

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 та  
механізація с.-г. виробництва)  
Модуль 2 Новітні механізовані технології**

***Методичні рекомендації***

до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти  
ступеня «Бакалавр» спеціальності  
072 «Фінанси, банківська справа та страхування»  
денної форм навчання

МИКОЛАЇВ  
2020

УДК 631.3  
С40

Друкується за рішенням науково-методичної комісії інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету від 05.05.2020 р., протокол № 9.

Укладачі:

В.І. Гавриш – докт. екон. наук, професор 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.

М.С. Храмов – асистент кафедри агроінженерії, Миколаївський національний аграрний університет.

Рецензенти:

Чередниченко О. В. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри Експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетики, Машинобудівний навчально-науковий інститут, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова;

Атаманюк І.П. - д-р. техн. наук, професор, завідувач кафедри вищої та прикладної математики, Миколаївський національний аграрний університет.

© Миколаївський національний аграрний  
університет, 2020

## *Зміст*

Передмова	4
Робота 1. Загальна будова тракторів та автомобілів. Класифікація та типаж тракторів та автомобілів	5
Робота 2. Електрообладнання тракторів та автомобілів. Техніко-економічні показники двигуна	12
Робота 3. Трансмісія тракторів та автомобілів	20
Робота 4. Ходова частина тракторів та автомобілів	26
Робота 5. Механізми керування та гальмівні системи тракторів та автомобілів	34
Робота 6. Робоче та допоміжне обладнання тракторів та автомобілів	49
Робота 7. Техніко-економічні показники тракторів та автомобілів	59
Робота 8. Ґрунтообробні машини	61
Робота 9. Машини для хімічного захисту рослин від шкідників хвороб бур'янів	67
Робота 10. Машини для заготівлі кормів	78
Література	88

## *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.

## **Практична робота №1**

**Тема: Загальна будова тракторів та автомобілів. Класифікація та типаж тракторів та автомобілів**

**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).

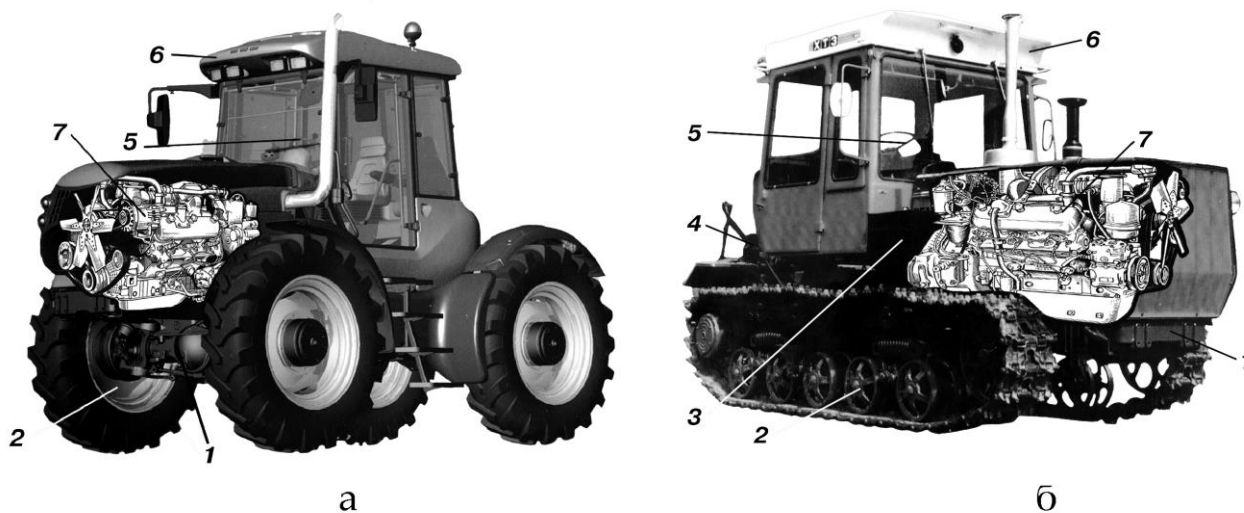
**Двигун** внутрішнього згоряння – це джерело механічної енергії.

**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.

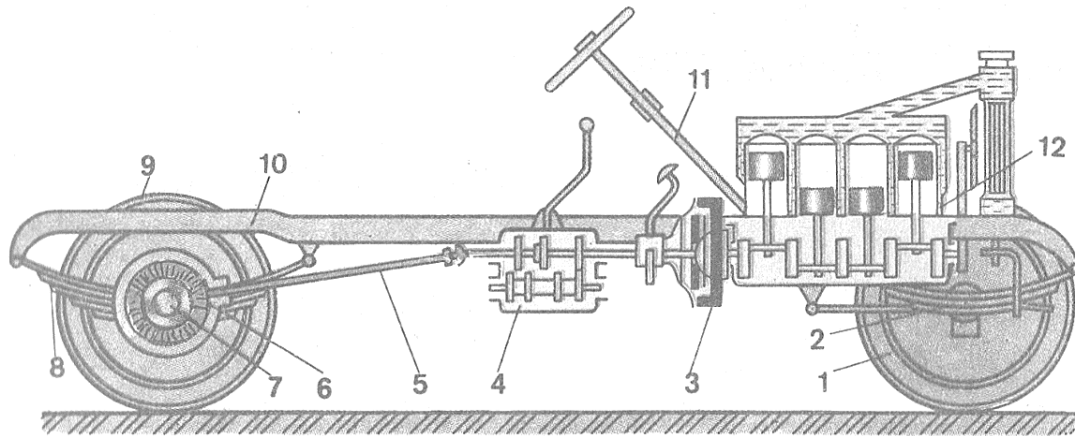
**Робоче обладнання** призначене для сполучення трактора із знаряддями і робочими машинами, керування ними і приведення в дію їхніх робочих органів від двигуна. У нього входять гідроначіпна система, причіпне обладнання, вал відбору потужності (ВВП) та інші. На автомобілі робочого обладнання немає.

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

**Остов** 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:

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:

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 (кабріолет).

*За колісною формулою:*

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

**Визначення основних техніко-економічних показників тракторів та автомобілів**

Таблиця 1.3

**Основні техніко-економічні показники сільськогосподарських тракторів**

Показники	<b>МТЗ-80</b>	<b>К-744</b>	<b>ХТЗ-181.20</b>	<b>New Holland T7060</b>	<b>Claas 850 Axion</b>	<b>John Deere 9520</b>
Тягове зусилля, кН						
Марка двигуна						
Потужність двигуна, к.с., (кВт)						
Витрата палива, кг/га, г/(кВт·год)						
Кількість передач, передніх/задніх						
Діапазон швидкостей, км/год						
Колісна формула						
Тип рушія						
Коля коліс, передні/задні, мм						
Габаритні розміри, (довжина×ширина×висота), м						
Експлуатаційна маса, кг						

Таблиця 1.4

**Основні техніко-економічні показники вантажних автомобілів**

Показники	<b>ЗІЛ-130</b>	<b>КрАЗ-5401 С2-500</b>	<b>КАМАЗ-45143</b>	<b>МАЗ-5516</b>	<b>MAN TGS 25.400</b>	<b>Volvo FMX 500</b>
Тип автомобіля						
Вантажопідйомність, т						

Марка двигуна						
Потужність двигуна, к.с., (кВт)						
Витрата палива, л/100 км						
Кількість передач						
Максимальна швидкість, км/год						
Колісна формула						
Колія, м						
База, м						
Габаритні розміри (довжина×ширина×висота ) , м						
Експлуатаційна маса, кг						

### 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**

**Тема: Електрообладнання тракторів та автомобілів. Техніко-економічні показники двигуна**

**Мета: Вивчити робочі цикли, будову двигунів внутрішнього згорання.**

*Зміст роботи:*

- 1. Робочі цикли двигунів внутрішнього згорання.*
- 2. Конструктивно-функціональні схеми двигунів внутрішнього згорання.*
- 3. Основні техніко-економічні показники 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. 2.1) здійснюється у чіткій послідовності.

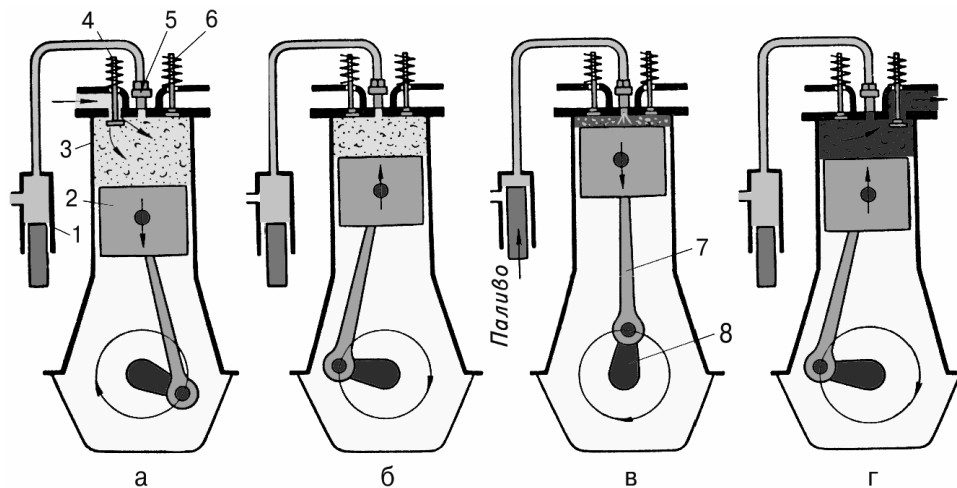
Перший такт – впуск. Під час переміщення поршня від ВМТ до НМТ у циліндрі створюється розрідження. Впускний клапан відкривається – і циліндр наповнюється повітрям, що попередньо проходить через очисники повітря. У циліндрі повітря змішується з невеликою кількістю газів, що відпрацювали. Тиск повітря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

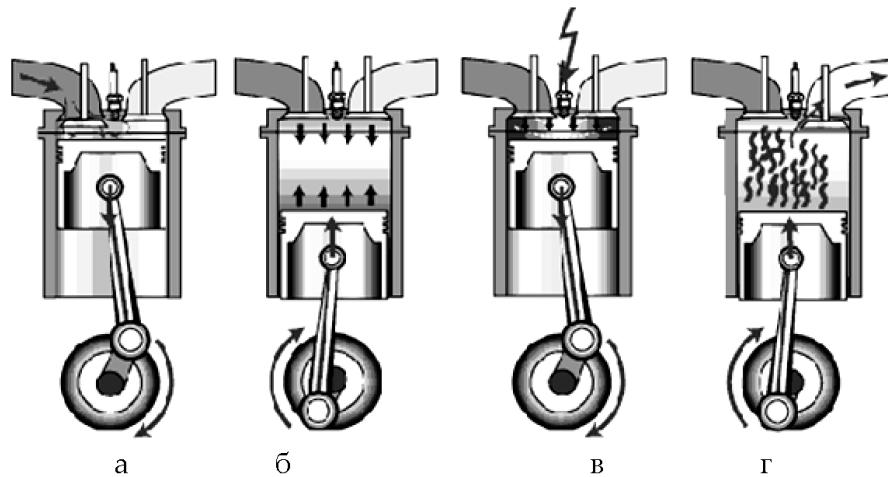


**Рис. 2.1 Робочий цикл одноциліндрового чотиритактного дизельного двигуна:**

*а* – впуск, *б* – стиск, *в* – згоряння, *г* – випуск; 1 – паливний насос високого тиску; 2 – поршень; 3 – циліндр; 4 – впускний клапан; 5 – форсунка; 6 – випускний клапан; 7 – шатун; 8 – колінчастий вал.

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.

*Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна* (рис. 2.2) здійснюється у чіткій послідовності.



**Рис. 2.2 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 випускну трубу. Далі поршень рухається від НМТ до ВМТ і виштовхує відпрацьовані гази з циліндра. До кінця такту випуску тиск у циліндрі становить 0,11...0,12 МПа, а температура 700...1100 К.

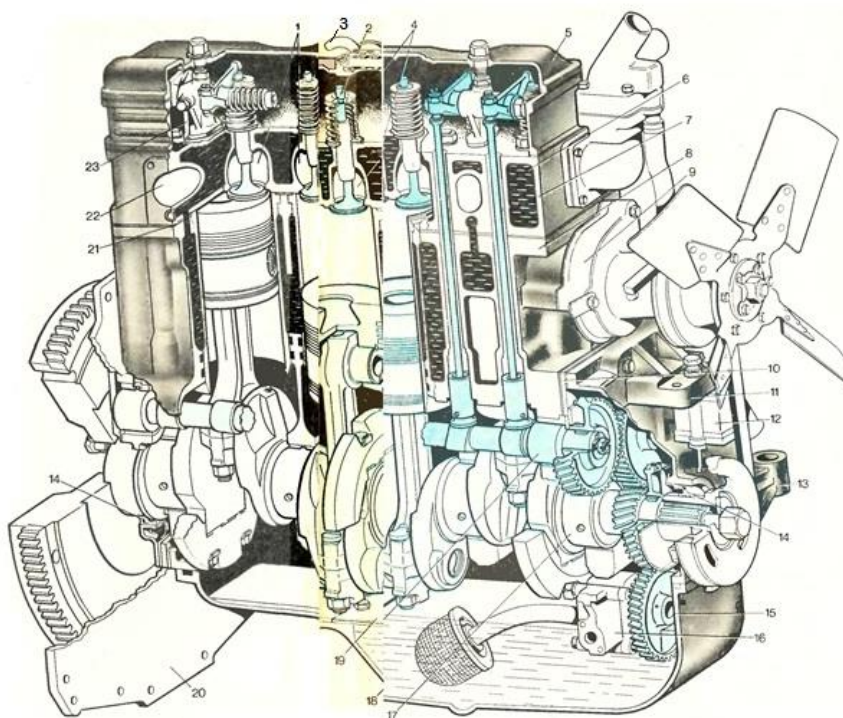
**Тракторний дизельний двигун Д-240.** Голівка 7 циліндрів (рис. 2.3) багатоциліндрового двигуна зовні являє собою товсту чавунну плиту, яка закриває блок-картер зверху. Нижня площина голівки ретельно оброблена, вона також є верхньою стінкою камер згоряння всіх чотирьох циліндрів. У голівці розміщені отвори для клапанів, форсунок, штанг, впускні **1** і випускні **4, 22** канали. Простір між стінками каналів і голівки (водяна сорочка **6**) заповнена водою. Щоб не було витoku газів і води, між голівкою циліндрів і блок-картером встановлюють металоасбестову прокладку **21**. Отвори в прокладці під гільзи циліндрів і для проходу масла до клапанного механізму (через трубку **23**) окантовані листової сталлю. На двигунах з рядним розташуванням циліндрів є одна голівка циліндрів, на V-подібних двигунах – дві, чотири або окремо на кожен циліндр. У двигунах повітряного охолодження голівки виготовляють окремо для кожного циліндра. Зовнішня поверхня такої голівки обладнана охолоджуючими ребрами.

На верхній площині голівки закріплюють деталі приводу клапанів, які закривають кришкою з ковпаком **5**. На ковпаку змонтований сапун **3**. Він дозволяє сполучати порожнину картера з атмосферою. Сапун необхідний для запобігання видавлювання масла через ущільнення картера проникаючими з циліндрів газами. Через сапун виходять назовні повітря і гази, що прорвалися з циліндрів в картер. Якщо після зупинки двигуна тиск остиглого в ньому повітря став нижчим за атмосферний, повітря входить в картер зовні через сапун. Проволочна набивка, змочена маслом, очищає повітря від пилу. У деяких двигунах сапун розташований на бічній стінці блоку (з боку камери штанг) або в кришці горловини для заливки масла в картер. Більшість автомобільних двигунів мають примусову вентиляцію картера.

До нижньої площини блок-картера прикріплений піддон **15**, який служить резервуаром для масла і закриває нижню частину двигуна. За місцем роз'єму піддон ущільнений прокладкою з пробки або пароніту. Щоб масло менше хлюпалося під час роботи трактора, піддон забезпечений заспокоювачем **19**.

Картер **11** розподільних шестерень закриває шестірні, передаючи обертання від колінчастого вала **17** до розподільного валу **18**, приводам паливного, гідравлічного і масляного **16** насосів.

На задній площині блок-картера закріплений картер маховика, який необхідний для розміщення маховика, кріплення двигуна до рами і приєднання різних агрегатів (наприклад, пускового двигуна, редуктора пускового пристрою та ін.). У картері маховика ряду двигунів передбачені пристрої (стрілочний показчик, установка шпилька) для визначення ВМТ поршня. Деталі остова тракторних двигунів, за винятком піддону, зазвичай відливають з чавуну, а деяких автомобільних двигунів – з алюмінієвого сплаву.



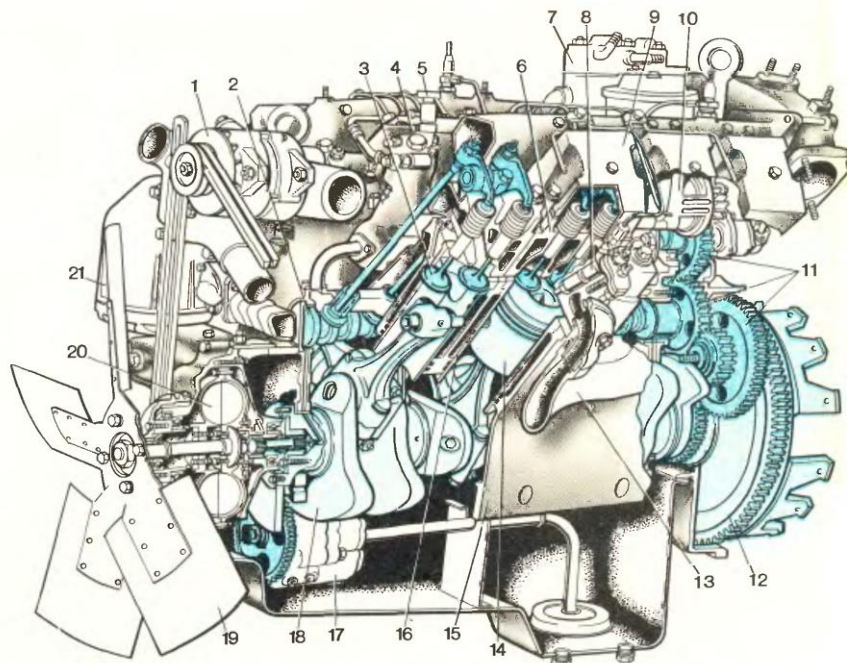
**Рис. 2.3 Розріз дизеля Д-240:**

1 – впускні канали третього і четвертого циліндрів; 2 – клапан; 3 – сапун; 4 – випускні канали другого та третього циліндрів; 5 – ковпак; 6 – водяна рубашка; 7 – головка циліндрів; 8 – блок-картер; 9 – водяний насос; 10 – щит; 11 – картер розподільних шестерень; 12 – амортизатор; 13 – кронштейн передньої опори двигуна; 14 – манжета ущільнення колінчастого вала; 15 – піддон картера; 16 – масляний насос; 17 – колінчастий вал; 18 – розподільний вал; 19 – заспокоювач масла; 20 – задній лист; 21 – металоасбестова прокладка; 22 – випускний канал четвертого циліндра; 23 – трубка підводу масла до клапанного механізму.



**Автомобільний дизель КамАЗ-740** (рис. 2.4) за конструкцією має велику схожість з тракторним. На відміну від розглянутого двигуна він має V-подібне розташування циліндрів. Кожен циліндр **16** обладнаний окремою голівкою **6**, виготовленої з алюмінієвого сплаву. Стик голівки циліндра і блоку ущільнюється двома прокладками. Отвори для води і масла в прокладці ущільнені формованою гумовою прокладкою, а газовий стик – сталеву прокладкою. Клапанний механізм кожної голівки закритий алюмінієвою кришкою **9**.

Внаслідок того, що на одній шатунній шийці колінчатого валу розташовано два шатуни, лівий ряд циліндрів суміщений відносно правого вперед.



**Рис. 2.4 Двигун КамАЗ-740:**

1 – генератор; 2 – розподільний вал; 3 – випускний клапан; 4 – паливний насос; 5 – насос ручної підкачки палива; 6 – голівка циліндра; 7 – компресор; 8 – форсунка; 9 – кришка; 10 – насос гідروпідсилювача рульового керування; 11 – блок шестерень; 12 – маховик; 13 – випускний колектор; 14 – поршень; 15 – блок циліндрів; 16 – циліндр; 17 – масляний насос; 18 – колінчатий вал; 19 – вентилятор; 20 – гідромурфта привода вентилятора; 21 – масляний фільтр

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.

Триточкова підвіска двигуна представлена на рис. 2.3. На кришці картера розподільних шестерень відлита передня опора двигуна. Опора через гумовометалевий амортизатор **12** закріплена на кронштейні **13**, який в свою чергу встановлюють на рамі. Амортизатор знижує рівень вібрацій двигуна і остова трактора. Ззаду двигун прикріплений до корпусу трансмісії через сталевий лист **20**.

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.

Таблиця 2.1

**Основні техніко-економічні показники вантажних автомобілів**

Показники	Д-240	Д-260	ЯМЗ-236	КамАЗ-740	Deutz BF8M1015C	Case 4T-390	John Deere 6135 HF475-3
Потужність, кВт (к.с.)							
Частота обертання, об/хв							
Кількість циліндрів							
Розташування циліндрів							
Діаметр поршня, мм							
Хід поршня, мм							
Об'єм, л							
Витрата палива, г/кВт·год							

К

он  
тр  
ол  
ьн  
і  
за  
пи  
та

**ННЯ:**

1. За якими основними признаками класифікують двигуни?
2. З яких деталей складається простіший двигун?
3. Що називається фазами газорозподілу, від чого вони залежать?

4. Робочий цикл чотиритактного карбюраторного двигуна.
5. Робочий цикл чотиритактного дизельного двигуна.
6. Основні механізми і системи двигуна Д-240.
7. Основні механізми і системи двигуна КамАЗ-740.
8. Чим визначається економічність двигуна?
9. Від чого залежить потужність двигуна?

### **Практична робота №3**

**Тема: Трансмiсія тракторiв та автомобiлiв**

**Мета: отримати знання по призначенню та класифiкацiї трансмiсiй тракторiв та автомобiлiв, вимоги до них, принцип дiї.**

**В процесi виконання лабораторної роботи необхідно:**

– вивчити класифiкацiю, принцип дiї та загальну будову трансмiсiї тракторiв та автомобiлiв;

– вмити аналізувати переваги та недолiки трансмiсiй, якi використовуються в тракторах та автомобiлях.

– оволодiти знаннями технічного обслуговування елементiв трансмiсiї тракторiв та автомобiлiв.

**Обладнання та матеріали:** трактори МТЗ-82, Т-150К, автомобiль М-2141, вузли та деталі трансмiсiй, плакати, табличний матеріал.

#### **1. Загальні відомості.**

**Класифiкацiя трансмiсiй.** 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, якi агрегатуються з трактором сiльськогосподарських машин та приводу робочого устаткування.

По способу трансформацiї обертального руху розрiзняють ступеневi, безступеневi i комбiнованi трансмiсiї.

За принципом дiї трансмiсiї можуть бути механiчними, гiдравлiчними, електричними або комбiнованими (гiдромеханiчними, електромеханiчними i ін.).

Основні показники трансмiсiї будь-якого типу – коефiцiєнти трансформацiї, корисної дiї, передатне вiдношення.

Коефiцiєнт трансформацiї

$$k = \frac{M}{M_E}.$$

Передатне вiдношення:

$$i = \frac{\omega}{\omega_E}.$$

Коефiцiєнт корисної дiї

$$\eta_{Tp} = \frac{M \cdot \omega}{M_E \cdot \omega_E},$$

де  $M$  i  $M_E$  – крутні моменти усiх ведучих колiс (зiрочок гусениць) i

колінчастого вала  $kH \cdot m$ ;  $\omega$ ,  $\omega_E$  – кутові швидкості ведучих коліс (зірочок гусениць) і колінчатого 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. 1), проміжне з'єднання 2, коробка передач 3, головна передача 4, диференціал 5, кінцеві передачі 6.

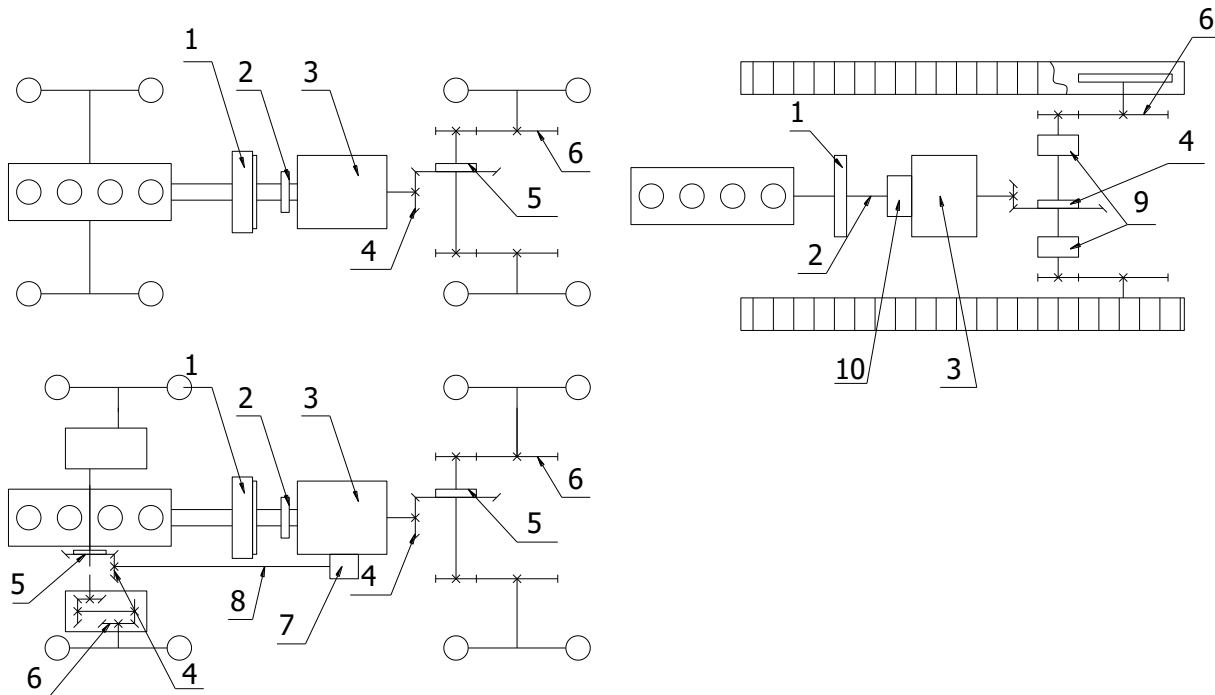


Рис.1. Схема трансмісій тракторів:

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.

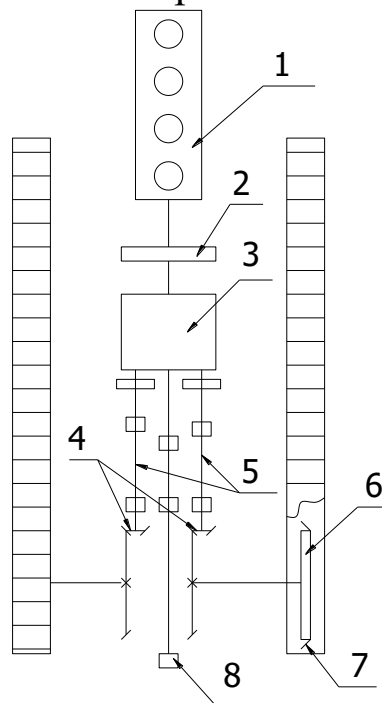


Рис. 2. Схема трансмісії трактора:

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: гідروмуфти 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. 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.

## **2. Зміст звіту.**

- 2.1. Схема трансмісії тракторів типу 4К2.
- 2.2. Схема трансмісії тракторів 4К4.
- 2.3. Схема трансмісії гусеничного трактора Т-150.
- 2.4. Схема гідромеханічної трансмісії.
- 2.5. Класифікація трансмісій.
- 2.6. Основні показники трансмісії.
- 2.7. Схема електричної трансмісії.
- 2.8. Схема гідравлічної трансмісії.
- 2.9. Відповіді на питання для контролю.

## **3. Питання для контролю.**

- 3.1. Переваги та недоліки різних типів трансмісій.
- 3.2. Області застосування різних типів трансмісій.



3.3. Особливості трансмісій тракторів порівняно з трансмісіями автомобілів.

3.4. Типи механізмів повороту гусеничних тракторів.

3.5. Класифікація трансмісій.

3.6. Основні показники трансмісії.

3.7. Конструктивні особливості трансмісій.

3.8. Призначення трансмісії.

## ***Практична робота №4***

***Тема: Ходова частина тракторів та автомобілів.***

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

**В процесі виконання лабораторної роботи необхідно:**

- вивчити основні елементи ходової частини та їх призначення;
- вміти аналізувати конструкцію.

**Обладнання та матеріали:** автомобіль М-2141, плакати, таблиці, деталі та вузли ходової частини автомобіля.

### **1. Загальні відомості.**

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. 106,б), 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. 106, 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.

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

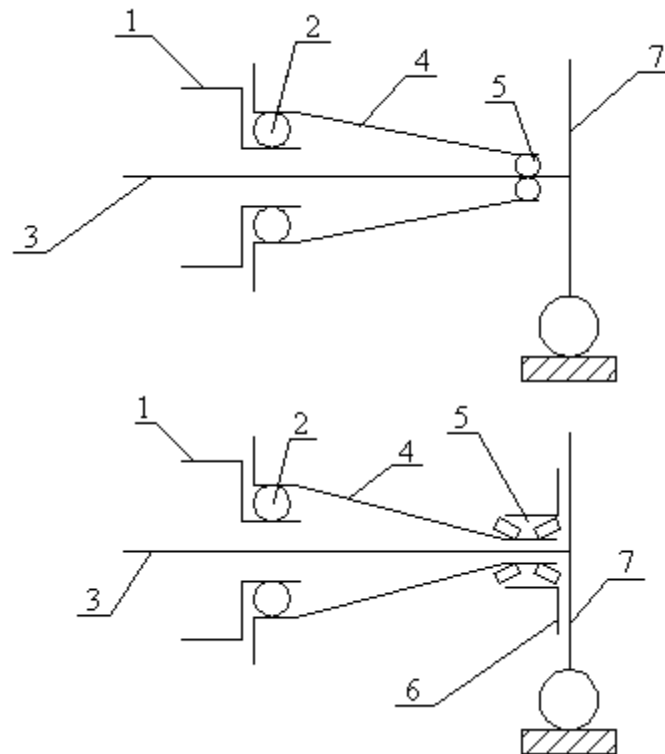


Рис. 3. Типи валів ведучих коліс:

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

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.

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

Основна частина покришки – 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 сталевих 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 покришки, взаємодіючого з дорогою. Протектор має малюнок у виді виступів, ребер і канавок. Деякі типи малюнків протектора показані на малюнку 107, б.

Камера – це герметична тороподібна гумова трубка з вентилем, через який накачують і випускають повітря, а також перевіряють тиск повітря в шині.

Безкамерна шина має усередині покришки привулканізований шар гуми, а місця стику покришки з обідом колеса ущільнені бортовою стрічкою.

Шина зі знімним протектором радіальна, із трьома знімними протекторними кільцями. Знімні кільця заміняють 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 перекладі рукоятки крана керування в положення «Зниження тиску» повітря при відкритих запірних клапанах коліс виходить із шин через кран керування в атмосферу. При положенні крана керування «Нейтральне» і відкритих запірних клапанах коліс шини відокремлені від компресора й атмосфери, але з'єднані між собою і манометр показує тиск повітря у всіх шинах. При їзді по важкопрохідним дорогам (заболочена місцевість, сніжна цілина, піски і т.п.) тиск повітря в шинах знижують до 0,05...0,07 МПа.

Аркові шини мають велику ширину профілю, низький тиск і спеціальний малюнок протектора, що значно поліпшує прохідність автомобіля. Виготовляють них, як правило, безкамерними. Однак унаслідок великої ширини ободів і значної маси коліс застосування цих шин обмежено.

**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). Шини легкових автомобілів мають позначення в дюймах або змішане (у міліметрах і дюймах). Наприклад, діагональні шини ВАЗ–2101 «Жигулі»–155–13 6,15–13; «Москвича–2140» – 165–13/6,45–13; ГАЗ–24 «Волга» – 185–14/7,35–14. Радіальна шина автомобіля ГАЗ–3102 «Волга» має позначення 205/70К14, де 205 – ширина профілю (у мм), 70 – індекс серії, К – радіального, 14 – умовна позначка посадкового діаметра.

Автомобільні шини класифікують по наступних ознаках: по призначенню – легкових і вантажних автомобілів; по способі 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.

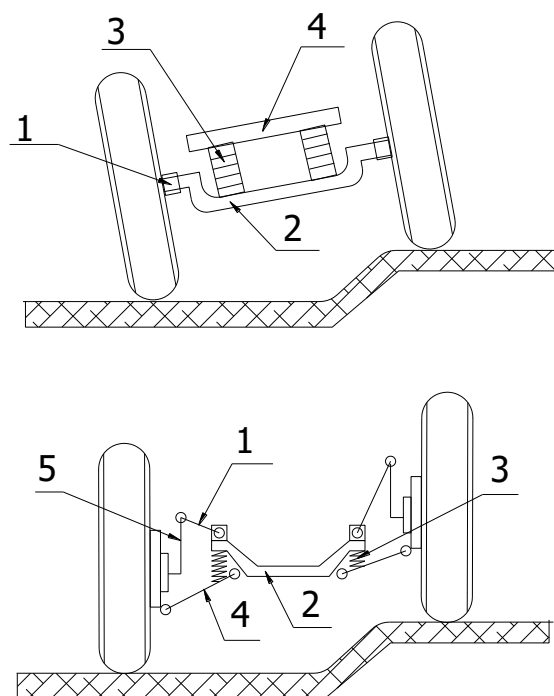


Рис. 5. Схема підвесок трактора і автомобіля.

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.

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 балансірні підвіски для проміжних і заднього ведучих мостів: мости качаються на шарнірно з'єднаних з ними і ресорами балансірних 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»).

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, називані амортизаторами.

На всіх легкових автомобілях і більшості передніх підвісок вантажних автомобілів установлюють телескопічні амортизатори гідравлічного типу. Опір коливальним рухам в амортизаторі такого типу створює рідина, що перетікає через невеликі отвори з однієї порожнини в іншу. При цьому зі збільшенням швидкості відносних переміщень колеса і рами (кузова) різко зростає гідравлічний опір амортизатора.

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 крутний 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.

## **2. Зміст звіту.**

- 2.1. Схема амортизатора.
- 2.2. Схема підвіски автомобіля.
- 2.3. Відповіді на питання для контролю.

## **3. Питання для контролю.**

- 3.1. Які елементи входять в склад ходової частини?
- 3.2. Які типи остовів використовуються на автомобілях?
- 3.3. Які типи коліс використовуються на автомобілях?



- 3.4. Який тиск повітря встановлюють в колесах автомобілів?
- 3.5. Призначення амортизаторів.
- 3.6. Принцип дії амортизаторів.
- 3.7. Які типи підвісок використовуються на автомобілях?

## Практична робота №5

### Тема: Механізми керування та гальмівні системи тракторів та автомобілів

**Мета: отримати поняття про рульове керування колісних тракторів та автомобілів.**

**В процесі виконання лабораторної роботи необхідно:**

- вивчити класифікацію, призначення та загальну будову механізмів керування;
- вміти аналізувати різні фактори, які впливають на рульове керування.

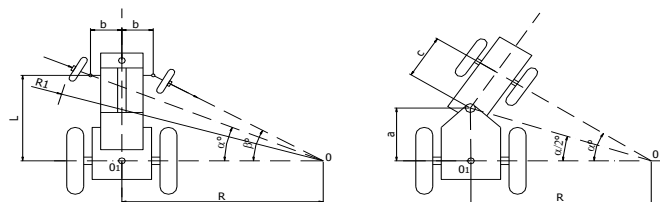
**Обладнання та матеріали:** трактори МТЗ-82 та Т-150К, автомобіль М-2140, різні вузли та деталі рульового керування, плакати, таблиці.

#### 1. Загальні відомості.

Рульове керування призначене для підтримки руху трактора (автомобіля) по заданому водієм напрямкові.

Рульове керування повинне бути легке і зручним, для чого зусилля на рульовому колесі і кут його повороту повинні бути обмеженими. Крім того, необхідно, щоб рульове керування забезпечувало правильну кінематику повороту і безпека руху, а поворот коліс відбувався так, щоб їх кочення не викликало прослизання.

На тракторах і автомобілях керування здійснюється шляхом повороту: передніх коліс щодо переднього моста (рис.1,а) — на універсально-просапних тракторах усіх легкових і вантажних автомобілях; напіврам, що утворюють несучу систему трактора, разом з колісьми щодо з'єднуючого їхнього вертикального шарніра (рис. 1,б) — на тракторах загального призначення (К-701, Т-150К); передніх і задніх коліс щодо їхніх мостів (усі колеса керовані) — на тракторах, автомобілях високої прохідності.



а

б

Рис. 1. Кінематика повороту колісних тракторів та автомобілів

Рульове керування складається з рульового механізму і рульового приводу. За допомогою рульового механізму зусилля, прикладене водієм до рульового колеса, передається рульовому приводу. Рульовий привід здійснює передачу зусиль від рульового механізму до керованих коліс або напіврам трактора. Рульові приводи можуть бути механічними, гідравлічними і електричними. В автомобілях і тракторах з передніми керованими колісьми механічний привід передає зусилля сошкою 3 (рис. 2 б) до поворотних важелів 5, 7 рульової трапеції. Рульова трапеція, що складається з поперечної рульової тяги 6 з поворотними важелями 5 і 7, є частиною рульового приводу і призначена для досягнення необхідного співвідношення між кутами повороту керованих коліс.

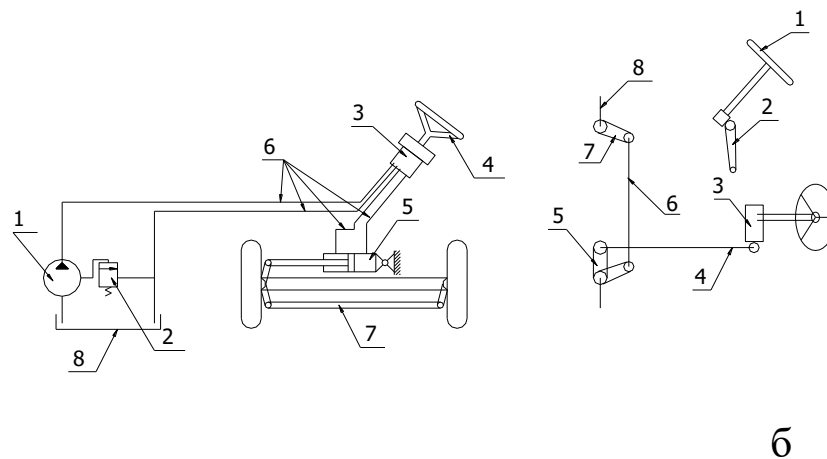


Рис. 2. Типи рульового керування:

- а) гідро об'ємне рульове керування: 1 – насос; 2 – запобіжний клапан; 3 – насос-дозатор; 4 – рульове колесо; 5 – гідро циліндр; 6 – трубопроводи; 7 – трапеція.
- б) механічне рульове керування: 1-рульове колесо; 2- рульовий механізм; 3-сошка; 4- тяга; 5-7- важелі; 6-поперечна тяга трапеції; 8- вісь колеса.

Як рульові механізми використовуються передачі черв'як — ролик (ГАЗ-53А, УАЗ, ГАЗ-66, «Волга», «Москвич», «Жигулі», «Запорожець»), черв'як – сектор (КрАЗ-257, Урал-375Д, МАЗ-200, К-700, К-701, Т-150К, МТЗ-80, МТЗ-82, Т-40М, Т-40АМ і ін.), гвинт із гайкою (ЗИЛ-130, Т-25А), гвинт із гайкою і рейка з зубчастим сектором (ЗИЛ-131, КрАЗ-255Б, БелАЗ-540); конічні шестірні (Т-16М).

Схема рульової трапеції наведена на рис.3

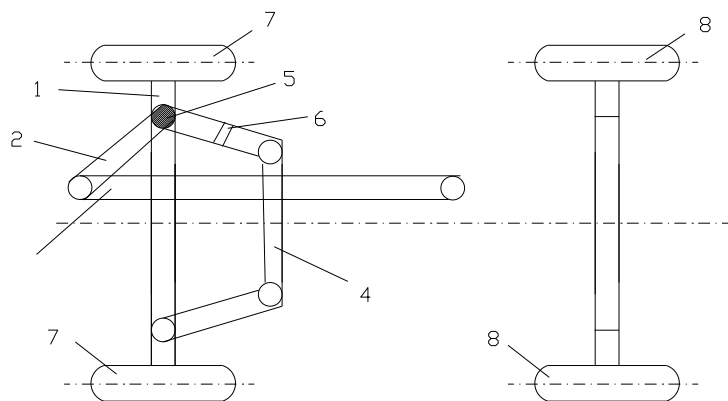


Рис.3. Схема рульової трапеції : 1- поворотна цапфа; 2- важіль; 3- подовжня тяга; 4- поперечна тяга; 5- палець; 6- важіль; 7- передні колеса; 8- задні колеса.

По взаємному розташуванню рульового колеса і рульового механізму розрізняють рульові керування зі сполученим або роздільним рульовим колесом і рульовим механізмом. При сполученому рульовому керуванні ведучий елемент рульового механізму установлюється на нижньому кінці вала рульового колеса, а при роздільному з'єднується з ним через карданну передачу. До першого типу відносяться рульові керування автомобілів ГАЗ-53А, «Волга», «Жигулі», «Москвич», «Запорожець», тракторів К-701, Т-150К, Т-25А; до другого – автомобілів БелАЗ-540, ЗИЛ-131, ЗИЛ-130, УАЗ, тракторів МТЗ-80, Т-40М/40АМ, Т-28Х4М тощо.

По місцю розташування рульової трапеції щодо керованого мосту розрізняють рульові приводи з переднім і заднім розташуванням трапеції. Трапеція з переднім розташуванням застосована на автомобілях ГАЗ-66, УАЗ-452, тракторах ПМЗ-6М/6Л; із заднім – на автомобілях ГАЗ-53А, ЗИЛ-130, УАЗ-451М, тракторах МТЗ-80/82, Т-40М/АМ і ін.

Важелі 5 і 7 (рис. 2 б) поворотних цапф поєднуються одною поперечною тягою 6 або з двома шарнірами, також з'єднаними між собою тягою. У першому випадку трапецію називають цільною, а в другому – розчленованій. Розчленовані трапеції застосовуються на легкових автомобілях, що мають незалежну підвіску керованих коліс, а також на колісних універсальних тракторах МТЗ-80, Т-40М. У рульовому керуванні з цільною трапецією привід до трапеції здійснюється подовжньою тягою 4; привід до розчленованої трапеції – подовжньою тягою, подовжнім валом сошки або сошкою 2, установленою на поворотному валові рульового механізму.

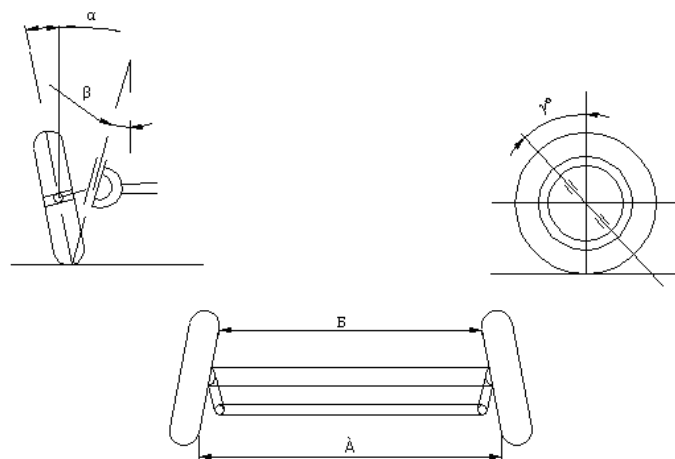


Рис. 4. Схеми встановлення передніх коліс та шкворней.

**Стабілізація керованих коліс** – здатність їх автоматично зберігати положення, необхідне для прямолінійного руху трактора (автомобіля). Стабілізація коліс автомобілів досягається за допомогою поперечного і подовжнього нахилів шворнів.

Поперечний нахил шворня (рис. 4) визначається кутом  $\beta$ , що лежить у поперечній площині автомобіля (трактора). Величина цього кута для автомобілів складає  $6-8^\circ$ . При поперечному нахилі шворнів поворот коліс супроводжується деяким підйомом переднього моста автомобіля, а під дією його маси колеса повертаються в середнє положення, зберігаючи стійкість.

Подовжній нахил шворня визначається кутом  $\gamma$ , утвореним лінією, перпендикулярної площини кочення колеса, і віссю шворня. У залежності від установки переднього моста кут  $\gamma$  знаходиться в межах від  $0$  до  $8^\circ$ . При повороті керованих коліс виникають відцентрових і поперечна (від сил тертя між шиною і дорогою в точках їхнього торкання) сили. При наявності подовжнього нахилу шворня поперечна сила створює момент, що повертає ці колеса у вихідне положення, полегшуючи тим самим керування.

Величина кутів нахилу шворнів визначається конструкцією цапф, кулаків і вилок передніх мостів і в процесі експлуатації трактора (автомобіля) не регулюється.

Для легкого повороту і кочення керованих коліс без ковзання їх установлюють під деякими кутами. Розрізняють кут розвалу і сходження керованих коліс.

Кут розвалу колеса, що лежить у поперечній площині трактора

(автомобіля), визначається установкою цапф коліс з нахилом їхніх шипів униз. Розвал передніх коліс зменшує навантаження на зовнішній підшипник колеса і поліпшує керованість. Величина кута розвалу коліс досягає  $2^\circ$ .

Сходження керованих коліс визначається відстанями А і Б (рис. 4) між серединами коліс перед і позаду (якщо дивитися на них зверху), причому  $A > B$ . Сходження забезпечує правильне (рівнобіжне) кочення коліс при наявності їхнього розвалу, зазорів у шворнях, тягах і підшипниках коліс. Різниця в розмірах А і Б для різних конструкцій знаходиться в межах 2-12 мм. Сходження коліс перевіряється спеціальним пристосуванням і регулюється зміною довжини поперечної кермової тяги.

**Поняття про системи автоматичного водіння трактора.** Одним з резервів підвищення продуктивності праці і якості виконуваних механізованих робіт при використанні машинно-тракторних агрегатів – упровадження систем автоматичного водіння трактора. Розрізняють системи автоматичного водіння трьох типів: напівавтоматичні, автоматичні і програмні.

*Напівавтоматична система* дозволяє вести машинно-тракторний агрегат по сліду маркера без участі тракториста-машиніста. Тракторист-машиніст необхідний для першого проходу агрегату, здійснення розворотів і контролю за роботою автоматичних пристроїв, тобто ця система значно полегшує працю механізатора, підвищує його продуктивність і поліпшує якість виконуваних робіт.

*Автоматична система* водіння трактора не вимагає втручання тракториста-машиніста під час якого-небудь циклу роботи машинно-тракторного агрегату. До такої системи можна віднести водіння групи агрегатів одним трактористом-машиністом.

Більш складними є програмні системи автоматичного водіння тракторів без участі трактористів-машиністів з використанням міні-ЕОМ.

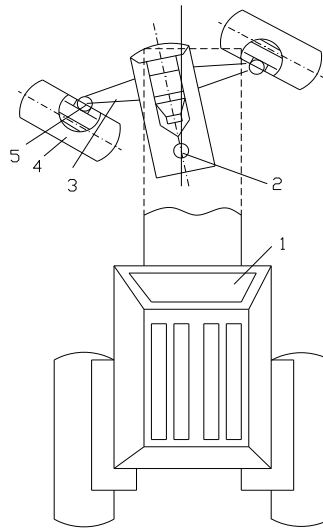


Рис. 5. Схема рульового керування „суперруль” тракторів „Фіатагрі” серії G170/240:1- рама; 2- центральна точка; 3- передній міст; 4- колесо; 5- шворінь.

### **Тенденції вдосконалення механізмів повороту.**

Трактори підвищеної потужності мають великі габарити, довгу базу та значні діаметри коліс, що веде до істотного збільшення радіусів повороту, ширини поворотної смуги і зрештою до зменшення продуктивності та збільшення витрати пального. Тому провідні тракторобудівні фірми дедалі частіше використовують комбіновані системи керування поворотом трактора із застосуванням системи рульового керування під назвою Super Steer („суперруль”, рис.5). Відмінність нової системи рульового керування полягає в тому, що за рульового колеса повертаються не тільки колеса відносно попереднього моста 3 на шворнях 5, а й передній міст відносно рами навколо центральної точки опори 2. Сумарний кут повороту коліс відносно рами становить  $68^\circ$  ( $50^\circ$  - кут повороту колес піднос-но моста,  $18^\circ$  - кут повороту моста). Це дає змогу істотно збільшити маневреність трактора за будь-якої колії руху і навіть тоді, коли потрібно обмежити кут повороту коліс. Наприклад за загальної габаритної ширини 2,5 м без використання гальм можна виконати повороти з малим радіусом – від 4,75 до 5,0 м незалежно від розміру встановлених шин.

З метою підвищення маневреності на шарнірно зчленованих тракторах, наприклад фірми „Кейс – Стейджер”, почали застосувати системи керування, що допускають поворот попереднього моста навколо власної точки опори. Рульове керування трактора з такою схемою істотно поліпшує його маневреність. Трактор може повертати вправо або вліво як звичайний трактор поворотом тільки попереднього моста або

коліс (під час просапних і транспортних робіт) і як шасі з одночасним повертанням попередньої і задньої напіврам (під час маневрування).

### **Основні можливі несправності і технічне обслуговування.**

Основна несправність рульового керування колісних тракторів і автомобілів, що виникає при експлуатації, – підвищений вільний хід рульового колеса. Причинами цього можуть бути збільшення зазору в кермових механізмі і приводі, ослаблення кріплення картера кермових механізму і сошки, шарнірних пристроїв і поворотних важелів.

Припустимий вільний хід рульового колеса в рульових керуваннях без гідропідсилювачів до  $10^\circ$ , з гідропідсилювачами до 25...30.

Для усунення підвищеного вільного ходу рульового колеса трактор або автомобіль встановлюють на горизонтальній площадці, а його направляючого колеса – у положення, що відповідає прямолінійному рухові. При наявності гідропідсилювача пускають двигун. Різко повертаючи рульове колесо в одну й іншу сторону й оглядаючи всі з'єднання рульового приводу, визначають наявність зазорів у з'єднаннях і надійність кріплення корпусу рульового механізму, рульової сошки і важелів. При необхідності виконують кріпильні роботи й усувають зазори в зчленуваннях.

Підвищені зазори в шарнірних пристроях рульових тяг усувають укручуванням у наконечник тяги регулювальної пробки (кришки) або заміняють зношені вкладиші і кульові пальці. Якщо після виконання цих операцій вільний хід рульового колеса залишається більше припустимого, перевіряють і регулюють зазор у підшипниках направляючих коліс і рульовому механізмі.

У рульовому механізмі типу циліндричний черв'як–сектор регулюють зазор у зачепленні черв'як–сектор і підтягують гайку кріплення черв'яка. Щоб відрегулювати зазор, від'єднують від сошки кермові тяги, послабляють болт кріплення регулювальної ексцентричної втулки і повертають неї по ходу години стрілки до упора черв'яка в зуби сектора. При працюючому двигуні обертають рульове колесо і поворотом регулювальної втулки проти ходу годинної стрілки домагаються зникнення заїдання кермового колеса при його повороті від одного крайнього положення до іншого. Зусилля на рульовому колесі не повинне перевищувати 15 – 20 Н.

У рульовому механізмі типів – гайка і рейка–сектор (автомобілі КамАЗ) перевірку і регулювання проводять при відокремленій подовжній тязі і непрацюючому підсилювачі. Динамометром перевіряють зусилля на ободу кермового колеса в різних положеннях.



При повороті рульового колеса від середнього положення більш ніж два обороти, зусилля повинне бути в межах 6...16 Н, при повороті на  $\frac{3}{4}$ ...1 оборот – не більш 23 Н, при незначному повороті – на 4...6...6 Н більше, ніж у другому положенні, але не більш 28 Н. Регулювання починають із третього положення, установлюючи необхідні зусилля зсуву зубчастого сектора при обертанні регулювального гвинта в кришці лівого механізму. При відхиленні від зазначених вище зусиль у першому положенні кермового колеса підтягують або послабляють гайку кріплення зав'язаних підшипників гвинта при частковому розбиранні механізму.

Якщо зусилля на ободу рульового колеса в другому положенні більш 23 Н, то ушкоджені деталі в парі гвинт-гайка.

Причинами погіршення курсової стійкості трактора або автомобіля можуть бути не тільки несправність у рульовому керуванні, але також і недостатній або різний тиск у шинах, зазор у підшипниках маточини коліс, неправильна установка керованих коліс, несправності амортизаторів, неправильне балансування коліс.

Стан рульового керування впливає не тільки на працездатність трактора й автомобіля, але в більшому ступені на безпеку роботи на них.

Керуючи автомобілем або трактором, водій постійно змінює швидкість їхнього руху в залежності від стану дороги і навколишнього оточення. Іноді виникає необхідність екстреної зупинки транспортного засобу у випадку появи раптової перешкоди або людини на проїзній частині дороги. Уповільнення машини за допомогою сил тертя в трансмісії, опори дороги і повітря незначно. Тому для створення більшого додаткового опору рухові і швидкому зниженню швидкості автомобілі і трактори обладнають гальмовими системами. За допомогою цих систем можна удержати на ухилі нерухомо машину попередити її небажаний розгін при спуску. Крім цього, гальмівну систему тракторів використовують для забезпечення крутого повороту.

У більшості випадків гальмування відбувається в результаті необоротного перетворення кінетичної енергії трактора або автомобіля спочатку в роботу тертя, а потім теплоту, що поглинається гальмовими механізмами, шинами, трансмісією двигуном, якщо він не відокремлений від трансмісії.

Шлях, що проходить трактор або автомобіль з моменту виявлення водієм перешкоди до повної зупинки, називають *зупиночним*. Шлях, що пройде машина з початку гальмування до повної зупинки, називають *гальмівним*. Значення гальмового шляху залежить від швидкості руху,

стану дороги (коефіцієнта зчеплення) і багатьох інших експлуатаційних факторів.

Оціночні показники гальмових якостей автомобіля: гальмовий шлях  $S_{\text{гальм}}$ , уповільнення  $j$  при гальмуванні і час  $t_{\text{зпр.}}$  спрацьовування гальм. граничне значення цих показників для робочої гальмової системи деяких автотранспортних засобів при їхній повній масі і початковій швидкості гальмування 40 км/год за ГОСТ 25478–82 приведені в таблиці

При гальмуванні колісних тракторів без причепів на сухій бетонованій горизонтальній дорозі зі швидкістю 20...30 км/год зупиночний шлях повинний бути 6...11 м, якщо маса трактора до 4 т, і 6,5... 11,5 м, якщо маса 4...6 т.

Гальмова система являє собою сукупність пристроїв для гальмування трактора (автомобіля). Гарні гальмові якості машини мають велике значення для безпеки руху і досягнення високих експлуатаційних показників.

Таблиця 1

### Граничні значення параметрів гальмування

Автотранспортний засіб	Гальмовий шлях, м, не більш	Уповільнення, м/с <sup>2</sup> , не менш	Час спрацьовування, с, не більш
Пасажирське з числом сидінь не більш 8 і створені на їхній базі універсали, пікапи і т.п.	16,2	5,2	0,6
Пасажирське з числом сидінь більш 8	21,2	4,5	1,0
Одиночне вантажне	23,0	4,0	1,0
Автопоїзд із тягачем	25,0	4,0	1,2

До гальмівних систем пред'являють наступні основні вимоги: швидке спрацьовування; правильний розподіл гальмівного зусилля по колесах; забезпечення пропорційності між зусиллям на педалі (важелі) і гальмівною силою на колесах; плавність гальмування і стійкість машини при гальмуванні; висока стабільність регулювання гальмових механізмів.

Розрізняють наступні види гальмівних систем: робочу, стояночну, допоміжну і запасну.

Робоча гальмова система є основною і служить для регулювання швидкості руху трактора або автомобіля з необхідним уповільненням аж

до повної зупинки в будь-яких умовах.

*Стояночна гальмівна система* призначена для утримання нерухомої машини на ухилі (або підйомі) при відсутності в кабіні водія.

*Допоміжна гальмова система* необхідна для підтримки постійної швидкості руху автомобіля на затяжних спусках при одночасному зниженні навантаження на робочу гальмову систему, а в тракторах – додатково і для виконання крутих поворотів.

*Запасна гальмова система* призначена для забезпечення зниження швидкості руху і зупинки машини у випадку часткового або повного виходу з ладу робочої гальмової системи.

Крім цих систем, багато тракторів і автомобілі обладнають приводом гальмової системи причепів.

Застосовують наступні способи гальмування: гальмовою системою з відокремленим від трансмісії двигуном; двигуном; гальмовою системою і двигуном одночасно.

При першому способі основне джерело опору рухові – гальмові механізми трактора або автомобіля.

При другому способі – гальмуванні двигуном (він залишається з'єднаним із трансмісією) – припиняють або значно зменшують подачу палива. Тоді колінчатий вал примусово прокручується від коліс, через що механічні й інші втрати в двигуні різко збільшуються і можуть досягти 55% потужності двигуна при повній подачі палива і тієї ж швидкості обертання колінчатого вала. Інтенсивність гальмування двигуном залежить від включеної передачі, ступеня відкриття дросельної заслінки або подачі палива насосом, а також від стану (включене або виключено) системи запалювання. Гальмування двигуном рекомендується застосовувати при русі на затяжних спусках і слизькій дорозі.

При третьому способі значно збільшується інтенсивність гальмування, а гальмовий шлях зменшується на 20...25 %.

Ефективним гальмом-сповільнювачем служить система з використанням протитиску на випуску в двигуна. Для створення протитиску випускний трубопровід перекривають заслінкою і припиняють подачу палива в циліндри. У результаті гальмовий момент двигуна зростає приблизно вдвічі в порівнянні зі звичайним гальмуванням двигуном.

Гальмова система складається з гальмового механізму і гальмового приводу.

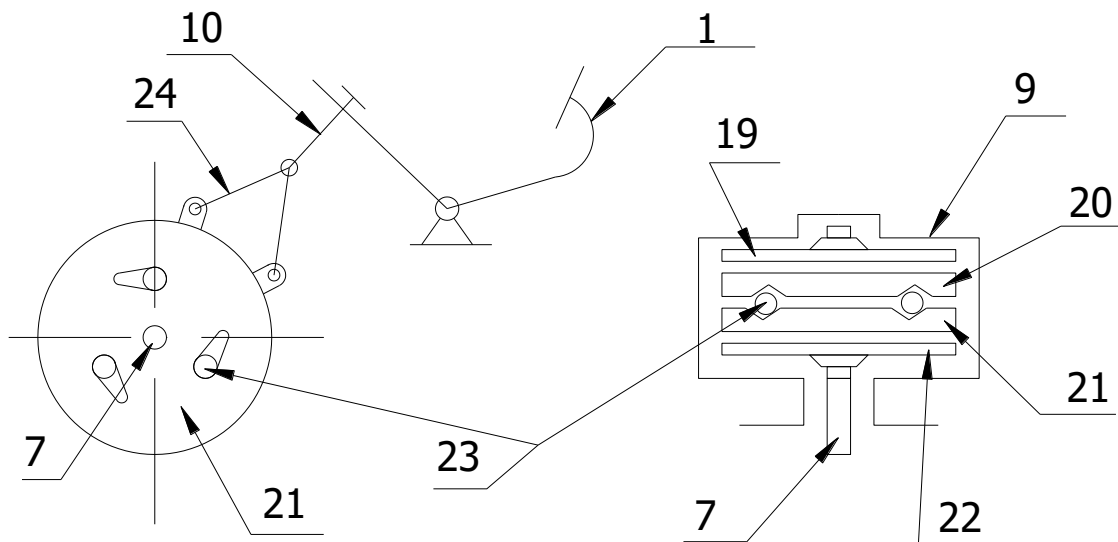
*Гальмовий механізм* служить для уповільнення обертання коліс або

одного з валів трансмісії під дією сил тертя.

Гальмові механізми розрізняють: по їхньому розташуванню – *колісні*, центральні (трансмісійні) і по типі гальмових деталей – *стрічкові, колодкові, дискові*.

Колісні гальмові механізми діють безпосередньо на маточину колеса, а центральні – на один з валів трансмісії. На автомобілях і колісних тракторах загального призначення в якості робочої гальмової системи використовують колісні гальмові механізми, а для стояночної гальмової системи – центральні або колісні гальмові механізми. На універсально-просапних тракторах застосовують центральні гальмові механізми.

*Стрічкове гальмо* може бути простим і плаваючим. Просте стрічкове гальмо (рис. 9, б) складається зі шківів, укріпленого на валу 7 трансмісії, і гальмової стрічки 4 із фрикційними накладками. Один кінець стрічки через тягу 10 з регулювальною гайкою прикріплений до картера 9, а іншої до двуплечому важеля 3, що тягою 2 з'єднаний з педаллю 1.



**a**

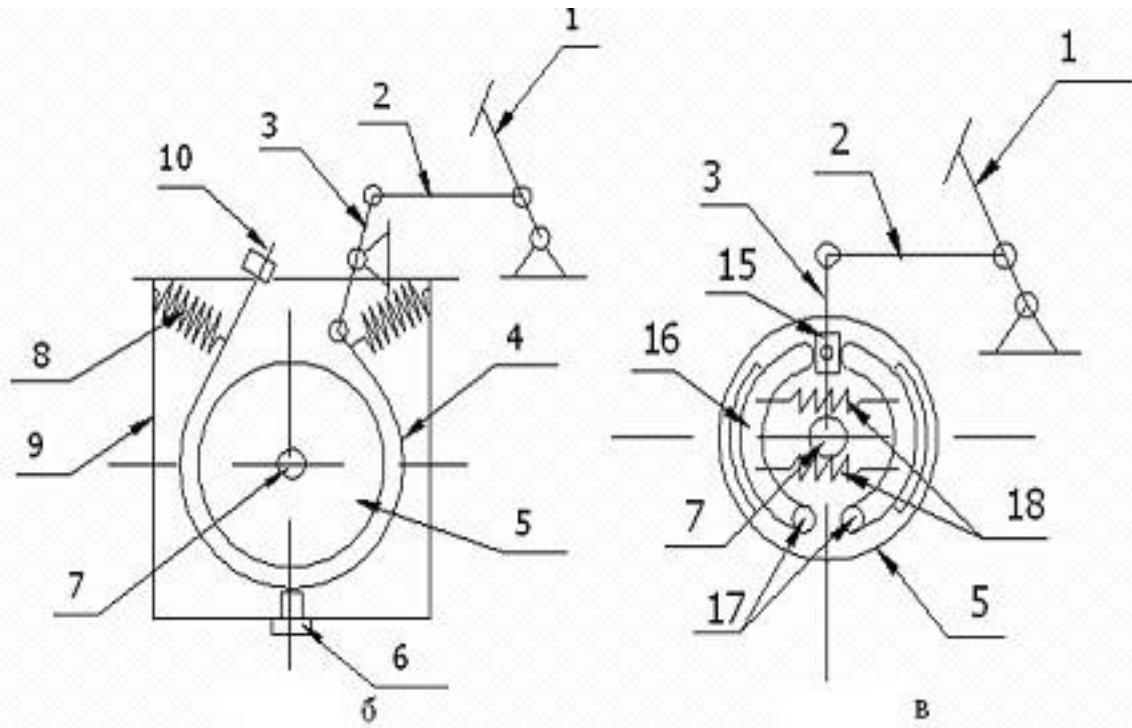


Рис. 9. Схема гальмівних механізмів:

а - дискові, б - стрічкові, в - колодочні.

1 - педаль; 2 - тяга; 3 і 11 - важелі; 4 - гальмівна стрічка; 5 - гальмівний шків; 6 - гвинт; 7 - вал; 8 - відтяжна пружина; 9 - картер; 10 - тяга з регулювальною гайкою; 12 та 14 - пальці; 13 - нерухомий кронштейн; 15 - розжимний кулачок; 16 - колодка; 17 - нерухомі шарніри колодок; 18 - пружини; 19 і 22 - диски з фрикційними накладками; 20 і 21 - нажимні диски; 23 - кульки; 24 - серга.

При відпущеній педалі пружини 8 відтягають стрічку від шківів, а гвинт-упор 6 обмежує провисання стрічки.

При натисканні на педаль 1 важіль 3 зтягує стрічку на шківі 5 і під дією сил тертя, що виникають між шківом і гальмовою стрічкою, шків загальмовується. Просте стрічкове гальмо дає інтенсивне гальмування тільки при обертанні шківів в одну сторону (по напрямку стрілки).

Плаваюче стрічкове гальмо, відрізняється від простого тим, що обидва кінці гальмової стрічки рухливі і з'єднані з пліччями важеля 11, що дозволяє однаково інтенсивно гальмувати при обертанні шківів в різні сторони. У залежності від напрямку обертання шківів один з пальців 12 або 14 стає нерухомим, а інший, переміщаючи разом зі стрічкою, зтягує неї на шківі.

Стрічкові гальма застосовують на багатьох гусеничних і деяких колісних тракторах у робочих і стояночних гальмових системах.

*Колодкове гальмо* складається з гальмового барабана (шківів) 5 (рис.

9, в), що обертається разом з колесом. Усередині барабана знаходяться дві колодки 16 із фрикційними накладками, установлені на диску, жорстко укріпленому на картері моста.

При натисканні на педаль 1 розтискний кулачок 15 розсовує верхні кінці колодок 16, що повертаються навколо шарнірів 17, і притискає колодки до внутрішньої поверхні гальмового барабана. Виникають сили тертя, що перешкоджають обертанню барабана, а отже, і колеса, і швидкість руху трактора або автомобіля знижується. Чим більше сила натискання на колодки, тим більше момент і робота сил тертя, а також сповільнення руху машини. При відпусканні педалі пружини 18 відводять колодки від гальмового барабана, і гальмування припиняється. Колодкові гальма застосовують на багатьох автомобілях і деяких тракторах (К-701, Т-150К). Дискове гальмо може бути двох типів: з декількома обертовими дисками, оснащеними фрикційними накладками, що притискаються до нерухомого корпусу, або з одним обертовим диском, що затискується по обидва боки нерухомими плоскими гальмовими колодками. Дискове гальмо першого типу (рис.9,а) складається зі сполучних 19, 22 (із фрикційними накладками) і натискних 20, 21 дисків. Диски 19 і 22 шліцами з'єднані з валом 7 трансмісії, а між дисками 20 і 21 у гніздах розташовані кульки 23.

При натисканні на педаль 1 диски 20 і 21 повертаються навколо своєї осі назустріч один одному. При цьому кульки виходять із гнізд і, скочуючи по скосах, розсовують диски в сторони, притискаючи диски 19 і 22 із фрикційними накладками до стінок картера 9. Сили тертя, що утворилися, загальмовують вал 7. При відпусканні педалі диски 20 і 21 пружинами (на малюнку не показані) повертаються у вихідне положення.

*Гальмовий привід* служить для керування гальмовими механізмами і передачі енергії, необхідної для притиснення гальмових стрічок, колодок і дисків до відповідних поверхонь тертя.

За принципом дії розрізняють механічні, пневматичні і гідравлічні гальмові приводи.

Механічний привід гальмових механізмів являє собою систему тяг і важелів, що з'єднують педаль або важіль з гальмовими механізмами. Він застосований на деяких тракторах, а також в автомобілях для приводу стояночного гальмового механізму.

У гідравлічному і пневматичному приводах гальмові механізми приводяться в дію від тиску гальмової рідини або стиснутого повітря.

Пневматичні і гідравлічні приводи можуть бути одне-, двох- і

багатоконтурними. Одноконтурний привід здійснює керування гальмовими механізмами передніх і задніх коліс. Однак при порушенні якого-небудь з'єднання в цьому приводі виходить з ладу вся гальмова система.

Двоконтурний привід має незалежні приводи гальмових механізмів передніх і задніх коліс, що значно підвищує надійність гальмової системи.

Многоконтурний привід являє собою сукупність незалежних приводів робочих гальмових механізмів окремо передніх і за них коліс, стояночного, допоміжних і запасного гальмових механізмів.

Для полегшення роботи водія, тобто для зниження зусилля на гальмову педаль, у привід гальм деяких автомобілів включений гідровакуумний підсилювач.

Гальмовий механізм (гальмо) служить для безпосереднього створення і зміни штучного опору рухові автомобіля (трактора).

Найбільш поширені фрикційні гальма, що здійснюють гальмування за рахунок сил тертя між нерухомими й обертовими деталями. Фрикційні гальма можуть бути дисковими, барабанними і шківними. У дисковому гальмі сили тертя створюються на бічних поверхнях обертового диска, у барабанному – на внутрішній поверхні обертового циліндра, а в шківном – на зовнішній поверхні обертового циліндра.

Найбільше повно пропонованим до гальм вимогам відповідають барабанні і дискові гальма – вони застосовуються на більшості автомобілів і колісних тракторів.

По місцю установки розрізняють гальма колісні і трансмісійні (центральні). Перші впливають безпосередньо на маточину колеса, другі – на один з валів трансмісії.

## **2. Зміст звіту.**

2.1. Граничні значення параметрів гальмування.

2.2. Схеми гальмівних механізмів (дискового, стрічкового, колодочного).

2.3. Відповіді на питання для контролю.

## **3. Питання для контролю.**

3.1. Призначення гальмівних систем.

3.2. Основні показники гальмування.

3.3. Основні вимоги до гальмівних систем.

3.4. Види гальмівних систем.

3.5. Призначення робочої гальмівної системи.

3.6. Призначення стояночної гальмівної системи.

- 3.7. Призначення допоміжної гальмівної системи.
- 3.8. Призначення запасної гальмівної системи.
- 3.9. Способи гальмування.
- 3.10. Види гальмівних механізмів.
- 3.11. Класифікація гальмівних приводів.
- 3.12. Принцип дії різних гальмівних механізмів.



## **Практична робота №6**

**Тема: Робоче та допоміжне обладнання тракторів та автомобілів**

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

**В процесі виконання лабораторної роботи необхідно:**

- вивчити класифікацію, призначення та конструкцію валів відбору потужності, способи з'єднання машини та тракторів в агрегат;
- вміти аналізувати способи передачі енергії від трактора до машин;
- оволодіти знаннями конструкції, роботи та технічного обслуговування робочого обладнання.

**Обладнання та матеріали:** трактори МТЗ-82 та Т-150К, різні вузли та деталі робочого обладнання, плакати, таблиці.

### **1. Загальні відомості.**

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 обладнають *причіпними гідрофікованими гаками*.

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

через пасову передачу різних стаціонарних машин. Шків звичайно розміщується збоку або позад трактора, але так, щоб площина шківа, перпендикулярна осі його обертання, була рівнобіжна подовжньої осі трактора. Це необхідно для регулювання натягу приводного ремня переміщенням трактора щодо робочої машини. Звичайно шків приводиться в дію від вала відбору потужності (Т-40М/40АМ, ЮМЗ-6Л/6М, МТЗ-80/82), рідше від коробки передач (Т-25А). Розміри шківа і частота його обертання стандартизовані.

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.

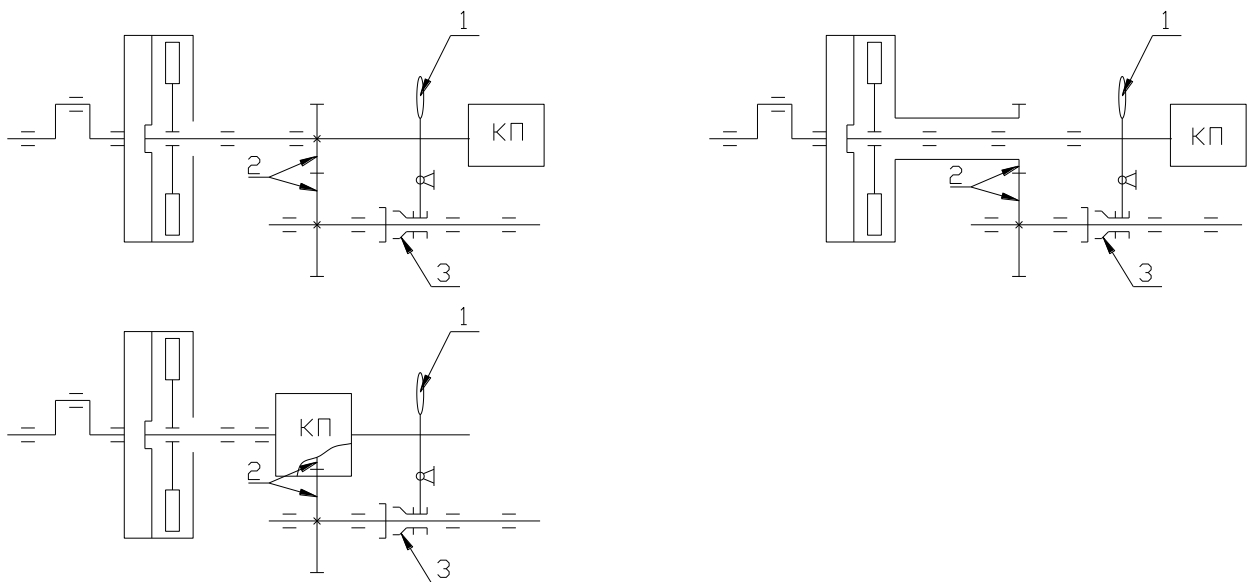


Рис. 203. Схеми привода валів відбору потужності:  
1 – важіль; 2 – зубчасте колесо; 3 – зубчата муфта

У рукаві 1 на двох шарикопідшипниках установлене 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.

Кузов більшості автомобілів-самоскидів перекидається (повертається) тільки назад без попереднього підйому, а в автомобіля САЗ-3502 – з попереднім підйомом. Кузов автомобілів самоскидів сільськогосподарські призначення (ГАЗ-САЗ-53Б, ЗІЛ-ММЗ-554М, Камаз-55102) перекидається без попереднього підйому на кожен з трьох сторін: праворуч, ліворуч або назад.

Самосвальні кузова трактів причепів перекидаються на кожен 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.

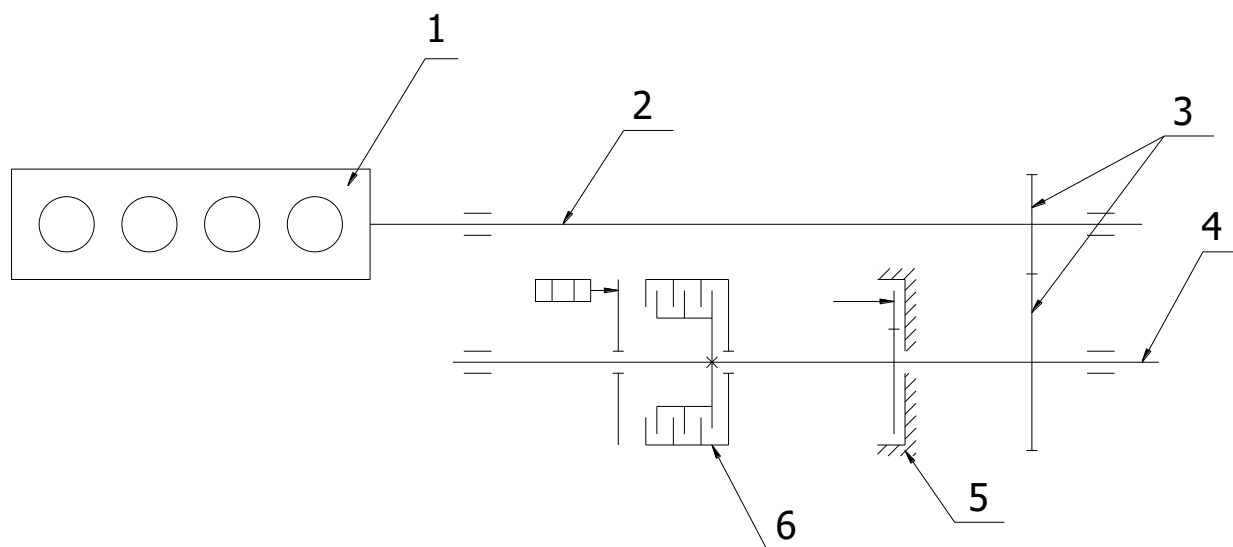


Рис. 3 Кінематична схема валу відбору потужності трактора Т-150К:

- 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*. 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.). Агрегатуємі із самохідним шасі Т-16М машини розміщаються на спеціальній рамі перед двигуна, тому на ньому застосований тільки передній ВВП. Бічний ВВП розміщають у спеціальному корпусі, що зміцнюється на корпусі коробки передач.

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 агрегатировать 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. Більшість ВВП тракторів розраховано на частоту обертання 540 про/хв. Виключення складають трактори Т-150, Т-150К и МТЗ-80, обладнані двухшвидкісними ВВП; у тракторів К-700, К-701 ВВП працюють з частотою обертання 1000 об/хв.

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 від одного з валів трансмісії, що передає обертання до ведучих коліс, то робота ВВП залежить від дії зчеплення трактора: при вимиканні зчеплення разом із зупинкою трактора припиняється обертання ВВП. Привід ВВП такого типу називається залежним (Т-4А, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, Т-25А и ін.). Йому властиві істотні недоліки. При троганні з місця розгін агрегату і робочих органів машини відбувається одночасно, а це вимагає підвищення (до 30%) потужності двигуна і витрати палива. Робочі органи машини не можуть бути приведені в обертання при зупиненому агрегаті, що буває необхідно для усунення забивання машини зеленою масою. Зупинки для холостих заїздів на поворотній смузі, викликані тим, що залежний привід не можна включити і виключати на ходу трактора, зв'язані з втратами палива і часу.

Ці недоліки виключаються, якщо ВВП приводиться в обертання безпосередньо від колінчатого вала, тобто має свою трансмісію, що 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. Синхронний МВП (рис. 203, в) змінює частоту обертання ВВП при переході з однієї передачі на іншу й обертається від зубчастого колеса відомого вала коробки передач або від одного з відомих валів трансмісії. ВВП синхронного МВП звичайно залежний. Включають і виключають його зубцюватою муфтою 3 при виключеній муфті зчеплення.

Комбінований механізм відбору потужності (МВП) (рис. 203,г) складається з незалежного і синхронного МВП. Для включення незалежного ВВП важіль 1 переводять у положення II і зубцювата муфта 3 з'єднує з приводним валом 7 зубчасті колеса 2. При переміщенні важеля 1 у положення I зубцювата муфта 3 з'єднує з валом 7 зубчасті колеса 4 і включає синхронний ВВП.

Усі ВВП мають шлицеві вихідні кінці (хвостовики) зі стандартними розмірами для приєднання шарніра карданної передачі приводу робочих органів агрегатуємих машин.

Усі ВВП (крім синхронних) обертаються по годинній 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.

*Задній ВВП комбінований:* у залежності від умов агрегування його можна включити на незалежний або залежний привід. Незалежний ВВП двухшвидкісний з постійною частотою обертання 548 об/хв або 1013 об/хв при частоті обертання колінчатого вала двигуна 2100 об/хв. З включенням залежного приводу ВВП здобуває синхронну частоту обертання: робить один оборот на кожен метр пройденого шляху. До складу заднього ВВП входять *приводні вали, двоступінчастий редуктор, муфти переключення приводу і планетарний редуктор.*

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, гідروпідтискної 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 – чотирьохдверний кузов із двома або трьома рядами сидінь; лімузин – кузов седан з перегородкою, що відокремлює пасажирів від водія; купе – двухдверний кузов з одним або двома рядами сидінь; фаєтон – кузов з м'яким складним верхом і знімними боковинами; кабріолет – кузов з відкидуючою 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.

Платформа автомобіля КамАЗ–5320 металева, бортова, що складає з підстави, шести бортів і каркаса з тентом. Бічні (по двох з кожної сторони) і задній борта відкидні. Стать платформи дерев'яний. Платформа з подовжніми брусами прикріплена до подовжніх балок рами десятьма драбинами.

Кузов автомобіля-самоскида являє собою зварену металеву

платформу прямокутного або ковшеподібного типу.

Платформа автомобіля-самоскида КамАЗ–55102 прямокутного типу, металева, з перекиданням на три сторони. У задній частині до підстави платформи між двома поперечними балками приварені кронштейни з гніздами втулок осі перекидання й отворами для стопоріння.

У середній частині першої поперечки надрамника приварені чотири болти для кріплення нижньої опори гідроциліндра. До переднього борта платформи приєднаний кронштейн кріплення верхньої опори гідроциліндра.

Платформа має амортизатор (прогумовану пластину), службовець опорою в транспортному положенні, а також пастку з ловцем-амортизатором для додання платформі необхідного положення в подовжньому напрямку й утримання її в цьому положенні при русі автомобіля.

Гідропідйомник кузова автомобіля-самоскида або самоскидного причепа призначений для повороту кузова на одну з трьох сторін на кут  $60^\circ$  з попереднім підйомом або без нього.

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 кожному з трьох сторін: праворуч, ліворуч або назад.

Самоскидні кузова тракторних причепів перекидаються на кожному 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 шківни. Поступальний рух передається через причіпні пристрої (буксирний гак, скоба із сергою), механізми навішення трактора.

Керування механізмами навішення всіх тракторів забезпечує роздільно-агрегатна гідросистема, що одночасно виконує і функції ГСВП (крім трактора МТЗ–100). Керування механізмами приводу ВВП тракторів Т-150 і К-701 теж гідрофіковане.

Призначення, пристрій і принцип дії гідроприводів механізмів

відбору потужності і ГСОМ тракторів розглянуті в главі 3.

**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 хв<sup>-1</sup> при номінальній частоті обертання колінчатого вала дизеля.

По способу приводу ВВП поділяють на *залежні, незалежні, напівнезалежні, синхронні і комбіновані*.

Залежний механізм відбору потужності (МВП) (рис. 203, а) характеризується тим, що його ВВП припиняє обертатися при вимиканні головної муфти зчеплення. Включають і виключають ВВП важелем 1 за допомогою зубцюватої муфти 3 при виключеній муфті зчеплення. При залежному валі розгін агрегату і робочих органів машини відбувається одночасно, що вимагає підвищеної потужності двигуна і додаткової витрати палива.

Напівнезалежний ВВП (рис. 203, б) обертається від колінчатого вала дизеля незалежно від того, включена або виключена муфта зчеплення. ВВП включають і виключають зубцюватою муфтою 3 при непрацюючому дизелі.

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.

Буксирний пристрій автомобіля КамАЗ–5320 являє собою гак 2 (рис. 207, а), стрижень якого проходить через отвір у задній поперечці рами. Стрижень вставлений у циліндричний корпус 15, закритий кришкою 16 і кожухом 12. Для зм'якшення ударів у корпус 15 між шайбами 13 і 14 з невеликим попереднім натягом уставлений пружний гумовий елемент 9. На осі 3, що проходить через гак, установлена засувка 6, що стопориться собачкою 4 і шплінтом з ланцюжком 8.

Лебідка, установлювана на повноприводних вантажних автомобілях, призначена для самовитаскування і підтягування автомобілів і причепів на важкопрохідних ділянках.

Лебідка автомобіля Урал–4320 складається з черв'ячного редуктора, барабана з тросом, стрічкового гальма, приводу і тросоукладчика. Робоча довжина троса 65 м, максимальне стискальне зусилля на тросі 70...90 кН.

Черв'ячний редуктор складається з глобоїдального черв'яка 20 (рис. 207,б) і черв'ячного колеса 13. Черв'як встановлений у підшипниках 19, 21 і 22. Під кришками підшипників розташовані регульовальні прокладки 18 і 23. На одному кінці черв'яка мається фланець 17 приводу, а на іншому кінці – автоматичне стрічкове гальмо 24, що перешкоджає мимовільному обертанню барабана лебідки. Черв'ячне колесо приклепане до маточини, що рухливою муфтою 14 з'єднана з валом 6 барабана 5. Барабан 5 щільно посаджений на шлицевий вал.

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 2, установленної на валі барабана.

Для включення лебідки важелі коробки передач і роздавальної коробки встановлюють у нейтральне положення. Для розмотування вручну троса з барабана лебідки важіль рухливої муфти 14 переміщують у нижнє (виключене) положення і залишають на барабані не менш 3...4 витків. При примусовій видачі троса переміщують важіль рухливої муфти у верхнє (включене) положення, включають коробці додаткового відбору потужності, першу або другу передачу в коробці передач і

розмотують трос на необхідну довжину. Для підтягування вантажу включають передачу заднього ходу в коробці передач, а при самовитаскуванні – знижену передачу в роздавальній коробці і першій передачі в коробці передач.

## **2. Зміст звіту.**

- 2.1. Схема валів відбору потужності (ВВП) трактора МТЗ-80.
- 2.2. Схема ВВП трактора Т-150К.
- 2.3. Схема причіпного пристрою.
- 2.4. Відповіді на питання для контролю.

## **3. Питання для контролю.**

- 3.1. Що таке „начіпка” трактора?
- 3.2. Для чого призначена гідроначіпна система трактора?
- 3.3. Що відноситься до робочого обладнання трактора?
- 3.4. Призначення ВВП.
- 3.5. Призначення причіпного пристрою трактора.
- 3.6. В яких випадках застосовують боковий та передній ВВП?
- 3.7. Переваги незалежного приводу ВВП.
- 3.8. Перерахуйте робочі пристрої автомобіля.
- 3.9. Як приводяться в дію приводні шківи?
- 3.10. Класифікація ВВП.
- 3.11. Склад заднього ВВП.
- 3.12. Типи кузовів вантажних автомобілів.
- 3.13. Які типи кузовів легкових автомобілів?
- 3.14. Принцип дії ВВП трактора Т-150К.
- 3.15. Принцип дії ВВП трактора МТЗ-80.
- 3.16. Робоче обладнання автомобілів.

## Практична робота №7

**Тема:** Техніко-економічні показники тракторів та автомобілів  
**Мета:** оволодіння методикою порівняння сільськогосподарських тракторів.

**Порядок виконання роботи.** Порівняти трактори за такими показниками.

- Енергонасиченість;
- Питома витрата палива;
- Запас крутного моменту двигуна;
- радіус повороту;
- швидкість руху;

Вихідні данні:

Варіант	Трактор №1	Трактор №2
1.	ХТЗ-3512	Беларус -422
2.	ХТЗ-3512	LS XR50
3.	Беларус -422	LS XR50
4.	ХТЗ-3512	МТЗ-320.4М
5.	МТЗ-320.4М	LS XR50
6.	МТЗ-82	LS PLUS 70
7.	МТЗ-82	New Holland TD 5.65
8.	МТЗ-82	Беларус -920.6
9.	LS PLUS 70	New Holland TD 5.65
10.	New Holland TD 5.65	Беларус -920.6
11.	Беларус -920.6	LS PLUS 90
12.	Беларус -1221.2	John Deere 6110M
13.	Беларус -1022.4	LS1004
14.	Беларус -920.6	LS V804
15.	Беларус -1525.5	ХТЗ-150К09.172.00
16.	Беларус -2022.6	John Deere 7330
17.	John Deere 8260R	ХТА-250-13
18.	John Deere 7250R	ХТА-220-2
19.	Беларус 3022ДБ	John Deere 7250R

20.	ХТЗ-150К09.172.00	Беларус-2022.6
21.	ХТЗ-241К.20	Беларус-2022.6
22.	ХТЗ-242К.20	Беларус-2022.6
23.	ХТЗ-243К.20	Беларус-2022.26
24.	John Deere 6170M	Беларус 1525.5
25.	ХТЗ-248 К.20	Fendt 930
26.	ХТЗ-16131	John Deere 6170M
27.	Vakula-300.10	Беларус-3022ДЦ.1
28.	Vakula-300.12	Fendt 936
29.	John Deere 6150M	Беларус-1525.5

Питання для контролю:

1. Мінімальний радіус повороту. Схема та визначення.
  2. Запас крутного моменту дизельного двигуна: визначення. Двигун постійної потужності.
3. Дати визначення терміну «енергонасиченість».
4. Визначення питомої витрати палива.
5. Зв'язок між питомою витратою палива та ККД двигуна.
  6. Як змінюється питома витрата палива від навантаження двигуна?

## **Практична робота №8**

**Тема: Ґрунтообробні машини**

**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.
3. Технологічні регулювання та заходи по технічному обслуговуванню ґрунтообробних знарядь.
4. Основні технологічні характеристики знарядь.
5. Розв'язок задачі.

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 ньютонах, що чинить робочим органам плуга скиба ґрунту поперечним перерізом  $1 \text{ м}^2$  і виражається в паскалях. Плуг агрегують з тракторами тягового класу 3.

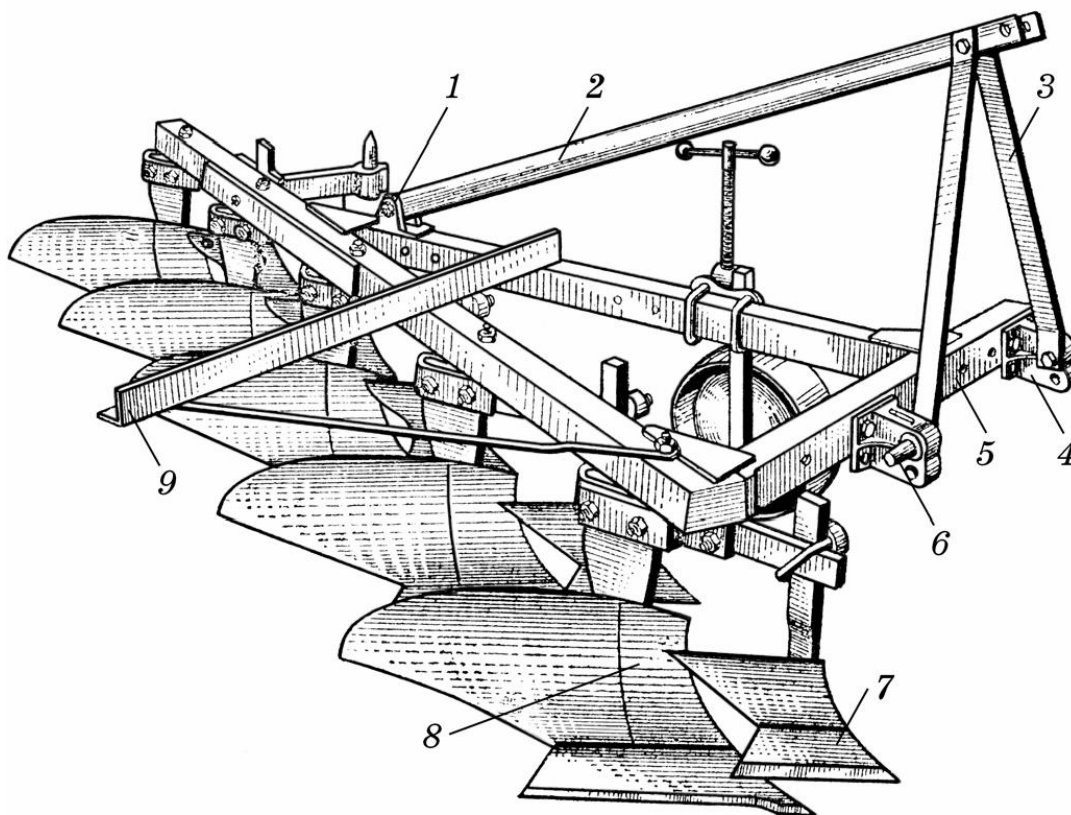
Начіпний плуг ПЛН-5-35 загального призначення (рис. 3.1) складається з рами **5**, корпусу **8**, передплужників **7**, дискового ножа, опорного колеса з регулювальним гвинтом, причепа **9** для борін. Рама плуга є основою, до якої прикріплені всі робочі органи, опорне колесо та пристрої – начіпний і 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 по-здовжнього бруса рами.

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 роликопідшипниках.

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**.



**Рис. 3.1 Плуг п'ятикорпусний начіпний ПЛН-5-35:**

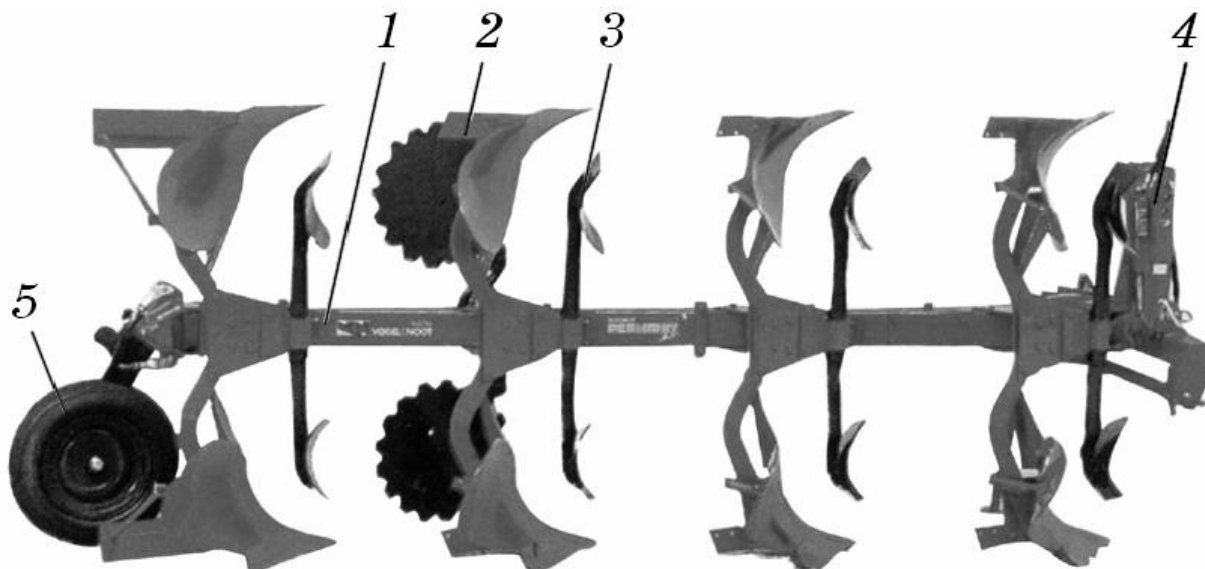
1 – кронштейн; 2 – розкіс; 3 – стояк; 4 – переставний кронштейн; 5 – рама; 6 – палець; 7 – передплужник; 8 – корпус; 9 – причіп для борін.

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 двоточною 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.

## 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
Виготівник	«Одессільмаш»			

**Плуг оборотний VN-Euromat** (рис. 3.2) 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. Агрегатується 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**.



### Рис. 3.2 Оборотний плуг VN-Euromat:

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

Таблиця 3.2

#### 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 обробки ґрунту*

Максимальну допустиму глибину оранки можна визначити з виразу:

$$a_{\max} = \frac{b}{k},$$

(3.1)

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

$k$  – співвідношення ширини захвату корпусу 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:



$$P_x = fG + (k_1 a v + \varepsilon a v^2) n, \quad (3.2)$$

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 корпусу 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.

#### *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 3.3

**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:**

1. Як поділяють машини для основного обробітку ґрунту за типом робочих органів?
2. Перерахуйте фактори які впливають на тяговий опір плуга та зниження продуктивності агрегату.
3. Основні частини плуга ПЛН-5-35 та їх призначення.
4. Основні частини оборотного плуга VN-Euromat та їх призначення.
5. Регулювання глибини оранки плуга ПЛН-5-35.
6. Що таке тяговий опір плуга?
7. Призначення передплужника, ґрунтопоглиблювача, кутознімача і дискового ножа.
8. Характеристика робочих частин плуга.

## *Практична робота №9*

*Тема: Машини для хімічного захисту рослин від шкідників хвороб бур'янів*

*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.*

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 (рис. 8.1) 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 працює так.** 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.

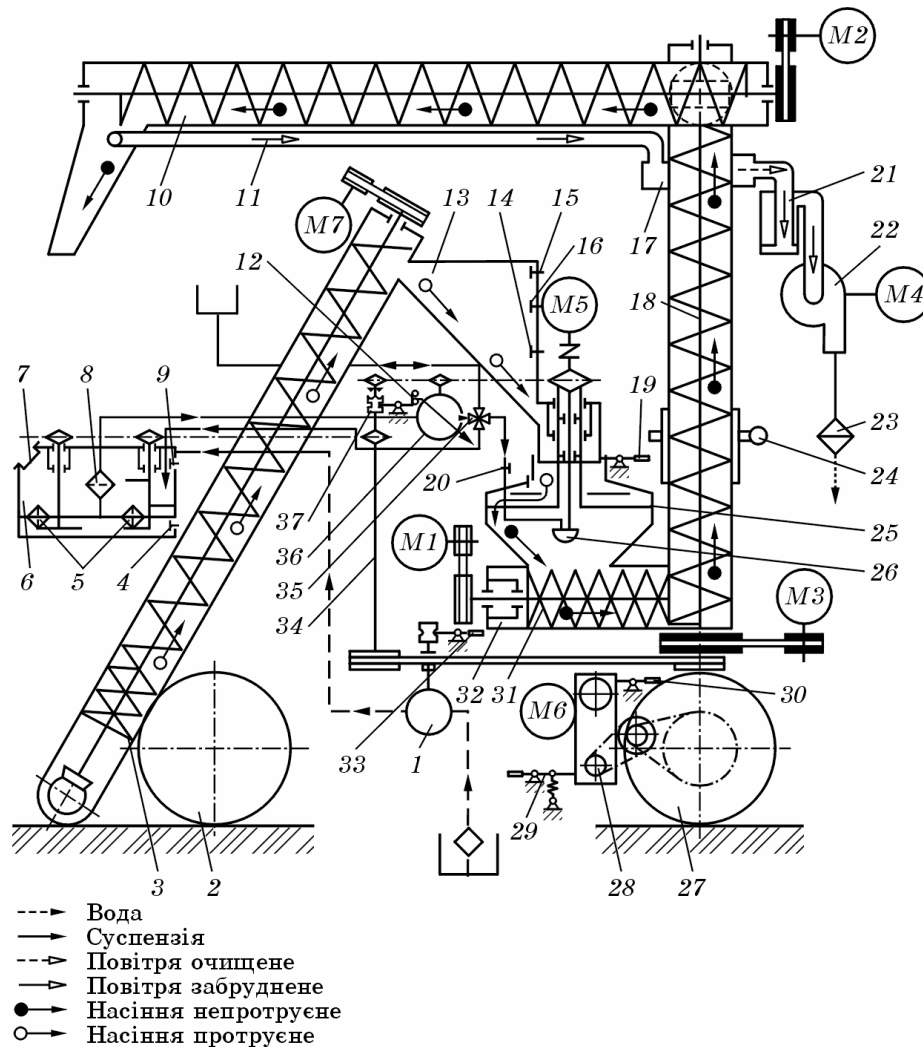
Ротаційний розпилювач забезпечує дрібнодисперсне розпилювання суспензії і створює колоний факел крапель. Проходячи через нього, насіння покривається краплями і надходить у шнек камери **31**, а звідти – у вертикальний **18** і вивантажувальний **10** шнеки. Із лотка шнека протруєне насіння надходить у транспортні засоби або купу, а якщо лотік 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. 8.1 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.

Таблиця 8.1

**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 «Гатчинсільмаш»		АТ «Клевер»	«Львівагроомашпроект»

**Обприскувач напівпричипний штанговий ОПШ-2000** (рис. 8.2) 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.

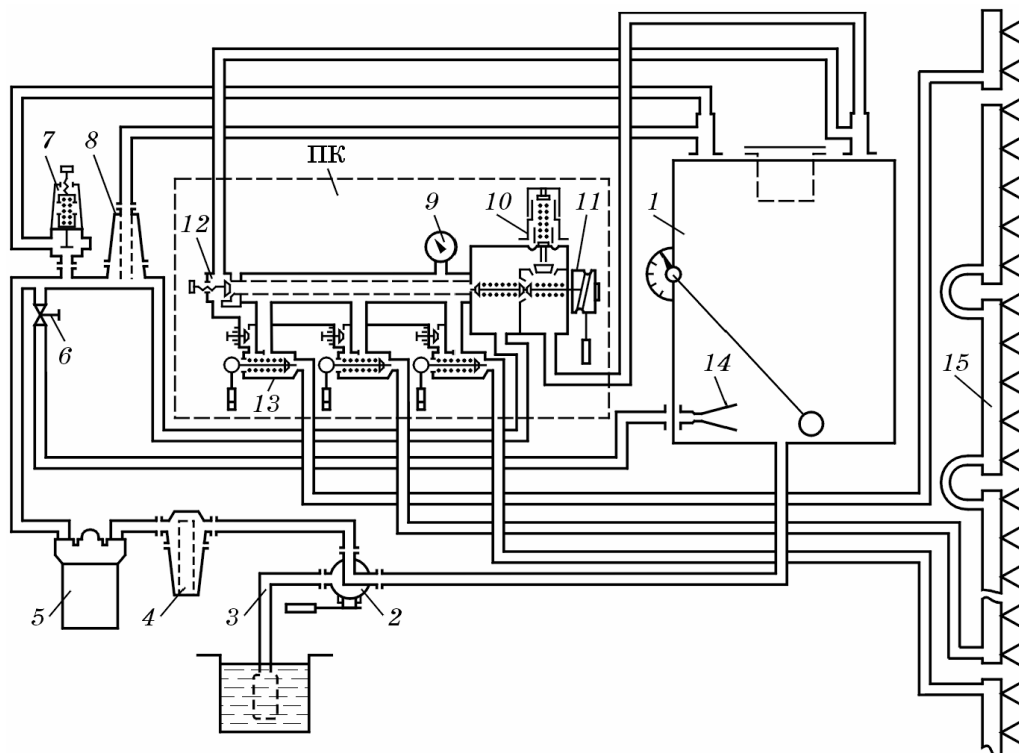
Обертання ексцентриковому валу мембранно-поршневого насоса передається безпосередньо від вала відбору потужності (ВВП) трактора через карданну передачу.

**Працює обприскувач так.** 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 обприскувачі відбуваються гідравлічно-важільне розкладання і складання штанги та фіксація її в розкритому положенні за допомогою замків, які забезпечують зручність в експлуатації і гарантують якісну обробку. Стабільність положення штанги відносно поверхні ґрунту

забезпечується пасивно-активною підвіскою. Штанга може комплектуватись одно- або багатопозиційними відсічними пристроями та змінними розпилювачами з бойонетним кріпленням. Висоту штанги можна регулювати в межах 0,5...1,9 м, що дає змогу обробляти різні сільськогосподарські культури.

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



**Рис. 8.2 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 вентилем **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 8.2

### 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:

$$q = \frac{B \cdot Q \cdot v}{600 \cdot n}, \quad (8.1)$$

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:

$$q = \frac{B \cdot Q \cdot v}{600},$$

(8.2)

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:

$$Q = \frac{П \cdot Н}{60}, \quad (8.3)$$

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

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

### ***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 отрутохімкатів – 300 л/га.

#### *Задача 2*

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

#### *Задача 3*

Задана норма витрати порошкоподібного отрутохімкату 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 отрутохімкату – 200 л/га.

#### *Задача 5*

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

#### *Задача 6*

Визначити хвилинну витрату отрутохімкату 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 отрутохімкату 300 л/га? Кожен ряд картоплі обробляють трьома наконечниками. Витрати через наконечник дорівнюють – 0,6 л/хв.

#### *Задача 9*

Норма витрати порошкоподібного отрутохімкату 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 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 9
10	Задача 10
11	Задача 11

### Контрольні запитання:

1. Методи захисту рослин та їх порівняльна характеристика.
2. У чому полягає суть процесу роботи машин для захисту рослин і яка їх загальна будова?
3. Який комплекс машин використовують для знезаражування посівних та садильних матеріалів?
4. Як відбувається технологічний процес протруювача насіння, їх будова та налагодження на заданий режим роботи?
5. Які технології та типи машин застосовують для обприскування рослин?
6. Загальна будова та типи робочих органів і допоміжного обладнання обприскувачів.

7. Технологічний процес і особливості використання штангових обприскувачів.

8. В якій послідовності здійснюється технологічне налагодження та організація роботи обприскувачів?

9. Які основні засоби техніки безпеки та технологічного обслуговування машин для хімічного захисту рослин?

## **Практична робота №10**

**Тема: Машини для заготівлі кормів.**

**Мета: Вивчити будову, процес роботи і правила експлуатації машин для заготівлі кормів.**

**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.

При заготівлі різних кормів рослинну масу подрібнюють кормозбиральні комбайни, що виконують в єдиному технологічному процесі скошування або підбір рослин з валків, подрібнення і навантаження подрібненої маси в транспортні засоби.

**Кормозбиральний комплекс «Полісся»** складається з універсального енергетичного засобу УЕС-250 «Полісся» і напівнавісного кормозбирального комбайна КПК-3000 «Полісся». КПК-3000 включає в себе подрібнювач **9** (рис. 9.1, а), жниварку для збирання трав, підбирач і жниварку для збирання кукурудзи та інших високостебельних кормових культур.

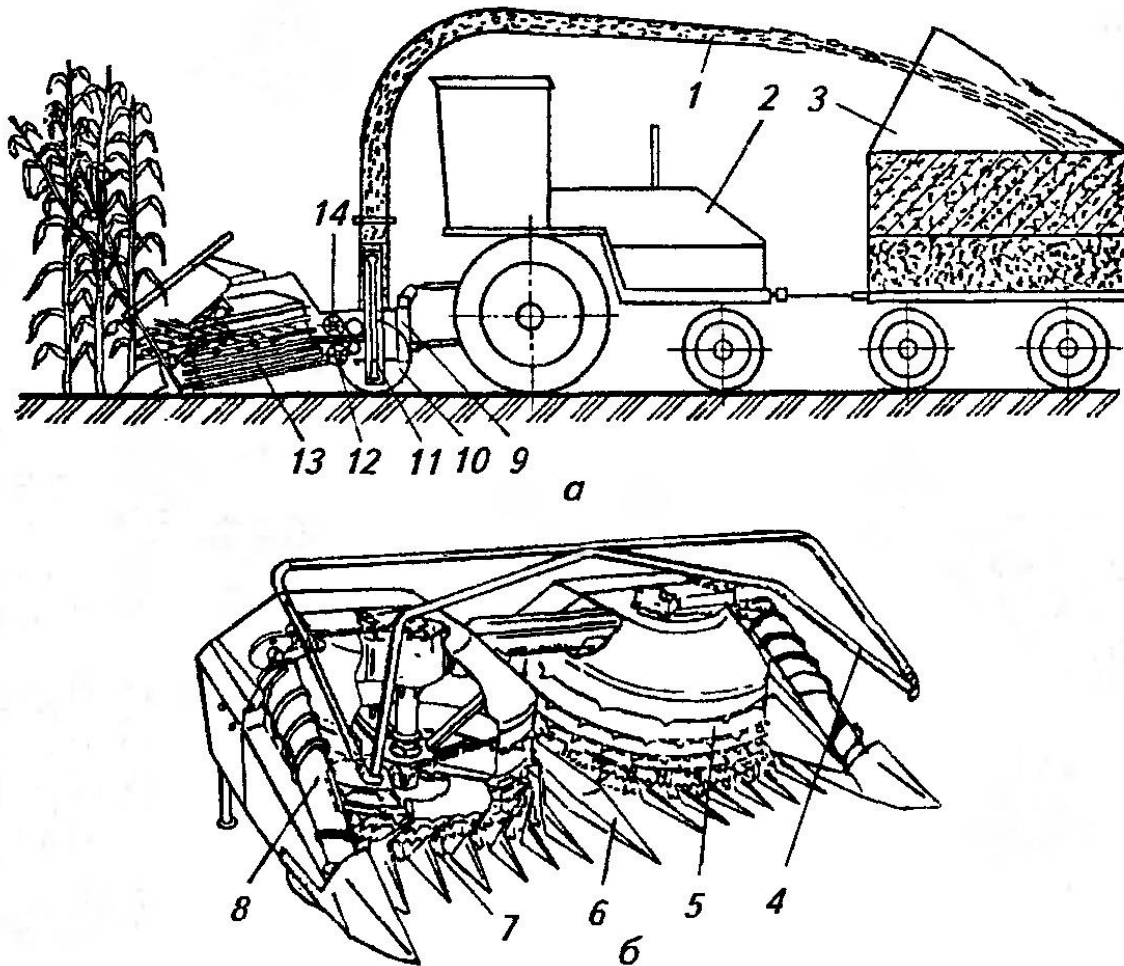
Подрібнювач складається з рами, самовстановлювальних опорних коліс **10**, живильного **14** і подрібнювального **11** апаратів, силосопровода **1**, механізму передач, гідросистеми, заточувального пристрою і механізму вмикання робочих органів з металодетектором. Положення опорних коліс за висотою рами регулюють спеціальним гвинтом.

Живильний апарат **14** виконаний з двох нижніх живильних і двох верхніх пружинних вальців. На осі нижнього переднього вальця розміщений датчик **12** металодетектора. Підпружинені і передні живильні вальці мають ребра, задній живильний валець гладкий.

Подрібнюючий апарат **11** включає в себе камеру, подрібнюючий барабан дискового типу, дві протирижучі пластини. Одна з пластин розташована горизонтально, а інша – під кутом до неї для підпору маси, що видавлюється на сторону.

Подрібнюючий барабан виконаний у вигляді диска, насадженого на вал, який обертається в двох підшипниках. На передньому кінці вала між корпусом підшипника і диском встановлені тарілчасті пружини, а на задньому – регульовальна гайка. Задній шліцьовий кінець вала

подрібнювального апарата з'єднаний карданної передачею з ВВП енергетичного засобу. На цьому ж кінці вала встановлений привідний шків клинопасової передачі приводу. На диску подрібнювального барабану закріплені 12 ножів з основами і 12 кидачих лопаток. Переміщуючи диск по валу, регулюють зазор між протиризальною пластиною і кромками ножів, зазор повинен становити 0,4...0,8 мм.



**Рис. 9.1 Кормозбиральний комбайн КПК-3000 «Полісся»:**

*а* – схема робочого процесу; *б* – роторна жниварка; 1 – силосопровід; 2 – енергозасіб; 3 – транспортний засіб; 4 – заламуючий брус; 5 – подаючий барабан; 6 – напрямник; 7 – ріжучий ротор; 8 – бічний дільник; 9 – подрібнювач; 10 – опорне колесо; 11 – подрібнюючий апарат; 12 – датчик металодетектора; 13 – жниварка; 14 – живильний апарат.

У камері подрібнювального апарата передбачений змінний піддон. Замість нього з метою покращення якості подрібнення і руйнування оболонки зерна при збиранні кукурудзи в фазі воскової і повної

стиглості зерна встановлюють рекаттери (спеціальні пластини) пористого типу.

Механізм вмикання робочих органів з металодетектором призначений для захисту подрібнювального апарата від феромагнітних предметів за рахунок миттєвої зупинки обертання вальців. Механізм вмикання складається з датчика, електронного блоку, виконавчого електромеханізму, що включає в себе електромагніт зупинки, кінцеві вимикачі, електропроводку, систему важелів і тяг.

При проходженні феромагнітних предметів поблизу робочої зони датчика змінюється магнітне поле і в електронному блоці наводиться сигнал. В електронному блоці формуються команди управління електромагнітом зупинки і електромеханізмом коробки передач.

Жниварка роторного типу для збирання кукурудзи (рис. 9.1, б) складається з рами, бічних активних дільників **8**, ріжучих роторів **7**, напрямників **6**, подаючих барабанів **5** і заламуючого бруса **4**.

При русі комбайна напрямник **6** поділяє і подає стебла до дисків ріжучих роторів **7**. Заламуючий брус **4** орієнтує зрізані стебла в зону подаючих барабанів **5**, які попередньо підпресовують масу і подають її в живильний апарат подрібнювача. Така конструкція жниварки дозволяє збирати кукурудзу будь-якої висоти і в будь-якому напрямку руху незалежно від схеми і способу сівби. З силосопровода подрібнена маса вивантажується на три сторони: назад і з боків.

Універсальний енергетичний засіб *УЕС-250* за рахунок застосування змінних адаптерів можна використовувати не тільки на заготівлі кормів, а також при збиранні коренеплодів цукрових буряків, окультурення перелогових ґрунтів, вирівнювання нерівності рельєфу, ліквідації бур'яну і деревної порослі, навантаження твердих органічних добрив, очищення доріг від снігу, обробітку ґрунту, внесенні добрив, догляду за посівами та інших роботах.

Підбирачі-копнувачі призначені для підбирання сіна з валків, формування копиць циліндричної форми і укладання їх на полі.

**Прес-підбирач рулонний ППР-110** (рис. 9.2) призначений для підбирання сіна чи соломи із валка, пресування в паки циліндричної форми з обв'язуванням шпагатом. Агрегатується з тракторами тягового класу 0,9 і 1,4. Продуктивність на сіні 6 т/год. Параметри рулону: довжина 120 см, діаметр 110 см, маса 120...200 кг (сіно), 80...130 кг (солома).



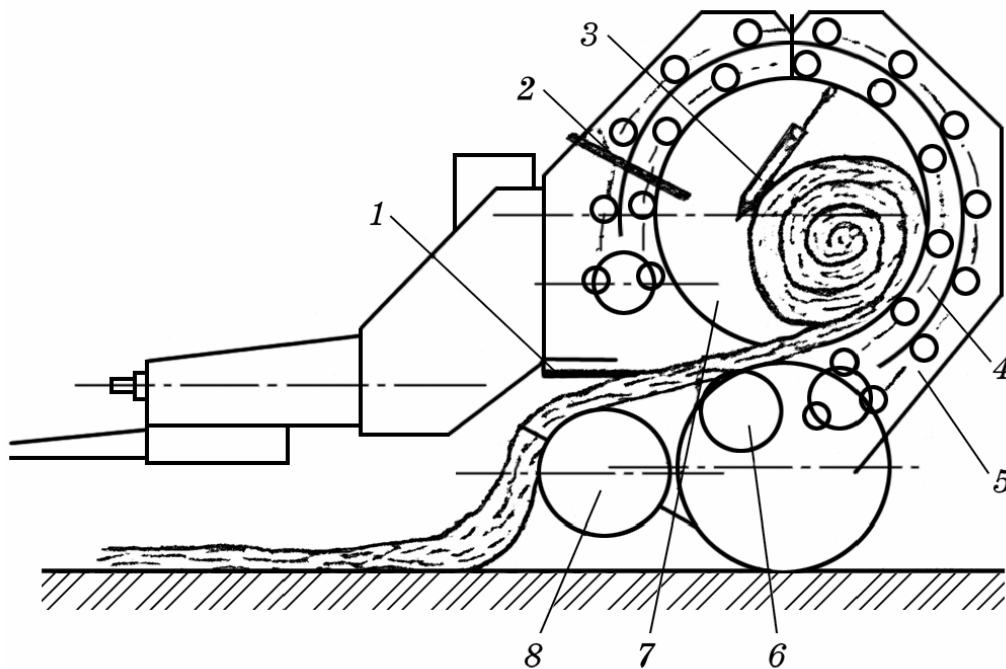
Прес-підбирач складається з підбирача **8** на привідному валу якого встановлено фрикційну запобіжну муфту, та пресувальної камери **7** що має передню і задню частини.

Таблиця 9.1

**Технічні характеристики кормозбиральних та  
силосозбиральних комбайнів**

Показники	Марка					
	КСК- 100 А	КСК- 100А-1	Е-282	КПК- 3000 «Полісся»	Дон- 680	ЯСК- 200
Пропускна здатність, кг/с при збиранні: зелених трав	10	8	20	8	15	8
пров'ялених трав	7	6	15	8...14	14	6
силосних культур	25	20	30	25	30	20
Ширина захвату, м: жнивarki для скошування трав	4,2	4,2	4,2; 5,1	3,4	5	4,2
жнивarki для скошування силосних культур	3,4	3,4	3,6	3,0	3,5	3,4
силосних культур підбирача	2,2	2,2	2,4; 4,2	2,2	3,0	2,2
Мінімальна висота зрізу, мм: трав	60	60	80	60	60	60
силосних культур	80	80	150	100	100	80
Максимальна швидкість,						

км/год: робоча	12	12	10	12	10	12
транспортна	22	20	20	20	20	20
Маса повним комплексом робочих органів, кг	11050	11450	10320	11590	13900	7150



**Рис. 9.2 Рулонний прес-підбирач ППР-110:**

1 – притискна гребінка; 2 – стрілка; 3 – гідроциліндр; 4 – механізм пресування; 5 – задня камера; 6 – пресувальний барабан; 7 – пресувальна камера; 8 – підбирач.

Підбирач боковинами шарнірно закріплений на корпусах підшипників пресувального барабана 6.

Підбирач піднімається гідроциліндром, установленим з правого боку машини, а опускається під дією сили тяжіння підбирача. В транспортному (піднятому) положенні підбирач фіксується з обох боків камери пресування спеціальними фіксаторами. В робочому (опущеному) положенні він опирається на ґрунт опорними колесами і підтримувальними пружинами.

У пресувальній камері утворюється рулон сіна. Передня частина її має ведучий вал з механізмами пресування 4 і шарнірно підвішену задню камеру 5 яка відкривається і закривається за допомогою гідроциліндра 3.

Задня частина пресувальної камери закривається і відкривається спеціальними додатковими гідроциліндрами, важелями і утримується в закритому положенні двома заскочками. Під час відкривання задньої камери вони відтягуються вперед пружинами. Із ланцюгом, який через пружину відтягує ліву заскочку, шарнірно зв'язане плече важеля стрілки 2 (покажчика щільності рулону). Цей покажчик сигналізує про закінчення формування рулону.

При відкриванні задньої камери через систему тяг і механізмів вимикається кулачкова муфта, завдяки чому всі механізми прес-підбирача зупиняються.

Механізм пресування призначений для закручування маси сіна в рулон і виконаний у вигляді двох замкнених ланцюгових контурів, з'єднаних між собою поперечними скалками, на кінцях яких встановлені опорні ролики.

Обв'язувальний апарат призначений для обв'язування рулону шпагатом і складається з механізму подачі шпагату і механізму приводу каретки. В процесі роботи каретка переміщується вліво, спеціальний нерухомий поводок захоплює шпагат і в крайньому положенні спеціальний ніж відрізує шпагат.

Гідросистема призначена для відкривання і закривання задньої камери і переведення підбирача з робочого положення в транспортне і навпаки. Вона складається з двох гідроциліндрів відкривання і закривання задньої камери, гідроциліндра піднімання прес-підбирача, рукавів високого тиску та з'єднувальної арматури. Якісна і надійна робота прес-підбирача забезпечується при ширині валка не більш як 1,2 м.

**Технологічні регулювання.** Запобіжна муфта приводу робочих органів регулюється на передачу крутного моменту 400...420 Н·м стисканням пружин, які притискають один до одного ведений і ведучий диски. Аналогічно регулюється запобіжна муфта підбирача на передачу крутного моменту 300...330 Н·м.

Таблиця 9.2

**Технічні характеристики машин для збирання сіна**

Показники	Модель				
	ППР-	АГКО	«Quadr	«Krone»	Massey

	<b>110</b>	<b>4800</b>	<b>ant» Claas</b>	<b>KR</b>	<b>Ferguson</b>
Тип пака	Рулоний	Рулонний	Паковий	Рулоний	Паковий
Продуктивність, га/год	0,9...1,0	1,0...2,0	1,8...2,0	1.7...2.0	2,0...2,5
Ширина захвату, м	1,1...1,2	1,5...1,8	2,0...2,1	1.8...1.95	1,9...2,4
Маса паку, рулону, кг	120...200	327...907	180...370	300...450	320...600
Країна-виготовлювач	Україна	США	ФРН	ФРН	Англія

### **Розрахунок основних технологічних показників машин для заготівлі кормів**

Маса сіна на довжині валка 1 м, кг/м:

$$m = \frac{Y \cdot B}{100},$$

(9.1)

де  $Y$  – врожайність зеленої маси трави, ц/га;

$B$  – ширина захвату грабелів, м.

Відстань, яка необхідна для формування однієї копиці (стога) масою  $G$  при підбирання валка:

$$l = \frac{G}{m} = \frac{100 \cdot G}{Y \cdot B},$$

(9.2)

де  $G$  – маса копиці (стога), кг.

Продуктивність преса у тому числі можна визначити за виразом:

$$Q = 3,6q \cdot k,$$

(9.3)

де  $q$  – пропускна здатність преса, кг/с (існуючі преси мають пропускну здатність у межах 3...5 кг/с);

$K$  – коефіцієнт, що залежить від повноти завантаження преса та рівний 0,30...0,55.

Пропускна здатність преса можна також визначити за допомогою формули:

$$q = \frac{m \cdot v}{3,6} = \frac{Y \cdot B \cdot v}{3,6 \cdot 100},$$

(9.4)

де  $v$  – швидкість прес-підбирача, км/год;

$Y$  – врожайність сіна, ц/га;

$B$  – ширина захвату грабель, що формують валок, м.

Необхідна кількість ножів на подрібнюючому барабані силосозбиральних комбайнів визначають за виразом:

$$z = \frac{v_{cl} \cdot 60000}{n \cdot l_{piz}}.$$

(9.5)

де  $v_{cl}$  – швидкість подачі шару матеріалу на подрібнюючий барабан (приймають приблизно на 30...35 % більше швидкості комбайна), м/с;

$n$  – частота обертання барабана, хв<sup>-1</sup>;

$l_{piz}$  – довжина різки, мм.

#### Задача 1

Врожай зеленої маси трави складає 30 ц/га. Визначити масу трави на довжині валка у 1 м, якщо вона збирається граблями ГВК-6.

#### Задача 2

Врожайність сіна складає 45 ц/га. Воно зібране у валки на відстані 10 м один від одного. Визначити шлях підбирача-копнувача ПК-1,6 для утворення однієї копиці соломи 400 кг.

#### Задача 3

Продуктивність прес-підбирача ПС-1,6 при максимальній швидкості агрегату складає 9 т/год. Визначити пропускну здатність прес-підбирача. Коефіцієнт, який залежить від півноти завантаження преса, приймаємо рівним  $k=0,55$ .

#### Задача 4

Врожайність сіна складає 40 ц/га. Воно зібрано у валки на відстані 6 м одне від іншого. Валок підбирається прес-підбирачем ПС-1,6 при швидкості 7 км/год. Визначити пропускну здатність преса.

#### Задача 5

Визначити необхідну кількість ножів на барабані силосозбирального комбайна при забезпеченні довжини різки 30 мм, якщо частота обертання барабана 1150 хв<sup>-1</sup>, швидкість подачі шару матеріалу 2 м/с.

#### Задача 6

Врожайність трави в полі визначено у 48 ц/га. Її збирають у валки розміром 4 кг на довжині 1 м. Визначити відстань між сусідніми валками.

*Задача 7*

Врожайність зеленої маси при вологості 70 % складає 40 ц/га. За вологості 25 % сіно згрібається у валки граблями ГВК-6. Визначити масу сіна на довжині валка у 1 м.

*Задача 8*

Визначити кількість ножів на барабані кормозбирального комбайна для забезпечення довжині різки 30 мм, якщо частота обертання барабана  $1400 \text{ хв}^{-1}$ , а швидкість руху комбайна – 5 км/год.

*Задача 9*

Продуктивність прес-підбирача ПС-1,6 складає 10 т/год. Визначити пропускну здатність прес-підбирача, якщо коефіцієнт  $k=0,4$ .

*Задача 10*

Врожайність сіна складає 30 ц/га. Воно зібране у валки на відстані 8 м один від іншого. Визначити шлях підбирача-копнувача ПК-1,6 для утворення однієї копиці масою 300 кг.

*Задача 11*

Врожайність трави в полі визначено у 40 ц/га. Її збирають у валки розміром 8 кг на довжині 2 м. Визначити відстань між сусідніми валками.

Таблиця 9.3

**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 9
10	Задача 10

**Контрольні запитання:**

1. Які вимоги ставляться до машин для заготівлі кормів.
2. З якою метою використовують кормозбиральні, силосозбиральні машини та прес-підбирачі?
3. Як відбувається технологічний процес роботи кормозбирального комбайна КПК-3000 «Полісся».
4. Основні елементи кормозбирального комбайна КПК-3000 «Полісся» та їх призначення.
5. Основні елементи прес-підбирача ППР-110 та їх призначення.
6. Як відбувається технологічний процес роботи прес-підбирача рулонного ППР-110.
7. Як здійснюються регулювання прес-підбирача ППР-110 на задані режими роботи.

### *Література:*

1. Гуревич А. М. Конструкция тракторов и автомобилей / А. М. Гуревич, А. К. Болотов, В. И. Судницын. – М. : Агропромиздат, 1989. – 368 с.: ил.
2. Сільськогосподарські машини. Основитеорії та розрахунку : Підручник / [Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.]; за ред. Д. Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.: іл.
3. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини / [Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.]; за ред. Д. Г. Войтюка. – К. : Вища совіта, 2004. – 544 с.; іл.
4. Халаинский В. М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халаинский, И. В. Горбачев. – М.: КолосС , 2004. – 624 с.: ил.
5. Ревенко І. І. Машини та обладнання для тваринництва : підручник / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Ребенко. – К. : Кондор, 2012. – 731 с.
6. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва / [І. І. Ревенко, В. М. Манько, С. С. Зарайська та ін.]; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай, 1994. – 288 с.
7. Механізація виробництва продукції тваринництва / [І. І. Ревенко, Г. М. Кукта, В. М. Манько та ін.]; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай. 1994. – 264 с.
8. Воронов Ю. И. Сельскохозяйственные машины : учебник / Ю. И. Воронов, Л. Н. Ковалев, А. Н. Устинов. – М.: Высш. школа, 1983. – 392 с., ил.
9. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С. В. Мельников. – Л. : Колос, 1978. – 560 с.: ил.
10. Юнусов Г.С. Сельскохозяйственные машины : учебное пособие / Г. С. Юнусов, И. И. Максимов, А.В. Михеев, Н. Н. Смирнов. – Йошкар-Ола, 2009. – 152 с.
11. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 1 / А. В. Рудь, І. М. Бендера, Д. Г. Войтюк та ін. ; за ред. А. В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 584 с.; іл.
12. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / А. В. Рудь, І. М. Бендера, Д. Г. Войтюк та ін. ; за ред. А. В. Рудя. – К. : Агроосвіта, 2012. – 434 с.; іл.



Навчальне видання

**Системи технологій (технологія зберігання, переробки та  
стандартизації сільськогосподарської продукції та  
механізація с.-г. виробництва)  
Модуль 2 Новітні механізовані технології**

Методичні рекомендації

Укладачі: Гавриш Валерій Іванович  
Галєєва Антоніна Петрівна  
Храмов Микита Сергійович

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.