

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра агроінженерії

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни: «Механізація, електрифікація та автоматизація
сільськогосподарського виробництва: Трактори і автомобілі»

ЛЕКЦІЯ 1

ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

План

1. Загальна будова тракторів.
2. Класифікація тракторів за основними ознаками.
3. Загальна будова автомобілів.
4. Класифікація автомобілів за основними ознаками.

1. Загальна будова тракторів. Трактор – складна самохідна машина, призначена для переміщення та приводу і дію робочих органів мобільних причіпних машин і знарядь, перевезення вантажів на причепах, приводу стаціонарних машин від вала відбору потужності або приводного шківів.

Трактор складається із взаємозв'язаних механізмів, які за призначенням поділяються на такі групи (або агрегати): двигун, трансмісія (силова передача), ходова частина, органи керування, робоче та допоміжне обладнання і електричне обладнання.

Двигун перетворює теплову енергію палива, що згорає у його циліндрах, у механічну роботу – обертання колінчастого вала. На тракторах застосовують переважно дизельні двигуни з рідинним або повітряним охолодженням.

Трансмісія передає обертальний (крутний) момент від колінчастого вала двигуна до рушіїв (ходової частини) і приймальних валів машин, що агрегатуються із трактором, створює можливість зміни напрямку й значення швидкості руху трактора.

Ходова частина є опорою для агрегатів трактора і перетворює обертовий рух коліс чи зірочок у поступальний рух машини.

Робоче обладнання забезпечує використання потужності двигуна для привода робочих органів машин чи знарядь, керування ними та виконання інших функцій. Складається з роздільноагрегатної гідравлічної напівної системи, гідровантажувачів ведучих коліс, ВВП (вал відбору потужності), тягово- та опорно-зчипних пристроїв, приводного шківів.

Електричне обладнання застосовується для пуску двигуна, запалювання робочої суміші (у бензинових двигунах), сигналізації, освітлення, живлення приладів і додаткового обладнання.

Допоміжне обладнання – це кабіна з підресорним сидінням, опалюванням і вентиляцією, а також вантажі для збільшення зчіпної ваги трактора.

Трактор, з'єднаний з машинами або знаряддями, називають **тракторним агрегатом**.

2. Класифікація тракторів за основними ознаками

За призначенням трактори поділяються на сільськогосподарські (універсально-просапні, загального призначення і спеціальні) та промислові (загального призначення і спеціальні).

Універсально-просапні трактори застосовуються для робіт по догляду за просапними культурами; збирання зернових культур, картоплі, овочів; оранки легких і середніх ґрунтів; суцільної культивуації і боронування; виконання землерийних, транспортних і навантажувальних робіт тощо (ЮМЗ-6, МТЗ-80).

Характерні особливості їх особливості: тягове зусилля 2, 6, 9, 14, 20 кН; збільшено відстань до 600...800 мм між поверхнею ґрунту і найнижче розташованими деталями між колесами або гусеницями (кліренс); невеликий радіус повороту (3...4 м); мінімально можлива ширина коліс або гусениць; змінна колія; робоча швидкість до 15 км/год, транспортна швидкість 25...35 км/год; потужність двигуна – від 17 до 74 кВт

Трактор загального призначення застосовуються для оранки середніх і важких ґрунтів, сівби, культивуації, дискування, боронування, збирання врожаю та виконання транспортних, землерийних, будівельних, шляхових і навантажувальних робіт (Т-150, Т-150К, ДТ-75М). Ці трактори мають тягове зусилля від 20 до 60 кН, робочу швидкість 5...15 км/год; потужність двигуна 60...220 кВт; кліренс 250...350 мм; широкі шини або гусениці – від 390 до 630 мм.

Спеціальні трактори будуються на основі конструкцій існуючих тракторів для роботи в специфічних умовах (болотиста або гірська місцевість). А також для виконання спеціальних робіт (Т-100Б, Т-70С, Т-70В, МТЗ-80Х).

Конструктивні особливості спеціальних тракторів: у болотних – широкі гусениці для зменшення тиску на поверхню ґрунту; у гірських – горизонтальне

положення остова при роботі поперек схилу; у бавовницьких – триколісна ходова зі збільшеним кліренсом та змінною колією ведучих коліс.

За типом ходової частини розрізняють гусеничні, колісні і гусенично-колісні трактори. **Гусеничні** мають малий питомий тиск на ґрунт (0,035...0,050 МПа), порівняно невеликі витрати на буксування, підвищене зчеплення ходової частини з ґрунтом та поліпшену прохідність.

Колісні трактори відрізняються порівняно невеликими витратами потужності на самопересування, підвищеними швидкостями при виконанні транспортних робіт, меншою металомісткістю, але мають підвищене буксування.

Колісно-гусеничні трактори мають спрощений гусеничний рушій, кожний з яких складається з ведучого колеса, опорного котка та полегшеної гусениці. Ці трактори менше за колісних буксують через менший питомий тиск на ґрунт. Керують такими тракторами за допомогою рульового управління та напрямних коліс.

За типом остова розрізняють рамні, напіврамні та безрамні трактори.

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

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

Остов **безрамних тракторів** складається із трансмісії і двигуна, з'єднаних між собою корпусами.

Головною класифікаційною ознакою є номінальне тягове зусилля на гаку, що визначає основний експлуатаційний показник трактора. **Номінальне тягове зусилля** – найбільше тягове зусилля, що створює трактор на стерньовому фоні середньої щільності й нормальної вологості ґрунту та буксуванні за стандартами не більше: для колісних тракторів 4К2 і 4К4 відповідно 16 та 14%, гусеничних – 3%. Тягове зусилля трактора визначає в основному його **типаж** – це технологічно й економічно обґрунтована сукупність їх моделей. Складається типаж з певного числа базових моделей та їх модифікацій для забезпечення ефективної тракторів у

специфічних умовах сільськогосподарського виробництва. Типаж тракторів наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Типаж сільськогосподарських тракторів

Клас тяги трактора, тс	Номінальне тягове зусилля, кН	Марка трактора
0,2	2	Міні-трактори, Т-012
0,6	6	Т-16М, Т-25А, Т-30, ХТЗ-2511
0,9	9	Т-40М, ХТЗ-3130, ЛТЗ-55
1,4	14	ЮМЗ-6, МТЗ-80, ЛТЗ-60АБ
2,0	20	Т-70С, Т-70В, МТЗ-1021, ЛТЗ-155
3,0	30	Т-150, Т-150К, ХТЗ-121, ДТ-75М
4,0	40	Т-4А, ХТЗ-181, ХТЗ-201
5,0	50	ХТЗ-220, К-701, К-734
6,0	60	Т-100М, Т-130, Т-170М

3. Загальна будова автомобілів

Автомобільний транспорт маневрений і на багатьох перевезеннях, особливо поза господарських, працює з меншими затратами на одиницю виконаної роботи. Автомобілі сільськогосподарського призначення повинні відповідати таким специфічним вимогам: підвищена прохідність, експлуатаційна надійність під час роботи у несприятливих умовах руху, мінімальний питомий тиск на ґрунт, можливість рухатися із швидкістю, синхронною збиральним машинам, можливість монтажу змінних кузовів для перевезення сипких, легких, рідких та інших сільськогосподарських вантажів.

Автомобіль це транспортна безрейкова машина на колісному або напівгусеничному ході, що приводиться в рух власним двигуном і призначається для перевезень вантажів, людей та виконання спеціальних завдань.

Будь-який автомобіль складається з трьох основних частин:

- **двигун** – перетворює теплоту, що виділяється під час згоряння палива, на механічну роботу руху;

- **шасі** – становить основу для розміщення двигуна, кузова, мостів з колесами, підвісок і систем керування. До складу шасі входять: *трансмісія, ходова частина, механізми керування*;
- **кузов** – призначається для розміщення вантажів, водія та пасажирів. Кузов вантажних автомобілів складається з кабіни водія й вантажної платформи, а кузов легкових автомобілів – суцільнометалевий.

4. Класифікація автомобілів за основними ознаками

За призначенням автомобілі поділяють на вантажні, пасажирські і спеціальні.

Вантажні – це автомобілі загального призначення (кузов складається із відкритої платформи з відкидними бортами) і спеціалізовані (пристосовані для перевезення конкретних вантажів). Якщо для розвантаження передбачено перекидання кузова, автомобіль називають самоскидом, а призначений для роботи з причепом (напівпричепом) – автомобілем-тягачем.

До пасажирських належать легкові автомобілі (для перевезення до 8 осіб) та автобуси (понад 8 осіб).

Спеціальні автомобілі призначені для виконання нетранспортних робіт і мають відповідне обладнання (пожежні, автокрани, швидка допомога тощо).

Залежно від пристосованості до подолання опору поверхні руху розрізняють автомобілі **нормальної прохідності** (для роботи переважно на дорогах із твердим покриттям і сухих ґрунтових шляхах), вони характеризуються приводом до коліс одного з двох мостів.

Автомобілі **підвищеної і високої прохідності** (для роботи в умовах, коли поверхня руху істотно деформується, зокрема, при бездоріжжі) мають привід до коліс усіх мостів (їх може бути більше двох), а **автомобілі високої прохідності** мають додатково пристрої для регулювання тиску повітря у шинах з кабіни водія.

Умовні позначення автомобіля – марка і модель. **Марка** – скорочена назва заводу-виготовника, наприклад ГАЗ, ВАЗ, КамАЗ. **Модель** базових автомобілів позначається чотиризначним індексом, модифікація – п'ятизначним. Базовою називається основна модель машини, що виготовляється, інші моделі, відмінні від базової за призначенням, називаються **модифікаціями**.

Перша цифра індексу характеризує клас автомобіля, який для легкових визначається робочим об'ємом циліндрів двигуна (літражем), для автобусів – габаритною довжиною, для вантажних автомобілів – повною загальною масою (див. таблицю 2).

Друга цифра характеризує експлуатаційне призначення автомобіля: 1 – легкові; 2 – автобуси; 3 – вантажні бортові; 4 – тягачі; 5 – самоскиди; 6 – цистерни; 7 – фургони; 8 – (цифру не використовують); 9 – спеціальні.

Пара цифр – третя і четверта – характеризують номер моделі. Розглянемо кілька прикладів.

ВАЗ-2103: 2 – клас (легковий автомобіль з літражем двигуна у межах 1,2...1,8; л; 1 – легковий; 03 – порядковий номер моделі.

Таблиця 2 – Індксація класу автомобіля

Легкові							
Літраж двигуна, л	до 1,2	1,2...1,8	1,8...3,5	понад 3,5			
Клас	1	2	3	4			
Автобуси							
Габаритна довжина, м	до 5,5	5,5...7,5	7,5...10,5	10,5...12,5	понад 12,5		
Клас	2	3	4	5	6		
Вантажні							
Повна маса, т	до 1,2	1,2...2,0	2...8	8...14	14...20	20...40	понад 40
Клас	1	2	3	4	5	6	7

ЛЕКЦІЯ 2

ЗАГАЛЬНА БУДОВА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ (ДВЗ)

План

1. Загальна будова ДВЗ.
2. Класифікація ДВЗ за основними ознаками.
3. Основні поняття та визначення про ДВЗ.
4. Техніко-економічні показники роботи ДВЗ.

1. Загальна будова ДВЗ.

Чотиритактні багатоциліндрові дизельні двигуни використовують на тракторах як основні, а двотактні карбюраторні (одно – або двоциліндрові) – як пускові; на автомобілях застосовуються дизелі в основному на вантажних, карбюраторні на легкових.

У поршневого двигуна внутрішнього згорання виділяють певні механізми і системи.

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) перетворює зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого вала двигуна. Крім того, за допомогою КШМ відбувається виштовхування відпрацьованих газів із циліндрів двигуна, всмоктування та стиск свіжої пальної суміші або повітря.

Газорозподільний механізм призначений для своєчасного впуску у циліндри свіжої горючої суміші (карбюраторний двигун) або повітря (дизель) та випуску залишкових продуктів згорання. Протягом тактів стиску й розширення він роз'єднує порожнини циліндрів з атмосферою.

Система живлення дизеля очищає повітря (складову горючої суміші), а також паливо, дозує їх та відповідним чином подає паливо у циліндри.

Система живлення карбюраторного двигуна очищає повітря й паливо, змішує їх та подає суміш у циліндри.

Система мащення забезпечує подачу масла до тертьових поверхонь деталей двигуна.

Система охолодження підтримує відповідний тепловий режим двигуна у різних експлуатаційних умовах.

Система пуску двигуна – пусковий карбюраторний двигун з редуктором або потужний електричний стартер, який живиться від акумуляторної батареї. Для

полегшення повертання колінчастого вала, особливо в холодну пору року, застосовують додаткові механізми.

Система запалювання бензинового двигуна забезпечує виникнення у потрібну мить електричного розряду (іскри) для спалахування стиснутої у циліндрі суміші.

2. Класифікація ДВЗ за основними ознаками.

Двигуни поділяють на поршневі, роторно-поршневі, газотурбінні та турбопоршневі.

У поршневих та роторно-поршневих двигунах механічну енергію одержують у циліндрі, в газотурбінних – у газовій турбіні, в турбопоршневих – у циліндрі та газовій турбіні.

На тракторах і автомобілях використовують переважно поршневі двигуни внутрішнього згорання. Ці двигуни класифікують за такими ознаками:

- за способом сумішоутворення – із зовнішнім і з внутрішнім сумішоутворенням. До перших належать карбюраторні й газові двигуни, двигуни з впорскуванням бензину до впускного колектора, до других – дизелі;

- за способом запалювання робочої суміші – з примусовим запалюванням від електричної іскри та з самозайманням від високої температури, що виникає при стисканні повітря;

- за видом палива, що застосовується – двигуни, що працюють на рідкому паливі, і двигуни що працюють на газоподібному паливі;

- за способом повітрязабезпечення – без наддування та з ним (механічним, газотурбінним, комбінованим);

- за числом процесів у робочому циклі – 4-тактні і 2-тактні;

- за числом циліндрів – одноциліндрові і багатociліндрові (до 12 циліндрів);

- за розміщенням циліндрів – вертикальні, V- подібні і опозитні (циліндри розміщені під кутом 180^0);

- за способом охолодження – з рідинним і повітряним охолодженням;

- за призначенням – транспортні й стаціонарні.

Крім того ,двигуни у сільськогосподарському виробництві поділяють на:

- малопотужні (1,4...3,7 кВт) – для приведення силосорізок, соломорізок, зернових конвеєрів тощо;
- середньої потужності (14,9...36,8 кВт) – для тракторів, малолітражних автомобілів, польових електростанцій; застосовуються також на водокачках, у майстернях тощо;
- підвищеної потужності (73,6...185 кВт і більше) – для швидкісних тракторів, вантажних автомобілів, комбайнів, електростанцій тощо.

3. Основні поняття та визначення про ДВЗ.

Горюча суміш – розпилене й змішане у певній пропорції з повітрям паливо. Подана у циліндри двигуна горюча суміш змішується з газами, що залишилися від попереднього циклу, внаслідок чого створюється **робоча суміш**.

Робочий цикл двигуна – сукупність послідових процесів: впуск, стиск, згорання, розширення, випуск. Цикли періодично повторюються у кожному циліндрі. Частина робочого циклу, яка здійснюється за час руху поршня від однієї мертвої точки до іншої, називається **тактом**. Місце знаходження поршня, в яких він змінює напрямок руху, називають **мертвими точками**.

Верхня мертва точка (ВМТ) – місцезнаходження поршня у циліндрі, коли відстань до осі колінчастого валу найбільша, **нижня мертва точка (НМТ)** – коли ця відстань найменша (див. плакат чи виконати креслення на дошці).

Шлях, який проходить поршень між мертвими точками, називають **ходом поршня (S)**. Хід поршня й діаметр циліндра є головними розмірами двигуна і визначають його ширину та висоту, робочий об'єм циліндра.

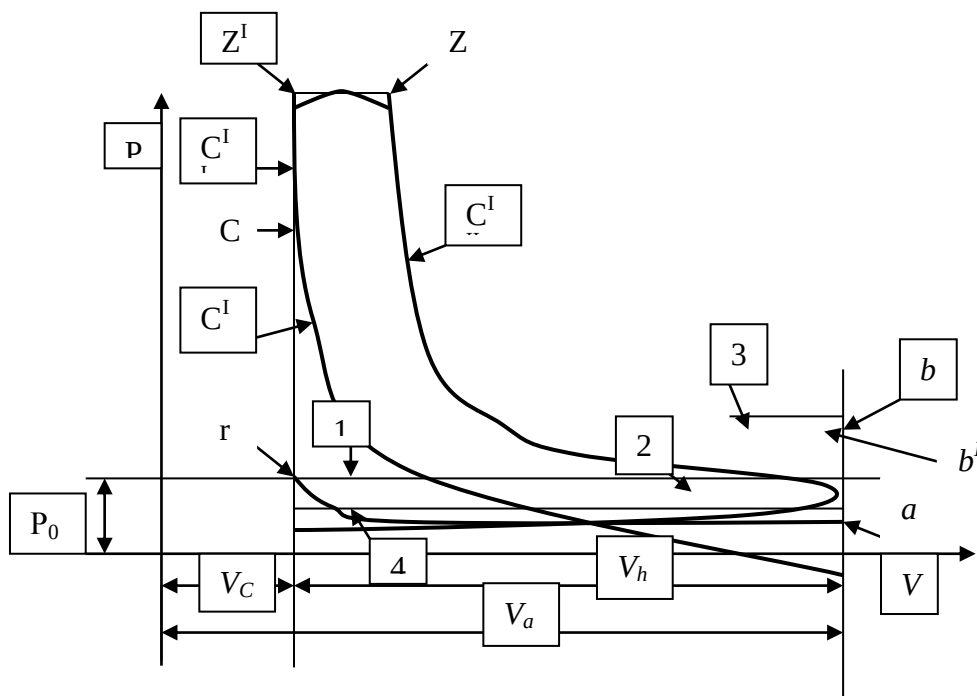
Робочий об'єм циліндра – об'єм, що звільняється поршнем внаслідок його переміщення від однієї мертвої точки до іншої. $V_p = \pi \cdot D^2 \cdot S / 4, \text{см}^3(\text{л})$.

Робочий об'єм двигуна (літраж) – сума робочих об'ємів циліндрів двигуна, виражена в літрах. $V_{\text{л}} = V_p \cdot i, \text{л}$, де i – кількість циліндрів в двигуні.

Камера згорання (камера стиску) – об'єм над поршнем, який перебуває у ВМТ (V_c).

Відношення повного об'єму3 циліндра до об'єму камери згорання називають **ступенем стиску**. Він показує, у скільки разів зменшується об'єм повітря або робочої суміші внаслідок переміщення поршня від НМТ до ВМТ. $\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = 1 + \frac{V_p}{V_c}$.

Графік зміни тиску газів на поршень залежно від зміни об'єму циліндра за робочий цикл двигуна, які записані приладом-індикатором називають **індикаторною діаграмою**. Це залежність $p = f(V_h)$ за 720° обертання колінчастого вала чи за чотири такти робочого циклу двигуна, на рисунку 1 приведена індикаторна діаграма 4-тактного дизеля. Де крива $r-a$ – визначає такт *впуску*; $a-c$ – *стиску*; $c-z$ – *процес горіння палива*; $z'-b'$ – *розширення (робочий хід)*; $b'-r$ – *випуску*.



11

4. Техніко-економічні показники роботи ДВЗ. При згоранні палива в циліндрах двигуна не вся енергія перетворюється в корисну роботу. В карбюраторних двигунах на корисну роботу припадає лише 20...28 % теплоти, у дизелях – 29...45 %.

В поршневих ДВЗ розрізняють індикаторну (N_i) та ефективну (N_e), або корисну потужність. **Індикаторна потужність** це робота, що здійснюється газами за одиницю часу (за 1 с) всередині циліндра, дорівнює $N_i = \frac{p_i \cdot V_h \cdot \omega \cdot i}{12,56} (\kappa Bm)$, де p_i – середній індикаторний тиск (це такий умовний сталий тиск, що діє на поршень протягом робочого ходу і здійснює роботу, яка дорівнює роботі газів за цикл; у карбюраторних двигунах він дорівнює $(7...12) \cdot 10^2 \kappa Pa$, у дизелях з наддувом $8 \cdot 10^2 \kappa Pa$...і вище); V_h – робочий об'єм одного циліндра, m^3 ; i – число циліндрів; ω – кутова швидкість колінчастого вала, s^{-1} .

Ефективна потужність та, що знімається з колінчастого вала. Вона дорівнює різниці індикаторної потужності і потужності $N_{M.B}$, яка витрачається на подолання механічних втрат (на тертя в механізмах двигуна і приведення допоміжних агрегатів: водяного, масляного і паливного насосів, вентилятора, генератора і на насосні втрати під час впуску і випуску): $N_e = N_i - N_{M.B}$; $N_e = N_i \cdot \eta_e (\kappa Bm)$. η_e – механічний ККД; для карбюраторних двигунів дорівнює 0,7...0,85, для дизелів – 0,7...0,82, для дизелів з турбонаддувом – 0,8...0,87.

Літрову потужність N_L – потужність, віднесена до одного літра робочого об'єму циліндрів, визначають формулою $N_L = \frac{N_e}{V_h \cdot i}, (\kappa Bm / л)$. Для карбюраторних двигунів вона дорівнює 15...40 $\kappa Bm / л$, дизелів – 15...30 $\kappa Bm / л$.

Індикаторна питома витрата палива g_i (відношення витраченої кількості палива до отриманої індикаторної роботи газу) становить $g_i = \frac{3600}{Q_H \cdot \eta_i}, (г / (\kappa Bm \cdot год))$, де Q_H – нижча енергетична цінність палива (для бензину дорівнює близько 44000 $\kappa Дж / кг$, для дизельного палива – 42500 $\kappa Дж / кг$); η_i – **індикаторний ККД** (відношення індикаторної роботи газів до кількості теплоти, що витратилась). Для карбюраторних двигунів $\eta_i = 0,28...0,32$, для дизелів - $\eta_i = 0,38...0,46$.

Ефективний ККД η_e й ефективна питома витрата палива g_e характеризують економічність двигуна $\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$; $g_e = g_i \cdot \eta_e, (г/(кВт \cdot год))$. Для карбюраторних двигунів $\eta_e = 0,22...0,30$, $g_e = 290...330 г/(кВт \cdot год)$, для дизелів $\eta_e = 0,30...0,38$, $g_e = 220...270 г/(кВт \cdot год)$.

Ефективну потужність двигуна можна визначити також за рівнянням:

$$N_e = \frac{Q_H}{l_0} \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \cdot V_h \cdot \frac{n}{60 \cdot \tau} \cdot i \cdot \eta_v \cdot \rho_{II} \cdot \eta_m,$$

де l_0 – кількість повітря, теоретично необхідного для повного згорання 1 кг палива, кг/кг;

α – коефіцієнт надміру повітря;

V_h – робочий об'єм циліндра, літр;

n – частота обертання колінчастого вала, хв-1;

τ – тактність двигуна (для 4-тактного двигуна $\tau = 2$, для 2-тактного $\tau = 1$);

η_v – коефіцієнт наповнення;

ρ_{II} – густина повітря, кг/кг;

Q_H – нижча енергетична цінність палива, кДж/кг;

i – число циліндрів.

ЛЕКЦІЯ 3

ЗАГАЛЬНА БУДОВА КРИВОШИПО-ШАТУННОГО ТА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМІВ

План

1. Будова та принцип роботи кривошипо-шатунного механізму.
2. Будова та принцип роботи газорозподільного механізму.

1. Будова та принцип роботи кривошипо-шатунного механізму.

Кривошипно-шатунний механізм (КШМ) перетворює зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого вала двигуна. Крім того, за допомогою КШМ відбувається виштовхування відпрацьованих газів із циліндрів двигуна, всмоктування та стиск свіжої пальної суміші або повітря.

До кривошипно-шатунного механізму багатоциліндрових двигунів належать такі деталі:

- картер (блок циліндрів) з головкою й ущільнювальними прокладками;
- поршнева група (поршні, поршневі кільця, поршневі пальці);
- шатуни;
- колінчастий вал;
- маховик;
- піддон картера.

Блок циліндрів відливають із чавуну або алюмінієвих сплавів. У блок уставляють гільзи, які безпосередньо обмиваються охолодною рідиною й тому називаються «мокрими». У верхню частину гільз, виготовлених із сірого чавуну, для підвищення корозійної стійкості та зменшення спрацювання запресовують вставки зі спеціального антикорозійного чавуну. Ущільнення гільз циліндрів у верхній частині блока здійснюється сталезбестовими прокладками головок блока, а в нижній частині — мідними прокладками. Верхні кромки гільз мають виступати над площиною блока циліндрів на 0,02 . .0,09 мм.

У середній частині блока є поперечні перегородки. Площину розняття картера опущено нижче від осі колінчастого вала для надання блоку потрібної жорсткості. По осі блока на стінці коробки штовхачів, а також у передній та задній стінках блока є отвори для підшипників розподільного вала.

Двигуни з У-подібним розташуванням циліндрів (ЗИЛ-130, ЗМЗ-53-12) мають дві головки з алюмінієвого сплаву на кожен ряд. У двигуні КамАЗ-740 кожен циліндр (із восьми) має свою головку. В карбюраторних двигунах у головках блоків, відлитих з алюмінієвих сплавів, розташовано камери згоряння, в яких зроблено різьбові отвори для свічки запалювання, а в дизелях — отвори для форсунок, впускні й випускні канали, а також запресовано сідла й напрямні втулки клапанів. Напрямні втулки виготовляють із спечених матеріалів.

Головки кріпляться до блока циліндрів шпильками через сталезбестові прокладки. Момент затягування шпильок — 73 .78 Н·м. Зверху головки закрито кришками, що кріпляться гайками й ущільнюються гумовими прокладками. В головках блока всередині виконано сорочку охолодження, яка каналами сполучається із сорочкою охолодження блока.

У розвалі блока встановлюється верхня кришка блока циліндрів, виготовлена з алюмінієвого сплаву. В кришці є впускні трубопроводи, що обмиваються охолодною рідиною для підігрівання пальної суміші. Зверху кришка має площадку з двома отворами для встановлення карбюратора.

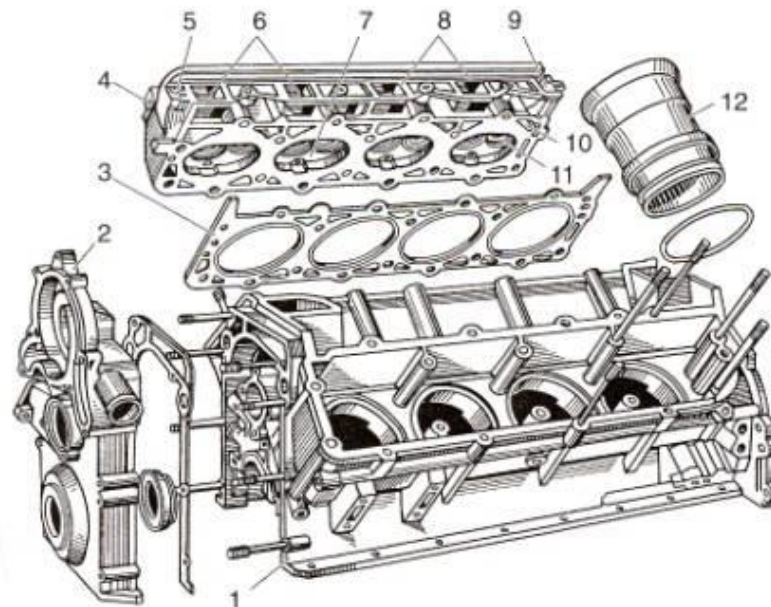


Рис. 1. Картер V-подібний восьмициліндрового двигуна ЗМЗ-53 з головкою правого ряду циліндра і деталі кривошипно-шатунного механізму:

1 – блок циліндрів; 2 – кришка розподільних шестерень; 3 – прокладка; 4 – головка блока циліндрів; 5,9,10 – отвори для охолодної рідини; 6,8 – впускні канали; 7 – камера згоряння; 11 – сідло клапана; 12 – гільза циліндра

До **поршневої** групи належать: поршні, поршневі кільця та поршневі пальці.

Поршень – це металевий стакан, днищем повернутий догори, який сприймає тиск газів і передає його через поршковий палець і шатун на колінчастий вал. Верхня, підсилена частина поршня називається головкою, а нижня, напрямна – юбкою. Приливи у стінках юбки, що призначаються для встановлення поршневого пальця, називають бобишками.

Поршні відлиті з алюмінієвого сплаву й по бічній поверхні покриті тонким шаром олова для кращого припрацювання.

Юбки поршнів у поперечному перерізі мають форму еліпса (більша частина цього еліпса розташовується в площині, перпендикулярній до осі поршневого пальця), а в поздовжньому — форму зрізаного конуса з більшою основою по нижній кромці поршня. В нижній частині юбки зроблено вирізи для протидії колінчастого вала.

Паралельно поздовжній осі двигуна в бобишках поршня зроблено отвори для встановлення поршневого пальця. Отвір під нього зміщено на 1,5 мм праворуч по ходу автомобіля. Цим зменшується тиск на стінку циліндра, а отже, збільшується термін служби циліндро-поршневої групи. Для правильного складання поршня із шатуном на днищах більшості поршнів вибито стрілку з написом «Уперед». Наголовках поршнів є канавки: верхні — для компресійних кілець, нижні — для оливознімних. По колу канавок під оливознімні кільця виконано отвори для відведення оливи, що знімається.

Поршневі кільця запобігають прориву газів крізь зазор між юбкою поршня та стінкою циліндра, а також слугують для видалення зайвої оливи зі стінок циліндра, щоб не допустити потрапляння її в камеру згоряння. Зазор у замку компресійних кілець становить $(0,4 \pm 0,1)$ мм. Всі кільця виготовляють з чавуну, за винятком оливознімних, які виконуються складеними — з двох плоских сталевих кілець і двох розширників (осьового та радіального). Верхні компресійні кільця покривають пористим хромом.

Компресійні кільця встановлюють на поршні так, щоб виточки на їхній внутрішній поверхні були повернуті вгору. Кільця, що не підлягають хромуванню, покривають по зовнішній поверхні тонким шаром олова для кращого

припрацювання. Встановлюючи кільця на поршень, їхні стики (замки) слід розташовувати під кутом 90° один до одного.

Поршневий палець слугує для шарнірного з'єднання поршня з шатуном і може мати найрізноманітніші конструктивні форми. Для зменшення маси пальців їх, як правило, виконують порожнистими.

Поршневі пальці виготовляють з вуглецевих цементованих та азотованих сталей, а також із високовуглецевих сталей, які піддаються індукційному гартуванню струмами високої частоти. В окремих випадках для підвищення міцності пальця його піддають термохімічній обробці й полірують зовнішню поверхню. Двостороння цементация підвищує міцність пальця на 15 .20 %, а двостороннє азотування - на 35 .45 %.

Для обмеження осьового зміщення пальця в поршні використовують різні способи. Наприклад, застосовують пальці плаваючого типу. Такий палець не закріплюють ні в бобишках поршня, ні у верхній головці шатуна. Від осьових переміщень його утримують стопорні пружинні кільця, встановлені в канавках, які проточено в отворах бобишок поршня. Плаваючий палець може повертатися в бобишках, завдяки чому він спрацьовується рівномірніше.

Шатун (рис. 2), що передає зусилля від поршня на колінчастий вал, має двотавровий переріз, виготовляється з легованої або вуглецевої сталі штампуванням і складається з верхньої головки, стержня та нижньої головки.

У верхню головку шатуна запресовується бронзова втулка під поршневий палець. Для підведення мастила до тертьових поверхонь у головці та втулці зроблено отвори.

Нижня головка шатуна рознімна (площина розняття перпендикулярна до осі шатуна). В ній є отвір для викидання оливи на стінку циліндра та кулачки розподільного вала. До нижньої головки двома болтами кріпиться кришка.

За **шатунні підшипники** правлять тонкостінні сталєалюмінієві вкладиші. Від зміщення вони втримуються виступами, які входять у відповідні пази на шатуні й кришці.

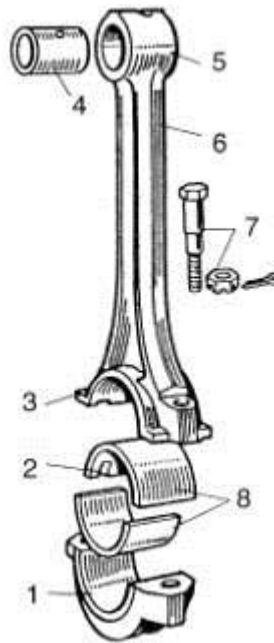


Рис. 2. Шатун:

1 – кришка нижньої головки; 2 – вусики, що фіксують вкладиші; 3 – нижня головка; 4 – втулка верхньої головки; 5 – верхня головка; 6 – стержень шатуна; 7 – болт із гайкою для кріплення кришки нижньої головки; 8 – вкладиші нижньої головки

Колінчастий вал, що сприймає зусилля від шатунів і передає його на маховик, відливається з магнієвого чавуну й складається з таких елементів (рис 3.): носка 5, корінних шийок 7, шатунних шийок 10, щік з противагами 9 та фланця 12 для кріплення маховика.

Корінні й шатунні шийки вала загартовуються струмами високої частоти. В щоках вала просвердлено канали для підведення оливи від корінних підшипників до оливних порожнин у шатунних шийках. Оливні порожнини правлять за додаткові грязевловлювачі (ловушки). Грязьові частинки відцентровою силою відкидаються до периферії порожнин, а чиста олива крізь отвори подається в шатунні підшипники.

На носку колінчастого вала кріпляться храповик 1 пускової рукоятки, шестірня 4 привода механізму газорозподілу та шків 2 привода вентилятора й водяного насоса. Корінними підшипниками колінчастого вала є сталеві тонкостінні вкладиші, за конструкцією аналогічні шатунним. Момент затягування болтів кришок корінних підшипників – 100 .110 Н-м.

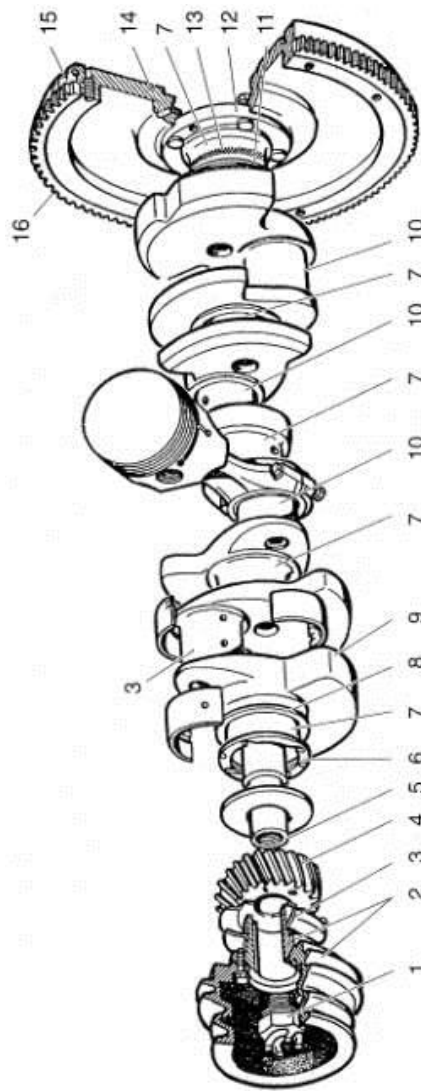


Рис. 3. Колінчастий вал:

1 – храповик; 2 – шків; 3 – оливо відвідна тарель; 4 – шестірня; 5 – носок; 6,8 – упорні шайби; 7,10 – відповідно корінні й шатунні шийки; 9 – противаги; 11 – оливо скидальний гребінь; 12 – фланець; 13 – оливі відвідна канавка; 14 – канал для відведення мастила; 15 – установочні містки; 16 – зубчастий вінець

Від осьових переміщень колінчастий вал утримується двома сталевими упорними шайбами 6 і 8, залитими антифрикційним сплавом, які встановлено по обидва боки переднього корінного підшипника. Стороною, залитою антифрикційним сплавом, передня шайба має бути повернута до шестірні, а задня — до буртика шийки вала. Допустиме осьове переміщення колінчастого вала становить 0,07 .0,17 мм. Для ущільнення переднього кінця колінчастого вала в кришці розподільних шестерень встановлюються гумовий самопідтискний сальник та олиовідбивна тарель 3. Задній кінець колінчастого вала ущільнюється сальником з азбестової набивки, встановленим у пазах блока та задній кришці. Крім того, на

задньому кінці колінчастого вала є оливоскидальний гребінь 11 і оливовідвідна спіральна канавка 13.

Маховик – це чавунний диск, що кріпиться болтами до фланця колінчастого вала й призначається для підвищення рівномірності обертання останнього, а також забезпечує подолання двигуном короточасних перевантажень (наприклад, у момент рушання автомобіля з місця) за рахунок накопиченої під час обертання енергії. На обід маховика напресовано сталевий зубчастий вінець 16 для обертання колінчастого вала стартером під час пуску двигуна. Маховик має мітки 75 для визначення верхньої мертвої точки поршня першого циліндра та канали 14.

Піддон картера править за захисний кожух кривошипно-шатунного механізму й резервуар для оливи. Його штампують з листової сталі. Отвір для зливання оливи закривається пробкою з магнітом для збирання металевих частинок на дні піддона.

Картер зчеплення й маховика становить захисний кожух, виготовлений з алюмінієвого сплаву; його кріплять до задньої частини блока циліндрів. Для точної фіксації картера відносно деталей коробки передач та зчеплення у блок циліндрів запресовано штифти.

Кріплення двигуна до рами автомобіля має бути надійним і водночас забезпечувати пом'якшення поштовхів, що виникають під час роботи двигуна та руху автомобіля.

Підвіску двигуна до рами роблять у трьох або чотирьох точках. Як опори до картера двигуна пригвинчують спеціальні кронштейни (лапи). За задні опори іноді правлять лапи картера зчеплення або подовжувач коробки передач. Під опори встановлюють гумові подушки або пружини.

Підвіска двигуна на еластичних опорах має обмежувачі позовжнього переміщення у вигляді тяг чи скоб. Часто для фіксації двигуна відносно рами використовують реактивні тяги.

2. Будова та принцип роботи газорозподільного механізму.

Газорозподільний механізм призначений для своєчасного впуску у циліндри свіжої горючої суміші (карбюраторний двигун) або повітря (дизель) та випуску

залишкових продуктів згорання. Протягом тактів стиску й розширення він роз'єднує порожнини циліндрів з атмосферою.

До складу газорозподільного механізму входять такі основні деталі: **розподільний вал, його привод, штовхачі, штанги, коромисла, впускний та випускний клапани.**

Роботу газорозподільного механізму розглянемо на прикладі двигуна з V-подібним розташуванням циліндрів.

Розподільний вал знаходиться в "розвалі" блоку двигуна, тобто між його правим і лівим рядами циліндрів, і приводиться в обертання від колінчастого валу через блок розподільних шестерень. При ланцюговому або ремінному приводі обертання розподільного валу здійснюється за допомогою відповідний ланцюгової або зубчастої ремінної передачі.

При обертанні розподільного валу кулачок набігає на штовхач і піднімає його разом з штангою. Верхній кінець штанги натискає на регулювальний гвинт, встановлений у внутрішньому плечі коромисла. Коромисло, провертаючись на своїй осі, зовнішнім плечем натискає на стержень клапана і відкриває отвір впускного або випускного клапана в голівці циліндрів строго відповідно до фаз газорозподілу і порядку роботи циліндрів.

Під фазами газорозподілу розуміють моменти початку відкриття і кінця закриття клапанів, які виражаються в градусах кута повороту колінчастого валу відносно мертвих точок. Фази газорозподілу підбирають дослідним шляхом залежно від числа обертів двигуна і конструкції впускання-випускання в залежності від числа обертів двигуна і конструкції впускних і випускних патрубків. Заводи, що виготовляють дані механізми вказують фази газорозподілу для своїх двигунів у вигляді таблиць або діаграм.

Правильність установки газорозподільного механізму визначається по встановлених мітках, які розташовуються на розподільних шестернях або ведучому шківі блоку циліндрів двигуна.

Відхилення при установці фаз призводить до виходу з ладу клапанів або двигуна в цілому. Постійність фаз газорозподілу зберігається лише при дотриманні теплового зазору, що регламентується, в клапанному механізмі даної моделі

двигуна. Порушення величини цього зазору призводить до прискореного зносу клапанного механізму і втрати потужності двигуна.

Для правильної роботи двигуна кривошипи колінчастого валу і кулачки розподільного валу повинні знаходитися в строго певному положенні відносно один одного. Тому при збірці двигуна розподільні шестерні вводяться в зачеплення по мітках, що є на їх зубах: одній — на зубі шестерні колінчастого валу, а інший — між двома зубами шестерні розподільного валу. На двигунах, що мають блок розподільних шестерень, установка їх здійснюється також по мітках.

Послідовність чергування однойменних тактів в різних циліндрах називається порядком роботи циліндрів двигуна, який залежить від розташування циліндрів і конструктивного виконання колінчастого і розподільного валів.

Розподільний вал служить для відкриття і закриття клапанів газорозподільного механізму в певній послідовності згідно з порядком роботи циліндрів двигуна.

Розподільні вали виковують із сталі з подальшою цементацією і гартуванням струмами високої частоти. На деяких двигунах вали відливають з високоміцного чавуну. У цих випадках поверхня кулачків і шийок валу вибілюється і потім шліфується. Для зменшення тертя між шийками і опорами в отвори запресовують сталеві, покриті антифрикційним шаром, або металокерамічні втулки.

Між опорними шийками розподільного валу розташовуються кулачки, по два на кожен циліндр, – впускання і випускний. Окрім цього на валу кріпиться шестерня для приводу масляного насоса і переривника-розподільника і є ексцентрик для приводу паливного насоса.

Шестерні розподільних валів виготовляють з чавуну або текстоліту, ведучу розподільну шестерню колінчастого валу – із сталі. Зуби в шестерень косі, що викликає осьове переміщення валу. Для попередження осьового зсуву передбачений опорний фланець, який закріплений на блоці циліндрів між торцем передньої опорної шийки валу і розподільною шестернею.

У чотиритактних двигунах робочий процес відбувається за чотири ходи поршня або два оберти колінчастого валу. Це можливо, якщо розподільний вал за цей час зробить в два рази менше число обертів. Тому діаметр шестерні,

встановленої на розподільному валу, роблять в два рази більшим, ніж діаметр шестерні колінчастого валу.

Штовхачі клапанів двигуна КамАЗ-740 сталеві, порожнисті, тарілчастого типу з циліндричною прямою частиною. Для підвищення працездатності пари кулачок – штовхач на торець тарілки штовхача наплавлений вибілений чавун. Торцець штовхача, що контактує з штангою, закінчується сферичним гніздом для упора нижнього кінця штанги. Штовхачі клапанів встановлюються в напрямних, прикріплених до блока циліндрів болтами.

Штовхачі двигунів ЯМЗ-236 і ЯМЗ-238 роликові. Всі вони встановлені на спільній нерухомій осі, закріпленій у розвалі між циліндрами. Виступ штовхача, що спирається на кулачок розподільного вала, має ролик, встановлений на осі, що обертається в голчастих підшипниках. Сам же штовхач коливається на нерухомій осі в латунних втулках. У корпус штовхача запресована сталеві п'ята зі сферичною виїмкою для штанги, що входить у неї.

Штанги штовхачів порожнисті із запресованими наконечниками. Нижній наконечник має опуклу сферичну поверхню, верхній – виконаний у вигляді або сферичної чашки для упора регульовального гвинта коромисла (КамАЗ), або сферичним (ЯМЗ).

Коромисла клапанів – це сталеві ковані двоплечі важелі із запресованими бронзовими втулками. Носик коромисла довгого плеча загартований до високого ступеня твердості. Для зменшення ходу штовхача і штанги, а також зниження сил інерції, коромисла виконані нерівноплечими. В коротке плече коромисла вкручений регульовальний гвинт з контргайкою для встановлення необхідного зазору між коромислом і торцем стрижня клапана.

До кожного коромисла через отвір у стояку підводиться масло. Підшипниками коромисел служать бронзові втулки.

Клапанні механізми. Кожний клапанний механізм призначений для відкриття і закриття впускних і випускних каналів залежно від положення кулачків розподільного вала. Клапанний механізм складається з клапана, сидла клапана, прямої втулки, двох пружин, упорної шайби, тарілки, втулки тарілки, двох сухарів.

Окрім цього, на верхній частині прямої впускного клапана встановлюється манжета ущільнювача, яка призначена для запобігання проникненню масла в циліндри двигуна при такті впуску.

У кожному циліндрі встановлюються два клапани тарілкового типу (впускний і випускний). Клапани виготовляються з високолегованої сталі з подальшим загартовуванням. Для підвищення корозійної стійкості і зменшення зносу на робочу поверхню головки випускного клапана наплавлено шар спеціального сплаву.

У конструктивному відношенні обидва клапани однакові. Клапан складається з тарілки і стрижня.

Збільшений діаметр впускного клапана покращує наповнення циліндра свіжим зарядом повітря.

Перехід від тарілки до стрижня виготовлено плавним, що забезпечує клапану необхідну міцність і покращує відведення тепла від тарілки. Стрижень клапана у верхній частині має виточку для сухарів. Для забезпечення щільної посадки в сидло тарілка має конусний пояс.

ЛЕКЦІЯ 4

СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВЗ

План

1. Будова та принцип рідинної системи охолодження.
2. Будова та принцип роботи повітряної системи охолодження.

1. Будова та принцип роботи рідинної системи охолодження.

Система охолодження призначена для підтримки оптимального температурного режиму, що забезпечує отримання максимальної потужності, високої економічності і тривалого терміну служби двигуна.

При згоранні робочої суміші температура в циліндрах двигуна підвищується до 2500°C і в середньому при роботі двигуна складає $800\ldots 900^{\circ}\text{C}$. Тому деталі двигуна сильно нагріваються, і якщо їх не охолоджувати, то знижуватимуться потужність двигуна, його економічність збільшуватися зношування деталей і може статися поломка двигуна.

При надмірному охолодженні двигун також втрачає потужність, погіршується його економічність і зростає зношування. Для примусового і регульованого відведення теплоти в двигунах автомобілів застосовують два типи системи охолодження рідинна та повітряна. Тип системи охолодження визначається теплоносієм (робочою речовиною), використовуваним для охолодження двигуна.

До системи рідинного охолодження відноситься: **порожнина охолодження блоку і головок циліндрів, радіатор, водяний насос, вентилятор, жалюзі, термостат, водорозподільна труба, патрубки, шланги, зливні краники і помпа.**

Радіатор віддає повітрю тепло від охолоджувальної рідини. Він складається з серцевини, верхнього і нижнього бачків і деталей кріплення. Серцевина радіатора виконана з окремих вертикальних трубок, між якими знаходяться поперечні горизонтальні пластини що надають радіатору жорсткість і охолодження, що збільшують поверхню. Трубки серцевини радіатора упаяні у верхній і нижній бачки. Верхній бачок радіатора автомобілів ЗИЛ-130 і ГАЗ-53А має горловину з пробкою і паровідвідну трубку у ній встановлений датчик показчика перегрівання двигуна. На автомобілі КамАЗ цей датчик встановлений у водяній трубі лівого ряду циліндрів.

Водяний насос. Примусова циркуляція рідини в системі охолодження створюється водяним насосом відцентрового типу. Насос встановлений в передній

частині блоку циліндрів і складається з корпусу, валу з крильчаткою і сальника. Під дією відцентрової сили, що виникає при обертанні крильчатки охолоджувальна рідина з нижнього бачка радіатора поступає до центру корпусу насоса і відкидається до його зовнішніх стінок. З отвору в стінці корпусу насоса охолоджувальна рідина. Витіканню охолоджувальної рідини між корпусом насоса і блоком перешкоджає прокладення а в місці виходу валу - сальник, складається з гумової манжети, металевої обойми, пружини і шайби.

Гумова манжета щільно закріплена на валу і своїм торцем пружиною щільно притискається до шайби, а остання - до точно обробленого торця корпусу. Шайба виготовлена з текстоліту або склотекстоліту.

Вентилятор. Для посилення потоку повітря, що проходить через серцевину радіатора, служить вентилятор. Його зазвичай монтують на одному валу з водяним насосом. Він складається з крильчатки з чотирма або шістьма лопатями прикрученими до маточини. Вал вентилятора одночасно є валом водяного насоса і встановлений в його корпусі на кулькових підшипниках. На деяких двигунах для поліпшення обдування повітрям двигуна і радіатора на останньому встановлений направляючий кожух. Вентилятор може працювати в трьох режимах залежно від положення крану включення: в автоматичному, коли температура охолоджувальної рідини підтримується в межах $80...95^{\circ}\text{C}$, - положення крану «В»; при відключеному вентиляторі кран включається в положення «0»; при третьому режимі вентилятор включений постійно - робота на такому режимі допустима короткочасно.

Жалюзі служать для регулювання інтенсивності обдування радіатора зустрічним потоком повітря. Вони складаються з окремих пластин, укріплених шарнірно попереду радіатора. Управляють жалюзі руків'ям, виведеним в кабінку. При затягуванні руків'я пластини, обертаючись на шарнірах, зменшують зустрічний потік повітря, що поступає до радіатора.

Термостат складається з корпусу, гофрованого латунного циліндра, штока і подвійного клапана. Всередину гофрованого латунного циліндра налита рідина, температура кипіння якої $70...75^{\circ}\text{C}$. Коли двигун не прогрітий, клапан термостата закритий і циркуляція відбувається по малому кільцю: водяний насос - порожнина охолодження - термостат - перепускний шланг - насос. Термостат встановлюють в

патрубку порожнини впускного трубопроводу або в коробці термостата. У системі охолодження двигуна ЗИЛ-130 в період прогрівання циркуляція здійснюється через порожнину охолодження компресора пневматичного приводу гальм, минувши радіатор. При нагріві охолоджувальної рідини до $70...75^{\circ}\text{C}$ в гофрованому циліндрі термостата рідина починає випаровуватися, тиск підвищується, циліндр, розтискає, переміщає шток і, піднімаючи клапан відкриває шлях для рідини через радіатор. *Коли температура рідини в системі охолодження досягне 90°C , клапан термостата повністю відкривається одночасно скошеною кромкою закриваючи вихід рідини в мале кільце і циркуляція відбувається по великому кільцю: насос - порожнина охолодження - термостат - верхній бачок радіатора - серцевина - нижній бачок радіатора - насос.* У верхній частині корпусу термостата є два прорізи, в яких встановлений клапан. У непрогрітому двигуні маса у балоні знаходиться в твердому стані, і клапан термостата закритий під дією спіральної пружини. При прогріванні двигуна маса у балоні починає плавитися, об'єм її збільшується і вона давить на діафрагму і шток, відкриваючи клапан. Повне відкриття клапана станеться при температурі $75...78^{\circ}\text{C}$, оскільки при цьому відбувається найбільше розширення маси наповнювача.

Контроль за температурою охолоджувальної рідини здійснюється по показчику температури і за допомогою лампи сигналізатора перегрівання двигуна на щитку приладів.

Механічний насос (помпа) забезпечує циркуляцію охолоджувальної рідини по порожнистих зонах нерухомих частин двигуна (сорочці охолодження). Тепло, що утворюється при роботі двигуна, поглинається циркулюючою рідиною а при проходженні останньої через радіатор - повітрям. Радіатор віддає тепло повітрю, яке обтікає трубки. Повітря проходить через радіатор під дією електричного вентилятора або в деяких автомобілях механічного вентилятора який наводиться в рух від колінчастого валу (у останньому випадку вентилятор працює постійно, поки працює двигун). У більшості автомобілів, що випускаються нині, використовуються електричні вентилятори. Вони включаються досягши певної температури охолоджувальної рідини. У решту часу охолодження відбувається повітрям, що проходить через радіатор за рахунок руху транспортного засобу. При нагріванні тіла

розширюються те ж саме відбувається і з охолоджувальною рідиною. Ви, напевно, звертали увагу, як пластиковий бутель для води, навіть порожній, розбухає в теплому приміщенні і зморщується на холоді. Для оберігання від руйнування елементів системи охолодження при нагріванні рідини використаний розширювальний бачок. Саме у нього відводиться надмірна рідина і пара, а за допомогою клапана, яким обладнана його кришка, віддаляється надмірний тиск. Але це ще не усе. При охолодженні двигуна розширювальний бачок оберігає систему від трубок радіатора. Ви вже знаєте, що система охолодження повинна відводити надмірне (зайве) тепло від двигуна. А ось при пуску холодного двигуна, щоб вона не заважала йому швидше досягти оптимальної температури, використовують спеціальний клапан, який перекриває доступ охолоджувальної рідини з сорочки охолодження до радіатора. Цей клапан називається термостатом.

При пуску холодного двигуна термостат залишається закритим і охолоджувальна рідина не може проходити через радіатор, вона циркулює тільки в голівці блоку і самому блоці циліндрів (рух рідини по малому колу). В результаті двигун швидко прогрівається. Досягши охолоджувальною рідиною встановленої температури термостат відкриває їй доступ в радіатор для охолодження (рух рідини по великому колу). А вже якщо радіатор не справляється з охолодженням рідини до необхідної температури у справу вступає електровентилятор. Якість води, вживаної для системи охолодження двигуна, має не менше значення для довговічності і надійності його роботи, чим якість палива і мастильних матеріалів. Застосування води необхідної якості є однією з основних умов правильного догляду за двигуном, його виконання попереджає утворення накипу і корозію порожнини охолодження, які можуть привести до серйозних несправностей.

В рідинній системі охолодження використовуються спеціальні охолоджувальні рідини:

- антифризи різних марок, загустівання, що мають температуру, - 40°C і нижче. Антифризи містять антикорозійні присадки, що виключають утворення накипу. Вони дуже отруйні і вимагають обережного поводження. В порівнянні з водою антифризи мають меншу теплоємність і тому відводять теплоту від стінок циліндрів двигуна менш інтенсивно. Так, при охолодженні антифризом температура

стінок циліндрів на 15...20°З вище чим при охолодженні водою. Це прискорює прогрівання двигуна і зменшує зношування циліндрів, але в літній час може привести до перегрівання двигуна.

- тосол і вода.

2. Будова та принцип роботи повітряної системи охолодження.

В цій системі тепло від деталей двигуна відводиться в результаті обдування циліндрів і їх головок повітрям.

Система повітряного охолодження двигуна складається з вентилятора та напрямних: кожуха, щитків (дефлекторів), апарату.

Ротор вентилятора і напрямний апарат відлиті з алюмінієвого сплаву. Ротор закріплений на одному валу з шківом, який приводиться клинопасовою передачею від шківа колінчастого вала. Направний апарат разом з каркасом прикріплений до остова двигуна. Він служить для зміни напрямку повітряного потоку на протилежний обертання ротора, що створює неможливість завихрення.

Для оберігання вентилятора від потрапляння сторонніх предметів і зменшення забрудненості поверхонь, що охолоджуються напрямний апарат обладнаний захисною сіткою.

Для регулювання потоку повітря, що створює вентилятор застосовується апарат з лопастями. Тепловий режим двигуна регулюють за допомогою дросельного диска, а повітряна система охолодження простіша за конструкцією і майже не потребує обслуговування. Основний недолік цієї системи є нерівномірність охолодження окремих циліндрів а також, потужний вентилятор відбирає значну долю потужності двигуна і створює більше шуму.

ЛЕКЦІЯ 5 СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ДВЗ

План

1. Види тертя між поверхнями деталей машин.
2. Будова та принцип роботи системи мащення ДВЗ.

1. Види тертя між поверхнями деталей машин.

Взаємне переміщення рухомих частин будь-якого механізму супроводжується тертям. Умовно розрізняють три види тертя між деталями машин: **рідинне, сухе, та напівсухе або граничне.**

Сухе тертя характеризується тим, що виступи нерівностей поверхонь безпосередньо дотикаються одна одної і між ними виникає молекулярний контакт, деталі нагріваються, руйнуються, або зварюються.

Рідинне тертя характеризується тим, що робочі поверхні деталей з'єднані між собою достатньо товстим шаром оливи визначеної в'язкості. Якщо ж мікровиступи поверхонь виходять за межі плівки оливи (обкатка механізму) деякий час відбувається граничне тертя. Система мащення призначена для підведення оливи до робочих поверхонь деталей двигуна.

Моторні оливи зменшують витрати енергії на подолання сил тертя, відводять теплоту від деталей, що нагріваються, запобігають корозії, очищають зазори від продуктів забруднення, герметизують з'єднання "циліндр-кільце" і "кільце-поршень".

Важливими показниками якості оливи є в'язкість і маслянистість (липкість).

В'язкість оливи – здатність створювати опір переміщенню однієї її частини відносно іншої, маслянистість – здатність створювати на поверхні міцну оливну плівку.

Чим більша в'язкість і краща маслянистість, тим надійніше утримується оливна плівка і кращі умови для рідинного тертя. Проте надмірна в'язкість оливи у з'єднаннях з малими зазорами утруднює їх рух.

Змащування деталей може відбуватися такими способами: **під тиском з безперервною подачею оливи, під тиском з періодичною подачею оливи, розбризкування оливи, зануренням деталей в оливній ванні.** У системі мащення

сучасних двигунів використовують всі перелічені способи мащення, тому її **називають комбінованою.**

Під тиском, як правило змащуються корінні і шатунні підшипники колінчастого вала, підшипники і кулачки розподільного вала, підшипники вала привода паливного насоса та розподільника запалювання, осі коромисел клапанів, кулачки, упорний фланець розподільного вала та інші деталі. **Розбризкуванням** змащуються стінки циліндрів та поршні, поршневі пальці, ведучі зірочки, пристрій для натягання ланцюга, стержні та напрямні втулки клапанів.

2. Будова та принцип роботи системи мащення ДВЗ.

До системи мащення входять: оливний насос; фільтр (оливоочисник); оливний радіатор; стержень для вимірювання рівня оливи; контрольні прилади – датчик і показчик тиску оливи. Для забезпечення циркуляції оливи в картері (блоці циліндрів), колінчастому і розподільчому валах, коромислах виконано спеціальні оливні канали. До системи мащення належать також пристрої для вентиляції картера.

Насос призначений для створення необхідного тиску оливи. У системах мащення двигунів застосовують одно-, дво- та трисекційні шестеренні насоси.

На V-подібних двигунах СМД запроваджений насос для передпускового прокачування оливи. Він забезпечує подачу оливи у систему з моменту пуску пускового двигуна, чим усувається можливість напівсухого або сухого тертя, збільшується термін експлуатації підшипників. **Приводиться насос від шестерні редуктора пускового двигуна.**

Під час роботи двигуна олива забруднюється металевими частинками, нагаром, смолами й пилом. Для її очищення застосовують різні пристрої, призначені для фільтрації, **відстоювання чи відцентрового очищення.**

Фільтрація відбувається під час просочування оливи через дрібні отвори фільтра, внаслідок чого механічні частки затримуються на його поверхні. Такі фільтри встановлюють у заливних горловинах систем, в оливоприймачах тощо.

Залежно від розмірів частинок, що затримуються, розрізняють фільтри грубої (не пропускають частинки розміром понад 40 мк) і тонкої (відповідно понад 1–2

мкм) очистки. Внаслідок значного опору фільтри тонкої очистки під'єднуються до системи паралельно, щоб через них проходив не весь потік.

У простому щілинному фільтрі як фільтрувальний елемент використовується дрібна металева сітка. Пластинчасто-щілинні фільтри складаються з комплектів відокремлених металевих пластин. Олива проходить через щілини між пластинами, залишаючи на фільтрувальному елементі частинки, більші за щілини.

Очищення відцентровим способом принципово не відрізняється від відстоювання. Різниця лише у тому, що осідання домішок відбувається не під дією сил тяжіння, а під дією відцентрових сил, що виникають при обертотому русі місткості з оливою. **Таким способом відбувається очищення у шатунних шийках колінчастого вала двигуна:** олива, що підведена до порожнин шатунних шийок, обертається разом з ними, механічні домішки під дією відцентрових сил рухаються від центра обертання і відкладаються на стінках місткостей. Очищена олива надходить до шатунних підшипників. Якість такого очищення залежить від частоти обертання колінчастого вала, відстані між його осями та очищувальної порожнини, в'язкості та швидкості руху оливи через порожнину.

Основними очисниками оливи на більшості сучасних двигунів є **центрифуги**. Залежно від характеру сил, що обертають ротор, їх поділяють на реактивні та активно-реактивні.

У двигунах з рідинним охолодженням **оливний радіатор** закріплений перед радіатором системи охолодження. Він складається з двох бачків та осердя із трубок, кінці яких з'єднуються з бачками. Осердя охолоджується повітряним потоком від вентилятора системи охолодження. Бачки поділені перегородками на відсіки, завдяки чому зростають шлях і час руху оливи через радіатор, що сприяє ефективнішому охолодженню.

Радіатор системи мащення включають (відключають) спеціальним краном залежно від пори року або це виконується відповідним клапаном.

ЛЕКЦІЯ 6

СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДВЗ

План

1. Призначення, загальна будова і робота системи живлення.
2. Будова і принцип роботи автомобільного карбюратора.
3. Можливі несправності карбюраторів та способи їх усунення.
4. Система живлення ДВЗ із впорскуванням палива у впускний колектор.
5. Система живлення ДВЗ від газобалонних установок.

1. Призначення, загальна будова і робота системи живлення. Система призначена для зберігання й очищення палива, очищення повітря, приготування з них горючої суміші, подачі її в потрібній кількості до циліндрів двигуна і відведення відпрацьованих газів. Складається з паливного бака 1 (рис. 1, чи плакат по системі живлення автомобіля), фільтрів грубої (відстійник) 2 і тонкої 4 очистки палива, паливного насоса 3, повітроочисника 5, карбюратора 6, впускного колектора 7, камери згорання ДВЗ 8, випускний колектор 9, труби з глушником 10.

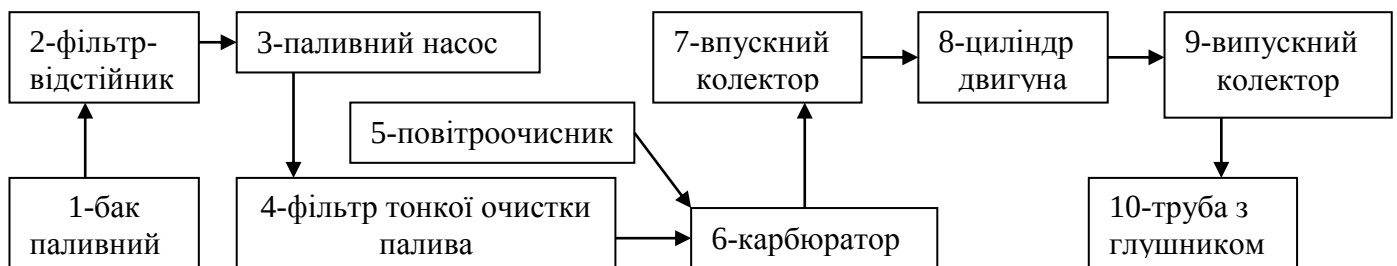


Рисунок 1 – Блок-схема будови системи живлення карбюраторного двигуна.

Паливо (бензин) всмоктується насосом 3 з паливного бака 1 через фільтр-відстійник 2 і подається через фільтр тонкої очистки палива 4 до карбюратора 5. Повітря втягується у циліндр двигуна 8 за рахунок розрідження, що утворюється при такті впуску. При цьому воно фільтрується у повітроочиснику 5 і змішується у карбюраторі 6 з паливом, тобто у циліндр двигуна 8 через впускний колектор 7 надходить паливоповітряна суміш, де вона, підпалена іскрою, згорає. Відпрацьовані гази спочатку вибиваються, а потім виштовхуються з циліндрів двигуна 8 при випускних тактах через випускні колектор 9 і трубу з глушником 10.

Для повного згорання 1 кг бензину потрібно біля 15 кг повітря. Дійсна кількість повітря, що є компонентом горючої суміші, може бути як більше так і менше наведеної. Тому склад горючої суміші характеризують **коефіцієнтом надлишку повітря**, що визначається відношенням дійсної кількості повітря, яка

бере участь у згорянні бензину, до теоретично необхідної кількості повітря. Тобто

$$\alpha = \frac{L_D}{L_T}.$$

Якщо згорання 1 кг бензину відбувається з 15 кг повітря ($\alpha=1$), суміш називають **нормальною**. Двигун, який працює на такій суміші, може створювати близьку до максимальної потужність, але питома витрата палива дещо перевищуватиме номінальну.

Збіднена суміш отримується тоді, коли на 1 кг бензину припадає до 16,5 кг повітря. Потужність двигуна на збідненій суміші трохи знижується, але його робота буде економічною внаслідок повнішого згорання палива при деякому надлишку повітря. Наступне зростання кількості повітря призводить до інтенсивного зниження потужності двигуна і зростання питомої витрати палива. Суміш не займається при $\alpha > 1,3$.

Коли на 1 кг бензину припадає до 13 кг повітря, суміш називають **збагаченою**. Потужність двигуна при цьому максимальна, але через неповноту згорання палива витрачається більше. Наступне порушення співвідношення компонентів суміші у такому напрямі призводить до зниження потужності й перевитрати палива. Суміш не займається при $\alpha < 0,5$ у циліндрі не займається.

Основні режими роботи карбюраторного двигуна. Для яких доцільно утворювати різні за складом горючі суміші, - пуск, холостий хід, середні й повні навантаження, різкий перехід від малих навантажень до великих. Регулює складом і кількістю суміші карбюратор, яким керує водій з допомогою акселератора і інших пристроїв.

2. Будова і принцип роботи автомобільного карбюратора. Процес приготування пальної суміші у карбюраторних двигунах називають **карбюрацією**.

Принциповими елементами карбюратора є дифузор (рис. 2 чи надати плакат), через який проходить потік повітря, що всмоктується в циліндр двигуна, і жиклер, крізь який у цей потік подається паливо.

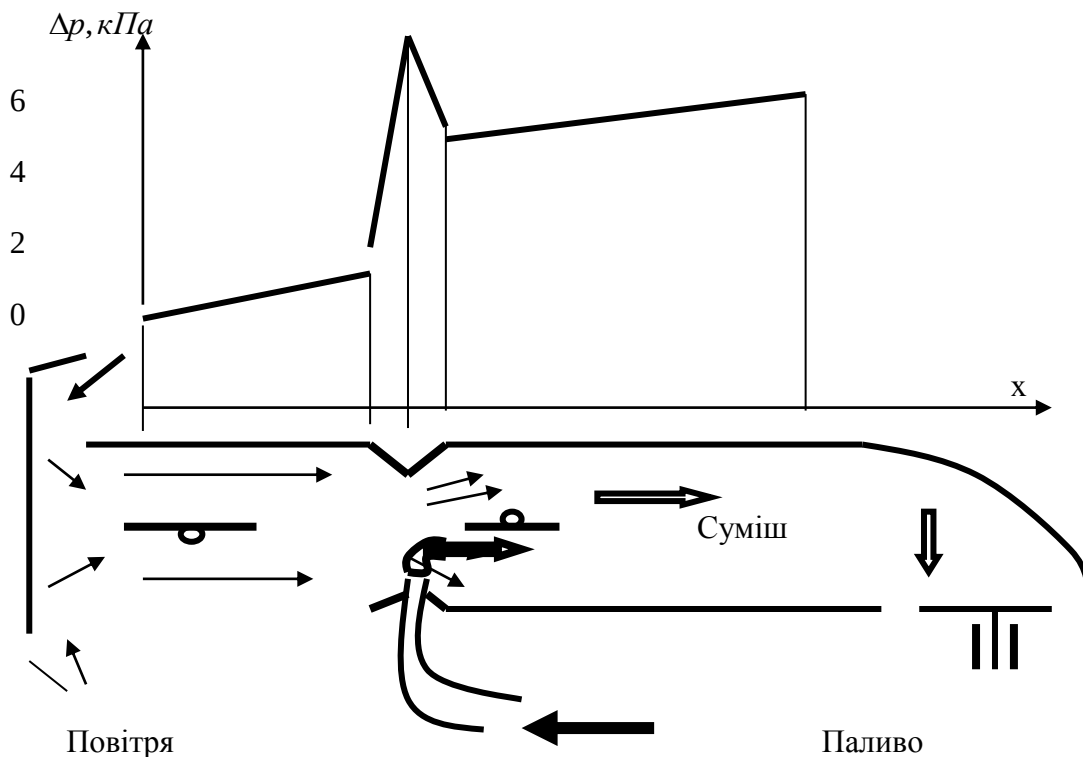


Рисунок 2 – Принципова схема будови і роботи дифузора карбюратора і зміни розрідження по довжині впускного тракту

Дифузор являє собою плавне звуження прохідного перерізу, завдяки якому швидкість потоку в цьому звуженні зростає, а статичний тиск знижується, тобто виникає розрідження Δp відносно тиску перед дифузором, пов'язане з теоретичною швидкістю потоку рівнянням Бернуллі: $\Delta p = \frac{\rho_{\text{п}} \cdot \omega_{\text{п}}^2}{2}$, де $\rho_{\text{п}}$ – густина повітря, кг/м^3 ; $\omega_{\text{п}}$ – теоретична швидкість потоку, м/с .

Для зменшення гідравлічного опору дифузор виконують у формі насадки Вентурі. В місце звуження потоку вводять розпилювач палива – трубку малого перерізу, всередині якої встановлений жиклер, що являє собою втулку з каліброваним отвором для пропускання палива. До жиклера паливо підводиться з посудини, в якій підтримується сталий тиск палива. За рахунок розрідження, що виникає в дифузорі під час проходження повітря, паливо відсмоктується і виходить у потік повітря крізь розпилювач. За рахунок різних швидкостей повітря і палива останнє розпилюється і частково випаровується. Очевидно, що чим швидше рухається повітря, тим сильніше розпилюватиметься паливо, однак при цьому зростає опір дифузору, а це зменшуватиме наповнення циліндра сумішшю, тому

вибирають мінімальний переріз дифузора таким, щоб швидкість потоку на максимальній потужності була в межах $110...150$ м/с.

Посудина, з якої паливо підводиться до жиклера, називають поплавковою камерою, в ній плаває поплавок пов'язаний з клапаном, який постійно підтримує необхідний рівень палива, який знаходиться трохи нижче від вихідного отвору розпилювача, це виключає витікання палива в середину дифузора при непрацюючому двигуну.

Чудовою властивістю карбюратора є збільшення витрати палива в міру збільшення витрати повітря, що дає можливість автоматично підтримувати співвідношення між кількістю палива і повітря. Однак в різних режимах роботи двигуна це співвідношення треба коригувати, для чого слід застосувати додаткові жиклери та інше обладнання, що робить сучасний карбюратор надто складною конструкцією.

Карбюратор автомобільного двигуна повинен бути обладнаний допоміжне:

1. Економайзером для зміни складу суміші при повністю відкритій дросельній заслінці від значення, що забезпечує максимальну економічність, до значення, що забезпечує максимальну потужність.

2. Пусковим обладнанням, що забезпечує подавання сильно збагаченої паливоповітряної суміші для полегшення пуску двигуна.

3. Системою холостого ходу для забезпечення стійкої роботи двигуна за мінімальної частоти обертання колінчастого валу без навантаження.

4. Насосом прискорювачем, що забезпечує швидке підвищення потужності двигуна в разі різкого відкривання дросельної заслінки.

5. Економайзером вимушеного холостого ходу, який відключає подавання палива при обертанні вала двигуна від трансмісії автомобіля, що рухається.

6. Обладнанням для балансування поплавкової камери.

7. Обмежником максимальної частоти обертання двигуна

3. Можливі несправності карбюраторів та способи їх усунення.

Несправності карбюратора пов'язані з утворенням складу паливоповітряної суміші, який не відповідає режиму роботи двигуна (перезбагачення або перезбіднення його).

Причинами можливого перезбагачення складу суміші можуть бути підвищений рівень палива в поплавковій камері, неповне відкривання повітряної заслінки, збільшення пропускної здатності жиклерів, нещільність клапанів економайзера та прискорювального насоса, неточне регулювання системи холостого ходу.

Причинами перезбіднення складу суміші можуть бути засмічення фільтра, жиклерів і каналів карбюратора, несправність підкачувального насоса, що призводить до зниження рівня палива в поплавковій камері, нещільності кріплення карбюратора в місті стиску з фланцем впускного колектора і між фланцями самого карбюратора.

Ознаками перезбагачення можуть бути “хлопки” у вихлопному (випускному) колекторі, ознаками перезбіднення – “хлопки” в карбюраторі.

Іншими ознаками є витрата палива та динаміка автомобіля.

Технічне обслуговування полягає в перевірці кріпильних елементів, усуненні можливих підтікань бензину, промиванні фільтра й поплавкової камери чистим бензином або ацетоном. Жиклери й канали треба продувати стисненим повітрям. Не можна продувати складений карбюратор з боку паливопідвідного штуцера і канал балансувальної камери, щоб уникнути пошкодження поплавка. Не можна прочищати жиклери металевими предметами.

Періодично слід здійснювати підрегулювання системи холостого ходу, рівня палива в поплавкової камери, приводу дросельної та повітряної заслінок

4. Система живлення ДВЗ із впорскуванням палива у впускний колектор.

Система сумішоутворення з карбюратором має певну межу максимальної адаптації до режимів двигуна. Впорскування дає змогу оптимізувати процес сумішоутворення значно більшою мірою.

Нині системи впорскування легкого палива повсюди витісняють карбюраторний спосіб сумішоутворення. У 1985 р. у провідних автомобілебудівних країнах світу на двигуни зі впорскуванням палива (включаючи дизелі) припало 90% випуску, а в найближчі роки, за прогнозами, ця цифра досягне 100%.

Причина переходу на впорскування палива у впускний колектор – підвищення паливної економічності та зниження токсичності відпрацьованих газів. Так, середня витрата палива автомобіля BMW528i з робочим об'ємом $V_h=2,8$ л і потужністю $N_e=142$ кВт становить 10...12 л/100км, що відповідає витраті палива автомобіля “Волга” ГАЗ-24, який розвиває вдвічі меншу потужність.

Системи впорскування бензину складніші порівняно з карбюраторами, вони містять багато прецизійних рухомих і електронних елементів, потребують більш кваліфікованого обслуговування в експлуатації.

Впорскування дає змогу точніше розподілити паливо по циліндрах. За такого впорскування склад суміші в різних циліндрах може відрізнятися на 6...7%, тоді як у разі карбюраторного живлення – на 11...17%.

Застосовуючи впорскування, можна звести до мінімуму утворення плівки палива на стінці колектора та потрапляння її в циліндр і завдяки цьому запобігти розрідженню масла і знизити спрацювання циліндропорневої групи. Основним елементом в системі впорскування є електронний блок (мікропроцесор), то сучасну назву мають як електронні системи керування ДВЗ.

Електронні системи керування знаходять все більше застосування на автомобільних транспортних засобах. Відомі електронні цифрові регулятори фірми “Бош”, Heinzmann та ін. Механічні регулятори стали занадто складними і громіздкими, а через це і малодійними. Крім того. Широке застосування електроніки і мікропроцесорної техніки на сучасних автомобілях відкриває можливість не тільки для прицевийного регулювання величини циклової подачі палива залежно від режиму роботи ДВЗ, його технічного й температурного стану, умов експлуатації, а і для виконання додаткових функцій, таких, як забезпечення заданої динаміки (темпу) зміни частоти обертання двигуна, регулювання швидкості руху транспортного засобу, обмеження циклової подачі палива $V_{Ц}$ залежно від частоти обертання, тиску наддуву, температури двигуна та ін.

Основою всіх електронних систем керування, дивись рисунок 3, є швидкодіючий, високопродуктивний мікропроцесор. Програма регулятора, з якою він працює, постійно зберігається у оперативній його пам'яті. Електронний виконавчий механізм забезпечує зв'язок між двигуном і ПНВТ. Мікропроцесор

переробляє сигнали, які поступають до нього від різних датчиків (частоти обертання, навантаження, положення установочного важеля, температур, тиску та ін.), у відповідності з записаним у його пам'ять програмою в установочний сигнал. Цей сигнал за допомогою виконавчого механізму (актуатора) перетворюється у необхідну зміну подачі палива.

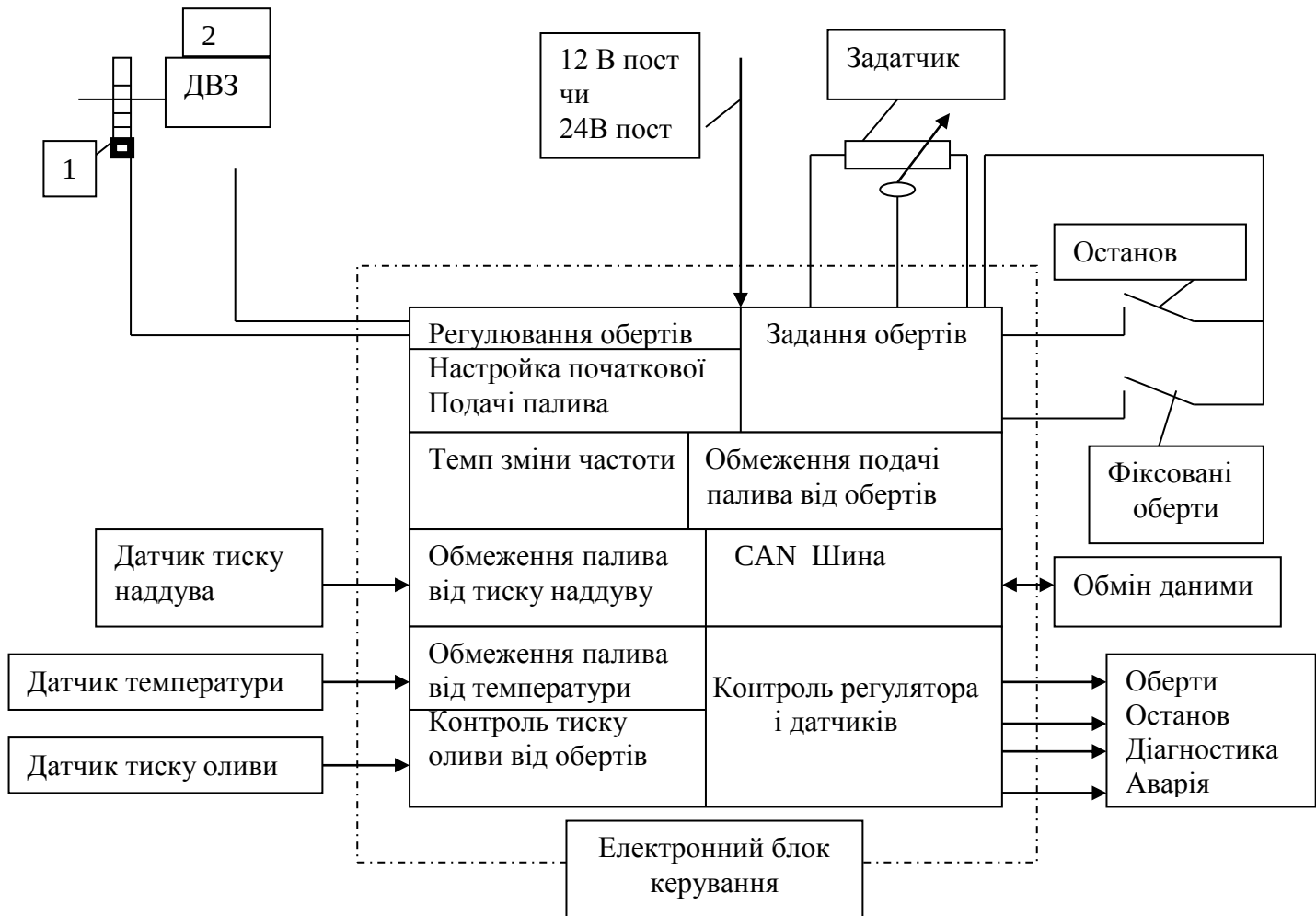


Рисунок 3 – Схема електронної системи керування роботою дизеля

5. Система живлення ДВЗ від газобалонних установок. Нині газ як паливо застосовують переважно для живлення автомобільних двигунів (карбюраторних і дизельних). Робота за переведенням тракторних дизелів на живлення газом перебуває в початковій стадії, на рівні дослідних зразків і партій.

Переведення базових автомобілів на живлення газовим паливом не потребує суттєвої зміни конструкції. Ступінь уніфікації газобалонних автомобілів з базовим становить за системою живлення і запалювання 90...95%. У разі переведення на газове паливо слід виконати низку вимог структурно - технологічного характеру:

- забезпечити безпечне зберігання газу на автомобілі;
- дотримуватися правил пожежо - і вибухобезпеки під час експлуатації;
- організувати раціональне подавання газу та змішування його з повітрям;
- забезпечити задовільні робочі процеси сумішоутворення і згорання суміші.

Класифікація систем живлення. За системою живлення газові двигуни є:

- **двопаливні** — з універсальною системою живлення, яка включає дві рівноцінні системи живлення: газом і рідким паливом (бензином). У цьому разі створюють газову модифікацію стандартного бензинового двигуна з оснащенням його газобалонною установкою і карбюратором-змішувачем. У таких випадках зберігається можливість роботи двигуна на бензині і на газі, при цьому на бензині двигун зберігає повну потужність, а на газі потужність його зменшується (на 5...7% при використанні скраплених пропан-бутанових сумішей і на 16...20% - на стисненому природному газі);

- **однопаливні** — з повноцінною газовою системою (карбюраторні й дизельні). Для цього створюють спеціальний газовий двигун, що розвиває потужність лише на газоподібному паливі. Якщо переобладнують бензиновий двигун на газовий, то встановлюють газовий змішувач і підвищують ступіні стиску до 8...9, в результаті чого такий двигун має поліпшені показники потужності та економічності.

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

- **газорідинні** — з системою живлення, згідно з якою частина рідкого моторного палива використовується як запалювальна доза для займання газоповітряної суміші в двигуні (газодизелі). Газорідинний (газодизельний) спосіб припускає одночасне використання дизельного і газоподібного палива. Газ через змішувач подається до впускного трубопроводу і в суміші з повітрям всмоктується в циліндри. Газ порівняно з дизельним паливом має вищу температуру самозаймання (480...600⁰С), тому на дизелях за реальних для них ступенів стиску самозаймання газоподібних палив здійснити не можна. У зв'язку з цим робочу суміш у циліндрі

газодизеля запалюють від дози дизельного палива. В кінці такту стиску до циліндра впорскується дизельне паливо, що виконує роль іскри запалювання, і його кількість не перевищує 20% витрат в звичайному дизельному процесі. Цей спосіб переустаткування не потребує докорінної зміни конструкції двигуна, екологічне.

ЛЕКЦІЯ 7

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ТРАНСМІСІЙ МОБІЛЬНИХ МАШИН

План

1. Загальні відомості.
2. Класифікація та принцип дії трансмісій.
3. Конструктивні особливості механічних трансмісій.
4. Особливості гідромеханічної трансмісії.

Загальні відомості. Умови роботи тракторів та автомобілів у сільськогосподарському виробництві дуже різні (рельєф місцевості і дорожні умови, технологічні операції, механічні властивості ґрунту тощо). Залежно від умов повинні змінюватися у досить широких межах, які двигун забезпечити не може, тягові й швидкісні показники трактора або автомобіля. Для цього на автотракторній техніці використовують **трансмісію**.

Трансмісія об'єднує механізми і складальні одиниці, за допомогою яких обертання від колінчастого вала двигуна трансформується (змінюється як за величиною, так і за напрямом), розподіляється і передається до рушіїв (ведучих коліс або зірочок), вала відбору потужності й гідроприводу.

Трансмісія призначена для плавного рушання з місця трактора або автомобіля, зміни їх швидкості і напрямку руху (вперед або назад), забезпечення довготривалості зупинки без вимкнення двигуна, здійснення або полегшення повороту, а також для передачі крутного моменту робочим органам сільськогосподарських машин, що агрегатуються з трактором, і привода гідрофікованого робочого обладнання.

Основними показниками трансмісії є коефіцієнти трансформації і корисної дії та загальне передаточне число. Коефіцієнт трансформації становить:

$$k = \frac{M_K}{M_D},$$

де M_K і M_D – крутний момент в відповідно на ведучих колесах (зірочках) і на колінчастому валу двигуна.

Загальне передаточне число дорівнює:

$$i = \frac{n_D}{n_K},$$

де n_d і n_k – частота обертання відповідно колінчастого вала двигуна і ведучих коліс (зірочок).

Ккоефіцієнт корисної дії (ККД) визначають так:

$$\eta_{TP} = \frac{M_k \cdot n_k}{M_d \cdot n_d} = k / i_{TP}, \quad (1)$$

Крутний момент на ведучих елементах рушія називають **ведучим моментом**.

Його визначають з виразу (1): $M_k = M_d \cdot i_{TP} \cdot \eta_{TP}$.

2. Класифікація та принцип дії трансмісій. За способом трансформації обертального руху розрізняють ступінчасті, безступінчасті і комбіновані трансмісії:

Ступінчасті трансмісії забезпечують кілька постійних передаточних чисел $i_1, i_2, \dots, i_n$ при постійному значенні частоти обертання колінчастого вала. При ступінчастій трансмісії існують такі режими, на яких неможливо повністю використати потужність двигуна.

Безступінчасті трансмісії забезпечують безперервність й автоматичність зміни крутного моменту. Вони дають змогу на будь-якому режимі повністю завантажити двигун. Проте безступінчасті трансмісії складніші за конструкцією, мають менший ККД.

Комбіновані трансмісії – сукупність ступінчастих передач з безступінчастим регулюванням крутного моменту в межах однієї передачі. Вони розширюють діапазон регулювання крутного моменту і зберігають переваги без ступінчастої трансмісії.

За принципом роботи трансмісії бувають механічні, гідравлічні, електричні, комбіновані (гідромеханічні, електромеханічні тощо):

Механічна трансмісія складається з механічних пристроїв і складальних одиниць, які за допомогою шестерень, пасів, фрикційних елементів знімають і передають крутний момент між валами та впливають на частоту обертання. Найпоширеніші на автотракторній техніці ступінчасті трансмісії. Зміна передаточного числа механічної ступінчастої трансмісії здійснюється за допомогою коробки передач при введенні у зачеплення зубчастих коліс з різним числом зубців. Ступінчасті коробки передач мають набори зубчастих коліс, що дає змогу

одержувати у сучасних автомобілях 4...5 ступенів (передач), а в тракторах до 16 і більше. У механічних трансмісій високий ККД і порівняно низька вартість, тому їх найчастіше застосовують на тракторах та автомобілях, але частота обертання регулюється ступінчасто.

Електрична трансмісія складається з генератора постійного струму, яким якого приводиться в рух від двигуна внутрішнього згорання. Електрична енергія від генератора по кабелях надходить до тягових електродвигунів, встановлених у ведучих колесах або зірочках. Переваги такої трансмісії - легкість передачі енергії і безступінчастість регулювання, недоліки – низький ККД, велика маса агрегатів, порівняно висока вартість, застосовується на автомобілях - самоскидах БелАЗ.

У **гідравлічній трансмісії** передача механічної енергії здійснюється за допомогою рідини і основним елементом її є гідравлічна передача. Гідравлічні передачі поділяються на гідрооб'ємні і гідродинамічні. У гідрооб'ємні передачі механічна енергія передається оливою, яка під робочим тиском, що створюється насосом, спрямовується розподільним пристроєм до приводних гідромоторів ведучих коліс. Така трансмісія дає змогу безступінчасто та у великому діапазоні регулювати частоту обертання ведучих коліс трактора або автомобіля. Гідрооб'ємна трансмісія застосована на сучасних самохідних зернозбиральних Дон-1500 і кормозбиральних КСК-100 та інших комбайнах. До недоліків належить: низький ККД, велика маса агрегатів, потреба у високій точності виготовлення і забезпеченні герметичності.

Гідродинамічна передача ґрунтується на використанні кінетичної енергії рідини, тобто передачі енергії за рахунок динамічного напору рідини. Такі передачі представлені гідромуфтою і гідротрансформатором. Як правило, гідродинамічні є складовими механічної трансмісії, тому її називають гідромеханічною. Переваги трансмісії такі: автоматичне і безступінчасте регулювання швидкості у межах діапазону, кращий розгін і велика плавність руху, менші динамічні навантаження на деталі трансмісії, недоліки: порівняно невисокий ККД, складність конструкції і велика маса.

Електромеханічна трансмісія відрізняється від механічної тим, що замість коробки передач використовується електрична передача, яка складається з

генератора й електродвигуна постійного струму. Електрична передача, як і гідродинамічна, автоматично і безступінчасто змінює крутний момент і швидкість руху відповідно до опору руху. Але у такої трансмісії невисокий ККД, велика маса і вартість. Електромеханічні трансмісії застосовують на промислових тракторах ДЕТ-250, також розроблені і готовляться до випуску трактори МТЗ з такою трансмісією.

3. Конструктивні особливості механічних трансмісій. Конструктивні особливості трансмісій одного типу суттєво залежать від виду енергетичного засобу (трактор або автомобіль), числа ведучих коліс, типу рушія (колісний чи гусеничний). Типові схеми ступінчастих трансмісій наведені на рисунку 1.

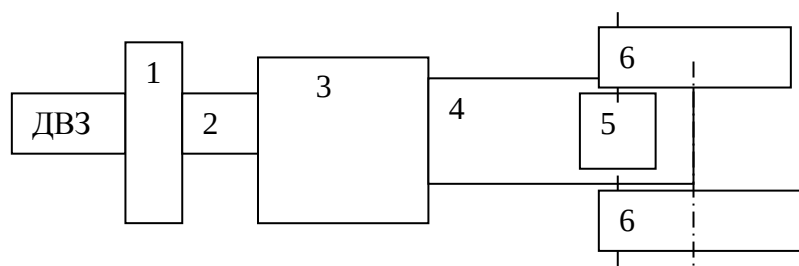


Рисунок 1 а

Трансмісія колісного трактора з ведучими задніми колесами (рис. 1 а) складається з головного зчеплення 1, проміжного з'єднання 2, коробки передач 3, головної передачі 4, диференціала 5, кінцевих передач 6.

Головне зчеплення дає змогу швидко відключати трансмісію від колінчастого вала і плавно з'єднувати його з нею.

Проміжне з'єднання передає крутний момент двигуна від зчеплення до коробки передач в умовах можливого порушення співвісності між валами зчеплення і коробки передач.

Коробка передач забезпечує зміну швидкості (крутного моменту) і напрямку руху, повну тривалу зупинку машини при працюючому двигуні.

Головна передача – шестеренна, як правило, конічна передача, призначена для

дальшого зниження частоти обертання (збільшення крутного моменту), а також для передачі обертання з повздовжніх валів на поперечні.

Диференціал дає змогу при безперервному підведенні крутного моменту до ведучих коліс обертатися цим колесам з різною частотою.

Кінцеві передачі – знижувальні передачі, які забезпечують кінцеве зниження частоти обертання, а отже, збільшення крутного моменту, що підводиться до ведучих елементів рушіїв.

Оскільки автомобіль – транспортний засіб, швидкість руху якого у кілька разів перевищує швидкість руху трактора, передаточне число трансмісії і крутний момент, що передається нею, менші, ніж у трактора. Тому й елементи трансмісії автомобілів простіші за конструкцією і менш металомісткі. У конструкції більшості автомобілів відсутні кінцеві передачі, крім того, від трактора їх відрізняє взаємне розташування окремих складальних одиниць (рис. 1 в).

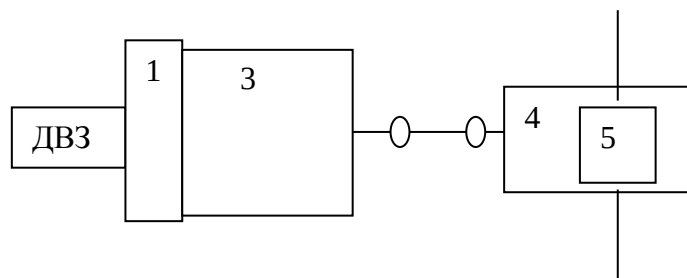


Рисунок 1 в

Конструкція автомобіля або трактора з колісним рушієм значно ускладнюється зі збільшенням кількості ведучих коліс.

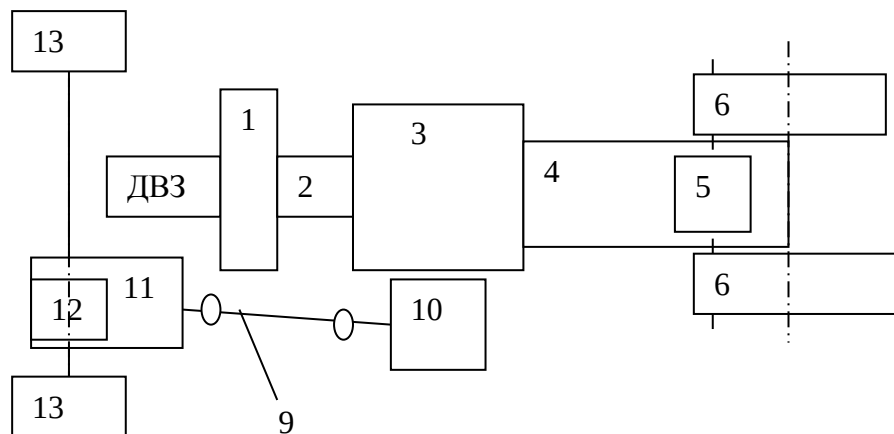


Рисунок 1 б

У таких енергетичних засобів додатково є роздавальна коробка 10 (рис. 1 б), карданна передача 9, а також головна передача 11, диференціал 12 і кінцева передача 13 переднього ведучого моста.

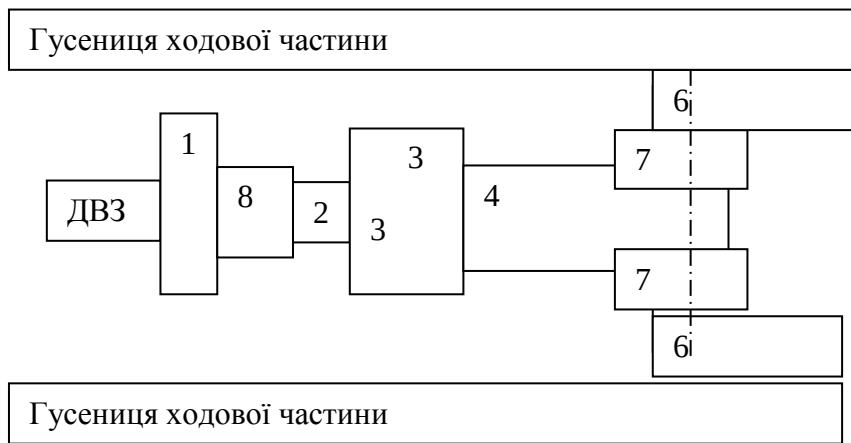


Рисунок 1 г

Трансмісія гусеничних тракторів за конструкцією дещо складніші за трансмісії колісних тракторів, оскільки додатково мають механізм повороту 7 (рис. 1 г), який створює різні крутні моменти на ведучих зірочках.

На відміну від інших гусеничних тракторів, у трактора Т-150 особлива конструкція трансмісії, яка складається із зчеплення 1 (рис. 1 д), коробки передач 3 із двома вторинними (вихідними) валами, які за допомогою карданних передач 9 з'єднані з двома головними передачами 4. Від головних передач крутний момент передається через кінцеві передачі 6 на ведучі зірочки гусеничної ходової частини. У трансмісії трактора Т-150 відсутній механізм повороту, його функцію виконує коробка передач.

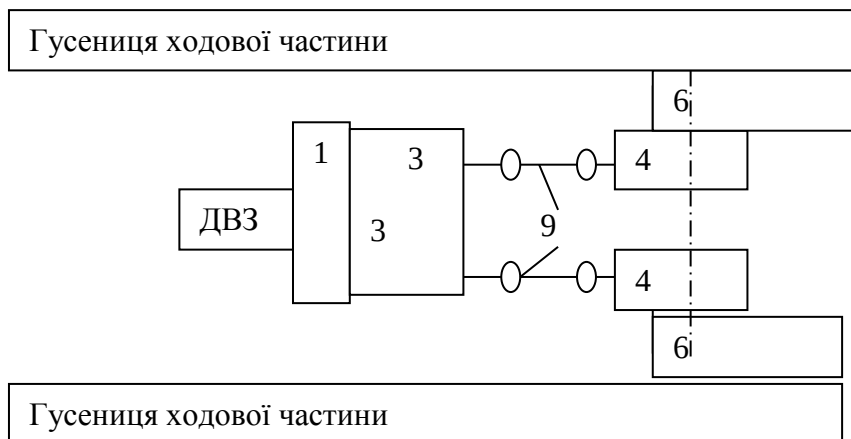


Рисунок 1 д

Рисунок 1 – Схеми механічних трансмісій:

а – колісного трактора з ведучими задніми колесами; б – колісного трактора з чотирма ведучими колесами; в – автомобіля; г – гусеничного трактора; д – гусеничного трактора Т-150; 1 – головне зчеплення; 2 – проміжне з'єднання; 3 – коробка передач; 4 – головна передача; 5 – диференціал; 6 – кінцеві передачі; 7 – механізм повороту; 8 – збільшувач крутного моменту; 9 – карданна передача; 10 – роздавальна коробка; 11, 12 і 13 – відповідно головна передача, диференціал і кінцева передача переднього ведучого моста.

У конструкції трансмісій деяких тракторів (МТЗ-100/102, Т-150, Т-150К, К-701) вводять додаткові пристрої, за допомогою яких можна переключати передачі без розриву потоку потужності. Це дає змогу підвищити середню швидкість руху агрегату, тобто його продуктивність, зменшити витрати пального на наступний розгін. Але такі трансмісії значно складніші за конструкцією, оскільки повинні мати спеціальну гідравлічну систему керування.

Поперечне розташування двигуна в автомобілях з переднім приводом вплинуло і на розташування всіх основних елементів трансмісії. Головна передача об'єднана у загальний картер коробки передач. Передні ведучі колеса приводяться ведучими валами різної довжини з кульковими шарнірами рівних кутових швидкостей.

4. Особливості гідромеханічної трансмісії Гідромеханічна трансмісія є комбінованою і складається з гідротрансформатора й механічної трансмісії, яка у свою чергу – з коробки передач, карданної передачі і ведучого моста. Керування ступінчастою коробкою передач, як правило, автоматизоване.

Гідротрансформатор – гідродинамічний безступінчастий перетворювач крутного моменту. Він складається з двох коліс з лопатями – насосного 1 (рисунк 2), жорстко з'єднаного через корпус 6 з колінчастим валом 5 двигуна, і турбінного 2 з первинним валом 7 коробки передач, а також розташованого між ними напрямного апарата – реактора 3. Реактор встановлено на порожнистий вал 8 за допомогою муфти вільного ходу 4. Корпус 6 заповнений робочою рідиною (оливою). Для зменшення втрат енергії, пов'язаних з циркуляцією робочої рідини між насосом і турбіною, їх колеса і реактор максимально зближені та їм надано форму, що забезпечує безперервне коло циркуляції рідини.

При обертанні колінчастого вала двигуна лопаті насосного колеса захоплюють рідину, примушуючи переміщуватися від внутрішніх країв до зовнішніх. Під дією відцентрової сили рідина надходить на лопаті турбінного колеса і примушує його обертатися разом з первинним валом коробки передач. З лопатей турбінного колеса рідина потрапляє на лопаті колеса реактора, де змінює напрям руху і повертається

на насосне колесо. Утворюється безперервне коло циркуляції рідини у внутрішній порожнині робочих коліс.

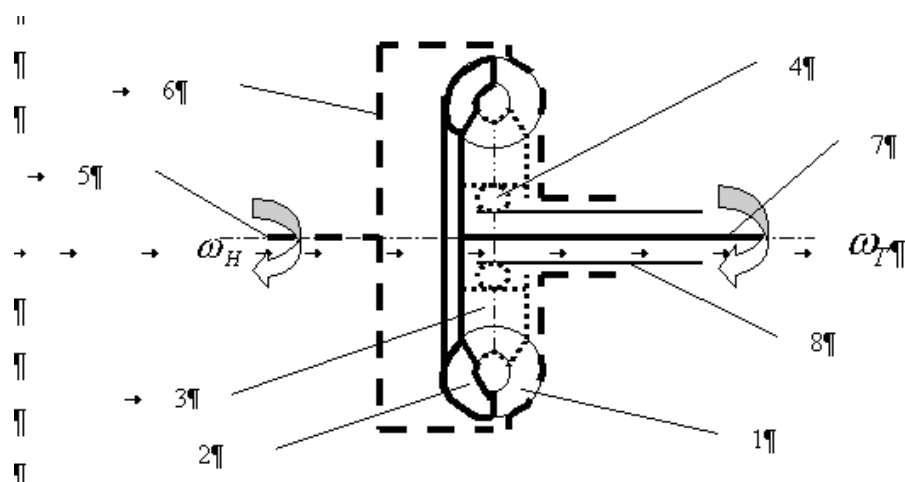


Рисунок 2 – Схема гідротрансформатора:

1, 2 – відповідно насосне і турбінне колеса; 3 – реактор; 4 – муфта вільного ходу; 5 – колінчастий вал двигуна; 6 – корпус; 7 - первинний вал коробки передач; 8 – порожнистий вал.

Якщо момент опору на валу турбінного колеса вищий за момент підведеного до насосного колеса, рідина, діючи на колесо-реактор, спричинює його заклинювання обгінною муфтою. При цьому на лопатях нерухомого колеса реактора виникає реактивний момент, який передається на турбінне колесо додатково до моменту, що передається від насосного колеса. Так, наявність колеса-реактора дає змогу одержати на турбінному колесі крутний момент, більший за той, що передається двигуном. Чим більша різниця між швидкостями насосного і турбінного коліс, тим більший реактивний момент передається від колеса-реактора турбінному, збільшуючи крутний момент на його валу.

Якщо ж момент на валу турбінного колеса стає меншим за момент, що розвивається насосним колесом, змінюється напрям руху потоку рідини на колесі-реакторі. При цьому обгінна муфта розклинюється, і колесо-реактор починає обертатися одночасно з турбінним з однаковою частотою, тобто трансформація крутного моменту відсутня, гідротрансформатор виконує функції гідromуфти.

Властивість гідротрансформатора автоматично змінювати співвідношення моментів на валах насосного і турбінного коліс залежно від частоти обертання (навантаження) є його основною перевагою і особливістю. Недоліками, крім

наведених, є те, що гідротрансформатор не дозволяє відключати ведучий вал від веденого і гальмувати двигуном.

Застосовують гідротрансформатори на тракторах ДТ-175, Т-330, легковому автомобілі ЗІЛ-4140, автобусах ЛАЗ-4202, ЛіАЗ-677М та деяких тягачах.

ЛЕКЦІЯ 8

ВЕДУЧІ МОСТИ ТА ХОДОВА ЧАСТИНА

План

1. Ведучі мости.
2. Ходова частина.

1. Ведучі мости.

Залежно від схеми трансмісії мости можуть бути:

- ведучими;
- веденими;
- керованими;
- підтримувальними.

На автомобілях найчастіше встановлюють два або три мости. Якщо автомобіль має два мости, то за ведучий, як звичайно, править задній міст, рідше передній. У двовісних автомобілів підвищеної прохідності ведучі обидва мости. Якщо на автомобілі три мости, ведучими є два задніх мости або всі три. Найпростішу конструкцію має задній ведучий міст автомобілів із колісною формулою 4x2.

Ведучий міст, як правило, об'єднує в одному агрегаті такі механізми:

- головну передачу;
- диференціал;
- півосі.

Зазначені механізми конструктивно розміщуються в спільному картері ведучого моста й призначені для передавання крутного моменту на колеса. Механізми моста збільшують передаваний момент і розподіляють його на колеса відповідно до умов контакту кожного колеса з дорогою. Під час передавання крутного моменту картер моста навантажується реактивним моментом, який намагається повернути його проти напрямку обертання коліс. Від такого повороту міст утримується підвіскою або її напрямними елементами. Підвіска передає на картер моста також вертикальні, горизонтальні й бокові зусилля, що виникають під час руху автомобіля.

Механізми переднього ведучого моста відрізняються від механізмів заднього ведучого моста складнішим приводом до коліс. На вантажних автомобілях півосі до

кожного колеса роблять розрізними й з'єднують одним карданним шарніром однакових кутових швидкостей. На передньоприводних легкових автомобілях піввісь з'єднується з колесом і диференціалом двома кульковими шарнірами однакових кутових швидкостей. На автомобілях підвищеної прохідності для збільшення тягового зусилля в приводі до ведучого й керованого коліс іноді роблять колісну передачу планетарного типу. Головну передачу й диференціал у передньому й задньому ведучих мостах виконують однаковими. Головна передача слугує для збільшення крутного моменту та зміни його напрямку під прямим кутом до поздовжньої осі автомобіля й виконується з конічних шестерень. Залежно від кількості шестерень головні передачі поділяють на; • одинарні конічні, що складаються з однієї пари шестерень і, в свою чергу, поділяються на прості й гіпоїдні; • подвійні, які складаються з пари конічних і пари циліндричних шестерень.

Диференціал призначається для передавання крутного моменту від головної передачі до півосей і дає їм змогу обертатися з різною швидкістю під час повороту автомобіля й на нерівностях дороги.

Привод до ведучих коліс. У ведучих мостах автомобілів крутний момент передається від диференціала до ведучих коліс за допомогою *півосей*. Залежно від способу встановлення півосей у картері моста вони можуть бути повністю або частково розвантаженими від згинальних моментів, що діють на піввісь.

Колісні передачі застосовують на деяких великовантажних автомобілях для зниження навантаження в карданній передачі та механізмах ведучого моста. До таких передач належать прості шестеренчасті циліндричні передачі з внутрішніми зачепленнями або планетарні.

2. Ходова частина.

Ходова частина служить візком і складається з **рами, осей, підвісок і коліс**.

Рама — це основа автомобіля на якій встановлюються усі агрегати і кузов. Вона складається з поздовжніх балок, з'єднаних між собою поперечинами. Окремі частини рами з'єднують за допомогою косинців і косинок клепанням або

зварюванням. На рамі є кронштейни для кріплення крил, підніжок ресор та інших деталей.

Передня вісь автомобіля із залежною підвіскою складається з балки двотаврового перерізу, на кінцях якої є бобишки з отворами, і двох поворотних цапф, які шарнірно закріплені шворнями. Між бобишкою балки і нижнім вушком поворотної цапфи встановлюють упорний підшипник, який полегшує поворот. Шворі юнь закріплюють в отворі вушок осі з стопорним конічним штифтом з гайкою. В отвори вушок цапф запресовано бронзові втулки, на яких цапфа повертається навколо шворня. Маточини передніх коліс установлюють на поворотних цапфах на роликових конічних або кулькових радіально-опорних підшипниках і кріплять гайки з шплінтами.

Рама автомобіля: 1– передній буфер; 2 – передні буксирні гаки; 3– поздовжні балки; 4 – поперечини; 5 – косинка; 6 – косинець; 7– буксирний пристрій; кронштейни ресор.

Передню і задню осі автомобіля з'єднують рамою підвіскою, яка передає вагу автомобіля і вантажу через осі на колеса. Пружний елемент підвіски пом'якшує удари, які сприймають колеса від нерівностей дороги. Залежно від виду пружного елемента підвіски бувають пневматичні, торсійні, ресорні або пружинні.

У пневматичної підвіски пружинним елементом є балон, заповнений стиснутим повітрям. Балон розміщують між рамою і віссю, він має регулятори, які змінюють тиск повітря в балоні при зміні навантаження і удара коліс об нерівності дороги або кренах кузова на поворотах.

У торсійної підвіски пружини елементом є сталі стержні, які працюють на скручування. Таку підвіску встановлюють у напівпричепах і на передній осі автомобіля "Запорожець".

Ресорні підвіски – це пружні елементи, складені з вигнутих сталіх листів різної довжини і розміщених вздовж рами. Задня підвіска у вантажних автомобілів має додаткові ресори (підресорники), які забезпечують однакову жорсткість підвіски під час руху автомобіля з вантажем і без нього. Усі листи ресори з'єднані між собою центральним стяжним болтом з гайкою, який запобігає їх поздовжньому зміщенню, а з боків – хомутиками, які запобігають їх бічному зміщенню.

Середньої частину ресори кріплять за допомогою стрем'янок до спеціальної площадки на осі.

Кінці ресор можуть з'єднуватися з приклепаними до рами кронштейнами за допомогою сталених пальців або гумових подушок з втулками. Коли кріплять ресори за допомогою гумових подушок на кінцях двох найдовших (корінних) листів приклепують спеціальні чашки в які закладаються гумові подушки. Кінці ресор разом з гумовими подушками затискають у кронштейнах кришками. У передні кронштейни ресор у спеціальні гнізда встановлюють додаткові гумові подушки, які перешкоджають поздовжньому переміщенню ресори вперед і сприймають штовхаючі зусилля.

Незалежна шворнева підвіска змонтована на поперечині, яка прикріплена до балок підрамника. Між опорною пластиною і поперечиною встановлено пружину. Вона сприймає навантаження від ваги автомобіля, яке передається на кожне колесо. Маточину колеса встановлюють на підшипниках на осі поворотної цапфи, яку за допомогою шворня кріплять до шипа вертикального стояка. Вертикальний стояк шарнірно з'єднують з нижніми і верхніми важелями. Нижні важелі за допомогою різьбових втулок шарнірно встановлені на осі, прикріпленій у свою чергу до поперечини болтами. Верхній важіль є одночасно важелем амортизатора.

Амортизатор: 1 – поршні; 2 – пружинна клапана; 3 – корпус; 4 – кулак; 5 – вал; 6 – болт кріплення амортизатора до рами; 7 – важіль; 8 – тяга; 9 – клапани; 10 – заглушка циліндра; 11 – перепускні клапани.

Для швидкого гасіння коливань підвіски між рамою або кузовом і осями встановлюють амортизатори, які створюють опір перекачування рідини з однієї порожнини в другу через вузькі канали.

Поршневий амортизатор кріплять на рамі автомобіля. Один кінець зовнішнього важеля тягою з'єднаного з віссю. У середині циліндричного корпуса є циліндричні камери. В яких переміщуються два жорстко скріплені поршні. Кулак, розміщений поршнями, з'єднаного з внутрішнім кінцем вала, а зовнішній кінець вала за допомогою дрібних шліців – з другим кінцем зовнішнього важеля. Ліва і права циліндричні порожнини сполучені між собою перепускними каналами. Внутрішня порожнина амортизатора заповнена рідиною. При стисканні ресори зовнішній

важіль разом з валом і кулаком повертатиметься і переміщуватиме поршні з валом і кулаком повертатиметься і переміщуватиме поршні з валом і кулаком вправо. Правий поршень при цьому витискуватиме рідину з правої камери через клапан в ліву камеру. При віддачі ресори поршні переміщуються вліво, і рідина переганятиметься з лівої порожнини у праву. Амортизатори заповнюють сумішшю з 40% турбінного і 60 % трансформаторного масел.

Колеса: На сучасних автомобілях встановлюють металеві колеса. Таке колесо складається з диска і обода. На вантажних автомобілях застосовують колеса з плоским ободом, а на легкових – з глибоким ободом.

Колеса: 1 – борти обода; 2 – конусні отвори диска; 3 – диск; 4 – глибокий обід; 5 – заглиблення; 6 – плоский обід; 7 – бортове кільце суцільне; 8 – бортове кільце розрізне.

Колесо з плоским ободом має два знімних бортових кільця, одне з яких розрізне. Плоский обід має кільцеву канавку, в якій закріплюється розрізне бортове кільце, ітим самим штопорить друге бортове кільце. Диски коліс мають конусні отвори, за допомогою яких колесо встановлюється на шпильках маточини і кріпиться спеціальними гайками з конусними проточками.

Щоб запобігти сасовідкручування гайок шпильки маточини коліс і гайок лівого боку мають ліву різьбу, а шпильки і гайки правого боку – праву.

Автомобільні шини: На сучасних автомобілях пневматичні шини застосовують для часткового поглинання поштовхів і пом'якшення ударів від наїзду на перешкоди. Крім того, пневматичні шини забезпечують надійне зчеплення коліс з поверхнею дороги і безшумний рух автомобіляю

Автомобільні шини бувають камерні і безкамерні. Камерна автомобільна шина складається з трьох основних частин: покришки, камери і ободової стрічки. Покришка захищає камеру від пошкодження і забезпечує зчеплення колеса з дорогою. Камера служить основним пружним елементом для пом'якшення ударів і поштовхів на нерівності дороги. Ободова стрічка виконує функції прокладкиміж камерою і металевим ободом колеса. **Покришка** складається з протектора, що має бігову поверхню, каркаса, подушкового шару і крил із стальними дротяним кільцевим сердечником, каркас – з кількох шарів корду з гумовими прошивками між ними.

ЛЕКЦІЯ 9

МЕХАНІЗМИ КЕРУВАННЯ ТРАКТОРІВ ТА АВТОМОБІЛЕЙ

План

1. Рульове керування.
2. Гальмівні системи.

1. Рульове керування.

Механізм керування призначений для змін руху колісного трактора шляхом повороту напрямних коліс або напіврам. Складається із рульового керування і гальм.

Рульове керування повинно бути легким і зручним, забезпечувати правильну кінематику повороту і безпеку руху, а поворот коліс здійснюватись так, щоб їхне кочення не викликало проковзування.

Рульове керування колісних тракторів складається з рульового механізму і рульового привода.

Рульовий механізм передає зусилля від водія до рульового привода і збільшує його, полегшуючи цим поворот рульового колеса.

Рульовий привод призначений для передачі зусилля від рульового механізму до цапф напрямних коліс.

Рульова трапеція утворюється передньою віссю, поперечними рульовими тягами та рульовими важелями лівої та правої цапф. Трапеція забезпечує поворот цапф напрямних коліс на різні кути, чим створюються умови кочення коліс без проковзування. Внутрішнє колесо повертається на більший кут, оскільки розміщене на меншому радіусі від центру повороту і проходить менший шлях, а зовнішнє колесо, розміщене далі від центру повороту і проходить більший шлях, повертається на менший кут.

Рульовий привод складається з деталей, які з'єднують сошку з поворотними цапфами. Конструкція рульового привода виконана так, щоб при повороті рух Всіх коліс трактора здійснювався без бічного ковзання, що забезпечує зручність керування та мінімальне спрацювання шин. Розрізняють кілька типів рульового механізму: черв'як - ролик; черв'як - сектор; гвинт - гайка.

Рульовий механізм черв'як - ролик використовують на колісних тракторах малого класу, які мають механічне підсилення рульового управління.

Якщо рульове колесо обертати вліво, то напрямні колеса будуть повертатися проти стрілки годинника і трактор буде виконувати лівий поворот.

Для скорочення часу повороту трактора і полегшення роботи тракториста, зменшення зусилля, прикладеного до рульового колеса до 30 Н, колісні трактори, починаючи з класу 14 (14 кН) обладнуються збільшувачами рульового керування.

На колісних тракторах типу ЮМЗ-6, МТЗ-80 застосовується рульове керування типу черв'як - сектор із гідравлічними збільшувачами.

Гідропідсилювач складається зливої чавунної колонки, в якій розміщуються всі його деталі: черв'як, сектор, з'єднаний рейкою з поршнем, і золотник. Сектор жорстко закріплений на валу, на нижньому кінці якого насаджено рульову сошку, тягами зв'язану з важелями поворотних цапф. Порожнина колонки виконує роль масляного бака. У трактора ЮМЗ-6АКЛ масляний бакрозміщений окремо.

Масло у гідропідсилювач подається насосом, який діє через шестерні механізму розподілення від колінчастого вала двигуна.

Рульове колесо, за бажанням тракториста, регулюється по висоті (в межах 120 мм). Для цього необхідно повернути маховичок 16 проти стрілки годинника на три-п'ять обертів, щоб ослабити кріплення клинового затискача, встановити колесо в потрібне положення і закріпити його, повертаючи маховичок за стрілкою годинника.

Крім того, коли тракторист сідає в кабінку, можна переставити рульове колесо із положення в положення, повертаючи рукоятку уверх до відказу, а коли тракторист сяде на місце, рульове колесо опустити.

Якщо трактор рухається прямолінійно, рульове колесо не повертається, масляний насос подає масло з нижньої частини колонки (масляного бака) до золотника 2, а звідки - знову в бак, на злив.

Коли трактор робить правий поворот на розпушеному ґрунті, рульове колесо повертається вправо. При цьому черв'як 6, упираючись в зубці сектора, зсуває золотник вперед на 1,5...2 мм, одночасно стискаючи центруючу пружину повзунів.

Золотник своїми виступами направляє масло, яке подається насосом, під поршень і той рухається вперед. При цьому масло з порожнини над поршнем

зливається в бак. Рухаючись, поршень через рейку повертає сектор вправо і рульова сошка, діючи на поперечні рульові тяги, повертає вправо напрямні колеса.

Поворот триває до тих пір, поки обертається рульове колесо. Як тільки обертання припиняється, золотник під дією стиснутих центруючих пружин повзунів займає початкове положення і подає масло на злив, як і при прямолінійному русі трактора.

Якщо в гідросистемі з будь-яких причин тиск масла перевищить норму (8 МПа), пружина стиснеться, відкривається запобіжний клапан і надлишок масла повернеться в бак.

При повороті на дорозі з твердим покриттям (фунтова укочена дорога, асфальт та ін.) рульове колесо спрямовується у потрібний бік, оскільки опір дороги повороту коліс малий, а сила, що переміщує золотник, недостатня для стискання центруючих пружин повзунів. В результаті золотник не буде рухатись і включати в роботу гідропідсилювач, а поворот трактора буде здійснюватися тільки зусиллям, прикладеним трактористом до рульового колеса.

Якщо гідропідсилювач несправний, то повороти трактора утруднюються.

При погіршенні умов повороту коліс трактора тиск масла у силовому циліндрі й нагнітальній магієєстріалі підвищується. Внаслідок цього повзуни з більшою силою притискуються до обойми упорних підшипників золотника, тому для переміщення його в той чи інший бік при повороті черв'яка потрібне більше зусилля. В результаті збільшується також зусилля, необхідне для повороту рульового колеса. Це забезпечує пропорційність зусилля на рульовому колесі умовам здійснення повороту трактора, а тракторист «відчуває дорогу».

Щоб кількість масла у порожнині циліндра залишалась без змін, в кришку гідропідсилювача вмонтовано перепускний клапан.

У колісних тракторів із шарнірно-ламкою рамою силові циліндри і гідропідсилювача рульового управління виконуються окремо, встановлюються по одному з кожного боку і з'єднуються зобома напіврамами.

При повороті рульового колеса масло із золотника гідро підсилювача подається в порожнини силових циліндрів і вони повертають задню напівраму

відносно передньої. Тяга 8 з'єднує сошку рульового механізму із задньою напіврамою, забезпечуючи співвідношення кутів поворотів рами і рульового колеса.

Рульовий механізм типу гвинт - гайка застосовується на колісних тракторах типу Т -40, де гідравлічна частина підсилювача об'єднана з навісною гідравлічною системою і має спільні бак і масляний насос.

Масло нагнітається насосом гідросистеми через клапан розподілу потоку до вхідного отвору підсилювача. Якщо водій не повертає рульове колесо, поршень - рейка займає нейтральне положення. В цьому випадку масло вільно проходить по обидва боки поршня через відкриті отвори в порожнину зубчастого сектора, а звідти - в бак гідросистеми.

Повертаючи рульове колесо, наприклад, вліво, гвинт гідропідсилювача повертають проти стрілки годинника. Гайки, які утримуються від повороту штифтами, переміщуються вздовж гвинта: ліва підходить до поршня впритул, закриваючи зливний канал із порожнини А, а права - відходить. Золотник переміщується регулювальним гвинтом вправо, збільшуючи прохід для масла із порожнини А і закриваючи доступ масла в задню порожнину Б. В результаті масло, яке нагнітається насосом, надходить тільки в передню порожнину А, поршень переміщується вправо, повертаючи зубчастий сектор вала сошки і передні колеса трактора вліво. Поршень переміщується, поки повертається рульове колесо, притискаючи гайку до поршня і перекриваючи зливний отвір з боку порожнини А.

Коли водій припиняє повертати рульове колесо, гвинт і гайки зупиняються, поршень під дією масла і пружинних шайб відтискується від гайки і встановлюється в середнє положення. Напрямні колеса при цьому зберігають задане положення. Аналогічно здійснюється поворот трактора вправо.

На тракторах моделі ЮМЗ-8070 і ЮМЗ-8080 рульове керування гідрооб'ємне з насосом-дозатором і циліндром Ц 50, який вміщений у рульову трапецію. Рульова колонка цих тракторів регулюється по висоті і куту нахилу, що покращує управління трактором.

2. Гальмівні системи.

Гальма призначені для своєчасної зупинки трактора, зниження швидкості руху, утримання трактора в нерухомому стані, в тому числі і на схилах, та зменшення радіуса повороту трактора.

Гальмівні системи колісних тракторів

Колісні трактори можуть рухатись по рівному твердому покриттю із швидкістю більше 30 км/год, розвиваючи при цьому велику кінетичну енергію.

Процес гальмування трактора полягає в перетворенні кінетичної енергії, яка розвивається під час його руху, в роботу тертя, а потім в теплоту, що розсівається у навколишньому середовищі.

За будовою тертьових поверхонь гальма бувають *колодковими, дисковими і стрічковими*

Колодкові гальма забезпечують зниження швидкості або повну зупинку трактора.

На нерухомому диску, закріпленому на фланці корпусу головної передачі або колісного редуктора, встановлено дві колодки, зовнішня поверхня яких вкрита фрикційними накладками із матеріалів з великим коефіцієнтом тертя (пресований азбест із спеціальним просоченням, мідно-азбестове плетиво з просоченням та ін.). Колодки спираються на осі і на кулак, крім того, колодки з'єднані між собою пружиною.

Якщо натиснути на педаль, колодки розтискним кулаком притиснуться до внутрішньої поверхні барабана, що обертається разом з колесом. При цьому виникнуть сили тертя, які перешкоджають обертанню колеса, тобто руху трактора.

Чим сильніше притискуються гальмові колодки до гальмового барабану, тим більше сила тертя, а отже і робота тертя, більше буде виділятися теплоти і швидше поглинатися кінетична енергія, накопичена трактором, тим швидше він зупиниться.

Стрічкові плаваючі гальма. На валу, з'єднаному з ведучим колесом трактора (безпосередньо або через передачу) закріплено гальмовий шків. Навколо шківа розміщено сталю стрічку, внутрішню поверхню якої вкрита фрикційною накладкою. Обидва кінці гальмової стрічки з'єднані з двома плечима важеля за

допомогою пальців, поміщених у вирізах нерухомого кронштейна. Важіль з'єднаний тягою з педаллю гальма.

Гальма такого типу встановлено на універсальних просапних тракторах ЮМЗ і МТЗ.

Зупинні (гірні) гальма. Для цього на тракторі встановлено важіль, з'єднаний тягою з правою гальмовою педаллю. Щоб загальмувати трактор, необхідно важіль перевести на себе і у протилежний бік (від себе), натиснувши кнопку, щоб припинити гальмування.

Спеціальні зупинні гальма виконують стрічковими або дисковими.

Стрічкове зупинне гальмо складається зі шківів, встановлених на валу, який передає крутний момент на ведучий міст. Навколо шківів розміщена стальна стрічка з фрикційними накладками. Один кінець стрічки закріплено важелем з клямкою, яка фіксує його в потрібному положенні.

Рівномірний зазор між гальмовою стрічкою і шківом забезпечують пружина і регулювальний болт. При переведенні важеля на себе до відказу зусилля передається через систему тяг на стрічку, яка загальмовує шків. У попереднє положення стрічку повертають нружини після відведення важеля від себе.

Гальмо такого типу діє на тракторі загального призначення Т-150К

Дискове зупинне гальмо розміщене поруч з робочим гальмом і керується важелем із заціпкою. Гальмо такого типу встановлено на тракторах МТЗ-80 і МТЗ-82.

ЛЕКЦІЯ 10 РОБОЧЕ ТА ДОПОМІЖНЕ ОБЛАДНАННЯ ТРАКТОРА

План

1. Робоче обладнання тракторів.
2. Допоміжне обладнання тракторів.

1. Робоче обладнання тракторів.

Начіпна гідравлічна система призначена для приєднання та керування начіпними і напівначіпними машинами. Вона складається з механізму навішування та гідравлічної системи. Механізмом навішування з'єднують начіпну машину з трактором. **Начіпні та напівначіпні машини можуть розташовуватися ззаду, попереду, фронтально, збоку трактора або в кількох місцях окремими секціями.**

Заднє навішування використовують для приєднання більшості ґрунтообробних, посівних і садильних машин до тракторів загального призначення та універсальнопросапних.

Переднє навішування застосовують на самохідному шасі, де машини розташовані на рамі попереду ведучих коліс.

Фронтальне навішування дає змогу начепити попереду трактора волокуші та деякі інші збиральні машини.

Бокове навішування застосовують на сінозбиральних агрегатах малої потужності, а секційне – для тракторів середньої та великої потужності, що агрегуються з кількома широкозахоплюючими машинами.

Поєднуючи наведені способи, можна складати комбіновані агрегати, які дають змогу сумістити кілька сільськогосподарських операцій. Такі агрегати знижують затрати праці та зменшують ущільнення ґрунту при вирощуванні різних культур.

Начіпний механізм складається з двох нижніх поздовжніх тяг та однієї центральної тяги, що шарнірно закріплені на корпусі заднього моста трактора, верхньої осі з поворотним важелем та підйомними важелями, розкосів та обмежувальних ланцюгів з регульованими стяжками. Поворотний важіль з'єднаний шарнірно із штоком силового циліндра.

Начіпний механізм можна скласти за дво- та триточковою схемами. За двоточковою схемою навішування нижні поздовжні тяги кріпляться шарніром поруч

на нижній осі рами. Другою точкою є місце приєднання центральної тяги. За цією схемою до трактора класу тяги 3,0 приєднують начіпні плуги, бурякопіднімачі та інше знаряддя. Таке навішування дає змогу виконувати невеликі повороти трактора без зміни положення машини. При встановленні начіпного механізму за триточковою схемою нижні поздовжні тяги кріпляться окремо по боках нижньої осі та утворюють з рамою приєднаної машини шарнірну трапецію. У цьому випадку третьою точкою приєднання знаряддя до трактора є точка кріплення верхньої тяги.

Триточкову схему використовують за умови, коли начіпна машина має рухатися точно за трактором, наприклад, під час міжрядного обробітку. Щоб у робочому положенні начіпна машина була паралельною до поверхні поля, її вирівнюють у попередній площині, змінюючи довжину розкосів (переважно першого), а в поздовжній площині — зміною довжини верхньої центральної тяги. Обмежувальні ланцюги запобігають бічним переміщенням машини, піднятої у транспортне положення.

Вал відбору потужності (ВВП) використовують для приведення в дію робочих органів, приєднаних до трактора машин. Вал відбору потужності на тракторі може розташовуватися попереду, ззаду або збоку. Основний ВВП розташований ззаду і має постійну частоту обертання, враховуючи постійну частоту обертання колінчастого вала дизеля.

Іноді привід ВВП виконують зі зміною його частини обертання, синхронізованою з поступальною швидкістю трактора. Чим вища швидкість трактора, тим швидше обертатимуться, наприклад, висівні апарати сівалки, щоб забезпечити рівномірність розподілу насіння по поверхні поля.

Привід ВВП, що обертається з постійною частотою, виконують залежним, напівзалежним та незалежним від силової передачі до ведучих коліс. Залежний привід ВВП вмикається та вимикається тільки при нерухомому тракторі (ДТ-75М). При зупинці трактора ВВП теж зупиняється. Напівзалежний привід дає змогу обертатися ВВП при перемиканні передач, але вмикати та вимикати ВВП під час руху трактора неможливо (трактори ЮМЗ). Незалежний привід дає змогу вмикати та вимикати ВВП при рухомому тракторі та зупиняти трактор, не порушуючи роботи ВВП (трактори МТЗ-Т-150К та ін.). У сільськогосподарському виробництві

інколи необхідно привести в дію за допомогою пасової передачі робочі органи стаціонарних машин (сушарки, молотарки та ін.), встановлених у місцях, де відсутня електрична енергія. У подібних випадках використовують трактор, обладнаний привідним шківом, крутний момент до якого передається від двигуна через задній ВВП трактора та шестеренну передачу. Шестеренна передача розташована у чавунному корпусі, закріпленому на задньому мості трактора. Керують шківом тими самими важелями, що й ВВП.

Причіпний пристрій призначений для приєднання до трактора причіпних сільськогосподарських машин, знарядь та вантажних платформ. Пристрій дає змогу змінити точку приєднання у вертикальній і горизонтальній площинах. У багатьох тракторів причіпним пристроєм є скоба, на якій встановлено причіпну сергу. В горизонтальній площині точку приєднання регулюють, переставляючи сергу по отворах скоби, а у вертикальній – за допомогою начіпної системи, якщо скоба змонтована в механізмі навішування. У тому випадку, коли скоба встановлена жорстко на корпусі заднього моста трактора, точку причепу у вертикальній площині регулюють перевертанням скоби та бугелів кріплення один відносно одного.

У разі підвищення вертикального навантаження на сергу більше 5000 Н (500 кгс) необхідно використовувати **гідрофікований гак**. Гідрогак можна піднімати та опускати тягами, з'єднаними з підйомними важелями та силовим циліндром гідравлічної начіпної системи. Тракторист зчіпляє та розчіпляє агрегат безпосередньо з кабіни.

Для швидкого з'єднання або від'єднання сільськогосподарських машин чи знарядь від трактора застосовується **автоматична зчіпка**. Вона складається з рамки та планок з отворами. Пальці рамки та отвори в планках кріплять рамку до нижніх та центральної тяг механізму навішування трактора. Замок закріплений на рамі начіпної машини. При комплектуванні машиннотракторного агрегату трактор наближається до машини заднім ходом, після чого піднімається начіпний механізм до входу рамки в замок та закривається заскочка. Для збільшення зчіпної маси трактора застосовуються спеціальні пристрої – довантажувачі ведучих коліс. Довантажувачі бувають механічні та гідравлічні.

2. Допоміжне обладнання тракторів.

Допоміжне обладнання призначене для поліпшення умов праці водія, і складається з кабіни з сидінням і облицювання.

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

Водночас кабіна має забезпечувати захист водія у випадку перевертання трактора.

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

Облицювання захищає водяний радіатор, двигун та інші механізми трактора від пилу, води і бруду, а також надає трактору естетичного вигляду.

ЛЕКЦІЯ 11

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ

План

1. Загальні відомості.
2. Умовні графічні позначення на електричних схемах.
3. Система електроживлення.
4. Система запалювання робочої суміші.
5. Система електропуску двигуна.
6. Система освітлення і сигналізації, контрольні прилади.
7. Технічне обслуговування електричного обладнання.

1. Загальні відомості. Електрична енергія з іншими видами енергії відрізняється універсальністю застосування: перетворюється у теплову для запалювання робочої суміші, у механічну – для провертання колінчастого вала під час пуску двигуна; забезпечує освітлення, сигналізацію, дію контрольно-вимірювальних приладів.

Речовини, електрони яких здатні легко переміщуватися від одного атома до іншого або у просторі між ними, називають **провідниками** (метали, вугілля, графіт, розчин кислот, солей тощо). **Ізоляторами** називають ті речовини, атоми яких міцно утримують електрони (гума, скло, пластмаса тощо). **Напівпровідники** – матеріали, що займають проміжне положення між провідниками та ізоляторами (кремній, селен, германій тощо).

Силу, під дією якої у провіднику виникає струм, називають електрорушійною (ЕРС). Ця сила утворюється у джерелах струму.

Упорядкований рух вільних заряджених частинок у провіднику під дією електричного поля називають **електричним струмом**. Його інтенсивність визначається силою струму, яку вимірюють в амперах (А).

Замкнутий шлях, по якому проходить електричний струм, називається **електричним колом**. Електричне коло поділяється на внутрішнє (частина кола, що знаходиться в середині самого джерела) та зовнішнє (утворене із з'єднувальних провідників і споживачів струму).

Провідники створюють опір проходженню електричного струму, який називають **електричним опором** і вимірюють в омах (Ом).

Частину ЕРС, що витрачається на подолання опору зовнішньої мережі, називають **напругою**. Напругу і потенціал вимірюють у вольтах (**В**).

Якщо у провіднику є електричний струм, навколо нього утворюється магнітне поле, магнітні силові лінії якого розміщуються концентричними колами. Коли провідник із струмом загорнутий у спіраль, навколо неї виникає сумарне магнітне поле. Спіральний провідник, всередині якого для підсилення магнітного поля є осердя з м'якої сталі, називають **електромагнітом**. Їх застосовують у генераторах, стартерах, звукових сигналах тощо.

При переміщенні провідника у магнітному полі так, щоб він перетинав магнітні силові лінії, у провіднику утворюватиметься ЕРС, а якщо його замкнути у коло, по ньому потече електричний струм. Це явище називається **електромагнітною індукцією**.

Якщо на осерді розташувати поряд дві обмотки і по одній з них пропускати пульсуючий струм, то навколо осердя відповідно виникатиме пульсуюче магнітне поле, магнітні силові лінії якого, перетинаючи витки другої обмотки, індукватимуть у них ЕРС **взаємоіндукції**, оскільки ЕРС індукується як при переміщенні провідника у магнітному полі, так і при зміні цього поля. На цьому ефекті побудовані трансформатори і індукційні котушки.

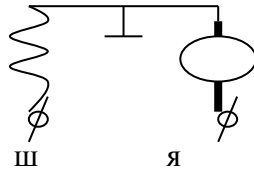
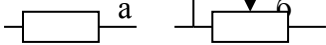
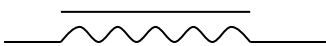
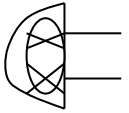
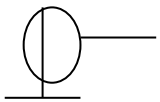
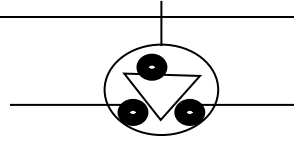
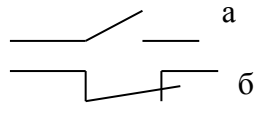
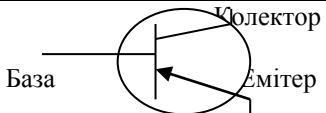
В електрообладнанні мобільних машин застосовують напівпровідники, важливою особливістю яких є одностороння провідність струму. **Діод** – двоелектродний пристрій, що пропускає струм лише в одному напрямі; **транзистор** – триелектродний пристрій (середній електрод називають базою, інші – емітером і колектором); **стабілітрон** – діод, здатний пропускати струм у зворотному напрямку без руйнування при певній напрузі.

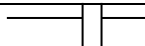
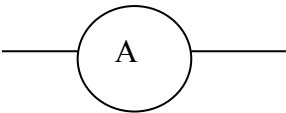
Електрообладнання сучасних мобільних машин складається із систем різного призначення (живлення, запалювання, пуску, освітлення і сигналізації, контрольно-вимірювальних приладів, опалення і вентиляції, додаткового обладнання), об'єднаних у загальну схему за допомогою провідників, перехідних панелей і штепсельних з'єднань. Застосовується постійний струм переважно напругою 12 В (на деяких машинах – 24 В).

2. Умовні графічні позначення на електричних схемах наведені у таблиці 1.

З'єднання елементів здійснюється за однопровідною схемою, при якій одним з провідників, до якого під'єднують мінусові полюси, є корпус машини ("маса").

Таблиця 1 – Умовні графічні позначення на електричних схемах

Елемент	Ескіз
Електричне з'єднання (клема, гвинт)	
Акумуляторна батарея	
Генератор змінного струму	
Генератор постійного струму	
Напівпровідниковий діод: а – випрямний; б - стабілітрон	
Резистор: а – постійний; б - змінний	
Обмотка з осердям	
Іскрова запальна свічка	
Лампра: а – освітлювальна; б - сигнальна	
Фара основного світла	
Габарітний ліхтар	
Комбінований вимикач запалювання і стартера	
Вимикач шляховий: а – з нормально відкритим контактом б – з нормально закритим контактом	
Транзистор	

Конденсатор звичайний	
Амперметр	
Струм змінний, частотою 50 Гц	

3. Система електроживлення.

До джерел струму належать **аккумуляторна батарея і генератор**. **Аккумуляторна батарея** живить струмом електростартер під час пуску двигуна та споживачів при непрацюючому двигуні. У ній відбувається перетворення хімічної енергії, нагромадженої у процесі зарядження від зовнішнього джерела постійного струму, в електричну.

ЕРС одного аккумулятора не перевищує 2,2 В. Тому для отримання 12 В шість аккумуляторів об'єднують у батарею, з'єднуючи між собою послідовно.

У місткості (баку) з електролітом розміщено блоки плюсових і мінусових пластин, прокладки (сепаратори) для захисту від замикання. Гратчасті пластини заповнені активною масою, яка після спеціальної обробки перетворюється у перекис свинцю темно-коричневого кольору (на плюсових пластинах) і у свинець сірого кольору (на мінусових пластинах). Поліусні штирі для під'єднання споживачів позначені мітками відповідно “+” і “-”. Щоб унеможливити неправильне вмикання батареї у мережу, діаметр плюсового штиря дещо більший за протилежний. У пробках заливних отворів (або безпосередньо у кришці) передбачено вентиляційні отвори для виходу газів.

Електроліт утворений змішуванням хімічно чистої сірчаної кислоти і дистильованої води до певної густини, яка характеризує рівень зарядженості аккумуляторної батареї. Рівень електроліту повинен перевищувати на 10...15 мм верхні краї пластини (або запобіжний щит).

Кількість електроенергії у ампер-годинах, яку можна отримати від повністю зарядженого аккумулятора при безперервному розрядженні до встановленої межі, називають **ємністю аккумулятора**. Номінальна ємність батареї при 20-годинному

режимі розрядження наведена в її марці, наприклад, 6СТ-50ЕМ-В. Цифра 6 вказує кількість послідовно з'єднаних акумуляторів у батареї(номінальна напруга батареї 12 В). Букви СТ означають, що це батарея стартера з пластинами товщиною 2,05/1,8 мм. Такі батареї використовують для пуску карбюраторних двигунів автомобілів. Букви ТСТ (6ТСТ-128ЕМСЗ) свідчать, що батарея стартерна, з пластинами товщиною 2,5/2,05 мм і подвійними сепараторами підвищеної надійності, для запуску дизелів. Цифра 50 і 128 показують ємність батареї в ампер-годинах (А/год). Букви після цифр означають: перша – матеріал, з якого виготовлений бак батареї (Е – ебоніт, Т – термопласт, П – пластмаса асфальтопекова); друга і третя – матеріал, з якого виготовлені сепаратори (Р – міпор, М – міпласт, С - скловолокно); третя або четверта літери: В – до активної маси пластин додається синтетичне волокно; З – батарея виготовлена у сухозарядженому вигляді; Н – у несухозарядженому вигляді; Т – для роботи в тропічному кліматі.

Генератор. Наступним часом на мобільних машинах основним джерелом електричної енергії є генератори змінного струму потужністю 1000 Вт і більше, вони віддають струм навіть при роботі двигуна з невеликою частотою обертання колінчастого вала. У генераторів струм в нерухомих обмотках статора збуджується внаслідок електромагнітної індукції під час обертання ротора, його виконано як багаполюсний магніт. За принципом дії і конструктивними схемами такі генератори переважно трифазні синхронні(частота змінного струму пропорційна частоті обертання ротора), з електромагнітним збудженням. Трифазний струм отримується за рахунок трьох котушок обмоток, розміщених через 120° у статорі.

Перетворення змінного струму в постійний здійснюється напівпровідниковими випрямлячами, вмонтованими безпосередньо у генератор. Можливість надмірного зростання напруги при підвищенні частоти обертання ротора (колінчастого вала двигуна) усувається регулятором напруги, обмеження максимального струму досягається електромагнітними характеристиками генератора. (Використовувати плакати по електрообладнанню тракторів)

4. Система запалювання робочої суміші.

Стиснута у циліндрі бензинового двигуна робоча суміш спалахує від електричної іскри. Струм високої напруги для утворення іскрового розряду забезпечується системою батарейного запалювання або магнето.

Система батарейного запалювання, що застосовується в автомобільних бензинових двигунах, призначена для перетворення струму низької напруги в струм високої та розподілу його між циліндрами відповідно до порядку роботи двигуна.

Складається з АКБ, амперметра, вимикача запалювання, резистора, переривника-розподільника, індукційної котушки, свічок запалювання та провідників струму низької і високої напруги.

При ввімкненому вимикачу і замкнених контактах переривника у межах низької напруги проходить струм (послідовно плюсова клема батареї – амперметр – вимикач – резистор – первинна обмотка індукційної котушки – контакти переривника – корпус автомобіля). Магнітний потік, утворений струмом у первинній обмотці індукційної котушки, індукує в її витках ЕРС самоіндукції, а у витках вторинної обмотки – ЕРС взаємоіндукції (до 2000 В).

Розімкнення кола низької напруги, що відбувається внаслідок розімкнення контактів переривника, зумовлює різке зменшення магнітного потоку. При цьому в первинній обмотці індукується ЕРС самоіндукції (200...300 В), а у витках вторинної – ЕРС у межах 20000 В. У момент розмикання контактів переривника між ними виникає іскра, що призводить до їх ерозії. Для зменшення шкідливості цього явища паралельно контактам переривника ввімкнено конденсатор. На початку розмикання контактів конденсатор заряджається, зменшуючи іскріння між ними, а при розімкнутих – розряджається через первинну обмотку котушки, утворюючи імпульс струму зворотного напрямку, який прискорює зникнення магнітного потоку, внаслідок чого значно зростає ЕРС у вторинній обмотці (до 24 кВ). ЕРС, що індукується у вторинній обмотці, утворює між електродами свічки запалювання іскровий розряд, який запалює робочу суміш у циліндрі ДВЗ.

Недоліки контактної системи запалювання (інтенсивне зношення контактів переривника внаслідок підгоряння при проходженні значної сили струму, ненадійне спалахування робочої суміші у швидкохідних багатоциліндрових двигунах тощо)

зумовили впровадження контактної-транзисторної системи запалювання. Принципова відмінність її від контактної полягає у наявності між контактами переривника і котушкою транзистора. Транзистор відкритий для проходження струму в первинну обмотку котушки запалювання (контакти переривника замкнені) або закритий (контакти переривника розімкнені). При замиканні контактів через них проходить струм невеликої сили (0,3...0,5 А). Оскільки сила струму бази транзистора мала, при розмиканні контактів зношування від іскри практично відсутнє.

Більшою досконалістю і надійністю характеризується безконтактна схема системи запалювання, в якій механічний переривник замінено магнітоелектричним датчиком імпульсів ЕРС (датчик Холу).

Система запалювання пускового двигуна тракторного дизеля відокремлена від іншого електрообладнання. Вона складається з магнето, струмопровода високої напруги і свічки запалювання. (Використовувати плакати по електрообладнанню тракторів).

5. Система електропуску двигуна.

Система електропуску призначена для надання обертання колінчастому валу двигуна із частотою, при якій забезпечуються умови для спалахування і горіння робочої суміші (для бензинових двигунів $50 \dots 100 \text{ хв}^{-1}$, дизельних $150 \dots 200 \text{ хв}^{-1}$).

Особливістю електродвигуна постійного струму (**стартера**) полягає в тому, що його обмотка збудження з'єднана з обмоткою якоря послідовно (такі двигуни називають серієсними). У них найбільший крутний момент розвивається при малій частоті обертання якоря. При цьому сила струму в обмотці стартера також досягає найбільшого значення (до 800 А). У процесі зростання частоти обертання якоря сила струму зменшується, відповідно – і крутний момент. Такий закон зміни крутного моменту сприятливий для пуску двигуна, оскільки на початку провертання колінчастого вала опір найбільший.

Стартер живиться від акумуляторної батареї. При ввімкненні вимикача в обмотці проходить струм і осердя тягового реле, втягується всередину обмотки, а важіль засуває шестерню уздовж вала електродвигуна, вводячи у зачеплення з

вінцем маховика. При повному зачепленні зубчастої пари диск тягового реле замикає контакти, і струм від акумуляторної батареї надходить в обмотку електродвигуна. Якір електродвигуна починає обертатися разом (через шестеренчасту передачу) з колінчастим валом двигуна. Роз'єднання шестерень після пуску двигуна відбувається автоматично (найчастіше застосовуються муфти вільного ходу, які забезпечують передачу крутного моменту лише в одному напрямку – від вала стартера до маховика). (Використовувати плакати по електрообладнанню тракторів).

6. Система освітлення і сигналізації, контрольні прилади.

До приладів зовнішнього освітлення належать **фари**, що забезпечують водію видимість у напрямку руху: передні та задні габаритні ліхтарі; ліхтарі освітлення заднього номерного знака, сигналу гальмування, покажчика повороту з оранжевими розсіювачами. Фари повинні освітлювати шлях перед машиною на відстані не менше 100 м, видимість шляху повинна бути більше зупиночного шляху. Щоб не осліплювати водіїв зустрічних машин променями дальнього освітлення, вони спрямовуються дещо донизу і вправо (останнє – для кращої видимості узбіччя дороги). У такому разі нормальне освітлення повинно забезпечуватися на відстані до 30 м (ближнє світло). Для захисту джерел струму і споживачів від перенавантаження у разі коротких замикань передбачено плавкі або теплові контактні запобіжники.

Прилади інформують водія про стан підконтрольного параметра (тиск оливи у системі мащення і повітря у пневмосистемі, температури холодильної рідини, рівня палива у баку тощо).

Сигналізатори попереджують водія світловим або звуковим сигналом про аварійний рівень параметра, що контролюється.

Зручність застосування електричних приладів і сигналізаторів для контролю неелектричних параметрів полягає у тому, що датчик і покажчик, з'єднані провідниками струму, розміщують на будь-якій відстані один від одного і там, де доцільно. (Використовувати плакати по електрообладнанню тракторів)

7. Технічне обслуговування електричного обладнання.

Під час ЩТО перевіряють роботу приладів освітлення, сигналізації та склоочисників.

При ТО-1 виконують перевірки, передбачені ЩТО, та додатково: перевіряють і в разі необхідності регулюють натяг приводного паса генератора, від натискання зусиллям 40...50 Н між шківками (посередині) прогин повинен становити 8...14 мм, та його кріплення на двигуні; очищають від пилу і бруду зовнішні поверхні генератора, стартера, магнето, акумуляторної батареї; аналізують стан вентиляційних отворів у пробках акумуляторної батареї, рівень електроліту у її банках; оцінюють надійність кріплення та контакт наконечників проводів з вивідними клемми акумулятора.

ТО-2 охоплює всі роботи, передбачені ТО-1, а також: перевіряють стан щіток і колектора стартера й очищають їх від пилу і бруду; перевіряють установку фар; очищають від пилу і бруду внутрішні поверхні магнето та змащують підшипники; перевіряють та регулюють переривник магнето; регулюють зазори між електродами запальної свічки пускового двигуна, ступінь розрядження акумуляторної батареї (АКБ) навантажувальною вилкою, під навантаженням протягом 5 с напруга на клеммах акумулятора (банки) не повинна бути менше 1,7...1,8 В, а різниця напруги на окремих банках не повинна перевищувати 0,2 В, та зарядження її від зарядного пристрою.

При сезонному технічному обслуговуванні додатково до операцій ТО-2 проводять: коригування густини електроліту залежно від пори року; перемикання регулятора напруги генератора у відповідне положення ("Зима" – "Літо"); перевірку роботи системи передпускового підігрівання двигуна та обігрівника кабіни.