикопідшипниках, а опорне колесо – на конічних роликотпідшипниках. Опорне колесо підтримує плуг у робочому положенні, забезпечуючи стійкість його ходу. Зміною положення колеса по висоті регулюють глибину оранки. На передньому брусі рами є дванадцять отворів – по шість для кріплення кожного кронштейна 4.

При агрегуванні з тракторами ДТ-175М кронштейни 4 кріплять на отворах 1; 3 і 7; 9, а при агрегуванні з трактором Т-150 – на отворах 2; 4 і 8; 10, тобто із зміщенням уліво від першого отвору на 60 мм. Якщо плуг агрегують із трактором Т-150К, то кронштейни 4 кріплять на отворах 4; 6 і 10; 12, а кронштейн 1 – на поздовжньому брусі. Для агрегування плуга ПЛН-5-35 начіпну систему трактора монтують за двоточковою схемою, змістивши систему вправо від поздовжньої осі трактора: для ДТ-175М і Т-150 на 60 мм, а для Т-150К, ХТЗ-17021 – на 150 мм.

Різновиди плугів представлені в табл.8.1 та 8.2.

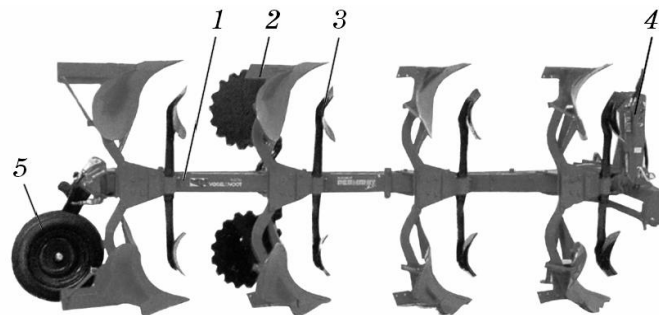
**Плуг оборотний VN-Euromat** (рис. 8.2) фірми *Vogel &Noot* має чотири пари корпусів зі змінною шириною захвату одного корпусу 32...44 см. Призначений для виконання полицевої гладенької оранки ґрунту на глибину до 30 см під культури I та II технологічних груп. Агрегується з тракторами класу 2 та 3. Він складається з рами 1, встановлених на ній парами (ліво- та правообертальних) корпусів 2 та передплужників 3 механізму для приєднання плуга до трактора й обертання рами (башту) 4 та опорно-транспортного колеса 5.



Таблиця 8.1

**Технічна характеристика плугів загального призначення**

Показники	Модель			
	ПУМ-3-40	ПЛН-5-35	ПНЯ-4-42	ПНУ-8-40
Продуктивність, га/год	0,6...1,2	0,87...2,10	1,2...1,5	1,9...3,6
Ширина захвату, м	1,05...1,35	1,76...1,78	1,74	2,80...4,0
Глибина обробітку, см	18...25	18...30	25...35	18...25
Робоча швидкість, км/год	6...9	5...12	6...9	6...9
Маса, кг	530	800	1050	3300
Агрегатується з тракторами тягового класу, кН	1,4	3,0	3,	5,0

**Рис. 8.2. Оборотний плуг VN-Euromat:**

1 – рама; 2 – пара корпусів; 3 – пара передплужників; 4 – башта; 5 – перекидне опорно-транспортне колесо.

Таблиця 8.2

**Технічна характеристика оборотних плугів**

Показники	Модель				
	Vogel&Noot M 850	Vogel&Noot M 950 ST	Vogel&Noot M 1020 ST Vario	Hektor 1000 Vario	Hektor 1000
Кількість корпусів, шт	4	4	3	8	9
Ширина захвату на корпус, см	32/36/40/45	36/40/44/48	32/52	32/52	36/40/44/48
Висота рами, см	72/78	72/78	72/78	76/78	76/82
Між колісний просвіт, мм	950...1500	1150...1700	1150...1700	1110...1700	1110...1700
Максимальна потужність трактора, кВт	88	88	88	176	176
Маса, кг	885	1100	970	3790	3880
Виготівник	Vogel&Noot, Австрія, Amazone, ФРН				

**Розрахунок основних технологічних показників машин для основного обробітку ґрунту.** Максимальну допустиму глибину оранки можна визначити з виразу:

$$a_{\max} = \frac{v}{k}, \quad (8.1)$$

де  $v$  – ширина захвату корпусу плуга, м;

$k$  – співвідношення ширини захвату корпуса до глибини оранки.

Чисельне значення  $k$  для плугів: загального призначення з культурними і напівгвинтовими відвалами – 1,3...1,8; з гвинтовими відвалами – 1,75...2,2; чагарниково-болотних плугів – 2...3; плантажних плугів – 0,83...0,9; при оранці з передплужниками – 1,0...1,1.

Тяговий опір плугів можна визначити за раціональною формулою акад. В.П. Горячкіна:

$$P_x = fG + (k_1av + \varepsilon av^2)n, \quad (8.2)$$

де  $f$  – коефіцієнт, що є аналогічним коефіцієнту тертя ґрунту зі сталлю: для стерні – 0,5; для конюшини – 1,0;

$G$  – сила тяжіння плуга, Н;

$a$  – глибина оранки,

$v$  – ширина захвату плуга, м;

$k_1$  – коефіцієнт питомого опору ґрунту; для легких ґрунтів (піщаних і супіщаних) – 20...30 кПа; для середніх ґрунтів (легкі і середні суглинки) – 35...55 кПа; для важких ґрунтів (важкі суглинки) – 55...80 кПа; для дуже важких ґрунтів (сильно задеревілих та глинистих підвищеної вологості) – 80...130 кПа;

$\varepsilon$  – коефіцієнт, що характеризує форму робочої поверхні корпуса плуга та властивостей ґрунтів: 1,5...3,0 кН·с<sup>2</sup>·м<sup>-4</sup>;

$n$  – кількість корпусів;

$v$  – швидкість руху агрегату, м/с.

**Завдання:** розв'язати задачу згідно варіанту (табл. 8.3).

*Задача 1*

Визначити граничну глибину оранки плугом ПЛН-4-35 з культурними корпусами шириною захвату 35 см.

*Задача 2*

Визначити граничну глибину оранки плугом з напівгвинтовими корпусами з шириною захвату 35 см.

*Задача 3*

Визначити граничну глибину оранки плугом з гвинтовими корпусами з шириною захвату 40 см.

*Задача 4*

Визначити тяговий опір плуга ПЛН-4-35 при оранці середньо суглинного ґрунту на глибину 20 см, якщо робоча швидкість агрегату дорівнює 1,94 м/с, сила тяжіння плуга  $G$  дорівнює 6474,6 Н.

*Задача 5*

Плугом ПЛН-4-35, який обладнаний напівгвинтовими корпусами, здійснюється культурна оранка. Визначити граничну глибину оранки.

### Задача 6

Визначити тяговий опір плуга ПЛН-6-35 при оранці середньо суглинного ґрунту на глибину 22 см, якщо робоча швидкість агрегату дорівнює 1,66 м/с, сила тяжіння плуга  $G$  дорівнює 12164,4 Н.

### Задача 7

Визначити тяговий опір плуга ПЛН-8-35 при оранці важко суглинного ґрунту на глибину 20 см, якщо робоча швидкість агрегату дорівнює 1,61 м/с, сила тяжіння плуга  $G$  дорівнює 17020,3 Н.

### Задача 8

Визначити тяговий опір плуга ПЛН-3-35 при оранці супіщаного ґрунту на глибину 18 см, якщо робоча швидкість агрегату дорівнює 2,22 м/с, сила тяжіння плуга  $G$  дорівнює 4542,03 Н.

Таблиця 8.3

### Вихідні данні для розрахунку

Варіант	Задача
1	Задача 1
2	Задача 2
3	Задача 3
4	Задача 4
5	Задача 5
6	Задача 6
7	Задача 7
8	Задача 8
9	Задача 1
10	Задача 2
11	Задача 3

### Контрольні запитання:

- 8.1. Як поділяють машини для основного обробітку ґрунту за типом робочих органів?
- 8.2. Перерахуйте фактори які впливають на тяговий опір плуга та зниження продуктивності агрегату.
- 8.3. Основні частини плуга ПЛН-5-35 та їх призначення.
- 8.4. Основні частини оборотного плуга VN-Euromat та їх призначення.
- 8.5. Регулювання глибини оранки плуга ПЛН-5-35.
- 8.6. Що таке тяговий опір плуга?
- 8.7. Призначення передплужника, ґрунтопоглиблювача, кутознімача і дискового ножа.
- 8.8. Характеристика робочих частин плуга.

## Модуль 6

### Машина для підготовки та внесення добрив

#### Практична робота №9

#### Машина для підготовки та внесення органічних добрив

**Час :** 2 години

**Мета:** вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації машин для підготовки та внесення органічних добрив

#### **Зміст роботи:**

1. Види добрив та їх технологічні властивості
2. Способи підготовки і внесення добрив
3. Агротехнічні вимоги до внесення добрив
4. Конструктивні особливості машини для внесення органічних добрив

**Види добрив та їх технологічні властивості.** Органічні добрива складаються з речовин тваринного або рослинного походження, до яких належать гній (твердий перепрілий, рідкий або напіврідкий), торф, гноївка, компости, сапропелі, рослинна маса, що загортається у ґрунт.

*Гній* є одним з основних органічних добрив. Він складається з твердих і рідких екскрементів тварин, перемішаних з підстилковим матеріалом (соломою, торфом тощо). Гній збирають на тваринницьких фермах способами, що забезпечують його знезараження, збереження поживних елементів і отримання маси, найбільш придатної для механізованого внесення у ґрунт.

*Торф* використовують як підстилковий матеріал для тварин, для приготування торфоорганічних і мінеральних компостів і як добриво. Розрізняють два види торфу: верховий, який використовують для підстилок, і низинний – для приготування добрив.

Якість торфу залежить від ступеня його розкладності: у верхового торфу він становить 20...40 %, у низинного – до 60 %.

Гноївку зазвичай отримують за стійлового утримання тварин і розкладання гною в сховищах. Для свіжого пухкого гною густина дорівнює 0,3...0,4 т/м<sup>3</sup>, ущільненого і напівперепрілого – 0,5...0,8, перегною – 0,8 т/м<sup>3</sup>.

*Сипкість добрив* – здатність проходити крізь отвори. Ця властивість залежить насамперед від вологості туків і розміру їхніх окремих частин. Підвищена вологість туків призводить до втрати їхньої сипкості, набуття

здатності склепінеутворення і припинення стікання. Сипкість можна характеризувати також кутом природного відкосу.

*Розсіюваність добрив* – здатність проходити через висівні апарати з вузькими вихідними щілинами та крізь лійки, не утворюючи склепін і не зависаючи. Її оцінюють за десятибальною шкалою.

*Злежуваність* – зв'язування частинок між собою в процесі зберігання, тобто властивість добрив утворювати суцільну масу різної щільності.

*Вологість добрив* (відносна) – відношення маси вологи, що є в добривах, до маси самого добрива, виражене у відсотках.

*Коефіцієнт тертя* – ковзання добрив об сталь становить від 0,47 (хлорид калію) до 0,6 (аміачна селітра), об дерево – 0,5...0,58 (суперфосфат), об пластмасові матеріали – 0,42...0,5.

Із зростанням солемистості коефіцієнт тертя гною збільшується, а з підвищенням вологості й питомого тиску – зменшується. Середнє значення коефіцієнта тертя гною по металевих поверхнях дорівнює 0,85...1,0.

Липкість добрив залежить від їх густини, вологості й наявності гумусних частин. Зі збільшенням густини і вмісту гумусних частин липкість гумусу зростає. Найбільша липкість добрив проявляється за вологості 80...84 %.

Опір зсуву і розриву значною мірою залежить від питомого тиску і солемистості. Так, зі збільшенням питомого тиску від 2 до 10 кПа питомий опір зсуву збільшується на 4,5...10 %, а збільшення солемистості на 10...50 % призводить до зростання питомого опору розриву від 7,3 до 10 кПа.

**Способи підготовки і внесення добрив.** Технологічний процес підготовки і внесення добрив поєднує три складових: технологію, систему машин і організацію процесу. Кожна з цих складових є важливою, всі вони взаємозв'язані, але технологічний процес слід розглядувати в такій послідовності: технологія, комплекс машин, а потім організацію робіт. Організація технологічного процесу із підготовки і внесення добрив залежатиме від видів добрив і способів їх внесення. Підготовка і внесення органічних добрив значно залежить від фізико-механічних властивостей добрив, які визначають режим роботи машин. Серед них основними є гігроскопічність, злежуваність, сипкість і розсіюваність. Що більшу сипкість мають добрива, то краще і надійніше працюватиме машина та час їх внесення. Внесення добрив може бути суцільне (розкидне), місцеве (локальне), а також поверхневе і глибоке.

Організація технологічного процесу з підготовки і внесення добрив ґрунтується на дотриманні агротехнічних вимог, спрямованих на раціональне і ефективне їх використання: найбільш повне зберігання поживних речовин; усунення втрат добрив; перетворення поживних речовин добрив на більш доступні для рослин форми; набування ними кращих фізико-механічних властивостей; найбільш рівномірний розподіл добрив тощо.

До внесення органічних добрив ставляться такі *агротехнічні вимоги*: розкидані добрива негайно загортають у ґрунт; дотримуються заданої дози внесення добрив і рівномірності їх розподілу по поверхні поля. Нерівномірність розподілу за шириною розкидання допускається в межах 0...25 %, у напрямку руху – 0...10 %. Відхилення фактичної дози від заданої має бути не більш як 5 %.

Глибина загортання органічних добрив становить 15...25 см, до того ж на піщаних ґрунтах їх заорюють глибше, що залежить від кліматичних умов.

Використання свіжого гною і наявність в органічних добривах сторонніх предметів не допускається. Машини мають забезпечувати внесення добрив і їх сумішей 5...60 т/га.

Для внесення органічних добрив робочі органи машин мають забезпечувати швидке регулювання норми висіву, вони не мають забиватися і залипати.

Огріхи між суміжними проходами розкидачів не допускаються. Перекриття у стикових міжряддях має бути не більш як 5 % ширини захвату агрегату. Глибоке внесення добрив особливо ефективно в насадженнях, розміщених на схилах. Починають глибоке внесення добрив, як правило, на третій четвертий рік після садіння, коли коренева система виходить за межі посадкової щілини. Через 5 – 6 років добрива вносять повторно, збільшуючи дозу в 4 – 5 разів залежно від перерви і результату аналізу вмісту рухомих форм поживних речовин методом ґрунтової і рослинної діагностики.

Час між внесенням органічних добрив і їх загортанням не має перевищувати 2 год.

Відповідно до способів внесення добрив машини поділяють на три групи: розкидні машини для поверхневого внесення (розкидання) добрив – розкидачі; за призначенням машини бувають :

- для внесення порошкоподібних добрив;
- для приготування органічних добрив;
- для внесення у ґрунт органічних добрив.

За способом агрегування машини поділяють на причіпні, начіпні та напівначіпні.

За кількістю виконуваних операцій є машини для внесення добрив і комбіновані агрегати.

**Агротехнічні вимоги до внесення добрив.** При внесенні добрив потрібно забезпечити такі агротехнічні вимоги:

1. Машина повинна забезпечити внесення мінеральних добрив і їхніх сумішей в межах 0.05...3т/га, вапна – 1...6т/га, органічних добрив і їхніх сумішей – 5...60 т/га;

2. Нерівномірність внесення добрив:

- по ширині захвату
- для відцентрових розкидачів  $\pm 25\%$ ;
- для розкидачів органічних добрив  $\pm 25\%$ ;
- по ходу руху машини
- для відцентрових розкидачів і розкидачів органічних добрив не більш  $\pm 15\%$ ;
- при загортанні добрив у ґрунт по глибині відхилення не повинно перевищувати 15%;
- при внесенні всіх видів добрив забезпечити перекриття суміжних проходів;
- розрив у часі між розкиданням і загортанням повинно бути не більше:
  - органічних – не більш 2 годин;
  - необроблені поворотні смуги не допускаються.

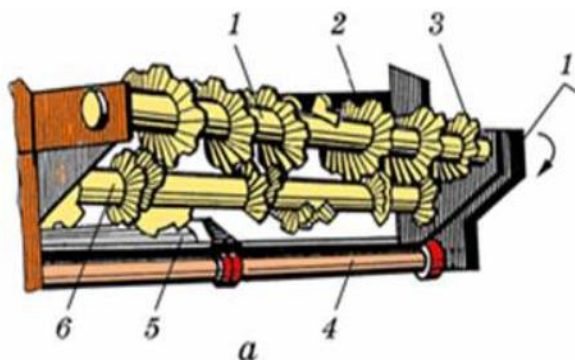
**Будова робочих органів і механізмів машин.** Апарати для дозування добрив. Дозувальні апарати поділяють на механічні, пневматичні і гідравлічні. Серед механічних найпоширенішими є котушково-штифтові, пружинні, дискові та конвеєрні апарати.

*Гідравлічні дозувальні пристрої* – це розливальні пристрої, які використовують для внесення в ґрунт рідких добрив. Вони складаються із жорсткого чи гнучкого патрубку (штанги)зі змішаною насадкою (соплами, жиклерами тощо).

Для кращого розподілу добрив на шляху струменів установлюють щити відбивачі (дефлектори). Їх положення можна змінювати за допомогою регулювального вузла.

*Розкидальні пристрої* (рис. 9.1) використовують на машинах-розкидачах для внесення великих доз (основне внесення) органічних добрив способом суцільного розсіювання на поверхні поля. Загортають

добрива в ґрунт плугами, культиваторами, важкими дисковими боронами тощо.



**Рис. 9.1. Розкидальні пристрої:**

а і б – роторний (бітерний) і барабанний – для органічних добрив; в – дисковий – для мінеральних добрив;

1 – розкидальний ротор (бітер); 2 – кузов; 3 – лопать; 4 – вал; 5 – конвеєр; 6 – подрібнювальний бітер; 7 – лопатки; 8 – борт кузова; 9 – лоток; 10 – стінка; 11 – диск

*Розкидачі добрив* є двох видів: з віссю обертання, перпендикулярною напрямку руху машин та паралельною йому. Розкидачами добрив першого виду є ротори і бітери, які встановлюють у кузовах причепів, а другого – кузовні барабани, а також чотирилопатеві ротори.

Основою цих апаратів є ланцюгово-пруткові (ланцюгово-пластинчасті, ланцюгово-скребкові) конвеєри, які безперервно чи переривчасто переміщуються по дну причепів чи напівпричепів, заповнених добривами.

*Ротори, бітери і барабани* виконано у вигляді труб із розміщеними на них за гвинтовою лінією лопатями 3 чи лопатками 7. Добрива, які подаються до них конвеєром 5, подрібнюються і розкидаються на поверхню поля. Для кращого подрібнення та інтенсивної подачі добрив у кузові нижче від розкидального встановлюють подрібнювальний бітер 6 з таким самим напрямком обертання, але з іншою кутковою швидкістю. Якщо немає другого бітера, то для вирівнювання шару добрив, які подаються, використовують козирки або щити з різних матеріалів.

*Відцентрові апарати* для розкидання мінеральних добрив мають вигляд одного чи двох дисків, які обертаються в горизонтальній площині 11, з плоскими чи криволінійними лопатками 7. Добрива в них переміщують від центра до периферії та розкидають сферично в горизонтальній площині над поверхнею поля.

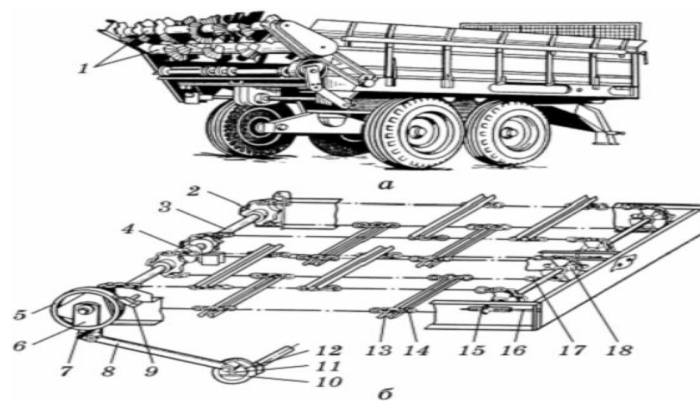
**Конструктивні особливості машини для внесення органічних добрив.** Машини для внесення твердих органічних добрив працюють за



такою технологічною схемою: конвеєр подає масу до активного розкидального пристрою, який подрібнює її і розподіляє по поверхні поля.

При внесенні твердих органічних добрив застосовують прямоструминну (ферма – поле), перевалочну (ферма – бурт – поле) і двофазну технології. За двофазної технології гній вкладають у певній послідовності в купи, виходячи із заданої норми внесення, а потім розподіляють по полю валкувачем-розкидачем.

**Розкидач органічних добрив РОУ-6** призначений для поверхневого розкидання органічних добрив, торфокришки, компостів тощо. Без розкидального пристрою його використовують для перевезення різних вантажів. Розкидач складається з рами, на якій змонтовано кузов з конвеєром, розкидального пристрою 1 (рис.9.2, а) і механізму передач. Вантажність кузова 6 т. Ланцюгово-пластинчастий конвеєр (рис. 9.2, б) подає добрива до розкидального пристрою. Конвеєр виконаний із чотирьох зварних ланцюгів 14 кроком 27 мм, об'єднаних попарно в дві гілки. Натяг ланцюгів регулюють гвинтами 16. Конвеєр приводиться в рух від ВВП трактора через редуктор. На ведучому валу редуктора є корпус кривошипа 10, а на корпусі – диск 12. Тяга 8 з'єднує палець диска зі щоками 6 храпового колеса 5. Палець диска розміщений ексцентрично до осі вала приводу конвеєра і при кожному оберті надає коливального руху щокам. При цьому собачка 7, закріплена між щоками, прокручує храпове колесо, а разом з ним і ведучий вал 3 конвеєра.



**Рис. 9.2. Розкидач органічних добрив РОУ-6:**

а – загальний вигляд; б – конвеєр;

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 гвинт; 17 – ведений вал; 18 – ролик.

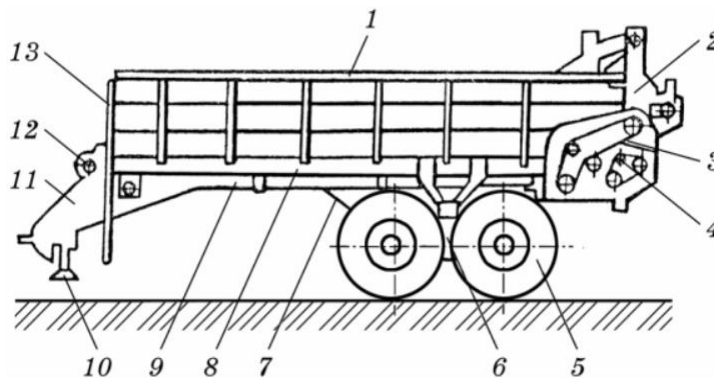
Розкидальний пристрій 1 складається з подрібнювального та розкидального барабанів. Подрібнювальний барабан установлюють у

кузові причепа, а верхній – за його межами. Завдяки цьому добрива інтенсивно подрібнюються і розкидаються на ширину 4...6 м. Барабани обертаються від втулково-роликів ланцюгів. Частота обертання подрібнювального барабана 385 хв<sup>-1</sup>. Розкидач агрегатується із тракторами класу 1,4. Його вантажність 6 т. Продуктивність до 52 т/год.

Розкидальний пристрій 1 складається з подрібнювального та розкидального барабанів. Подрібнювальний барабан установлюють у кузові причепа, а верхній – за його межами. Завдяки цьому добрива інтенсивно подрібнюються і розкидаються на ширину 4...6 м.

Барабани обертаються від втулково-роликів ланцюгів. Частота обертання подрібнювального барабана 385 хв<sup>-1</sup>. Розкидач агрегатується із тракторами класу 1,4. Його вантажність 6 т. Продуктивність до 52 т/год.

**Причіп-розкидач органічних добрив ПРТ-10** – це двовісний напівпричіп, що агрегатується з тракторами Т-150К. Розкидач (рис. 9.3) складається із зварної рами 8, кузова 1, силової передачі, ходової частини 5, гальмівної пневмосистеми, електрообладнання, живильного ланцюгово-пластинчастого конвеєра і розкидача 2. Привід конвеєра і робочого органа здійснюється від ВВП трактора через карданну передачу, трансмісію, конічно-циліндричний редуктор, циліндричний редуктор і ланцюгові передачі.



**Рис. 9.3. Причіп-розкидач органічних добрив ПРТ-10:**

1 – кузов; 2 – розкидач; 3 – привід розкидача; 4 – привід конвеєра; 5 – ходова частина; 6 – балансір; 7 – трос; 8 – рама; 9 – трансмісія; 10 – опора; 11 – дишель; 12 – карданна передача; 13 – драбинка.

Зварна рама складається з чотирьох поздовжніх лонжеронів 3-подібного профілю, попарно з'єднаних поперечинами і передньою балкою. Внутрішні лонжерони, у свою чергу, з'єднані між собою накладками і стяжками. Нижні полиці лонжеронів попарно розвернуті назустріч одна одній і є напрямними нижньої гілки конвеєра. У передній частині приварений дишель 11 з причіпною петлею, що спирається на

опору 10 зі страхувальним ланцюгом. Ходова частина 5 виконана у вигляді візка типу «тандем», що має два балансири, шарнірно встановлені в литих кронштейнах, які кріпляться до підрамника. До балок приварені півосі, на яких встановлено маточини для кріплення коліс із шинами. Бічні та передній борти (задній – у варіанті напівпричепа) – суцільнометалеві. Зварений каркас виготовлений із гнутих профілів і прямокутних трубок, обшитих листом. Карданна передача – телескопічна, складається із шліцьових вилок, шліцьового вала, трубки із шліцьовою втулкою, зовнішньої і внутрішньої захисних трубок. Внутрішні вилки розміщені в одній площині. Щоб запобігти поломкам, кут повороту карданної передачі під час роботи з увімкненим ВВП не повинен перевищувати 15°, а при вимкненому ВВП – 50°. Під час виконання транспортних робіт карданна передача кріпиться на передньому борту розкидача за допомогою кронштейна. Трансмсія складається з переднього, проміжного і заднього валів, опорами яких є кульові та сферичні підшипники. З'єднують вали за допомогою зубчастих муфт, на передньому встановлюють запобіжну муфту.

**Конвеєр ПРТ-10** призначений для подавання маси до розкидального органа, а у варіанті напівпричепа – для його розвантаження. Складається він з двох гілок, об'єднаних попарно скребками. Кожна гілка має самостійний натяжний пристрій, що складається з осі, на якій вільно обертаються ведені зірочки. Натяг конвеєра здійснюють переміщенням веденої осі гвинтами із спеціальними гайками. Привід конвеєра призначений для передачі руху і зміни його швидкості. Розкидач має два приводи конвеєра – правий і лівий. Складається він з вала приводу, циліндричного редуктора, ланцюгової передачі та конічно-циліндричного редуктора. На валу приводу можна встановлювати зірочки з різною кількістю зубців (13, 22, 28), що дає змогу змінювати швидкість руху конвеєра для регулювання норми внесення добрив.

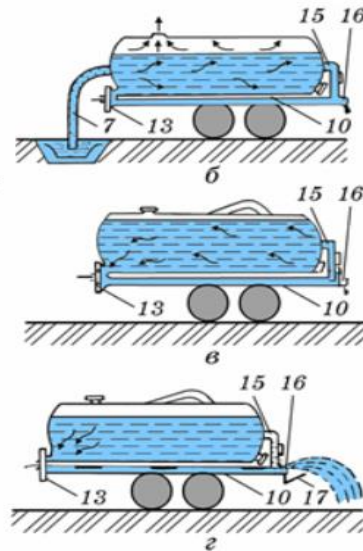
*Розкидач* призначений для поверхневого внесення добрив і складається з лівого і правого стояків, з'єднаних між собою стяжкою, та двох розкидальних барабанів. Обертання на барабани передається з першого конічного ступеня редуктора через дві зірочки за допомогою ланцюгової передачі на подрібнювальний барабан, а потім через зірочки і ланцюгову передачу на розкидальний барабан.

*Робочий процес розкидача.* За допомогою навантажувача або інших навантажувальних засобів завантажують у кузов розкидача до 10 т добрив і агрегат рухається до місця їх внесення. Попередньо встановлюють потрібну зірочку для цієї норми внесення добрив, вмикають ВВП трактора

і передачу, що відповідає швидкості руху трактора (10 км/год) і, рухаючись полем, здійснюють розкидання. Добрива, що знаходяться в кузові, подаються конвеєром до розкидального пристрою. Нижній барабан пристрою подрібнює масу і подає на верхній, який і здійснює розкидання. Після спорожнення кузова цикл повторюється. При використанні напівпричепа-розкидача як транспортного засобу замість розкидального пристрою встановлюють задній борт. Якщо скребки конвеєра заважають установленню борта, то їх зміщують, прокручуючи карданну передачу вручну. Після закінчення роботи кузов очищають. Машину обслуговує один тракторист-машиніст.

**Машина для внесення рідких добрив МЖТ-10** призначена для самозавантажування, транспортування, перемішування і розливання рідких органічних добрив на поверхні поля, а також для перевезення технічної води, браги та інших неїдких рідин.

Машина складається з цистерни 1 (рис. 9.4), балансірної підвіски, зчіпного пристрою, вакуумної установки 12, заправної штанги 6, відцентрового насоса 13, перемикального пристрою 8, розливного пристрою 9, телескопічного карданного вала. Вона обладнана холодильником, рівнеміром 14, вакуумним 5 і рідинним 4 клапанами, пневматичною гальмівною системою, приладами освітлення і сигналізації. Цистерна має два люки – для огляду та очищення цистерни, для завантаження машини автономними засобами. Цистерна зварна циліндричної форми з еліптичним днищем. На цистерні монтують всі збірні складові машини. Всередині цистерни встановлено перегородку для гасіння гідравлічних ударів. Зчіпний пристрій призначений для опори цистерни на гідрогак трактора. Вакуумна установка складається з двох вакуумних насосів і гідромотора ГМШ-32-2, з'єднаних між собою муфтами. Заправна штанга складається з вертикального стояка, несівної балки і заправного рукава. Вертикальний стояк обертається на спеціальних вальниціях ковзання, за допомогою яких він прикріплений до кронштейнів цистерни. Несівна балка шарнірно з'єднана з вертикальним стояком. Заправний рукав 7 з'єднується з внутрішньою поверхнею цистерни через відвід (коліно).



**Рис. 9.4. Машина для внесення рідких добрив МЖТ-10:**

а – загальний вигляд; б – схема заправки; в – схема перемішування; г – схема розливання добрив; 1 – цистерна; 2 – люк; 3 – вакуумметр; 4 – запобіжний рідинний клапан; 5 – запобіжний вакуумний клапан; 6 – штанга; 7 – заправний рукав; 8 – перемикальний пристрій; 9 – розливний пристрій; 10 – напірний трубопровід; 11 – ходові колеса; 12 – вакуумна установка; 13 – відцентровий насос; 14 – рівнемір; 15 і 16 – заслінки; 17 – розподільний щиток.

Відцентровий насос призначений для перемішування і подавання рідких добрив до розливного пристрою. Перемикальний пристрій призначений для зміни напрямку потоку рідких добрив. Напірний трубопровід 11 з'єднує відцентровий насос з цим пристроєм. Герметичність заслінки 10 досягається притисканням оброблених поверхонь заслінки до чавунних кілець за допомогою болтів 5 і прокладок. Заслінка 1 призначена для перекриття отвору перемішувального патрубку, розміщеного всередині цистерни. У разі перемикання заслінки 10 отвори в ній суміщуються з патрубком розподілу 9, а заслінка 10 перекриває патрубок перемішування 12 – відбувається внесення добрив. Відбивний щиток 7 призначений для збільшення ширини розливання добрив, які подаються насосом. Балансирна підвіска типу «тандем» складається з двох балансирів з колесами, шарнірно встановлених у кронштейнах, які кріпляться до опори цистерни. Рідинний запобіжний клапан розміщується у верхній частині і перекриває відсмоктувальний трубопровід за повного заповнення цистерни. Вакуумний запобіжний клапан регулюється на тиск 0,67 МПа і забезпечує обмеження залишкового тиску в цистерні машини у разі самозавантаження. Рівнемір поплавкового типу розміщений у передній частині цистерни. Холодильник призначено для охолодження масла в гідросистемі трактора за температури навколишнього повітря вище ніж 5 °С. Гідросистема машини призначена для дистанційного

керування заправною штангою, заслінкою, гідромотором і складається з гідромотора, трьох гідроциліндрів, трубопроводів, які закінчуються запірними пристроями. Керування гідроциліндром здійснюють з двох позицій гідророзподільника трактора. Для зменшення швидкості підйому і повороту штанги застосовують дроселі.

**Показники якості виконання технологічного процесу органічних добрив.** Якість роботи агрегатів для внесення органічних добрив характеризується такими показниками:

- агротехнічними строками і тривалістю виконання операцій;
- дотриманням нормативів технологічного процесу;
- визначення рівномірності внесення і відсутності огріхів.
- відхилення фактичної норми внесення від заданої –  $\pm 5\%$ .

Перевіряють відповідність маси добрив до площі їх розподілу за допомогою завширшки 0,5м і завдовжки, що дорівнює оптимальній ширині смуги розкидання. Відхилення фактичної норми внесення в зоні стику суміжних проходів за довжиною від установленої межі  $\pm 10\%$ .

Перевірка відповідності маси добрив до площі їх розподілення в зоні стику суміжних проходів аналогічного способу вище. Відхилення фактичної робочої ширини розкидача від оптимальної  $\pm 5\%$ . Заміряють відстань (не менше 10 разів) між коліями коліс суміжних проходів за діагоналлю обробленого поля і за середньою величиною визначають відхилення.

*Якість* внесення органічних добрив характеризується такими показниками:

- відповідністю встановленої (фактичної) норми внесення заданій;
- рівномірністю розподілу добрив за шириною захвату і вздовж ходу розкидача;
- здатністю подрібнювати злежані грудки добрив.

Відповідність встановленої (фактичної) норми заданій перевіряють безпосередньо в полі, роблячи контрольні заїзди. Заміряють і обчислюють аналогічно перевірці норми внесення кузовними розкидачами мінеральних добрив. Якщо під час перевірки виявиться, що фактична доза внесення добрив не відповідає заданій, регулювання гноєрозкидача продовжують, тобто збільшують або зменшують швидкість руху подавального транспортера. Відповідність встановленої норми внесення заданій можна перевірити, не заїжджаючи в загінку, а безпосередньо біля місця завантажування добрив. При цьому встановлюють фактичний час випорожнення кузова (або цистерни) від наперед визначеної кількості

добрив. Якщо виявлено розбіжність у часі випорожнення кузова, регулюють швидкість руху вивантажувального транспортера; для розкидачів рідких добрив змінюють насадки або швидкість руху агрегату. Рівномірність розподілу добрив за шириною захвату визначають у разі необхідності експериментально. Для цього по всій ширині захвату агрегату розкладають суцільною смугою брезенти розміром 1x1 м або лотки 0,5x0,5x0,5 м (для збирання рідких органічних добрив) в три ряди з відстанню між рядами не менше 5 м. За колією коліс лотоків не виставляють. Добрива, зібрані з брезентів чи лотоків, зважують (з точністю до 5 г) і для кожного облікового квадрата визначають фактичну норму внесення. Показником нерівномірності розподілу добрив є середнє відхилення її від розрахункової, яке не має перевищувати 25%. Нерівномірність розподілу добрив вздовж руху агрегату визначають аналогічно нерівності за шириною захвату. Тільки брезенти (чи лотки) при цьому розставляють вздовж ходу агрегату по центру смуги розкидання. Кількість облікових квадратів при цьому не має бути меншою 20.

**Контроль якості роботи розкидачів добрив.** Якість внесення мінеральних і органічних добрив визначають за двома основними показниками: фактичними нормами внесення і ступенем рівномірності розподілу добрив на площі поля. Допускається для органічних і мінеральних добрив відхилення від заданої норми внесення  $\pm 10\%$ . Для цього у розкидач завантажують певну кількість добрив і після внесення заміряють оброблену площу. Нерівномірність розподілу мінеральних добрив не має перевищувати 10-20 %. Її визначають візуально за діагоналю поля. Нерівномірність розподілу органічних добрив за шириною захвату становить 15-25 %, за довжиною проходу – 10-15 %. Відстані між слідами коліс суміжних проходів установлюють заміром візуально за агрегатом.

Оцінюючи якість роботи машини для внесення добрив, ураховують також інші показники: перекриття суміжних проходів (до 6 % від ширини захвату агрегату), якість оброблення поворотних смуг, огріхи. Правильність регулювання перевіряють у полі. Роблять прохід до повного звільнення кузова від добрив (місткість його 4000 кг) і заміряють оброблену площу. Можливе відхилення усувають зміною положення дозувальної заслінки. За підживлення зернових колосових культур, що вирощують за інтенсивною технологією, доцільно використовувати розкидачі мінеральних добрив МВУ – 0,5А та РУМ – 5 – 03.

Розкидач МВУ–0,5А слід використовувати за ширини технологічної колії 1350 мм та ширині ходових доріжок 300 мм. При цьому на тракторі класу 1,4 встановлюють задні колеса з вузькими шинами 9,42.

Для забезпечення потрібної ширини та рівномірності внесення добрив розкидач МВУ–0,5А обладнують обмежувальними щитками 1200 мм завдовжки, які закріплюють позаду розкидача двома кутниками 2870 мм завдовжки до редукторів урухомника розкидних дисків та трубою квадратного перерізу до кронштейна задньої опори розкидача. Розкидач добрив РУМ–5–03 для колії 1350 мм потрібно переобладнати. На розкидачах встановлюють вузькі шини і колію зменшують до 1350 мм.

Якщо технологічна колія становить 1800 мм, а ширина ходових доріжок 450 мм, то використовують розкидачі РУМ–5–03 із звичайними шинами та розкидач МВУ–0,5А.

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  $10 - 12^\circ$ ) і встановлюють під скатною дошкою ведучих зірочок конвеєра два короби, а позаду дисків – спеціальний відбивач.

### **Контрольні запитання:**

- 9.1. Агротехнічні вимоги до внесення добрив
- 9.2. Способи підготовки і внесення добрив
- 9.3. Призначення та принцип дії розкидача органічних добрив РОУ-6?
- 9.4. Призначення причіпу – розкидача органічних добрив ПРТ-10?
- 9.5. Призначення та принцип дії розкидача добрив?
- 9.6. Призначення та принцип дії машини для внесення рідких добрив МЖТ-10?
- 9.7. Як контролюється якість роботи розкидачів добрив?



## Модуль 9 Машини для захисту рослин

### Практична робота №10 Машини для хімічного захисту рослин від шкідників хвороб бур'янів

**Час :** 2 години

**Мета:** вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації машин для хімічного захисту рослин.

#### **Зміст роботи:**

1. Призначення машин.
2. Конструктивно-функціональні схеми машин.
3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню машин.
4. Основні технологічні характеристики машин.
5. Розв'язок задачі.

**Призначення машин.** Оброблення насіння і бульб захисними та стимулюючими препаратами є обов'язковою операцією при вирощуванні сільськогосподарських культур. Вона відома з давніх часів. Нині обсяг її використання значно збільшився і охоплює величезну кількість шкідливих мікроорганізмів завдяки виробництву промисловістю нових хімікатів з багатосторонньою біологічною активністю та розробленню препаративних форм і методів їх нанесення на насіння. 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.

**Протруювач насіння універсальний ПС-10А** призначений для зволоженого протруювання насіння зернових, бобових і технічних культур водними суспензіями пестицидів. Це самохідна автоматична установка, всі механізми якої приводяться в рух електродвигунами загальною потужністю 5,5 кВт. 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.

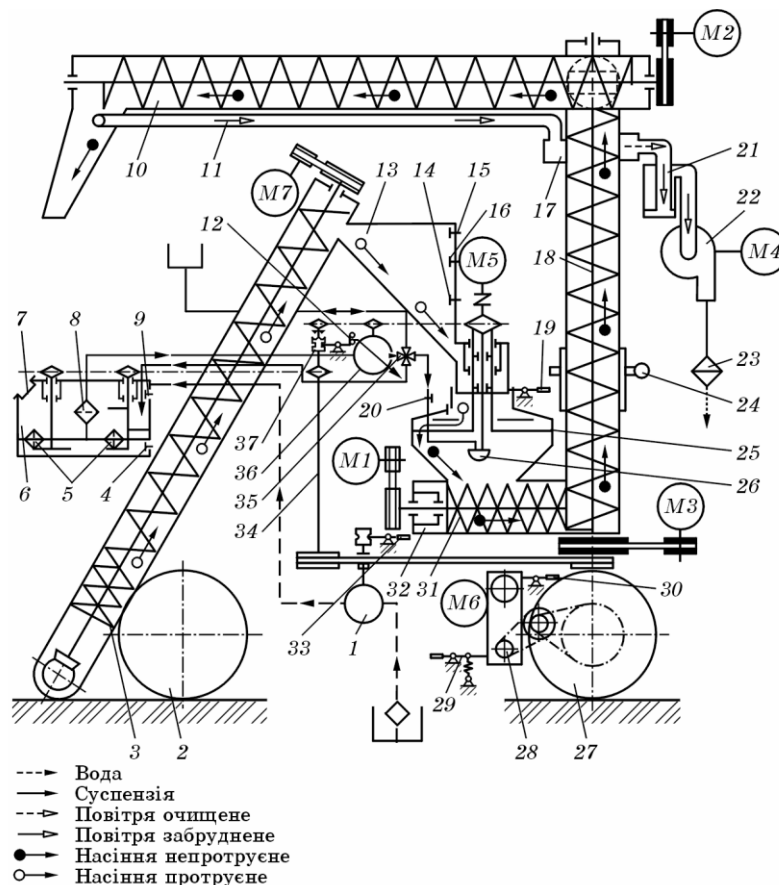
Протруювач може виконувати такі операції: заповнення резервуара водою, приготування робочої рідини (суспензії), самозавантаження насінням, протруювання його і вивантаження. Протруювач обладнаний системою очищення забрудненого повітря.

**Робочий процес.** Робоча рідина і насіння в камеру протруювання надходять синхронно завдяки системі датчиків, установлених у 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 та принцип його роботи.** Бокові шнекові живильники переміщують насіння з бурту до завантажувального шнека 3 який подає його в бункер 13 до рівня верхнього датчика 15. Із бункера насіння через дозатор надходить у камеру протруювання 32 на диск 25, що обертається, і рівномірно розподіляється по периметру камери у вигляді падаючого кільцевого потоку. Кількість насіння, яке надходить у камеру 32, регулюють важелем 19. Одночасно суспензія з резервуара 6 дозатором 36 спрямовується на розпилювач 26, що обертається. Ротаційний розпилювач забезпечує дрібнодисперсне розпилювання суспензії і створює колоний факел крапель. Проходячи через нього, насіння покривається краплями і надходить у шнек камери 31, а звідти – у вертикальний 18 і вивантажувальний 10 шнеки. Із лотка шнека протруєне насіння надходить у транспортні засоби або купу, а якщо лоток замінити подільником, – у мішки. За допомогою черв'ячної передачі вивантажувальний шнек 10 можна обертати навколо осі вертикального шнека 18 на  $320^\circ$  і нахилити гвинтовою передачею у вертикальній площині на  $15^\circ$  в обидва боки. Забруднене пестицидами повітря відсмоктується від розвантажувальної горловини вентилятором 22 через повітропровід 11, колектор 17, бункер фільтрів 21, фільтр 23 і надходить в атмосферу, завдяки чому забезпечуються нормальні санітарно-гігієнічні умови праці.

Своєчасний і якісний догляд за протруювачем дає змогу з'ясувати і усунути причини, які зумовлюють його передчасне спрацювання 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 при зберіганні – один раз на сезон.



**Рис. 10.1 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.

**Обприскувач напівпрічипний штанговий ОПШ-2000** (рис. 10.2) призначений для суцільного обприскування об'єктів обробки робочими

рідинами пестицидів або рідкими мінеральними добривами типу КАС (карбамідно-аміачної селітри). Агрегатується з тракторами класу 1,4-2. Обприскувач випускають у семи модифікаціях, які залежно від потреби замовника можуть мати різну комплектацію. Обприскувач складається із шасі, бака 1 для робочої рідини з гідравлічною мішалкою 14, мембранно-поршневого насоса 5, пульта керування, до якого належать регулятор тиску 10, манометр 9 кран промивання фільтра пульта керування 12, секційні клапани 13, розвантажувальний клапан 11, всмоктувальної і нагнітальної магістралей, розпилювального робочого органа – штанги 15, заправного рукава 3. Раму обприскувача обладнано поворотним дишлом, що забезпечує рух обприскувача колією трактора, зменшуючи пошкодження рослин. Обертання ексцентриковому валу мембранно-поршневого насоса передається безпосередньо від вала відбору потужності (ВВП) трактора через карданну передачу.

Технічні характеристики протруювачів насіння та обприскувачів відповідно наведено в табл. 10.1 та 10.2.

Таблиця 10.1

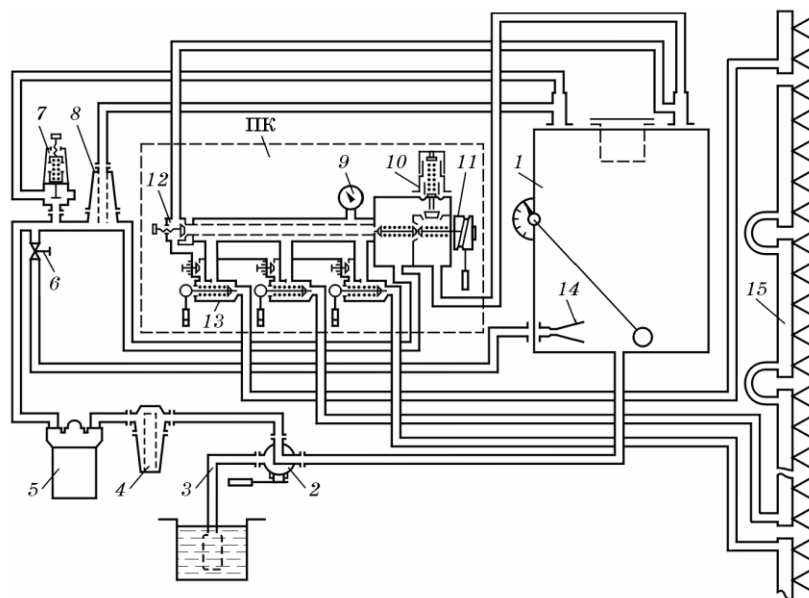
### Технічні характеристики протруювачів насіння

Показники	Модель			
	ПС-10 А	ПС-10 АМ	ПСМ-25	ПК-20
Продуктивність, т/год	22	22	20	3-20
Місткість баку для робочої рідини, л	200	200	120	180
Діапазон подачі робочої рідини, л/хв	0,5-3,5	0,4-3,5	0,5-3,5	0,1-3,3
Швидкість руху, м/с				
при маневруванні	0,4		1,4	
робоча	0,05		0,09	
Споживана потужність, кВт	5,6		10,5	5,5
Ширина захвату підбирача, м	2,09		4	3
Кількість обслуговуючого персоналу, люд	1		1	1-2
Габаритні розміри:				
Довжина ширина висота, мм	5080×2090×3000		5100×4120×2012	2350×2040×2070
Маса, кг	800		850	645
Довжина, ширина, висота транспортна, мм	2990×2090×2000		4000×1870×2300	4300×2980×2900
Виробник	ТОВ «Гатчинсьільмаш»		АТ «Клевер»	«Львівагрома шпроект»

**Прицип роботи обприскувача ОПШ-2000.** Робоча рідина з бака 1 через триходовий вентиль 2, всмоктувальний фільтр 4 засмоктується мембранно-поршневим насосом 5 і подається в нагнітальну магістраль.

Проходячи через напірний фільтр 8 робоча рідина надходить на пульт керування (ПК). Через розвантажувальний клапан 11 рідина надходить до секційних клапанів 13. Мембранно-поршневий насос забезпечує стабільний тиск робочої рідини, який установлюють регулятором 10 і контролюють манометром 9. Через відкриті клапани трисекційного розподільника рідина надходить до секцій штанги 15 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. Крім ручного керування подачею рідини в штангу на обприскувачі можна установлювати дистанційне керування і комп'ютерну систему керування технологічним процесом, яка забезпечує потрібну норму витрати рідини на гектар незалежно від швидкості руху і видає інформацію про кількість обробленої площі, фактично витраченої рідини і залишок її в баку.

На штанзі можна встановлювати пінний маркер, який забезпечує точність водіння агрегату, підвищує ефективність хімічного захисту посівів.



**Рис. 10.2. Технологічна схема обприскувача напівпричіпного штангового ОПШ-2000:**

1 – бак; 2 – триходовий вентиль; 3 – заправний рукав; 4 – всмоктувальний фільтр; 5 – мембранно-поршневий насос; 6 – дросельний клапан; 7 – регулювальний вентиль; 8 – напірний самоочисний фільтр; 9 – гліцериновий манометр; 10 – регулятор тиску; 11 – розвантажувальний клапан; 12 – кран промивання фільтра пульта керування; 13 – секційний клапан; 14 – гідромішалка; 15 – штанга.

Частина рідини з нагнітальної магістралі через дросельний клапан 6 надходить в гідромішалку 14, яка забезпечує якісне перемішування робочої рідини в баку 1. Заправлення бака 1 робочою рідиною із

сторонньої місткості здійснюється мембранно-поршневим насосом 5 за допомогою заправного рукава 3, який триходовим вентиляем 2 з'єднується зі всмоктувальною магістраллю насоса. При увімкненому насосі робоча рідина з місткості через заправний рукав 3, триходовий вентиль 2, всмоктувальний фільтр 4 засмоктується насосом 5 подається до бака 1 через розвантажувальний клапан 11 і гідромішалку 14. Рукоятка розвантажувального клапана 11 переводиться у верхнє положення. Ручки всіх секційних клапанів 13 установлюють у горизонтальне положення (закрито).

Обприскувач комплектується екологічним міксером, який забезпечує приготування розчинів з різних порошкових і рідких препаратів безпосередньо в баку, а також промивання тари з-під препаратів, що значно поліпшує санітарно-гігієнічні умови праці обслуговуючого персоналу. На обприскувачі встановлено систему промивання, яка забезпечує повне очищення бака та гідрокомунікацій від залишків пестицидів після завершення роботи. 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.

Таблиця 10.2

### Технічні характеристики обприскувачів

Показники	Модель		
	ОПШ-2000	ОПШ-3500	ОСШ-2500
Тип обприскувача	напівпричіпний	напівпричіпний	причіпний
Робоча ширина обробітку, м	18; 21,6	21,6; 24	18
Місткість баку, л	2400	3500	2500
Витрати робочої рідини:			
при обробітку пестицидами, л/га	75-300	75-300	40-300
при внесенні рідких мінеральних добрив, кг/га	200-400	200-400	-
Робочий тиск в напірній магістралі, МПа	0,1-0,5	0,1-0,5	0,1-0,5
Подача насоса, л/хв	180	180	163
Робоча швидкість, км/год	6-10	6-12	8-12
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм	5600×2500×2800	6400×2500×2900	5935×2400×3330
Маса, кг	1550	2300	1420
Агрегатується з тракторами класу,кН	1,4	1,4	1,4
Виробник	«Львівагромашпроект»		ПрАТ «Фрегат»

**Розрахунок основних параметрів машин та обладнання для хімічного захисту рослин.** Витрата робочої рідини через один розпилювач (жиклер) визначають за формулою:

$$q = \frac{B \cdot Q \cdot v}{600 \cdot n}, \quad (10.1)$$

де  $B$  – ширина захвату штанги суцільного розбрискування або робочого знаряддя, м;

$Q$  – задана норма витрати отрутохімікату, л/га;

$v$  – швидкість агрегату, км/год.;

$n$  – кількість розкидачів (жиклерів) на штанзі.

Кількість отрутохімікату, що поступає через вхідну щілину бункера-обпилювача *ОШУ-50А* протягом 1 хв. визначають за формулою:

$$q = \frac{B \cdot Q \cdot v}{600}, \quad (10.2)$$

де  $B$  – ширина робочого захвату, т/год;

$Q$  – задана норма витрати отрутохімікату, кг/га;

$v$  – швидкість агрегату, км/год.

Для встановлення протравлювача на задану витрату отрутохімікатів необхідно попередньо розрахунковим шляхом визначити хвилинну витрату отрутохімікатів, кг/хв, за формулою:

$$Q = \frac{П \cdot Н}{60}, \quad (10.3)$$

де  $П$  – продуктивність машини по насінню, т/год;

$Н$  – норма витрати отрутохімікату, кг/т.

**Завдання :** зробити розрахунок задачі згідно варіанту по табл.10.3.

### *Задача 1*

З якою швидкістю повинен рухатись обприскувач, що має ширину захвату 4,2 м. При цьому число наконечників – 18, витрата через наконечник – 0,5 л/хв, норма витрати розчину отрутохімікатів – 300 л/га.

### *Задача 2*

Визначити хвилинну витрату отрутохімікату обприскувачем, що обробляє 6 рядів кукурудзи з міжряддям 700 мм, при нормі витрати отрутохімікату 80 кг/га. Швидкість руху трактора – 6км/год, ширина захвату обприскувача – 4,2 м.

### *Задача 3*

Задана норма витрати порошкоподібного отрутохімікату при протруюванні насіння складає 2 кг/т. Визначити хвилинну витрату порошку, якщо продуктивність протруювача по насінню складає 3 т/год.

#### *Задача 4*

З якою швидкістю повинен рухатись обприскувач, що має ширину захвату 4,2 м? При цьому кількість наконечників 18, витрата через наконечник – 0,5 л/хв, норма витрати розчину отрутохімікату – 200 л/га.

#### *Задача 5*

Визначити хвилинну витрату отрутохімікату обпилювачем, що обробляє 8 рядків кукурудзи з міжряддям 700 мм, при нормі витрати 80 кг/га. Хвилинна витрата отрутохімікатів – 4 кг/хв.

#### *Задача 6*

Визначити хвилинну витрату отрутохімікату обпилювачем, який обробляє 8 рядків кукурудзи з міжряддям 700 мм, при нормі витрати 60 кг/га та швидкості руху трактора – 6 км/год.

#### *Задача 7*

При комбінованій прополці 6 рядків кукурудзи на обприскувач встановлено 6 розпилювачів. Норма внесення гербіцидів – 200 л/га. Розрахувати, з якою швидкістю повинен рухатись агрегат, якщо витрата через розпилювач дорівнює – 1,2 л/хв.

#### *Задача 8*

З якою швидкістю повинен рухатись обприскувач, якщо він обробляє 6 рядів картоплі з міжряддями 700 мм при нормі витрати розчину отрутохімікату 300 л/га? Кожен ряд картоплі обробляють трьома наконечниками. Витрати через наконечник дорівнюють – 0,6 л/хв.

#### *Задача 9*

Норма витрати порошкоподібного отрутохімікату при протруюванні насіння пшениці складає 3 кг/т. Визначити хвилинну витрату порошку, якщо продуктивність протруювача по зерну складає 3 т/год.

#### *Задача 10*

Визначити норму витрати порошкоподібного отрутохімікату, якщо хвилинна витрата при протруюванні 0,15 кг/хв, а продуктивність протруювача по зерну складає 2,8 т/год.

#### *Задача 11*

Польовий вентиляторний обприскувач має розпилюючий пристрій, який обладнаний 26 розпилювачами і завдяки застосуванню вентилятора має ширину захвату 16 м. Подача отрутохімікату (робочої рідини) через



розпилювач 2,6 дм<sup>3</sup>/хв. Визначити необхідну робочу швидкість руху агрегату, що забезпечує внесення отрутохімікату у кількості 600 дм<sup>3</sup>/га.

Таблиця 10.3

**Вихідні дані для розрахунку:**

Варіант	Задача
1	Задача 1
2	Задача 2
3	Задача 3
4	Задача 4
5	Задача 5
6	Задача 6
7	Задача 7
8	Задача 8
9	Задача 9
10	Задача 10
11	Задача 11

**Контрольні запитання:**

- 10.1. Методи захисту рослин та їх порівняльна характеристика.
- 10.2. У чому полягає суть процесу роботи машин для захисту рослин і яка їх загальна будова?
- 10.3. Який комплекс машин використовують для знезаражування посівних та садильних матеріалів?
- 10.4. Як відбувається технологічний процес протруювача насіння, їх будова та налагодження на заданий режим роботи?
- 10.5. Які технології та типи машин застосовують для обприскування рослин?
- 10.6. Загальна будова та типи робочих органів і допоміжного обладнання обприскувачів.
- 10.7. Технологічний процес і особливості використання штангових обприскувачів.
- 10.8. В якій послідовності здійснюється технологічне налагодження та організація роботи обприскувачів?
- 10.9. Які основні засоби техніки безпеки та технологічного обслуговування машин для хімічного захисту рослин?

**Рейтингова система балів з дисципліни  
«Системи технологій (технологія зберігання, переробки та  
стандартизації сільськогосподарської продукції,  
механізація с.-г. виробництва)»**

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти здійснюється за рейтинговою системою балів. Для забезпечення конкретної оцінки всіх видів роботи студента максимальна кількість залікових балів за кожний модуль приймається 100 з наступним перерахунком в загальну оцінку через коефіцієнт вагомості модуля. Оцінка виставляється у відповідності із приведеною шкалою.

**Шкала оцінок**

<b>За шкалою ECTS</b>	<b>За національною шкалою</b>	<b>За шкалою навчального закладу (як приклад)</b>
<b>A</b>	5 (відмінно)	90 – 100
<b>B</b>	4 (добре)	82-89
<b>C</b>		75-81
<b>D</b>	3 (задовільно)	64 – 74
<b>E</b>		60-63
<b>FX</b>	2 (незадовільно) з можливістю повторного складання	35 – 59
<b>F</b>	2 (незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	1 – 34

## *Література*

1. Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І. *Машини та обладнання для тваринництва: підруч.* Київ : Кондор, 2012. 731 с.
2. *Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т. / А. В. Рудь та ін. ; за ред. А. В. Рудя.* Київ : Агроосвіта, 2012. Т 1. 584 с.; іл.
3. *Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т. / А. В. Рудь та ін. ; за ред. А. В. Рудя.* Київ : Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.
4. Головчук А. Ф., Орлов В. Ф., Строков О. П. *Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки : підруч. у 2 кн.* Київ : Грамота, 2009. Кн. 1. Трактори ; за ред. А. Ф. Головчука. 336 с.
5. Нелепова А. В. *Програмне управління процесами в галузі тваринництва та переробній галузі : навч. посіб.* Київ : Кафедра, 2018. 176 с.
6. Системи технологій (технологія зберігання, переробки та стандартизації сільськогосподарської продукції та механізація с.-г. виробництва). Модуль 2. *Новітні механізовані технології : метод. реком. до виконання практич. робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «Бакалавр» спеціальності 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» денної форми навчання / уклад. В. І. Гавриш, А. П. Галєєва, М. С. Храмов.* Миколаїв : МНАУ, 2020. 89 с.
7. *Трактори і автомобілі : метод. реком. до виконання практич. роботи для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Молодший бакалавр» початкового рівня (короткий цикл) спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання / уклад. : В. А. Грубань.* Миколаїв : МНАУ, 2021. 78 с.
8. *Системи точного землеробства : метод. реком. до виконання практич. робіт для здобувачів вищої освіти ступеня «Магістр» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форми навчання / уклад. : А. П. Галєєва, В. А. Грубань.* Миколаїв : МНАУ, 2018. 77 с.
9. *Машини та обладнання для АПВ : метод. реком. до виконання лабораторних робіт (Модуль №7 «Машини для збиральної обробки зерна» для здобувачів вищої освіти ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» денної форми навчання / уклад. : А. П. Галєєва, В. А. Грубань, М. Ю. Шатохін.* Миколаїв : МНАУ, 2018. 60 с.

Навчальне видання

**Системи технологій (технологія зберігання, переробки та стандартизації сільськогосподарської продукції та механізація с.-г. виробництва)**

Методичні рекомендації

Укладачі:

Гавриш Валерій Іванович  
Галєєва Антоніна Петрівна  
Зубехіна-Хайят Олександра Валеріївна  
Грубань Василь Анатолійович

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 9,2.

Тираж 20 прим. Зам. № \_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.