

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**Інженерно-
технологічний
факультет
СНАУ**

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ

Методичні вказівки

щодо виконання лабораторних робіт

з дисципліни «Енергетичні засоби»

(для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208

«Агроінженерія» денної форми навчання)

Частина 2

СУМИ – 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра „Тракторів, сільськогосподарських машин
та транспортних технологій”

ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ
Методичні вказівки
щодо виконання лабораторних робіт
з дисципліни «Енергетичні засоби».
(для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208
«Агроінженерія» денної форми навчання)
Частина 2

СУМИ – 2022

ББК 40.72

УДК 631.37

Укладачі: д.т.н., доцент Зубко В.М.

ст. викладач Сасенко А. В.,

асистент Шелест М.С.

Енергетичні засоби. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт відповідно до робочої програми (сілабусу) дисципліни для підготовки молодших бакалаврів 1 та 2 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. Частина 2. – Суми: СНАУ, 2022. – 82с.

Методичні вказівки містять інформацію щодо виконання лабораторних робіт відповідно до робочої програми (сілабусу) дисципліни.

Рецензенти:

Кандидат технічних наук, доцент кафедри „Експлуатація машин” – Саржанов О.А., кандидат технічних наук, доцент кафедри „Тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій ” – Руденко В.А..

Відповідальний за випуск: Завідувач кафедрою тракторів, сільськогосподарських машин та транспортних технологій Зубко В.М.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою інженерно-технологічного факультету СНАУ (Протокол № 4 від 31 січня 2022 р.)

© Сумський національний аграрний університет, 2022 р.

Зміст

№ з/п	Тема	Годин	Стор.
1.	Системи електроживлення. Системи запалювання.	6	5
2.	Система пуску двигуна. Системи освітлення, сигналізації і контролю.	4	32
3.	Техніко-експлуатаційні властивості енергетичних засобів.	4	48
4.	Тепловий розрахунок двигуна.	6	52
5.	Характеристики автотракторних двигунів.	2	58
6.	Трансмісії. Зчеплення.	4	65
7.	Коробки передач.	4	76
	Всього	30	

Лабораторно-практичне заняття № 8

Тема: Системи електроживлення. Системи запалювання.

1. Мета: Вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила обслуговування акумуляторних батарей, генераторів та систем запалювання.

2. Типові завдання.

1. Акумуляторні батареї.
2. Генераторні установки.
3. Призначення, класифікація, будова та робота.
4. Контактна система батарейного запалювання.
5. Контактно-транзисторна система запалювання.
6. Безконтактні системи запалювання.

3. Довідковий матеріал.

1. Технічна експлуатація свинцево-кислотних акумуляторних батарей. У процесі експлуатації акумуляторних батарей їх заряджають, перевіряють технічний стан, виконують операції технічного обслуговування, готують і встановлюють на тривале зберігання.

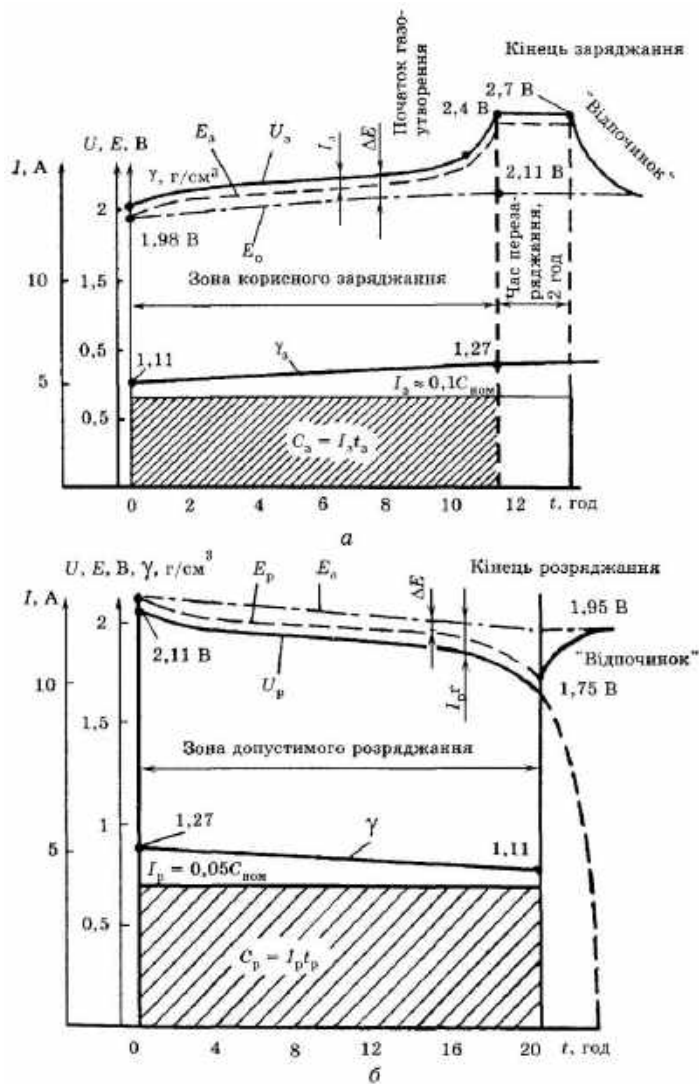
Ступінь розрядження батареї залежно від густини електроліту чи показів вольтметра можна визначити за даними табл. 1.

Після заповнення електролітом нової батареї звичайної конструкції до рівня 10—15 мм над захисним щитком її витримують для насичення пластин упродовж 3 год для сухозаряджених батарей

Таблиця 1. Показники розрядження акумуляторних батарей

Показник	Стан батареї		
	Повністю заряджена	Розряджена на	
		25 %	50 %
Густина електроліту, г/см ³ , за температури 15° С	1,29	1,25	1,21
	1,27	1,23	1,19
	1,25	1,21	1,17
	1,23	1,19	1,15
	1,21	1,17	1,13
	1,7	1,6	1,5
Покази вольтметра, В, під навантаженням упродовж 5 с			

* Допускається різниця густини електроліту в різних акумуляторах однієї батареї не більш як 0,01 г/см³, напруги — до 0,1 В.



(4-6 год — для незаряджених) і заміряють густину електроліту. Якщо його густина знизилась менш ніж на $0,03 \text{ г/см}^3$ порівняно з початковою, такий акумулятор можна експлуатувати. У разі більшого зменшення густини електроліту батарею слід заряджати. У процесі насичення пластин і сепараторів рівень електроліту в батареї знизиться. Тому перед установленням батареї на машину потрібно довести його до норми, доливаючи електроліт тієї самої густини, що й на початку заливання.

Найчастіше акумуляторні батареї заряджають при *сталій силі струму* на зарядній станції (переважно при введенні в дію нових батарей) або при *постійній нарузі*.

Рис. 3. Характеристики заряджання і розряджання

акумуляторів:

a - заряджання струмом, що дорівнює $0,1 C_{ном}$; b — розряджання струмом, що дорівнює $0,05 C_{ном}$

Заряджання за сталої сили струму здійснюють після насичення пластин електролітом. На першому етапі струм має становити $0,1 C_{20} \text{ А}$, і батарею заряджають до появи інтенсивного газовиділення в усіх акумуляторах. Після цього зарядний струм зменшують на 50 % і продовжують заряджання при інтенсивному газовиділенні доти, доки напруга ($2,7 \text{ В}$ на кожному акумуляторі) та густина електроліту залишатимуться незмінними впродовж 3 год.

Характеристика заряджання акумулятора (рис. 3, a) відображає залежність зміни напруги (U_z) і ЕРС (E_z), густини електроліту (γ_z) та ЕРС спокою (E_0) від тривалості процесу заряджання.

Із закінченням заряджання перевіряють густину електроліту та його рівень і доводять до величини, визначеної для даної кліматичної зони. У разі перевищення встановленої густини електроліт відбирають гумовою грушею і додають дистильовану воду, а при нижчій — доливають електролітом густиною $1,4 \text{ г/см}^3$. Після доливання води чи електроліту продовжують заряджання впродовж 30 хв.

Перевагою такого способу є можливість встановлення різної величини струму й коригування його під час заряджання. Проте як недоліки слід назвати необхідність стежити та регулювати впродовж усього часу заряджання силу струму, тривалий час цього процесу, значні втрати електроенергії на реостатах.

Заряджання *за постійної напруги* проводять безпосередньо на тракторах чи автомобілях, де напруга встановленої величини на клеммах генератора підтримується регулятором напруги. В стаціонарних умовах такий зарядний пристрій встановлюють на напругу 2,3-2,4 В на кожний акумулятор або 13,8-14,4 В для 12-вольтової батареї.

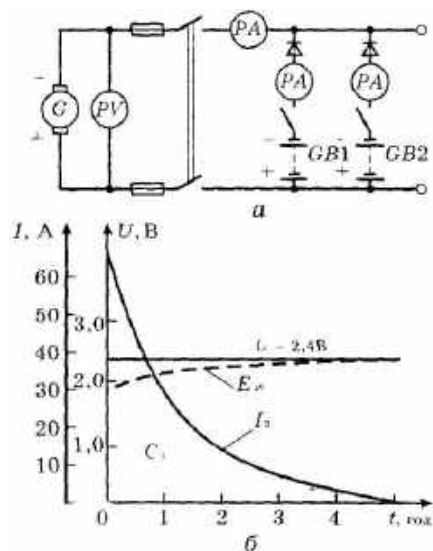
На початку заряджання у такий спосіб зарядний струм досягає великих значень і у повністю розрядженому акумуляторі кратність дорівнює 1-1,5 його ємності. Зі збільшенням ЕРС акумуляторної батареї зарядний струм автоматично швидко зменшується і досягає нуля (рис. 4). При цьому батарея заряджається на 90-95 %.

Заряджання закінчується за мінімального газоутворення і нижчої температури електроліту, що запобігає руйнуванню активної маси пластин і корозії ґраток позитивних пластин. До переваг такого способу належить короткий час заряджання. Однак у цьому випадку неможливе повне заряджання батареї, оскільки за напруги 2,3-2,4 В на один акумулятор заряд припадає тільки на початку газовиділення.

З цих причин рекомендується 1-2 рази на рік заряджати акумуляторну батарею на зарядній станції в акумуляторному цеху ремонтної майстерні.

Існують і інші способи заряджання акумуляторних батарей.

Рис. 4. Заряджання акумуляторних батарей за постійної напруги: *а* — схема приєднання батарей до зарядного пристрою; *б* — характеристика заряджання



Зокрема, застосовують *прискорене (форсоване) заряджання* для швидкого відновлення сильно розрядженої батареї. Зарядний струм у цьому випадку встановлюють таким, що дорівнює $0,7C_{20}$ А, і заряджання проводять упродовж 30 хв. Чим менший зарядний струм, тим довше можна заряджати батарею. Однак у разі підвищення температури понад 40 °С заряджання

припиняють. Такий спосіб застосовують у виняткових випадках, оскільки при багаторазовому повторенні істотно знижується термін служби акумуляторної батареї.

Вирівнювальне заряджання здійснюють струмом, що становить менш як $0,1C_{20}$ А, при цьому забезпечується вирівнювання густини електроліту та ступеня зарядженості окремих акумуляторів батареї, відновлення активної маси на пластинах, нейтралізація дії в минулому глибоких розрядів на негативний електрод. Такий спосіб, як правило, використовують для запобігання можливій

сульфатації пластин, і заряджання закінчується через 3 год після встановлення незмінної густини електроліту.

Контрольно-тренувальний цикл застосовують для оцінки придатності акумуляторної батареї до подальшої експлуатації. Він охоплює заряджання батареї струмом силою $0,1C_{20}$ А до напруги 2,4 В на кожному акумуляторі, потім перехід на режим заряджання $0,05C_{20}$ А, після чого — розрядження постійним струмом $0,05C_{20}$ А до кінцевої розрядної напруги на акумуляторі 1,75 В.

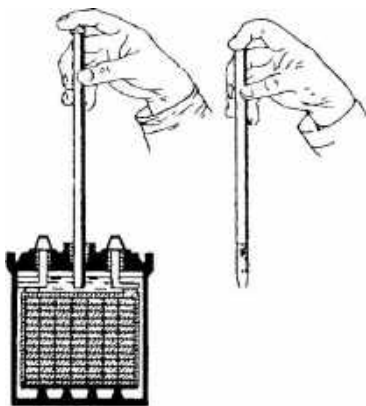


Рис. 5. Вимірювання рівню електроліту.

Отриману ємність у процесі розряджання акумуляторної батареї в контрольно-тренувальному циклі приводять до температури $+25^{\circ}\text{C}$ і порівнюють з номінальною. Якщо вона становить менш ніж 40 % номінальної, то таку батарею вважають непридатною

для подальшої експлуатації.

Перевірку технічного стану акумуляторної батареї в ході її експлуатації здійснюють шляхом вимірювання рівня електроліту скляною трубкою (рис. 5), густини — ареометром з денсиметром чи густиноміром, напруги та електрорушійної сили — навантажувальною вилкою чи акумуляторним пробником (рис. 6).

Навантажувальна вилка (див. рис. 6, б) призначена для перевірки батарей ємністю від 40 до 135 А-год, а акумуляторний пробник (див. рис. 6, а) — для батарей з прихованими міжелементними з'єднаннями ємністю 45-190 А-год.

Для вимірювання напруги акумуляторів ємністю до 65 А-год у навантажувальній вилці включають один резистор з опором 0,019 Ом і через нього протікає струм до 100 А.

Під час перевірки акумуляторів ємністю від 65 до 100 А • год включають інший резистор з опором 0,0115 Ом, який забезпечує проходження струму до 160 А. У разі більшої ємності акумуляторів (110-135 А- год) включають два резистори (сумарний опір 0,00715 Ом), чим досягається розрядний струм 260 А. Під час вимірювання ЕРС додаткові опори не включають і напруга на вольтметрі характеризує ступінь розряджання акумулятора відносно початкової густини електроліту.

Покази вольтметра навантажувальної вилки з включеним опором знімають упродовж 5 с. Якщо вони хоча б на одному акумуляторі відрізняються від інших на 0,1 В або впродовж 5 с напруга спадає нижче 1,4 В, це означає, що батарея несправна і потребує ремонту.

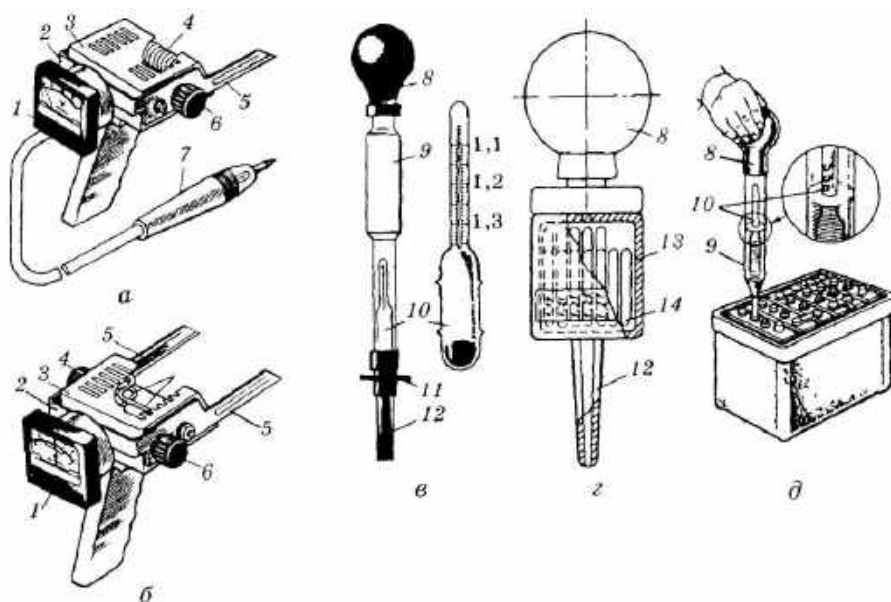


Рис. 6. Прилади для перевірки ступеня зарядженості акумуляторів: а — акумуляторний пробник; б — навантажувальна вилка; в — денсиметр з піпеткою; г — густиномір; д — вимірювання густини електроліту денсиметром; / — вольтметр; 2 —

кронштейн; 3 — корпус; 4 — навантажувальні резистори; 5 — контактна ніжка; 6 — контактна гайка; 7 — щуп; 8 — гумова груша; 9 — піпетка; 10 — денсиметр; 11 — гумова пробка; 12 — пластмасова трубка; 13 — прозорий корпус; 14 — пластмасові поплавки

У разі випробування акумулятора пробником вмикають резистор опором 0,1 Ом і, якщо покази вольтметра становлять менш як 8,9 В, батарею вважають сильно розрядженою або несправною.

Ступінь розрядження акумулятора можна визначити й за густиною електроліту, використовуючи вищенаведені її значення (див. табл. 1). Для цього використовують денсиметр 10, розміщений у скляній піпетці 9 (див. рис. 6, б), або густиномір (див. рис. 6, г).

У піпетку за допомогою груші (див. рис. 6, д) набирають електроліт і за позначками денсиметра, який спливає в піпетці, визначають густину. Точність показів підвищується, якщо перед вимірюванням 2-3 рази наповнити піпетку електролітом і вилити його.

У разі використання густиноміра густину електроліту визначають за останнім поплавком 14, який спливає і проти якого на прозорому корпусі знаходиться напис з більшим значенням густини.

Для визначення густини електроліту в необслуговуваних акумуляторах встановлені індикатори у вигляді вічка. У разі зменшення ступеня зарядженості нижче певної межі змінюється колір видимої плями індикатора.

У необслуговуваних батареях рівень електроліту перевіряють за позначками "MIN" і "MAX", нанесеними на напівпрозорий корпус моноблока, або за допомогою світлового індикатора (рис. 7).

Індикатор у вигляді стрижня 3 має призматичну світловідбивну поверхню 4, на яку потрапляє світло крізь плоску поверхню 1. Якщо рівень електроліту знаходиться в межах норми (між позначками А і В), поверхня 4 занурена в електроліт і світло, що надходить по стрижню 3, розсіюється. Коли рівень знизиться, світловий потік почне відбиватись від призматичної поверхні і освітленість поверхні 1 збільшиться.

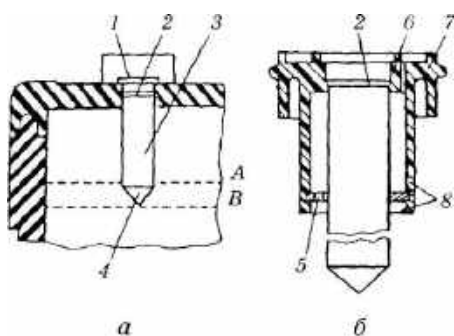


Рис. 7. Світловий індикатор для вимірювання рівня електроліту: *а* — встановлення в акумуляторі; *б* — конструкція; 1 — плоска поверхня стрижня; 2 — кільцеподібний виступ для закріплення стрижня в пробці; 3 — стрижень; 4 — світловідбивна призматична поверхня; 5,6 — вентиляційні отвори; 7 — пробка; 8 — захисний пояс

Акумуляторні батареї, що перебували в експлуатації, зберігають у зарядженому стані з електролітом. Поверхню батареї насухо витирають, штирі та міжелементні з'єднання очищають і вкривають тонким шаром технічного вазеліну. Зберігають батарею в приміщенні з температурою від 0 °С до -30 °С. За таких температур електроліту різко зменшуються саморозрядження негативних і корозія позитивних пластин. Водночас слід щомісяця контролювати густину електроліту і в разі її зниження більш як на 0,05 г/см³ батарею потрібно заряджати.

Якщо батарею зберігають за додатних температур, доцільно один раз на місяць заряджати її струмом силою 0,1С₂₀.

Акумуляторні батареї закордонного виробництва за своєю конструкцією здебільшого характерні тим, що мають пластини меншої товщини, а тому чутливіші до режиму перезаряджання та великого зарядного струму. З цих причин вони можуть деформуватись і батарея швидко виходить з ладу. Тому величина струму під час першого заряджання на 30-40 % нижча від такої для вітчизняних батарей. Так, якщо для батареї 6СТ-182 струм першого заряджання і підзаряджання становить 18 А, то в аналогічній індійській батареї 12-180 А фірми "MeK" струм першого заряджання дорівнює 10,5 А, а підзаряджання — 15 А.

Імпортні акумуляторні батареї (фірми "OPEL" — ФРН, "GS" — Японія, "INDEX-CHLORIDE" — Індія) мають підвищені питомі показники енергії — до 40-42 Вт • год/кг і 74-78 Вг • год/дм³ при 20-годинному режимі розряджання, які досягаються в основному за рахунок застосування тонкостінних пластмасових моноблоків із загальною кришкою та міжелементними з'єднаннями крізь отвори в перегородках моноблока, тонших пластин з більшим співвідношенням мас активних матеріалів і струмовідводів, збільшення коефіцієнта використання активних мас.

2. ГЕНЕРАТОРИ

Генератор на тракторі чи автомобілі — це основне джерело живлення споживачів електричної енергії (крім стартера), включаючи заряджання акумуляторної батареї при працюючому двигуні.

Основними вимогами до генераторних установок є:

підтримувати постійну за величиною напругу в мережі за змінних швидкісних і навантажувальних режимів роботи генератора;

надійно працювати в широкому діапазоні частоти обертання колінвала;

здатність витримувати перевантаження (до 50%);

мінімальна маса і вартість за достатньо тривалого терміну експлуатації.

Генератори, у яких магнітний потік в статорних обмотках змінюється за значенням переміщенням феромагнітної маси ротора, називають **індукторними**.

Нині трактори й автомобілі комплектують індукторними генераторними установками змінного струму з електромагнітним збудженням. При цьому за конструкцією вони бувають: з рухомою і нерухомою обмоткою збудження, а відповідно, з контактними щітками та кільцями і безконтактні; трифазні і п'ятифазні; зі з'єднанням фазових обмоток статора за схемою "зірка" або "трикутник" тощо.

Генератори постійного струму застосовують нині досить рідко і лише на застарілих марках машин. Заміна таких генераторів на генератори змінного струму відбулася завдяки простішій будові, надійності та довговічності останніх. Крім того, за однакової потужності вони менші за розмірами, розвивають номінальну напругу на менших обертах ротора, раніше відключають акумуляторну батарею від споживачів і розпочинають її заряджання.

Оскільки для заряджання акумуляторної батареї потрібно мати постійний струм, генератори змінного струму обладнують блоком випрямлячів.

Для підтримання заданої величини напруги за різної частоти обертання ротора і навантаження генератора використовують регулятори напруги різної конструкції. На останніх модифікаціях тракторів і автомобілів установлюють генератори змінного струму з вмонтованими безпосередньо в його корпус випрямлячами та інтегральними регуляторами напруги.

Комплект генератора з блоком випрямлячів і регуляторами напруги називають генераторною установкою змінного струму.

Генератори з рухомою обмоткою збудження.

Принцип роботи генератора і його принципову конструктивну будову однакові для всіх автомобілів, відрізняються лише якістю виготовлення, габаритами і розташуванням приєднувальних вузлів.

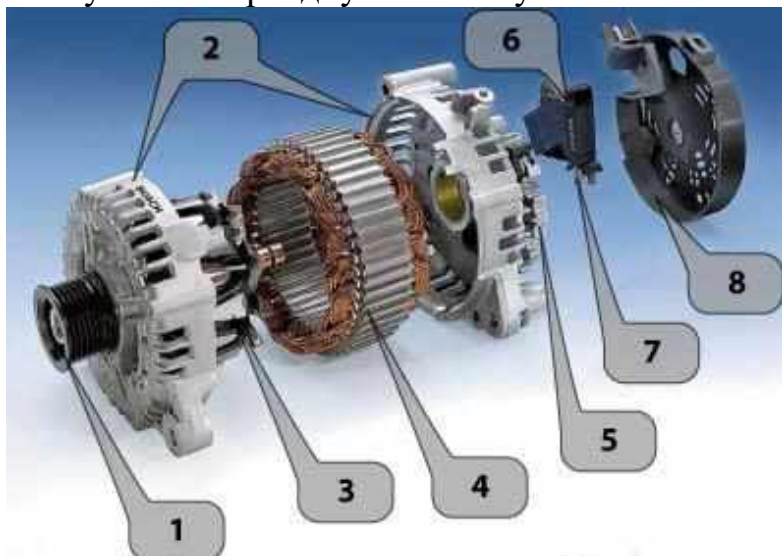


Рис. 1. Основні частини генератора:

1. Шків - служить для передачі механічної енергії від двигуна до валу генератора за допомогою ремня;

2. Корпус генератора складається з двох кришок: передня (з боку шківа) і задня (з боку контактних кілець), призначені для кріплення статора, установки генератора на двигуні та розміщення підшипників (опор) ротора. На задній кришці розміщуються випрямляч, щітковий вузол, регулятор напруги (якщо він вбудований) і зовнішні виводи для підключення до системи електрообладнання;

3. Ротор - сталевий вал з розташованими на ньому двома сталевими втулками кльовоподібної форми. Між ними знаходиться обмотка збудження, виводи якої з'єднані з контактними кільцями. Генератори обладнані переважно циліндричними мідними контактними кільцями;

4. Статор - пакет, набраний із сталевих листів, що має форму труби. У його пазах розташована трифазна обмотка, в якій виробляється потужність генератора;

5. Модуль з випрямними діодами - об'єднує шість потужних діодів, запресованих по три в позитивний і негативний тепловідводи;

6. Регулятор напруги - пристрій, що підтримує напругу бортової мережі автомобіля в заданих межах при зміні електричного навантаження, частоти обертання ротора генератора і температури навколишнього середовища;

7. Щітковий вузол - знімна пластмасова конструкція. У ній встановлені підпружинені щітки, що контактують з кільцями ротора;

8. Захисна кришка діодного модуля.

Розглянемо електричну схему з'єднання елементів генератора.

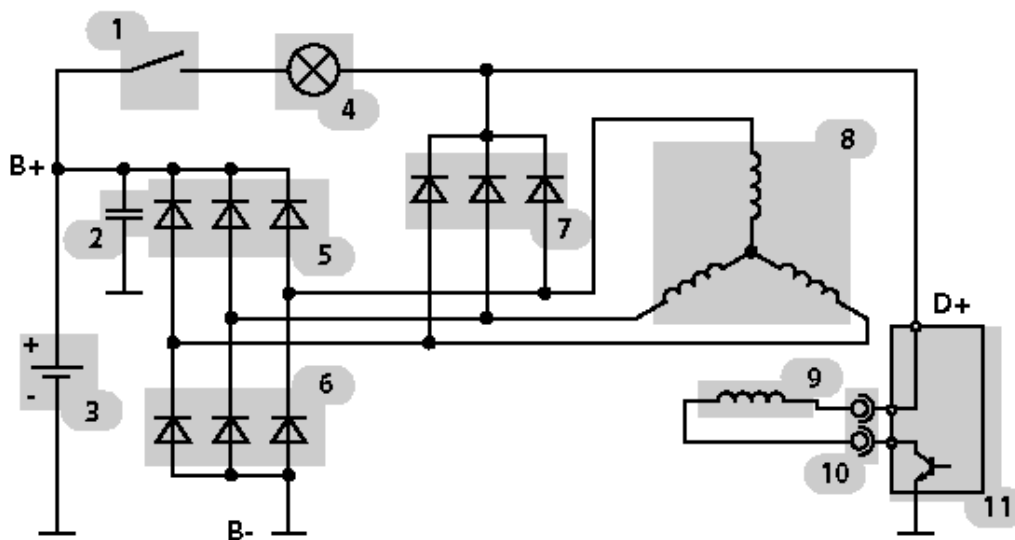


Рис. 2. Принципова електрична схема генераторної установки:

1. Вмикач запалювання; 2. Конденсатор; 3. Акумуляторна батарея; 4. Лампа-індикатор справності генератора; 5. Позитивні діоди силового випрямляча; 6. Негативні діоди силового випрямляча; 7. Діоди обмотки збудження; 8. Обмотки трьох фаз статора; 9. Обмотка збудження (ротор); 10. Щітковий вузол; 11. Регулятор напруги; Вихід генератора; «В-» Маса" генератора; «D+» Живлення обмотки збудження, опорна напруга для регулятора напруги.

В основі роботи генератора лежить ефект електромагнітної індукції. Якщо котушку, наприклад, з мідного дроту, пронизує магнітний потік, то при його зміні на виводах котушки з'являється електрична напруга, пропорційна швидкості зміни магнітного потоку. І навпаки, для утворення магнітного потоку досить пропустити через котушку електричний струм. Таким чином, для одержання змінного електричного струму потрібні джерело змінного магнітного поля і котушка, з якої безпосередньо буде зніматися змінна напруга.

Обмотка збудження з полюсною системою, валом і контактними кільцями утворюють ротор, його найважливішу обертову частину, яка і є джерелом змінного магнітного поля.

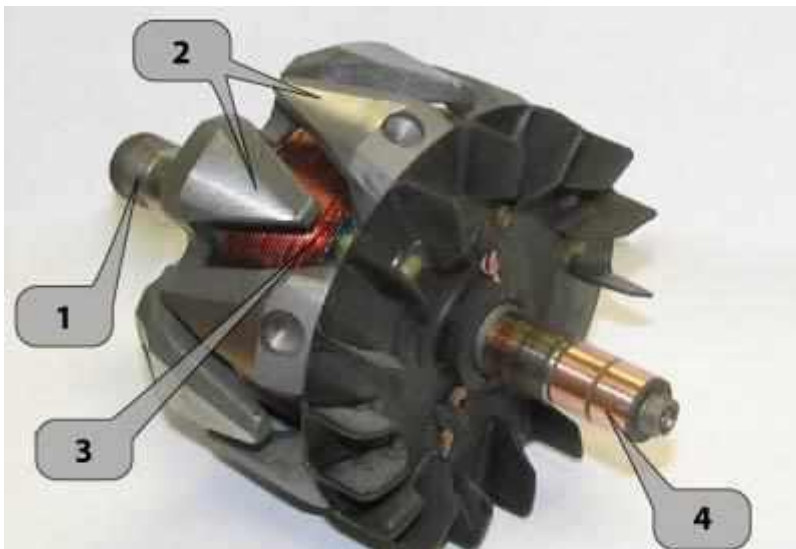


Рис. 3. Ротор генератора

1. Вал ротора; 2. Полюси ротора; 3. Обмотка збудження; 4. Контактні кільця.

Полюсна система ротора має залишковий магнітний потік, який присутній навіть при відсутності струму в обмотці збудження. Проте його значення невелике і здатне забезпечити самозбудження генератора тільки на дуже високих частотах обертання. Тому, для початкового намагнічування ротора через його обмотку пропускають невеликий струм від акумуляторної батареї, зазвичай через лампу контролю працездатності генератора. Сила цього струму не повинна бути занадто великою, щоб не розряджати акумуляторну батарею, але і не занадто малою, щоб генератор міг збудитися вже на холостих обертах двигуна. Виходячи з цих міркувань, потужність контрольної лампи зазвичай становить 2 ... 3 Вт. Після того, як напруга на обмотках статора досягає робочої величини, лампа гасне, і живлення обмотки збудження здійснюється від самого генератора. У цьому випадку генератор працює на самозбудженні.

Вихідна напруга знімається з обмоток статора. При обертанні ротора біля котушок обмотки статора з'являються поперемінно "північний" і "південний" полюси ротора, тобто напрямок магнітного потоку, що пронизує котушку статора, змінюється, що і викликає появу в ній змінної напруги. Частота цієї

напруги залежить від частоти обертання ротора генератора і числа його пар полюсів.



Рис. 4. Статор генератора

1. Обмотка статора; 2. Виводи обмоток; 3. Магнітопровід.

Обмотка статора трифазна. Вона складається з трьох окремих обмоток, що називаються обмотками фаз або просто фазами, намотаних за певною технологією на магнітопровід. Напруга і струми в обмотках зміщені один щодо одного на третину періоду, тобто на 120 електричних градусів, як це показано на малюнку.

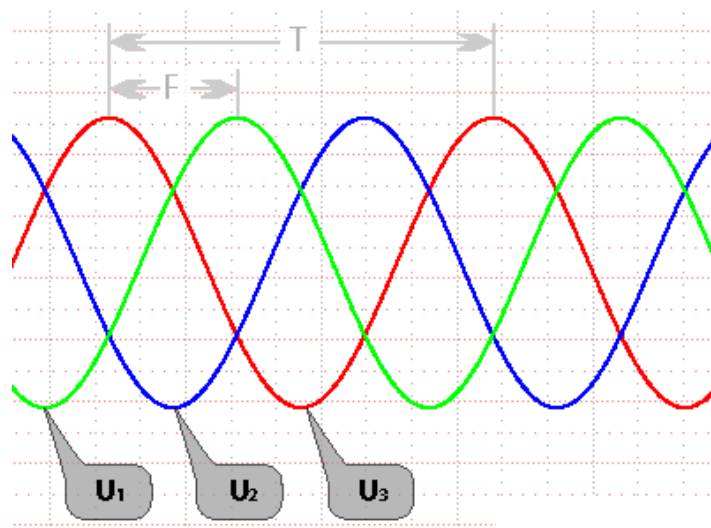


Рис. 5. Осцилограми фазових напруг обмоток

U_1 , U_2 , U_3 - напруги обмоток; T - період сигналу (360 градусів); F - фаза зсуву (120 градусів).

Фазові обмотки можуть з'єднуватися в "зірку" або "трикутник".

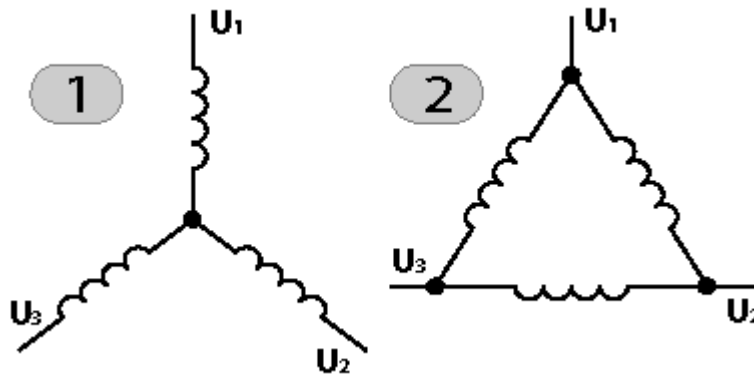


Рис. 6. Види з'єднання обмоток
1. «Зіркою»; 2. «Трикутником».

При з'єднанні в "трикутник" струм у кожній з обмоток в 1,7 рази менше струму, що віддається генератором. Це означає, що при однаковому струмі на виході генератора, струм в обмотках при з'єднанні в "трикутник" значно менше, ніж у "зірки". Тому в генераторах великої потужності досить часто застосовують з'єднання в "трикутник", оскільки при менших струмах обмотки можна намотувати більш тонким дротом, що більш технологічно. Більш тонкий дріт можна застосовувати і при з'єднанні типу "зірка". У цьому випадку обмотку виконують із двох паралельних обмоток, кожна з яких з'єднана в "зірку", тобто виходить "подвійна зірка".

Для того, щоб магнітний потік обмотки збудження підводився безпосередньо до обмотки статора і не розсіювався у просторі, котушки поміщені в пази сталевій конструкції - магнітопроводу. Так як перемінне магнітне поле наводиться не тільки в котушках, а й у магнітопроводі статора, то це призводить до виникнення паразитних вихрових струмів, які ведуть до втрати потужності і нагрівають статор. Для зменшення прояву цього ефекту магнітопровід виготовляють з набору сталевих пластин.

Бортова мережа автомобіля вимагає підведення до неї постійної напруги. Тому обмотка статора живить бортову мережу автомобіля через випрямляч, вбудований в генератор. Випрямляч для трифазної системи містить шість силових напівпровідникових діодів, три з яких з'єднані з виводом «+» генератора, а інші три з виводом «-» ("масою"). Напівпровідникові діоди знаходяться у відкритому стані і не роблять істотного опору проходженню струму при прикладанні до них напруги в прямому напрямку і практично не пропускають струм при зворотній напрузі. Слід звернути увагу на те, що під терміном "випрямний діод" не завжди ховається звична конструкція, що має корпус, виводи і т. д. іноді це просто напівпровідниковий кремнієвий перехід, загерметизований на тепловідводі.



Рис. 7. Модуль з випрямними діодами

1. Силові діоди; 2. Додаткові діоди; 3. Тепловідвід.

Багато виробників з метою захисту електронних вузлів автомобіля від сплесків напруги замінюють діоди силового мосту стабілітронами. Відмінність стабілітрона від випрямного діода полягає в тому, що при дії на нього напруги у зворотному напрямку він не пропускає струм лише до певної величини цієї напруги, яку називають напругою стабілізації. Зазвичай в силових стабілітронах напруга стабілізації становить 25 ... 30 В. При досягненні цієї напруги стабілітрони "пробиваються", тобто починають пропускати струм у зворотному напрямку, причому в певних межах зміни сили цього струму напруга на стабілітроні, а, отже, і на виводі «+» генератора залишається не змінною, яка не досягає небезпечних для електронних вузлів значень. Властивість стабілітрона підтримувати на своїх висновках сталість напруги після "пробою" використовується і в регуляторах напруги.

Як було зазначено вище, напруги на обмотках змінюються по кривих, близьких до синусоїди і в одні моменти часу вони позитивні, в інші негативні. Якщо позитивний напрямок напруги у фазі прийняти за стрілкою, спрямованої до нульової точки обмотки статора, а негативний від неї то, наприклад, для моменту часу t коли напруга другої фази відсутня, першої фази - позитивна, а третьою - негативна. Напрямок напруг фаз відповідає стрілкам показаним на малюнку.

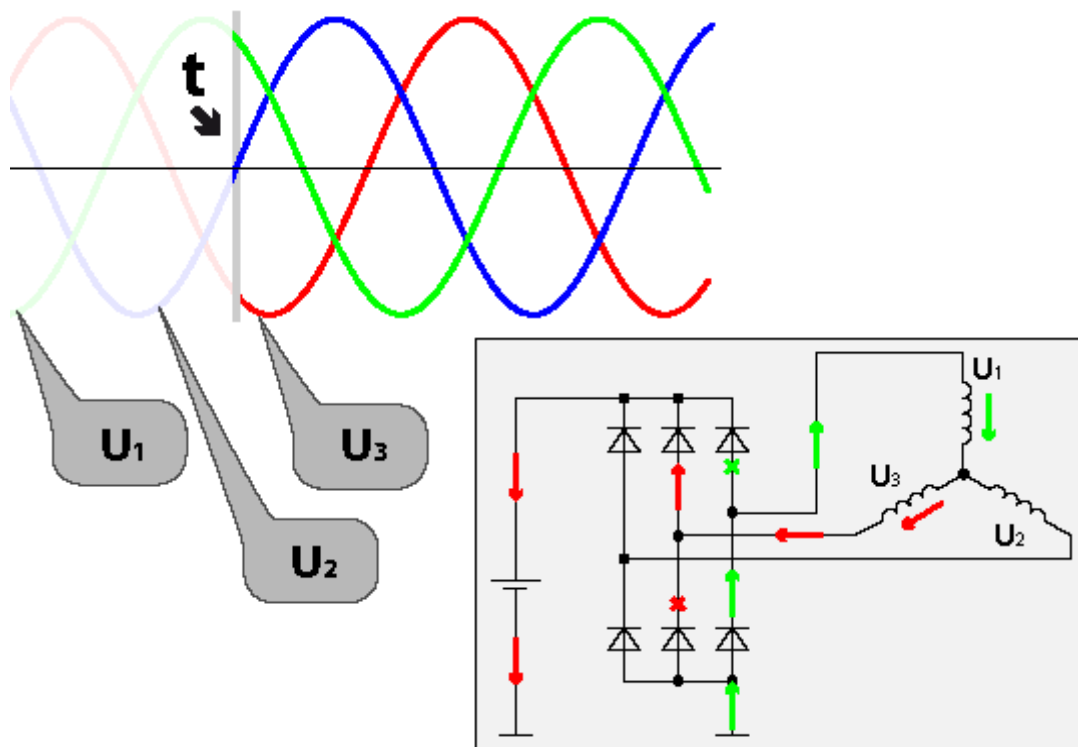


Рис. 8. Напрямок струмів в обмотках і випрямлячі генератора

Струм через обмотки, діоди і навантаження буде протікати у напрямку цих стрілок. Розглянувши будь-які інші моменти часу, легко переконатися, що в трифазній системі напруга, яка виникає в обмотках фаз генератора, діоди силового випрямляча переходять з відкритого стану в закритий і назад таким чином, що струм у навантаженні має тільки один напрямок - від виводу «+» генераторної установки до її виводу «-» ("маси"), тобто в навантаженні протікає постійний (випрямлений) струм.

У значній кількості типів генераторів обмотка збудження підключається до власного випрямляча, зібраного на трьох діодах. Таке підключення обмотки збудження перешкоджає протіканню через неї струму розряду акумуляторної батареї при непрацюючому двигуні автомобіля. Діоди випрямляча обмотки збудження працюють аналогічно, живлячи випрямленим струмом цю обмотку. Причому в випрямляч обмотки збудження теж входять 6 діодів, три з них спільні з силовим випрямлячем (негативні діоди). Струм збудження значно менше, ніж струм, що віддають генератором в навантаження. Тому в якості діодів обмотки збудження застосовуються малогабаритні слабкострумові діоди розраховані на струм не більше 2 А (для порівняння, діоди силового випрямляча допускають протікання струмів силою до 25 ... 35 А).

Напруга генератора без регулятора сильно залежить від частоти обертання його ротора, магнітного потоку, створюваного обмоткою збудження, а, отже, від сили струму в цій обмотці і величини струму, що віддається генератором споживачам. Чим більше частота обертання і сила струму збудження, тим більша напруга генератора, чим більше сила струму його навантаження - тим менше це напруга. Функцією регулятора напруги є стабілізація напруги при зміні частоти обертання і навантаження за рахунок

впливу на струм збудження. Раніше застосовувалися вібраційні регулятори, а потім контактно-транзисторні. Ці два типи регуляторів в даний час повністю витиснені електронними.



Рис. 9. Зовнішній вигляд електронних регуляторів напруги

Оформлення електронних напівпровідникових регуляторів може бути різним, але принцип роботи у всіх регуляторів однаковий. Звичайно, можна змінювати струм у колі збудження введенням в цей ланцюг додаткового резистора, як це робилося в колишніх вібраційних регуляторах напруги, але цей спосіб пов'язаний з втратою потужності в цьому резисторі і в електронних регуляторах не застосовується. Електронні регулятори змінюють струм збудження шляхом включення і відключення обмотки збудження від живильної мережі, при цьому змінюється відносна тривалість часу включення обмотки збудження. Якщо для стабілізації напруги потрібно зменшити силу струму збудження, час включення обмотки збудження зменшується, якщо потрібно збільшити - збільшується.

Класифікація систем запалювання

За конструкцією системи запалювання класифікують так :

Найпростіша **контактна (класична) батарейна система запалювання (КСЗ)** — це система з безперервним накопиченням енергії в котушці індуктивності, в якій керування і комутація струму здійснюється механічним контактним переривником.

Складнішими є **контактно-транзисторна (КТСЗ)** та **безконтактно-транзисторна системи запалювання (БТСЗ)**. Остання відрізняється від КТСЗ тим, що замість контактів тут використовують датчики імпульсів — найчастіше магнітоелектричні індукційні та датчики Холла.

Застосовують також **тиристорні системи запалювання** — з накопиченням енергії в конденсаторі. При цьому комутатором струму в первинному колі є тиристор, спосіб накопичення енергії — безперервний або

імпульсний, режим іскроутворення — одноразовий або багаторазовий, спосіб керування — контактний або безконтактний.

Існують *комбіновані системи запалювання*, коли накопичення енергії відбувається як у котушці запалювання, так і в конденсаторі, а комутація струму в котушці здійснюється відповідно транзистором і тиристором за допомогою контактів чи безконтактним способом.

На сучасних нових марках автомобілів установлюють і досконаліші *мікропроцесорні системи запалювання*, які максимально автоматично враховують інформацію про технічні параметри роботи двигуна в різних режимах його роботи. Для обробки цієї інформації, що надходить від різних датчиків, двигуни обладнують спеціальними мікро-ЕОМ, які за відповідними програмами забезпечують корекцію роботи систем як запалювання, так і живлення. Існують ще складніші конструкції системи запалювання. Так, фірма "Bosch" застосовує систему, коли кожний циліндр має свою індукційну котушку, яка керується одним з вихідних каскадів контролера. Котушка запалювання подає на свічку напругу до 32 кВ. Система дає змогу швидко змінювати кут випередження запалювання в кожному циліндрі незалежно від інших. Завдяки відсутності обертових частин робочий діапазон регулювання кута випередження запалювання збільшений приблизно на 10° і становить 59° по колінчастому валу для кожного циліндра.

4. Контактна система батарейного запалювання

Джерелом високої напруги різних систем запалювання є індукційна котушка, яка перетворює струм низької напруги від акумулятора чи генератора на струм високої (12 і більше кіловольт).

До електричної мережі класичної системи запалювання (рис. 1) входять: джерело живлення — з'єднані паралельно генератор 6 і акумуляторна батарея 5; котушка запалювання 8 з первинною і вторинною обмотками; конденсатор 9; переривник-розподільник 2 з кулачком 3 і контактами 4; свічки запалювання і проводи високої напруги.

На пускових двигунах тракторів запалювання робочої суміші відбувається від магнето, в якому одночасно змонтовано магнітоелектричний генератор, переривник і котушку запалювання.

Після включення вимикача запалювання 7 при замкнених контактах 4 переривника-розподільника 2 струм низької напруги від "+" акумуляторної батареї проходить у первинній обмотці котушки запалювання і через замкнені контакти на "масу" двигуна та "—" батареї. При цьому навколо витків первинної обмотки створюється електромагнітне поле, яке за своїм значенням нарастає впродовж 0,02 с і досягає максимального значення, коли сила струму збільшиться до 3,0—3,5 А. Таке змінне магнітне поле у первинній обмотці індукуює у вторинній БРС взаємодукції близько 2 кВ.

У момент розмикання, контактів переривника струм у первинній обмотці швидко зникає, отже, зникає і магнітний потік, який, перетинаючи витки вторинної й первинної обмоток, **індукує в них ЕРС відповідно високої**

напруги (16—26 кВ), а також самоіндукції (200— 300 В) такого самого напрямку, що й перерваний струм. Остання затримує його зникнення і призводить до виникнення іскріння та підгоряння контактів. Щоб уникнути цього явища, паралельно контактам вмикають конденсатор 9.

Фізичні явища формування імпульсів струму високої напруги і виникнення іскри в свічці запалювання графічно зображені на (рис.2.) Під час обертання вала двигуна відбувається замикання контактів переривника і при включеному запалюванні по первинній обмотці індукційної котушки проходить струм I_{1p} , поступово збільшуючись від нуля до максимального значення по експоненті (див. рис. 2, а).

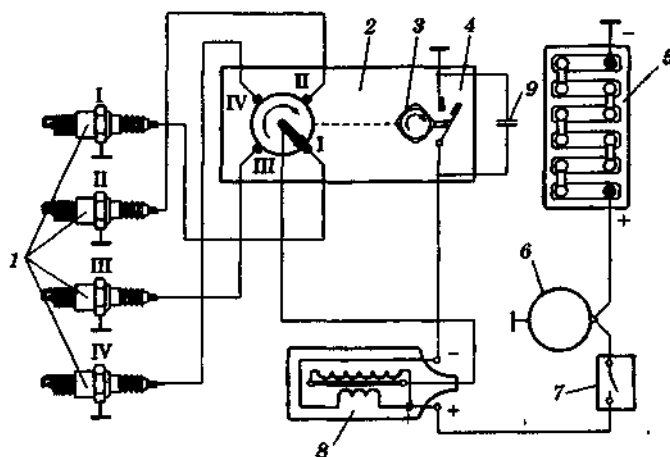


Рис. 1. Контактна система запалювання (КСЗ) з триклемною котушкою: 1 — свічки запалювання; 2 — переривник-розподільник; 3 — кулачок з виступами; 4 — контакти; 5 — акумуляторна батарея; 6 — генератор; 7 — вимикач запалювання; 8 — котушка запалювання; 9 — конденсатор

У момент, необхідний для подавання іскрового імпульсу, контакти переривника розмикаються і виникає коливальний процес, пов'язаний з обміном енергії між магнітним полем котушки та електричним полем в ємностях первинного й вторинного кіл. Амплітуда коливань напруги, прикладеної до електродів свічки U_2 , спадає по експоненті (як показано на рис. 2, б штриховою лінією).

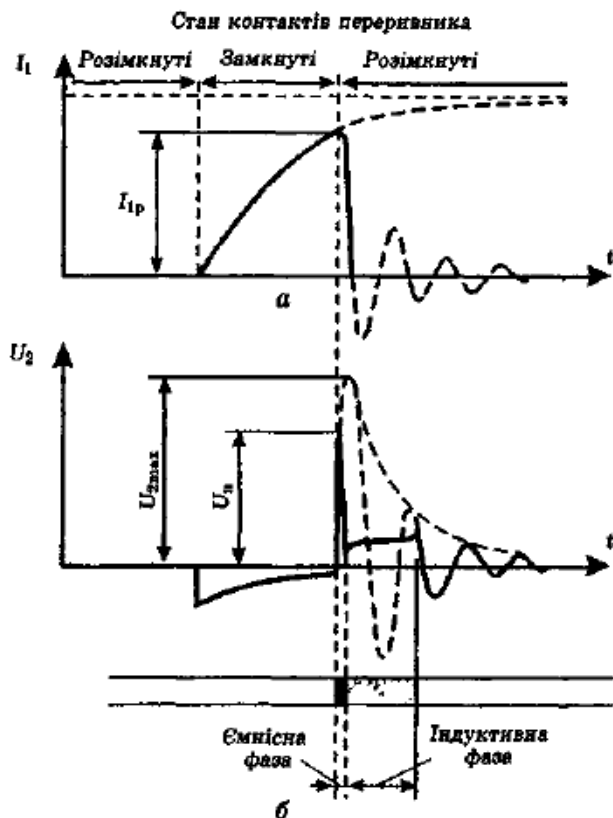
Проте інтерес викликає лише перша напівхвиля напруги оскільки коли її максимальне значення U_{2max} перевищує напругу лробою іскрового проміжку U_n , виникає необхідна

для запалювання іскра. Величина U_{2max} залежить від коефіцієнта трансформації котушки запалювання K_T , величини струму в первинній обмотці в момент розмикання контактів I_{1p} , а також індуктивності L_1 та ємності C_1 первинної і C_2 вторинної ланок.

Максимальна напруга вторинної обмотки U_{2max} за відсутності іскрового розряду здійснює згасаючі коливання. Її можна визначити за формулою

$$U_{2max} = I_p \sqrt{\frac{L_1}{C_1 \left[\frac{w_1}{w_2} \right]^2 + C_2}} \eta,$$

де I_p — струм розриву в первинному колі; C_1 — ємність первинного кола; C_2 — ємність вторинного кола; $K_1 = w_1/w_2$ — коефіцієнт трансформації котушки запалювання; L_1 — індуктивність первинної обмотки; η — коефіцієнт, що враховує зменшення вторинної напруги через теплові втрати в обох обмотках, опір нагару $R_{ш}$, що шунтує іскровий проміжок, а також в осерді котушки під час його перемагнічування ($\eta = 0,75 \dots 0,85$).



Після пробію іскрового проміжку вторинна напруга різко зменшується. При цьому іскра спочатку має ємнісну фазу, пов'язану з розрядженням ємностей на проміжок, а потім індуктивну, під час якої

Рис. 2. Графічне зображення формування імпульсів струму високої напруги в іскрі виділяється енергія, накопичена в магнітному полі котушки. Ємнісна складова іскри є короткочасною, з великою силою струму і має блакитне

світіння. Індуктивна фаза значно триваліша, має невелику силу струму і неяскраве червоне світіння.

Осцилограма вторинної напруги, яка відповідає графіку, зображеному на рис. 2, б, демонструє ознаки нормальної роботи системи запалювання. Це можна визначити і за виглядом іскри між електродами свічки. Якщо вона має яскраве ядро, оточене полум'ям червоного кольору, то така система запалювання справна.

Зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала та кількості циліндрів контакти переривника перебувають у замкнутому стані менший час, а тому струм у первинній обмотці котушки запалювання не досягає свого максимального значення і вторинна напруга зменшується (рис.3)

Аналогічний негативний вплив має збільшення зазору між контактами переривника. Разом з тим за малого зазору і низької частоти обертання цей проміжок пробиває струм ЕРС самоіндукції, відбувається іскріння в контактах переривника, струм різко не зникає і, як наслідок, напруга у вторинній обмотці зменшується. З цих причин оптимальний зазор між контактами переривника, за якого індукується максимальна вторинна напруга в котушці запалювання, встановлюють у межах 0,35—0,45 мм.

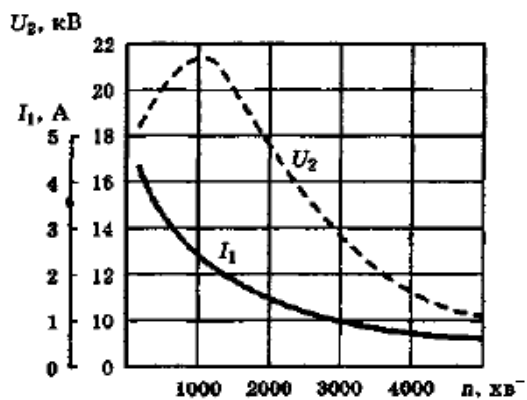


Рис. 3. Залежність сили струму в первинній обмотці котушки запалювання I_1 і вторинної напруги U_2 від частоти обертання колінчастого вала двигуна n

Як зазначалось вище, струм самоіндукції, що виникає в первинній обмотці котушки запалювання у разі розмикання контактів, має негативний вплив, оскільки він зберігає напрям перерваного струму, спричинює іскріння та

обгоряння контактів переривника.

Для усунення цього явища паралельно контактам підключають конденсатор, який при розмиканні контактів заряджається і запобігає певною мірою їх обгорянню. При черговому замиканні контактів конденсатор розряджається через первинну обмотку, створюючи при цьому імпульс струму зворотного напрямку і підсилюючи зростання вторинної напруги. Оскільки кожна система запалювання має власні параметри, для неї підбирають свій конденсатор первинного кола, ємність якого перебуває в межах 0,17—0,35 мкФ. Відхилення від цього показника в різних автомобілях знову ж таки зменшує вторинну напругу (рис. 4).



Ємність вторинного кола C_2 складається з ємності котушки запалювання та іскрової свічки запалювання, а також залежить від довжини і розміщення високовольтних проводів, їх екранування для усунення радіоперешкод. Збільшення цієї ємності, в свою чергу, зменшує напругу у вторинній обмотці. Негативний вплив має також утворення нагару на електродах чи ізоляторі свічки, який шунтує іскровий проміжок і зменшує енергію вторинної напруги.

Рис. 4. Залежність вторинної напруги U_{2max}

від ємності первинного кола C_1 ,

5. Контактнo-транзисторна система запалювання

У міру вдосконалення бензинових двигунів шляхом збільшення ступеня стиску, частоти обертання і числа циліндрів, збіднення робочої суміші, підвищення вимог до довговічності контактів переривника, забезпечення надійного і безперебійного іскроутворення класична контактна система запалювання вичерпала свої можливості щодо задоволення цих вимог. Зі збільшенням частоти обертання і кількості циліндрів виникла потреба у встановленні системи запалювання з вищою енергією. Однак при цьому з'являються два протиріччя: з одного боку — це необхідність збільшення струму в первинній обмотці котушки запалювання, з іншого — потрібно його зменшити, оскільки контакти переривника інтенсивно спрацьовуються.

Контактно-транзисторна система запалювання (КТСЗ), що розглядається на прикладі автомобіля ГАЗ-53А (рис.1), відрізняється від КСЗ наявністю транзисторного комутатора ТК-102, блока додаткових резисторів, котушки запалювання іншої конструкції та відсутністю конденсатора, який встановлювали на переривнику.

Котушка запалювання має підвищений коефіцієнт трансформації і зменшену індуктивність первинної обмотки ($w_1 = 180$ витків, $w_2 = 41500$ витків). Один кінець вторинної обмотки з'єднаний з корпусом котушки на "масу". Блок додаткових резисторів обмежує струм у котушці і складається з двох опорів по 0,53 Ом, розміщених окремо від котушки запалювання, один з яких під час пуску двигуна закорочується.

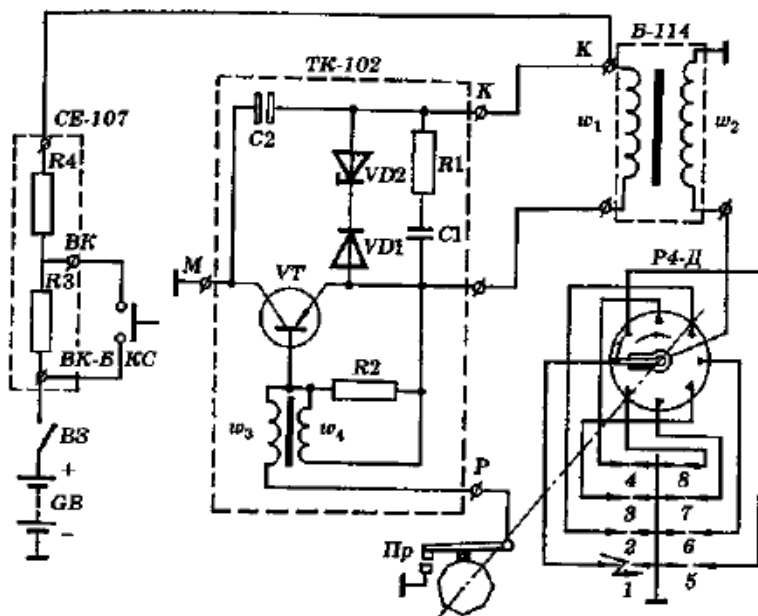
Транзисторний комутатор призначений для ввімкнення та вимкнення струму низької напруги в первинній обмотці котушки запалювання. Контакти переривника тепер служать для керування транзисторним комутатором (відкривання чи закривання транзистора).

У транзисторному комутаторі встановлений потужний германієвий транзистор ГТ-701А типу *p-n-p*; імпульсний трансформатор, первинна обмотка w_3 якого з'єднана з базою транзистора і переривником, а вторинна w_4 зашунтована резистором R_2 і з'єднана з емітером транзистора; конденсатор C_1 (1 мкФ, 160 В) з резистором R_1 ; силіційовий стабілітрон VD_2 типу Д-817В з германієвим діодом VD_1 типу Д7Ж та електролітичний конденсатор C_2 (50 мкФ, 50 В).

Рис. 1. Схема контактно-транзисторної системи запалювання.

При ввімкненні вимикача запалювання і замкнутих контактах переривника через транзистор струм проходить двома шляхами: струм керування силою 0,3—0,9 А — від "+" акумуляторної батареї, далі через вимикач запалювання, додаткові резистори R_3 і R_4 , первинну обмотку

індукційної котушки, перехід емітер—база транзистора, первинну обмотку імпульсного трансформатора, контакти переривника і до "маси" двигуна та "—" акумуляторної батареї. Перехід емітер—база відпирає транзистор, різко зменшуючи опір колекторного переходу, і відкриває шлях для проходження основного струму через первинну обмотку котушки запалювання



основний струм, первинної обмотки (7—8 А) проходить від "+" акумуляторної батареї через вимикач запалювання, додаткові резистори, первинну обмотку індукційної котушки, перехід емітер—колектор, "масу" двигуна і "-" акумуляторної батареї.

При розмиканні контактів переривника струм у колі керування транзистором переривається, опір переходу емітер—колектор різко зростає, транзистор запирається і струм у первинній обмотці індукційної котушки зникає. В результаті цього у вторинній обмотці котушки запалювання відбуваються процеси, аналогічні процесам у контактній системі запалювання.

Імпульсний трансформатор забезпечує прискорення процесу запирання транзистора. В момент розмикання контактів переривника зникаюче магнітне поле первинної обмотки імпульсного трансформатора перетинає витки вторинної обмотки і індукує в ній електрорушійну силу зворотного напрямку. ЕРС створює на емітерному переході зворотну (від'ємну) напругу, завдяки чому транзистор швидше запирається.

Стабілітрон VD2 і діод VD1 запобігають перенапрузі і пробією транзистора струмом самоіндукції первинної обмотки котушки запалювання, ЕРС якої перебуває в межах 100—120 В. Перехід емітер—колектор розрахований на напругу до 160 В і струм не більш як 20 А. Однак у разі випадкового її підвищення (від'єднання проводів високої напруги або несправностей реле-регулятора) відбувається пробій стабілітрона і зростання напруги припиняється, оскільки стабілітрон разом з діодом VD1 шунтують первинну обмотку. Одночасно діод VD1 запобігає проходженню робочого струму низької напруги через стабілітрон в обхід первинної обмотки індукційної котушки.

Стабілітрон VD2 і діод VD1 запобігають перенапрузі і пробією транзистора струмом самоіндукції первинної обмотки котушки запалювання, ЕРС якої перебуває в межах 100—120 В. Перехід емітер—колектор розрахований на напругу до 160 В і струм не більш як 20 А. Однак у разі випадкового її підвищення (від'єднання проводів високої напруги або несправностей реле-регулятора) відбувається пробій стабілітрона і зростання напруги припиняється, оскільки стабілітрон разом з діодом VD1 шунтують первинну обмотку. Одночасно діод VD1 запобігає проходженню робочого струму низької напруги через стабілітрон в обхід первинної обмотки індукційної котушки.

Як видно зі схеми і принципу роботи КТСЗ, контакти переривника розвантажені від великого струму, тому термін їх служби значно більший, ніж в КСЗ. Отже, можна отримати вищу напругу на електродах свічок, збільшити між ними зазор, що дає можливість працювати на збіднених сумішах і за рахунок цього зменшити токсичність випускних газів, полегшити пуск і збільшити надійність роботи двигуна за малих і великих частот обертання.

На жаль, використання механічних контактів у КТСЗ не усуває такого недоліку, як їх спрацювання, що в процесі експлуатації призводить до зміни встановленого кута випередження запалювання та асинхронного

іскроутворення. Недоліками є також обмежений швидкісний режим через вібрацію контактів і значні труднощі у поновленні складних характеристик регулювання кута випередження запалювання.

6. Безконтактна транзисторна система запалювання

Недоліки, пов'язані з наявністю контактів переривника, повністю усунули, застосувавши системи з безконтактним керуванням моментом запалювання та механічними автоматами регулювання кута випередження запалювання. Сигнали, що керують моментом запалювання, формуються безконтактними датчиками, які встановлюють у розподільнику замість рухомої пластини, переривника й кулачка.

Застосовують в основному два типи генераторних датчиків:

магнітоелектричний індукційний датчик, який встановлюють на автомобілях типу ГАЗ, ЗІЛ, ЛіАЗ, УАЗ. Принцип роботи такого датчика ґрунтується на явищі електромагнітної індукції. Він складається з нерухомої котушки з певною кількістю витків і постійного магніту, що обертається від колінчастого вала двигуна;

датчик Холла*, принцип дії якого полягає у виникненні ЕРС у напівпровідниковій пластині зі струмом, що знаходиться в магнітному полі. Магнітна система, як правило, монтується в датчик, а комутація магнітного потоку здійснюється спеціальною шторкою з магнітоелектричної сталі, механічно з'єднаною з колінчастим валом. Такі датчики встановлюють на автомобілях ВАЗ-2108, -2109, -1111, "Ока", ЗАЗ-1102 "Таврія" тощо.

Комутація струму в первинній обмотці індукційної котушки в БТСЗ здійснюється транзистором. При цьому час, впродовж якого відбувається накопичення енергії в магнітному полі, може залежати від частоти обертання колінчастого вала двигуна (кут повороту колінчастого вала двигуна, за якого існує струм у первинній обмотці котушки запалювання, сталий і не залежить від частоти його обертання) або не залежати від неї (час накопичення енергії нормується).

На рис. 3 зображена принципова схема безконтактної транзисторної системи запалювання з магнітоелектричним індукційним датчиком, що являє собою однофазний генератор змінного струму з ротором на постійних магнітах, число пар полюсів якого відповідає числу циліндрів двигуна. До такої БТСЗ входять також високовольний датчик-розподільник 2 (датчик і розподільник конструктивно об'єднані в один агрегат — датчик-розподільник), котушка запалювання 4, транзисторний комутатор 3, свічки запалювання 1 та інші елементи.

Датчики-розподільники БТСЗ (рис.2) виготовляють на базі традиційних розподільників, у яких контакти переривника замінені безконтактним датчиком. Тому доцільно розглянути лише особливості їхньої конструкції. У корпусі 3 на підшипнику 15 встановлений статор 13 магнітоелектричного датчика імпульсів. Ротор напресований на латунну втулку 12, яка своєю підковоподібною пластиною з'єднана з відцентровим регулятором 16 кута випередження запалювання. Статор має обмотки 23 і дві

сталеві пластини — 22 і 24. Один кінець обмотки з'єднаний з виводом 5 датчика-розподільника.

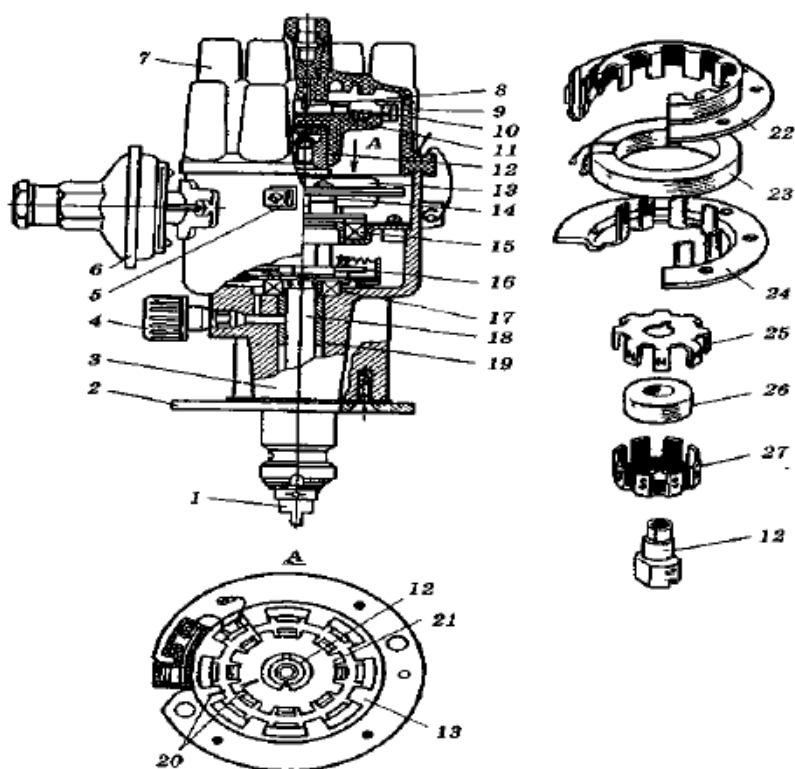


Рис.2 Датчик-розподільник системи запалювання з магнітоелектричним датчиком:

1 — муфта розподільника; 2 — опорна пластина; 3 — корпус розподільника; 4 — маслянка; 5 — вивід; 6 — вакуумний регулятор; 7 — кришка розподільника; 8 — центральний вугільний електрод з пружиною; 9 — зовнішній контакт ротора; 10 — центральний контакт ротора; 11 — ротор; 12, 19 — втулки; 13 — статор

магнітоелектричного датчика; 14 — регулювальні шайби; 15, 17 — підшипники; 16 — відцентровий регулятор випередження запалювання; 18 — валик розподільника; 20 — позначки; 21 — ротор датчика; 22, 24 — пластини; 23 — обмотка; 25, 27 — полюсні наконечники; 26 — кільцевий постійний магніт

Ротор складається з кільцевого постійного магніту 26 та двох дзюбоподібних сталевих наконечників 25 і 27, розміщених з обох торців постійного магніту. Один наконечник має північний полюс, другий — південний. Зубці наконечника з північним полюсом входять у впадини між зубцями південного полюса.

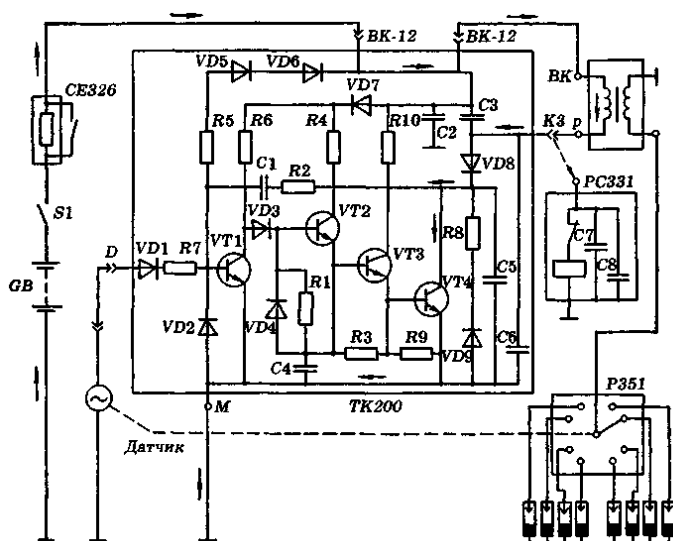


Рис. 3. Схема безконтактної транзисторної системи запалювання GB

Ця система працює так. При ввімкненому запалюванні й нерухомому роторі датчика електричні імпульси в його обмотці не збуджуються. При цьому транзистор VT1 закритий, його база і емітер мають однаковий потенціал. У такому разі потенціал бази транзистора VT2 дещо вищий, ніж емітера, і

через перехід база—емітер проходить струм керування по колу: акумуляторна батарея, вимикач S1, додатковий резистор CE326, з'єднання BK12, діод VD7, резистор R6, діод VD3, перехід база—емітер транзистора VT2, резистори R3, R9 і прямує на корпус, тобто до "мінусової" клеми акумуляторної батареї.

Тоді транзистор VT2 відкривається і через його перехід колектор—емітер проходить струм керування транзистора VT3, що призводить до відкривання транзистора VT3, виникнення струму керування і відкривання вихідного транзистора VT4. Через відкритий транзистор VT4 струм надходить до первинної обмотки індукційної котушки, створюючи магнітний потік. При цьому струм проходить по колу: клема "+" акумуляторної батареї, вимикач S1, резистор CE326, з'єднання BK12, первинна обмотка індукційної котушки, діод VD8, перехід колектор—емітер транзистора VT4, корпус, клема "-" акумуляторної батареї. Отже, схема підготовлена до формування імпульсів високої напруги.

У разі обертання колінчастого вала двигуна стартером, а отже, і ротора датчика, в обмотці збуджуються імпульси змінного струму синусоїдальної форми, який через діод VD1 і резистор R7, перехід база—емітер транзистора VT1 і корпус надходить до другого кінця обмотки датчика. При досягненні найбільшого значення позитивної півхвилі синусоїдального струму транзистор VT1 відкривається і шунтує перехід база—емітер транзистора VT2, з'єднуючи його базу через діод KD3 з клемою "-" батареї. Транзистор VT2 закривається, а отже, закриваються і транзистори VT3 і VT4, переходячи в режим відсікання, тобто струм через них не проходить. **При цьому струм у первинній обмотці індукційної котушки різко зменшується, а спадаючий магнітний потік збуджує у витках вторинної обмотки струм високої напруги, що розподіляється розподільником по свічках запалювання.**

Одночасно спадаючий магнітний потік збуджує ЕРС самоіндукції у первинній обмотці, що може призвести до пробоя транзисторів. Щоб уникнути цього, паралельно транзистору VT4 ввімкнено стабілітрон VD9, що забезпечує заряджання конденсаторів C3 і C6. При цьому в контурі, що складається з первинної обмотки індукційної котушки і конденсатора C3, виникають затухаючі коливання, які збуджують у вторинній обмотці серію імпульсів високої напруги, а отже, по чергово ще кілька послідовних іскор (до 10 і більше) у свічці запалювання. Саме підвищення інтенсивності іскроутворення є однією з головних переваг електронних схем запалювання, що підвищує можливість швидкого пуску двигуна, особливо в холодну пору року. Позитивний період ЕРС самоіндукції через діод VD8 по колу зворотного зв'язку (резистора R2 і конденсатора C1) надходить на базу VT1, прискорюючи його відкривання. Так закінчується один цикл роботи схеми, а отже, і виникнення іскри в одній свічці запалювання.

Для чергового спрацьовування схеми потрібно відкрити транзистор VT4 і пропустити струм через первинну обмотку індукційної котушки. Це

здійснюється так: негативна півхвиля синусоїдального струму датчика запирає вхідний транзистор VT1, у цьому разі транзистор VT2 відкривається, а разом з ним відкриваються і транзистори VT3 і VT4, отже, струм знову починає надходити в первинну обмотку індукційної котушки. Далі процес повторюється.

За незначної частоти обертання колінчастого вала двигуна стартером частота обертання ротора датчика і, отже, частота імпульсів керування незначні, що збільшує тривалість позитивних імпульсів. У результаті конденсатор C1 заряджається і розряджається кілька разів, а транзистори VT1, VT2, VT3, VT4 переходять з відкритого стану в закритий. При цьому магнітний потік первинної обмотки індукційної котушки виникає і зникає кілька разів, що і викликає **серію імпульсів струму високої напруги та іскор у свічці запалювання.**

Зі збільшенням частоти обертання колінчастого вала двигуна до 600 хв⁻¹ і вище збільшується частота обертання ротора датчика і, отже, кількість імпульсів керування, тривалість яких відповідно зменшується. Одночасно зменшується частота заряджання і розряджання конденсатора C1 у колі зворотного зв'язку, коливний процес у контурі первинної обмотки індукційної котушки й конденсатора C3 припиняється і в схемі збуджується лише один імпульс струму високої напруги, а в свічці запалювання виникає лише одна іскра.

Стабілітрони VD5 і VD6 захищають транзисторний комутатор від можливого перевищення напруги в системі електроживлення машини. Так, у разі підвищення напруги генератора до 17—18 В (замість 14 В) через стабілітрони VD5 і VDQ струм проходить у зворотному напрямку, від клемми "+" генератора через резистор R5 на перехід база—емітер транзистора VT1. При цьому останній відкривається і зумовлює закривання транзисторів VT2, VT3 і VT4, що призводить до порушення роботи системи запалювання і свідчить про необхідність регулювання напруги генератора.

Випередження запалювання здійснюється важільцями відцентрового регулятора 16 (див. рис. 2), які при підвищенні частоти обертання валика датчика-розподільника через пластину прокручують ротор датчика у бік обертання. При цьому керуючий імпульс подається на транзисторний комутатор дещо раніше і кут випередження запалювання також збільшується. Вакуумний регулятор 6 діє при зміні тиску у всмоктувальному трубопроводі двигуна і мембрана, переміщуючись у той чи інший бік, через тягу повертає статор 13 відносно ротора, відповідно змінюючи кут випередження запалювання.

Кришка 7 розподільника, зокрема даного розподільника, має дев'ять виводів, з яких вісім з'єднані проводами високої напруги із свічками запалювання, а центральний — через вугільний рухомий електрод типу ДСНК — з контактною пластиною ротора. Вугільний електрод має активний опір 6—15 кОм і, крім пропускання струму високої напруги, зменшує радіоперешкоди від системи запалювання. Отже, ротор, обертаючись,

розподіляє імпульси високої напруги по нерухомих контактах високовольних виводів кришки, з'єднаних із запальними свічками в порядку роботи циліндрів двигуна.

У разі несправності магнітоелектричного датчика або транзисторного комутатора застосовують резервну систему запалювання, до складу якої входять аварійний вібратор РС331 (51.3747), індукційна котушка і розподільник високої напруги. Під час роботи вібратор з певною частотою безперервно розмикає коло живлення первинної обмотки індукційної котушки, яка в цьому разі працює в режимі безперервного іскроутворення.

Вібратор — це електромагнітний переривник з контактами, заблокованими конденсаторами С7 і С8 (див. рис. 3). Струм від акумуляторної батареї через вимикач S1, додатковий резистор СЕ326, з'єднання ВК-12 і клему ВК проходить через первинну обмотку індукційної котушки та з'єднання К3, обмотку електромагніту вібратора і далі на корпус та клему "—" акумуляторної батареї. Осердя електромагніту намагнічується, якірець реле притягується до осердя, розмикаючи при цьому контакти і коло живлення. Намагнічування осердя зникає, і якірець зворотною пружиною повертається у вихідне положення, замикаючи контакти.

Під час розмикання контактів вібратора одночасно зникає струм у первинній обмотці індукційної котушки. У процесі спадання магнітного потоку у вторинній обмотці збуджується струм високої напруги, що викликає іскроутворення у свічці запалювання. Потім процес повторюється. Частота вібрації контактів становить 250—400 Гц.

Для ввімкнення резервної системи запалювання від'єднують провід від клему К3 транзисторного комутатора, з'єднують його з виводом вібратора і при ввімкненні запалювання відразу вмикають стартер. Якщо пуск двигуна не відбувся, вмикають вмикач запалювання, інакше імпульси струму високої напруги пропалять кришку датчика-розподільника.

Отже, резервна система запалювання має короточасну дію, її ресурс становить не більш як 30 год, і користуються нею лише для того, щоб дістатися до місця технічного обслуговування. Крім того, під час роботи резервної системи не працюють відцентровий і вакуумний регулятори, отже, двигун працює з нерегульованим моментом запалювання, що призводить до нерівномірності роботи двигуна і перевитрати палива.

Застосування БТСЗ має істотні переваги, а саме:

- контакти переривника не обгорають (як у КСЗ) і не забруднюються (як у КТСЗ);
- немає необхідності тривалий час відновлювати момент запалювання, контролювати і регулювати кут замкненого (розімкненого) стану контактів, у результаті двигун не втрачає потужності з цих причин;
- не порушується рівномірність розподілу іскрових імпульсів по циліндрах, оскільки через відсутність контактів немає биття й вібрації їх, а відповідно, і ротора розподільника;
- підвищена енергія розряду на свічці в БТСЗ надійно забезпечує

запалювання робочої суміші за різних режимів роботи двигуна, що особливо ефективно під час розгону автомобіля, коли збіднення суміші не повністю компенсується навіть прискорювальним насосом. Ефективне запалювання приблизно на 20% знижує вміст СО у відпрацьованих газах і на 5% — витрату палива;

- забезпечує надійний пуск холодного двигуна за низьких температур і в разі спаду напруги живлення навіть до 6 В.

Безконтактні транзисторні системи запалювання можуть бути встановлені на автомобілях з класичною системою запалювання (КСЗ). У цьому разі замість переривника-розподільника і котушки запалювання встановлюють три нових прилади: датчик-розподільник, іншу індукційну котушку та комутатор

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. Перечисліть способи заряджання акумуляторних батарей. 2. Якими приладами вимірюють густину електроліту? 3. З якою метою вимірюють густину електроліту? 3. Перелічіть несправності АКБ. Як їх можна уникнути? 4. Які акумуляторні батареї сьогодні існують і використовуються? 5. В чому полягає перевага свинцево - кислотних акумуляторних батарей? 6. Яку будову має свинцево-кислотна батарея? 7. Із яких компонентів виготовляють електроліт для свинцево-кислотних батарей? Як контролюють співвідношення цих компонентів? 8. Які хімічні процеси відбуваються в свинцевому акумуляторі?

1. З яких частин складається генератор з рухомою обмоткою збудження? 2. З яких частин складається генератор з не рухомою обмоткою збудження? 3. Поясніть принцип роботи генератора. 4. Для чого призначена обмотка на валу ротора? 5. Для чого призначені обмотки статора, як їх з'єднують ? 6. Яке призначення має випрямляч генератора, як він працює? 7. Від яких факторів залежить напруга генератора?

1. Які вимоги пред'являються до сучасних систем запалювання? 2. Від яких параметрів залежить пробивна напруга свічки? 3. Дайте визначення терміну „кут випередження запалювання„. 4. Як зміна кута випередження запалювання впливає на роботу двигуна? 5. Які типи систем запалювання використовують на сучасних двигунах? 6. Яка напруга подається на свічки у сучасних системах запалювання ? 7. З яких елементів складається три клемна котушка запалювання? 8. Як працює котушка запалювання? 9. Як маркують свічки запалювання? 10. Які елементи входять до складу переривника - розподільника? 11. Поясніть принцип роботи відцентрового і вакуумного регуляторів? 12. Яку функцію виконує октан-коректор? 13. Які елементи входять до складу контактної системи запалювання? 14. В який момент у вторинній обмотці котушки запалювання виникає висока напруга? 15. З якою метою в схему системи запалювання включають конденсатор? 16. Як маркують свічки запалювання? 17. Які елементи входять до складу переривника - розподільника? 18. Поясніть принцип роботи відцентрового і вакуумного регуляторів? 19. Яку функцію виконує октан-коректор? 20. Які елементи входять до складу контактної системи запалювання? 21. В який момент у

вторинній обмотці котушки запалювання виникає висока напруга? 22. З якою метою в схему системи запалювання включають конденсатор?

Лабораторно-практичне заняття № 9.

Тема: Система пуску двигуна. Системи освітлення, сигналізації і контролю.

1. Мета: Вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила обслуговування системи пуску двигуна електричним стартером та прилади системи освітлення, сигналізації і контролю.

2. Типові завдання.

1. Схеми системи пуску.
2. Системи освітлення, світлової та звукової сигналізації.

3. Довідковий матеріал.

УМОВИ ПУСКУ ДВИГУНІВ.

Для пуску двигуна внутрішнього згорання необхідно повернути колінчастий вал з такою частотою обертання, при якій забезпечуються гарне смесеобразование, достатню стиск і запалення суміші. Мінімальну частоту обертання колінчастого вала, при якій відбувається надійний пуск двигуна, називають пусковий. Вона залежить від виду двигуна і умов пуску.

Пускова частота обертання колінчастого вала карбюраторних двигунів повинна бути не менше 0,66 ... 0,83 (40 ... 50 об / хв), а у дизелів - 2,50 ... 4,16 (150 ... 250 об / хв). При меншій частоті пуск двигуна утруднюється, оскільки збільшується витік заряду через нещільності, внаслідок чого знижується тиск газів в кінці стиснення.

При обертанні колінчастого вала в період пуску потрібні значні зусилля, щоб подолати опору тертя рухомих деталей і стиснутого заряду. При низькій температурі це зусилля зростає через збільшення в'язкості масла.

Розрізняють такі способи пуску двигунів: електричним стартером, допоміжним двигуном і вручну за допомогою пускової рукоятки або шнура, намотуваного на маховик пускового двигуна.

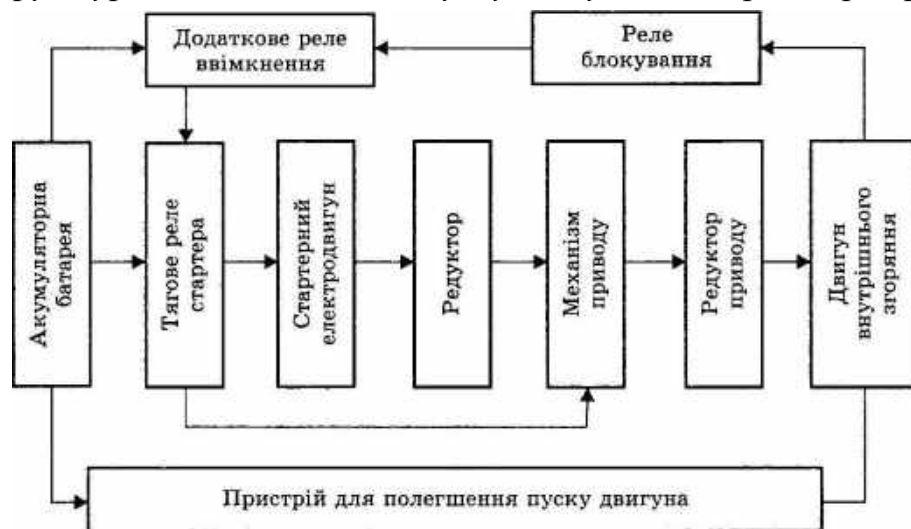
Пуск електричним стартером найбільш поширений спосіб пуску автомобільних і багатьох тракторних двигунів. Стартер зручний в експлуатації, значно полегшує роботу водія, але вимагає кваліфікованого обслуговування, має обмеженим запасом енергії, що скорочує число можливих спроб пуску двигуна.

Пуск допоміжним двигуном застосовують на деяких дизелях. Цей спосіб на відміну від перших двох надійніший в будь-яких температурних умовах, але операції при пуску складніше.

Для полегшення пуску дизелів при низькій температурі навколишнього повітря застосовують декомпресійний механізм і підігрівальні пристрою.

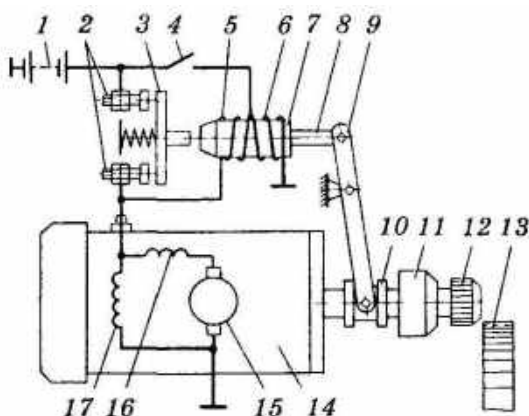
У більшості автотракторних двигунів управління механізмами системи пуску - дистанційне з кабіни водія. Система пуску призначена для створення оптимальних умов для розкручування колінчастого вала до пускової частоти, яка забезпечує утворення і запалювання робочої суміші. За структурною схемою системи пуску автомобільних і тракторних двигунів електричним стартером мало різняться між собою:

Структурна схема системи пуску двигуна електростартером



До складу системи пуску входять акумуляторна батарея, стартер, електрична мережа (реле, вимикачі, проводи) та пристрої, що полегшують пуск. У стартер може бути вмонтований додатковий редуктор.

Електростартер конструктивно об'єднує в собі електродвигун 14 (рис. 2),



механізм приводу з муфтою вільного ходу 11 та електромагнітне тягове реле. При замиканні контактів вимикача стартера 4 або додаткового реле чи реле блокування струм подається на втягувальну 5 і утримувальну 6 обмотку. Якір 7 тягового реле переміщується до осердя електромагніта і за допомогою штока 8 та важеля 9

Рис. 2. Принципова схема керування

електростартером:

1 — акумуляторна батарея; 2 — контактні болти; 3 — рухома контактна пластина; 4 — вимикач стартера; 5 — втягувальна обмотка тягового реле; 6 — утримувальна обмотка тягового реле; 7 — якір тягового реле; 8 — шток; 9 — важіль приводу; 10 — відводка; 11 — муфта вільного ходу; 12 — шестірня приводу; 13 — зубчастий вінець маховика; 14 — стартерний електродвигун; 15 — якір; 16, 17 — послідовна і паралельна обмотки збудження механізму приводу вводить шестірню 12 в зачеплення з вінцем маховика. В кінці ходу якоря реле контактна пластина 3 замикає силові контакти 2 і електродвигун стартера, отримавши живлення від акумуляторної батареї, обертає колінчастий вал двигуна. При цьому втягувальна обмотка шунтується рухомою контактною пластиною і в тяговому реле працює лише одна утримувальна.

Шестірня приводу залишається в зачепленні з вінцем маховика доти, доки контакти вимикача 4 замкнуті. Обертанню якоря 15 стартера від маховика після пуску двигуна запобігає муфта вільного ходу 11. Після розмикання

контактів вимикача 4 втягувальна і утримувальна обмотки тягового реле через силові контакти 2 перемикаються послідовно і тепер створюють два однакових, але протилежно спрямованих магнітних потоки. Осердя електромагніта розмагнічується, і зворотна пружина переміщує якір 7 в неробочий стан, розмикає силові контакти 2 і виводить шестірню із зачеплення з вінцем маховика.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАРТЕРІВ

Електростартери класифікують за способом збудження електродвигуна (послідовне або змішане з'єднання обмоток збудження та якоря), конструкцією колектора (циліндричний чи торцевий), типом механізму приводу (з примусовим механічним або електромеханічним введенням шестірні в зачеплення із зубчастим вінцем маховика та її автоматичним виведенням із зачеплення після пуску двигуна), ступенем захисту від проникнення пилу й води, а також за способом кріплення на двигуні.

Стартери позначають літерами й цифрами (СТ362-А, СТ368-В, СТ142-Б і т.д.) або за нормативом ОН 025.215-69 (26.3708, 29.3708 та ін.).

Передавальне число шестерень вінця маховика і стартера, що забезпечує пускову частоту обертання, становить 8-10 для дизельних та 13-16 — для карбюраторних двигунів. Мінімальна пускова частота обертання, за якої можливий пуск, наприклад, 8-циліндрового V-подібного карбюраторного двигуна, становить близько 30 хв.⁻¹ за його температури 0 °С, а за температури мінус 30 °С — понад 80 хв.⁻¹. Пускова частота такого самого дизельного двигуна з безпосереднім впорскуванням дорівнює відповідно 80 і 170 хв.⁻¹.

Зі зниженням температури опір і пускова частота зростають, а крутний момент, що розвивається стартером, зменшується. Для полегшення пуску холодних двигунів, особливо дизельних, застосовують різні підігрівні пристрої (свічки розжарювання, електрофакельні пристрої, підігрівники) і пускові рідини.

Після пуску двигуна його частота обертання збільшується порівняно з пусковою в 10-20 разів, а якщо врахувати передавальне число вінця маховика двигуна і шестірні приводу стартера, якір останнього може отримати аварійну частоту обертання від колінчастого вала. Тому механізм приводу повинен передавати крутний момент лише в один бік — від якоря до вінця маховика — і швидко відключатись при зворотному напрямку передавання крутного моменту.

Властивості електростартерів оцінюють за електромеханічними характеристиками (рис.3), що є сукупністю залежностей напруги на клеммах стартера $U_{СТ}$, корисної потужності P_2 , частоти обертання

$P_2, кВт$

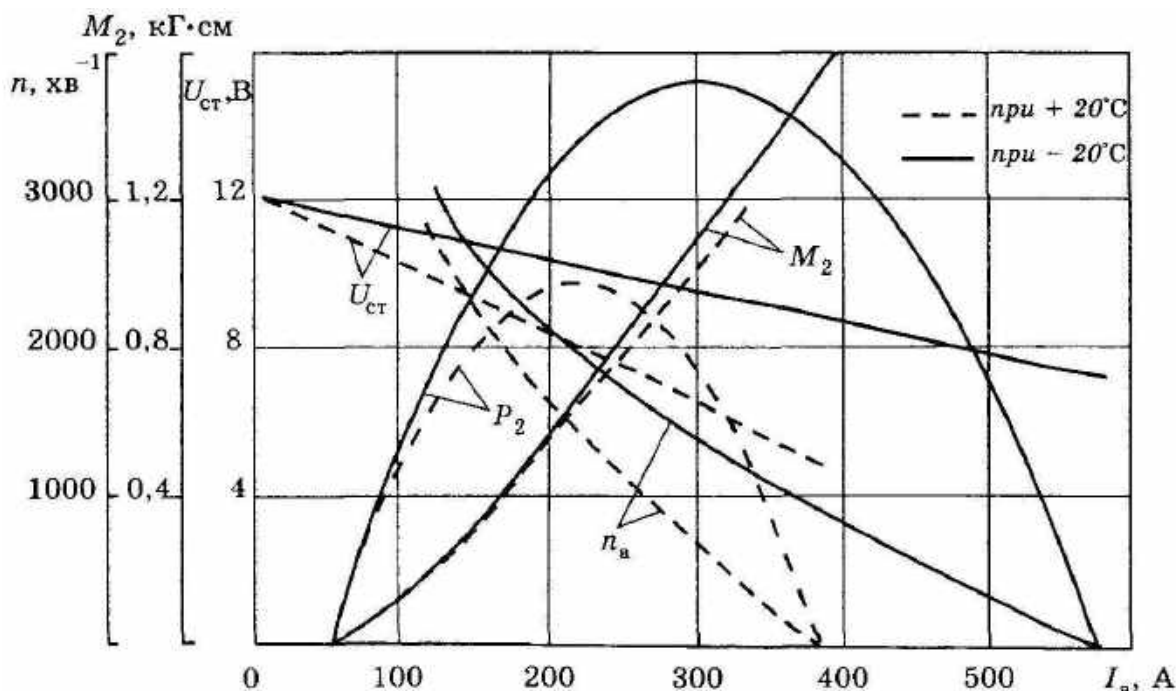


Рис. 3. Електромеханічні характеристики електростартера СТ230-А: P — потужність; M — момент; n — частота обертання якоря; $U_{ст}$ — напруга на стартері

n та крутного моменту M_2 від сили струму збудження I_a . Як видно з графіка, показники стартера залежать від номінальної ємності, технічного стану і температури акумуляторної батареї, а також від способу його збудження.

ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БУДОВА СТАРТЕРІВ.

Стартер призначений для обертання колінчастого вала під час запуску двигуна. Стартер являє собою електродвигун постійного струму з послідовним або змішаним вмиканням обмотки збудження. Такі двигуни розвивають великий крутний момент на початку обертання якоря.

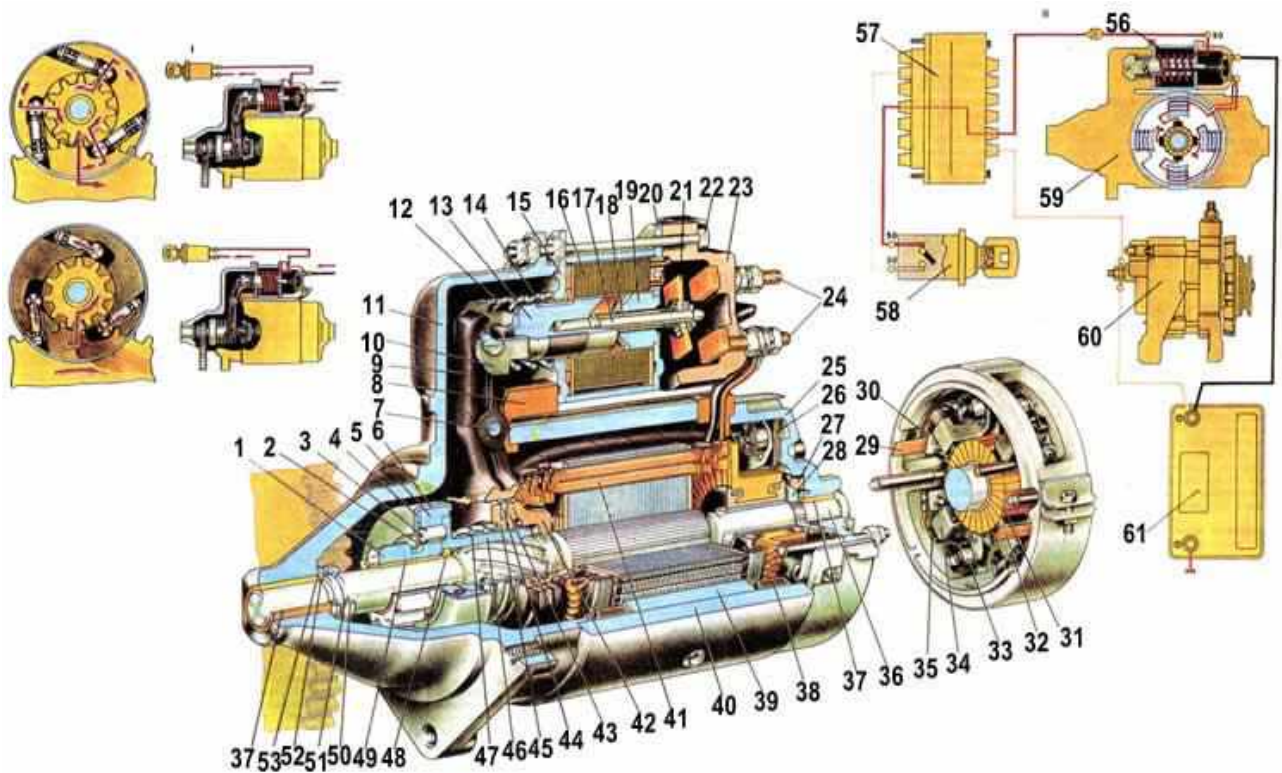


Рис 4. Стартер. 1. Шестерня приводу; 2. Упорне півкільце обгінної муфти; 3. Ролик обгінної муфти; 4. Центруюче кільце обгінної муфти; 5. Зовнішнє кільце обгінної муфти; 6. Кожух обгінної муфти; 7. Вісь важеля приводу включення шестірні стартера; 8. Ущільнювальна заглушка кришки стартера; 9. Важіль приводу включення шестірні стартера; 10. Тяга якоря реле; 11. Кришка стартера з боку приводу; 12. Поворотна пружина якоря реле; 13. Якір реле стартера; 14. Втулка; 15. Передній фланець реле; 16. Обмотка реле; 17. Стрижень якоря; 18. Втулка стрижня якоря; 19. Сердечник реле; 20. Фланець сердечника; 21. Щока каркаса обмотки реле; 22. Пружина стрижня якоря; 23. Стягуючий болт реле стартера; 24. Контактна пластина; 25. Верхній контактний болт; 26. Кришка реле; 27. Нижній контактний болт; 28. Кришка стартера з боку колектора; 29. Внутрішня ізолююча пластина позитивного щіткотримача; 30. Гальмівний диск кришки; 31. Гальмівний диск валу якоря; 32. Клема щітки стартера; 33. Колектор; 34. Пружина щітки; 35. Щіткотримач; 36. Щітка стартера; 37. Вал якоря; 38. Втулка кришки стартера; 39. Шунтова котушка обмотки статора; 40. Поліус статора; 41. Корпус стартера; 42. Обмотка якоря; 43. Обмежувач ходу вимикання шестерні; 44. Обмежувальний диск ходу шестірні; 45. Повідкове кільце; 46. Центрувальний диск; 47. Маточина обгінної муфти; 48. Буферна пружина; 49. Вкладиш маточини обгінної муфти; 50. Втулка шестерні приводу; 51. Обмежувальне кільце ходу шестірні; 52. Стопорне кільце; 53. Шайба валу якоря; 54. Регульовальна шайба осевого вільного ходу; 55. I. Схема роботи обгінної муфти; 56. II. Схема включення стартера.

У сталюму корпусі закріплено чотири сталюх полюсних осердя, на кожному з яких встановлено котушку обмотки збудження. Між полюсними осердями розміщено якір, підшипниками вала якого є втулки, запресовані в

отвори кришок і корпусу і пластини . В пази осердя якоря, складеного з пластин трансформаторної сталі, вмонтована обмотка, що має окремі секції, кінці яких припаяні до ізолюваних одна від одної мідних пластин колектора . До колектора притиснені чотири щітки. Дві щітки ізолювані від маси, а дві інші — з'єднані з нею. Привод стартера, який передає крутний момент від якоря колінчастому валу двигуна, складається з муфти вільного ходу і шестірні . Ці деталі можна переміщати по шліцах вала якоря стартера за допомогою важеля. Тягове реле встановлюють на корпусі стартера. Воно має котушку з двома обмотками і порожнисте осердя, в яке може втягуватися сталений якір , з'єднаний сергою і пальцем з важелем привода стартера.

Стартер кріплять болтами до картера маховика двигуна, у вікно якого входить виступаюча частина кришки корпусу стартера.

Принцип дії.

Коли водій поверне ключ у замку запалювання за годинниковою стрілкою в положення "стартер", то по обмотці додаткового реле піде струм від акумуляторної батареї, осердя реле , намагнічуючись притягує якір і замикає контакти цього реле, в коло акумуляторної батареї вмикаються обмотки тягового реле. Магнітне поле цих обмоток втягує якір реле стартера , який повертає важіль привода стартера на осі і переміщує муфту вільного ходу і шестірню до зчеплення останньої із зубчастим вінцем маховика. В кінці ходу якір реле стартера за допомогою контактної пластини (болти) внаслідок чого обмотки стартера вмикаються в коло батареї. Коли струм проходить через обмотку збудження, то між полюсними осердями стартера утвориться сильне магнітне поле, що взаємодіє з провідниками обмотки якоря, по якій також іде струм, і якір починає обертатися. За допомогою шестірні і зубчастого вінця маховика якір обертає колінчастий вал двигуна.

Як тільки двигун почне працювати і частота обертання його колінчастого вала зростатиме, вінець маховика обертатиме зчеплену з ним шестірню привода стартера з частотою, яка в кілька разів перевищує частоту обертання вала стартера. Проте обертання шестірні не передається валу якоря, оскільки муфта вільного ходу допускає вільне обертання шестірні відносно вала в напрямі обертання якоря (дає можливість шестірні обгонити вал). Для вимкнення стартера водій відпускає ключ запалювання, який під дією пружини ротора замка автоматично повертається в положення запалення. Внаслідок цього струм в обмотці додаткового реле переривається і його контакти розмикають коло обмоток тягового реле, яке в свою чергу вимикає стартер від батареї. При цьому пружина якоря втягуючого реле поверне його в початкове положення, важіль виведе шестірню із зачеплення із зубчастим вінцем маховика.

Тримати ключ замка запалювання стартер після запуску двигуна не рекомендується, оскільки тривала робота муфти вільного ходу, особливо при великій частоті обертання вала двигуна, призводить до швидкого спрацювання, перегрівання і навіть пошкодження її деталей (роликів і обойм). Тому відразу після запуску двигуна ключ запалювання слід відпустити, даючи можливість

йому повернутися в положення запалення при якому тягове реле роз'єднує шестірню з вінцем маховика.

Стартери автомобіля ГАЗ-24 «Волга» і ЗИЛ-130 мають таку саму будову, як і в автомобілі ГАЗ-53А. Потужність стартера автомобілів ГАЗ-24 «Волга» і ГАЗ-53А дорівнює 1,03 кВт (1,4 к. а), ЗИЛ-130 — 1,1 кВт (1,5 к. а).

У момент вмикання стартер живиться струмом у кілька сотень амперів. Щоб не розрядити і не пошкодити акумуляторних батарей (жолоблення пластин), особливо під час запуску холодного двигуна, слід вмикати стартер не більше як на 10 с. Повторно стартер можна вмикати через 1 хв, щоб батарея за цей час відновила свою працездатність (нова порція електроліту дифундує в активну масу пластин).

2. Системи освітлення, сигналізації і контролю.

Фари головного освітлення

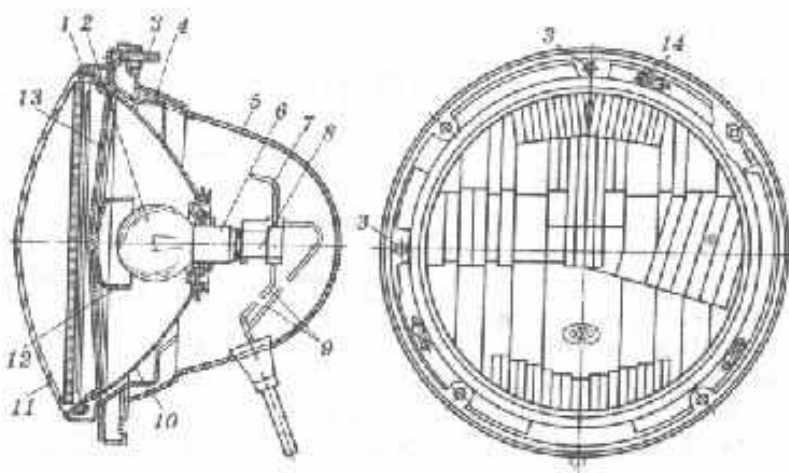


Рис. 2. Кругла фара головного освітлення:

1 — обідок; 2 — лампа; 3 — регулювальний гвинт; 4 — опорне кільце; 5 — корпус; 6 — цоколь лампи; 7 — провід на «масу»; 8 — штекерна колодка; 9 — проводи; 10 — відбивач; 11 — скляний розсіювач; 12

— екран; 13 — стояк; 14 — гвинт

Оптичні елементи 2-фарних систем сучасних автомобілів і трак торів мають круглі світлові отвори діаметром 170 мм або прямокутні з горизонтальним діаметром 220-280 мм, 4-фарні — 137,6 мм.

Кругла фара головного освітлення (рис. 2) має сталевий штампований корпус 5, у якому розміщене опорне кільце 4, що утримується однією або трьома пружинами. На внутрішній поверхні опорного кільця виконані три асиметричних пази, в які входять фіксуючі виступи оптичного елемента і забезпечують правильне його встановлення у корпусі в одному положенні.

У кільці змонтовані два гвинти 3 для регулювання кута нахилу світлового потоку в горизонтальній і вертикальній площинах. Оптичний елемент кріпиться до опорного кільця за допомогою обідка 1 трьома гвинтами 14. Живлення до електролампи подається за допомогою штекерної колодки 8 з проводами 9 і "масовим" проводом 7.

Іншим різновидом традиційних конструкцій фар стала прямокутна фара, характерною особливістю якої є зрізаний параболоїд. Така фара головного освітлення має більшу площу відбивача та розсіювача, забезпечує отримання більшого світлового потоку (до 250 мм), кращу освітленість дороги та узбіччя.

У легкових автомобілях зменшення вертикального розміру фари дає змогу знизити висоту передньої частини і підвищити їх аеродинамічні якості, естетику та компонування.

До недоліків прямокутних фар можна віднести більшу вартість і складнішу технологічність виготовлення, збільшення підкапотового простору для її розміщення.

Прямокутна фара (рис. 3) складається з корпусу 4, виконаного з пластмаси, кришок 2, ламп 3, відбивачів 5, екрана 6, який не пропускає прямих променів лампи, скляного розсіювача 7, на внутрішній поверхні якого виконані мікроелементи, та гвинта регулювання кута нахилу світлового потоку 1.

Нині значного поширення набули *блок-фари*, які обладнані пластмасовими відбивачами, двома і більше параболоїдними поверхнями, виконаними з різними фокусними віддальми. При цьому більший параболоїд, що має меншу фокусну віддаль, створює світловий потік, який спрямовується під більшим горизонтальним кутом, а параболоїд з більшим фокусом — під меншим горизонтальним кутом.

Фари такої конструкції дають змогу забезпечити освітлення на більшу віддаль і раціонально розподілити світловий потік на проїзній частині дороги. Конструктивно блок-фари включають в себе, як правило, секцію з покажчиком поворотів.

У деяких країнах оптичні елементи фар головного освітлення виготовляють у вигляді нерознімних ламп-фар, у яких розсіювач і відбивач виготовляють зі скла, після чого відбивач вкривають шаром алюмінію, монтують у ньому систему ниток розжарювання, зварюють відбивач з розсіювачем, відкачують з колби повітря і остаточно заварюють.

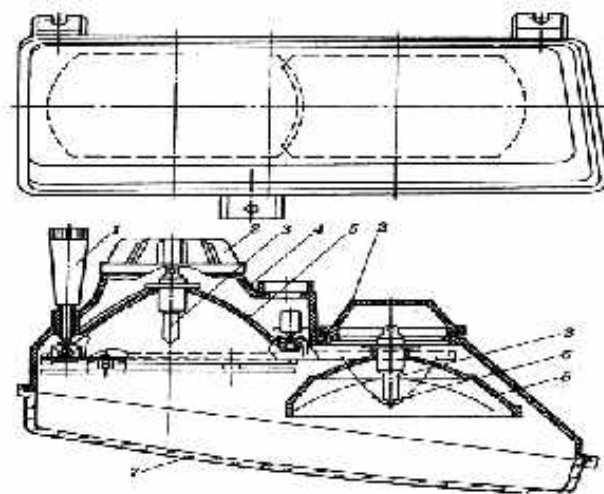


Рис. 3. Прямокутна фара головного освітлення:

1 — гвинт регулювання кута нахилу світлового потоку; 2 — монтажні кришки; 3 —

лампи; 4 — корпус; 5 — відбивачі; 6 — екран; 7 — розсіювач

Фари-прожектори складаються з корпусу та оптичного пристрою, характерною особливістю якого є прозоре скло, і можуть обертатись навколо вертикальної осі. Розміщення джерела світла у фокусі відбивача дає змогу досягти вузького світлового потоку з підвищеною силою світла. Фару-

прожектор встановлюють на швидкісних автомобілях, автобусах та автомобілях спеціального призначення для освітлення дороги чи об'єктів, розміщених поза її межами.

Крім головного освітлення застосовують допоміжне. *Ліхтарі заднього ходу* (біле світло) призначені для освітлення шляху під час руху заднім ходом. На легкових автомобілях вони вмикаються автоматично з увімкненням задньої швидкості в коробці передач.

Ліхтарі робочого освітлення на тракторах і комбайнах використовують для освітлення робочих органів сільськогосподарських машин і агрегатів та ділянки поля, що обробляється.

Лампи головного освітлення

Освітлювальні та світлосигнальні прилади тракторів і автомобілів обладнують спеціальними взаємозамінними лампами, розрахованими на різну номінальну напругу. Для фар головного освітлення застосовують лампи з фланцевим цоколем, а для світлосигнальних ліхтарів — в основному зі штифтовим цоколем, що забезпечує встановлення лампи та її фіксування в одному положенні відносно оптичної осі ліхтаря.

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

У маркуванні автомобільних ламп позначають тип лампи, номінальну напругу та потужність. Так, за вимогами міжнародних правил ЄЕК 00Н, для фар головного освітлення виготовляють лампи К2 (А12-45+40), що означає: лампа двоволоскова, 12 В, з фланцевим цоколем, потужністю 45 Вт на волоску дальнього світла і 40 Вт на волоску ближнього світла. Літера А, що стоїть попереду, означає "автомобільна".

Фіксацію лампи лише в одному положенні досягають за допомогою спеціального виступу на тарілчастому фланці і відповідного паза в горловині відбивача.

Для створення асиметричного світлового пучка з чітко вираженою світлотіньовою межею в колбі лампи з європейською системою освітлення під волоском розжарювання ближнього світла розміщують непрозорий екран спеціальної форми лівий край (якщо дивитись з боку розсіювача) якого розміщений горизонтально, а правий нахилений під кутом 15°. Така конструкція екрана дає змогу збільшити активну поверхню відбивача під час роботи на ближньому світлі і світловий потік у цьому режимі та поліпшити освітленість проїзної частини дороги й правого узбіччя.

Останнім часом значного поширення набули *галогенні авто мобільні лампи* (Н1, Н2, Н3, Н4), що являють собою малогабаритну циліндричну колбу, виготовлену з тугоплавкого кварцового скла і наповнену парою йоду та інертного газу). В середині колби вздовж оптичної осі (за винятком лампи Н2) розміщена вольфрамова спіраль розжарювання. Виводи спіралі виготовлені з

молібдену, оскільки коефіцієнт його розширення близький до такого ж показника кварцу.

Галогенні лампи H1, H2, H3 напругою 12 В — одноволоскові, мають потужність 55 Вт. їх застосовують в основному для протитуманних фар, фар-прожекторів, а також у 4-фарних системах головного освітлення. Двоволоскову галогенну лампу H4 використовують у фарах головного освітлення. Вона обладнана спеціальним цоколем, який також забезпечує її встановлення лише у певному положенні. Спіралі ближнього й дальнього світла мають форму прямого циліндра і розміщені в оптичній системі вздовж її осі.

Застосування таких ламп збільшує дальність світлового пучка на 30-40% порівняно зі звичайними лампами. Разом з тим ближнє світло галогенних ламп надмірно освітлює водіїв зустрічного руху, особливо при незначному (0,5-1,0%) відхиленні регулювання від оптимального вгору, зміні навантаження на задню вісь автомобіля або під час руху по дорогах з нерівним покриттям.

Для усунення цього недоліку на автомобілях застосовують як ручну корекцію світлового потоку, так і автоматичні коректори стабілізації нахилу осі фар залежно від навантаження на осі автомобіля. Додатковою умовою експлуатації галогенних ламп є також необхідність завчасного перемикаання з дальнього на ближнє світло (за 250-300 м до зустрічного автомобіля замість 150 м у разі використання звичайних ламп головного освітлення). Не можна встановлювати галогенні лампи у звичайні фари, оскільки це також спричинює засліплення водіїв зустрічного транспорту.

Світлосигнальні ліхтарі

Світлова сигналізація призначена для передавання інформації учасникам руху про наступний маневр транспортного засобу та його стан через сигнальні ліхтарі. Міжнародними стандартами встановлені перелік і основні параметри освітлювальних та світлосигнальних приладів. Серед них визначені як обов'язкові: габаритні вогні (два передніх і два задніх), два задніх сигнали гальмування, передні, бічні й задні покажчики поворотів, ліхтар освітлення номерного знака, два задніх пристрої з пасивним відбиттям світла (катафоти); як додаткові — контурні вогні для вантажних автомобілів, пізнавальні вогні, світло переважного права проїзду і як необов'язкові — задній протитуманний ліхтар, ліхтар для стоянки тощо.

Низьке розташування приладів зовнішньої сигналізації в умовах складних транспортних потоків не завжди задовольняє водіїв інформацією про маневр, особливо гальмування, передніх транспортних засобів. Тому, починаючи з 70-х років, використовують додаткові (дублюючі) сигнали гальмування, встановлені всередині салону безпосередньо за заднім склом. За даними США, таке нововведення дало змогу зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод на 25%.

За умовами застосування і рівнем видимості світлосигнальні прилади поділяють на нічні (габаритні, контурні, пізнавальні бічні та вогні зупинок) та цілодобового користування (сигнали гальмування, повороту та аварійної сигналізації). Такий поділ пов'язаний з необхідністю нормування характеристик

світлосигнальних вогнів залежно від умов видимості та сили світла приладу. Для ліхтарів нічного застосування достатня невелика сила світла — від 2 до 12 кд, цілодобового використання — 200-700 кд.

Вимогами до таких сигналів є:

- висота встановлення світлосигнальних ліхтарів має становити не більш як 1500 і не менш як 400 мм;
- кожний світлосигнальний ліхтар має забезпечувати необхідну силу світла вздовж оптичної осі, а також для різних кутів спостереження цього сигналу;
- бути різними за кольором, зберігати його сприйняття в різних умовах видимості.

Габаритні вогні. Кожний транспортний засіб обладнують передніми ліхтарями габаритного світла білого кольору і двома задніми з червоними розсіювачами, які встановлюють на однаковій висоті і симетрично відносно поздовжньої осі трактора чи автомобіля. Раціональною видимою габаритних вогнів вважають дистанцію не менш як 100 м. Конструктивно лампи габаритних вогнів установлюють у підфарниках, розміщених на крилах, у задніх ліхтарях та фарах головного освітлення під основною лампою.

Одночасно транспортні засоби обладнують передніми (білими) і задніми (червоними) світловідбивачами, а при довжині автопоїзда 8 м і більше — бічними (оранжевими) світловідбивачами. Якщо дишло причепа виступає за борт на 1,5 м і більше, на ньому також установлюють червоний світловідбивач.

Показчики поворотів. Трактори й автомобілі обладнують двома передніми й двома задніми показчиками поворотів оранжевого кольору, які переважно розміщені у підфарниках і задніх ліхтарях. Машини завдовжки понад 6 м, а також легкові автомобілі мають бічні повторювачі показників поворотів. Усі показчики поворотів поділяють на п'ять категорій, які відрізняються одна від одної силою світла, що випромінюється по оптичній осі, та кутами геометричної видимості, в яких регламентується світлорозподіл ($\pm 15^\circ$ у вертикальній площині і 80° — у горизонтальній на зовнішній та 45° — на внутрішній бік від осі оптичної системи).

Режим роботи показників поворотів миготливий. За правилами ЄЕК 00Н, частота мигань має становити $1,5 \pm 0,5$ Гц, або $1-2 \text{ с}^{-1}$. У разі меншої частоти мигань водії вчасно не помічають сигнал, а при більшій — він не сприймається як миготливий.

Світлові сигналізатори поворотів автомобілів, тракторів та інших самохідних машин складаються з електромагнітного переривника (рис. 4), сигнальних 13 і контрольних 12 ламп, перемикача 15. Контрольну лампу встановлюють на щитку приладів для сигналізації про роботу показників поворотів. Електромагнітні теплові переривники типу РС57 та РС57-В застосовують на автомобілях і розраховані на роботу відповідно з двома сигнальними лампами на 12 В і 21 кд та з двома лампами на 12 В і 32 кд.

Переривник РС-57 складається з кронштейна 11, сталевго осердя 9 з обмоткою, ніхромового резистора (18 Ом), двох пар контактів 5 і 6 та двох

якірців 4 і 10 з рухомими контактами, приварних до осердя. Два нерухомих контакти закріплені на осерді, ізольовані від нього та один від одного. Контакти 5 у нормально розімкнутому стані утримує ніхромово струна 3, закріплена на ізольованій скляній бусині 2. Контакти 6 контрольної лампи утримує в такому ж стані пружна пластина 5.

При ввімкненні перемикачем 15 показчика поворотів струм до сигнальних ламп 13 іде по шляху, показаному стрілками, тобто через струну і резистор. Струна нагрівається, подовжується

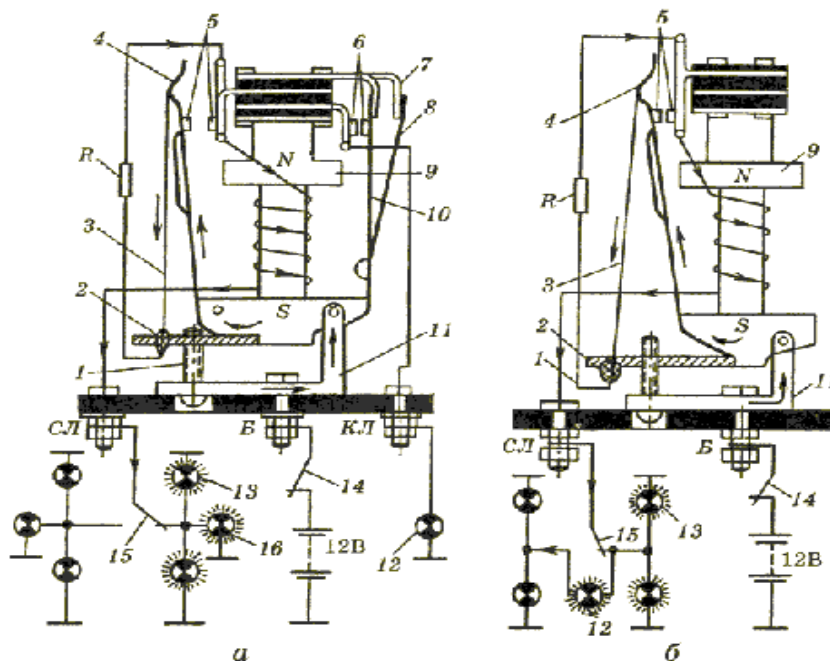


Рис. 4. Схема світлової сигналізації повороту з електромагнітними переривниками РС57 (а) та РС57-В (б):

1 — регулювальний гвинт; 2 — бусина; 3 — струна; 4, 10 — якірці; 5, 6 — контакти; 7 — регулювальна пластина; 8 — пружна пластина; 9 — осердя; 11 — кронштейн; 12 — контрольна лампа; 13 — сигнальні лампи; 14

— вимикач запалювання і контрольно-вимірювальних приладів; 15 — перемикач показчика поворотів; 16 — бічні повторювачі сигнальних ламп; N — резистор

і дає можливість електромагніту притягти якірець 4 та замкнути контакти 5. При цьому струм перестає проходити через струну та резистор і лампи горять на повний жар. Оскільки струм в обмотці осердя зростає, його намагнічення збільшується, воно притягує якір 10, замикаючи контакти 6, і контрольна лампа 12 також горить. Однак тепер струна охолоджується, скорочується по довжині і розмикає контакти. Надалі процес повторюється.

У переривнику РС57-В (див. рис. 4, б) є тільки одна пара контактів 5, а контрольна лампа 12 підключена паралельно клемам перемикача показчиків поворотів. Якщо лампи ввімкнені з одного (наприклад, правого) боку машини, то мережа контрольної лампи замкнута через лампи лівого боку. Через контрольну лампу, яка має значний опір, проходить невеликий струм і лампи лівого борту не горять. Частоту сигналів ламп показчиків поворотів регулюють зміною натягу струни, вкручуючи або викручуючи регулювальний гвинт 1. Частоту розмикання контактів 6 контрольної лампи змінюють натягом пластини 8, відгинаючи пластину 7.

Переривники показчиків поворотів типу РС410-Б, які застосовують на колісних тракторах з 12-вольтовою напругою в мережі, для зменшення вібрації мають амортизаційний пристрій переривника.

В останні роки застосовують контактно-транзисторні переривники показчиків поворотів, їхні функції доповнені подаванням сигналів аварійного стану машини миготливим світлом усіх ламп показчиків поворотів, роздільним контролем справності ламп автомобіля й причепа. Частота переривання не залежить від кількості ввімкнених ламп (двох сигнальних і контрольної ламп при маневруванні автомобіля чи шести ламп у разі аварійної сигналізації автомобіля з причепом).

Задні ліхтарі, як правило, комбіновані і розраховані на напругу електромережі 12 чи 24 В. Вони мають секції показчика поворотів з оранжевим пластмасовим розсіювачем, сигналу гальмування та габаритного і стоянкового вогнів з червоним розсіювачем.

За конструкцією вони різні і розробляються відповідно до вимог тієї чи іншої моделі транспортного засобу (особливо легкових автомобілів) з урахуванням його конструктивних особливостей і дизайну. Нормативними вимогами до розміщення сигналів гальмування на автомобілі, як і габаритних вогнів, є:

мінімальна висота в межах 350 мм, максимальна — 1500 мм. Для вантажних автомобілів зі спеціальним кузовом, комбайнів максимальна висота може бути збільшена до 2100 мм.

На тракторах і автомобілях застосовують пасивні світлосигнальні прилади з повертально-відбивальними властивостями. Вони призначені для інформування про наявність і позначення габаритів машини у темну пору доби шляхом відбивання світла від джерела, що знаходиться на іншому транспортному засобі.

Кубічні світловідбивачі складаються з тригранних стільників з кутом між гранями 90° , які розміщені на внутрішньому боці світловідбивача.

Такі світловідбивачі встановлюють по два передніх і два задніх відповідно білого і червоного кольорів симетрично відносно поздовжньої осі машини або причепа. На автомобілях і автобусах значної довжини встановлюють бокові світловідбивачі оранжевого кольору.

5. Звукові сигнали

Звукові сигнали поділяють на електричні вібраційні та пневматичні, шумові (безрупорні) і тональні (рупорні). Вони призначені для оповіщення інших водіїв та пішоходів про даний транспортний засіб і є одним із засобів гарантування безпеки його руху. Крім того, в автомобілях вони можуть виконувати функцію протиугінного засобу, а на технологічних операціях тракторів чи комбайнів — для попередження, наприклад, про заповнення бункера зерном, перевантаження чи забивання робочих органів тощо.

За конструкцією електричні звукові сигнали мають незначні відмінності один від одного. Вони розраховані на роботу в режимі постійного струму з номінальною напругою 12 або 24 В і в короткочасно повторювальному циклі.

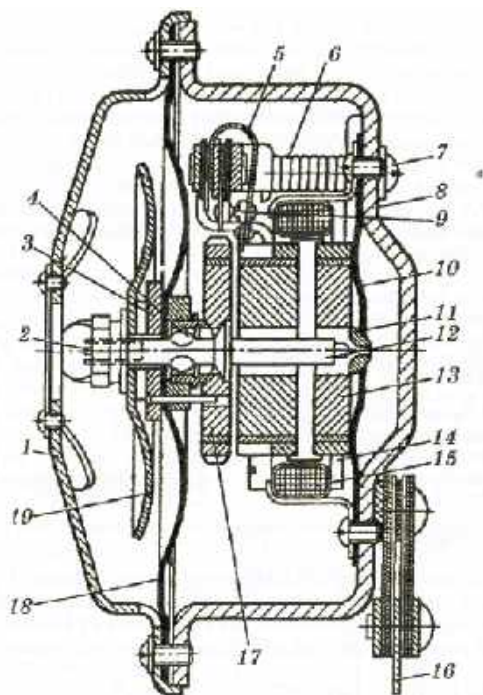


Рис. 5. Безрупорний сигнал:

1 — кришка; 2 — шліц для регулювання; 3 — притискна шайба; 4 — шпонковий виступ; 5 — пружина переривника; 6 — пружина регулювального гвинта; 7 — регулювальний гвинт; 8 — корпус; 9 — контакти переривника; 10 — пружина; 11 — упор стрижня; 12 — стрижень; 13 — осердя електромагніта; 14 — конденсатор; 15 — обмотка електромагніта; 16 — пружинна підвіска; 17 — яркір; 18 — мембрана; 19 — резонатор

Будова безрупорного сигналу зображена на рис. 5. на прикладі електромагнітного шумового сигналу типу С304. Він складається з корпусу 8, до якого приварені осердя з ярмом. Між ярмом і корпусом розміщена обмотка 15, ізолювана від них прокладками.

Мембрана 18 по периметру затискається гвинтами між корпусом і кільцем і своєю центральною частиною жорстко з'єднана з ярком 17, на якому також закріплений дисковий резонатор 19.

Останній забезпечує звуковий сигнал необхідної частоти й тембру. У корпусі сигналу розміщена контактна пара 9.

При ввімкненні сигналу струм проходить через обмотку котушки і замкнуті контакти, намагнічує осердя і притягує до нього яркір, між якими передбачений зазор $0,4 \pm 0,05$ мм. Під час переміщення яркір своїм краєм розмикає контакти і перериває струм. Осердя розмагнічується і яркір під дією пружинної мембрани повертається в початкове положення. Контакти знову замикаються і процес повторюється упродовж усього періоду, доки буде ввімкнений вимикач звукового сигналу.

Сила і тембр сигналу регулюється гвинтом 7 зміною моменту розмикання і замикання контактів. Гучність, тон і сила струму споживання залежать від зазору між ярком і осердям, який змінюють підбором прокладок між корпусом і мембраною.

У тональному звуковому сигналі резонатором є стовп повітря, що міститься в рупорі і коливається в результаті вібрації мембрани, забезпечуючи отримання звукового сигналу певного тону. Комплект сигналів, як правило, включає два безрупорних або два рупорних сигнали (високого й низького тонів), відрегульованих на спільну роботу, з різницею в частоті звуку 65-100 Гц, а їх загальний частотний спектр має перебувати в межах 1800-3550 Гц.

Оскільки тональні сигнали споживають струм значної сили (до 20-25 А), то їх ввімкнення у мережу здійснюється через електромагнітне реле.

Регулювання світла фар.

Важливою умовою безпечного руху транспортних засобів є справність освітлювальної і світлосигнальної апаратури та правильне установлення світлового потоку фар. Тому слід щодня перевіряти справність цих систем послідовним їх вмиканням, обережно очищати від забруднень.

Світловий потік фар перевіряють і регулюють під час ТО-2, заміни ламп, деталей підвіски та підтягування кріплення фар. З цією метою на станціях технічного обслуговування використовують спеціальні оптичні прилади — реглоскопи або користуються екраном 2,5 x 1,5 м, який відповідає розміщенню фар на автомобілі. Як правило, таку роз мітку екрана виконують на вертикальній стінці, наносячи на неї характерні лінії (рис. 6).

Параметр H_6 вибирають залежно від висоти встановлення фар H і віддалі до екрана L . Для контролю установлення і регулювання фар автомобіль

установлюють на рівному майданчику під прямим кутом перед екраном на віддалі B , що дорівнює 5 або 10 м,

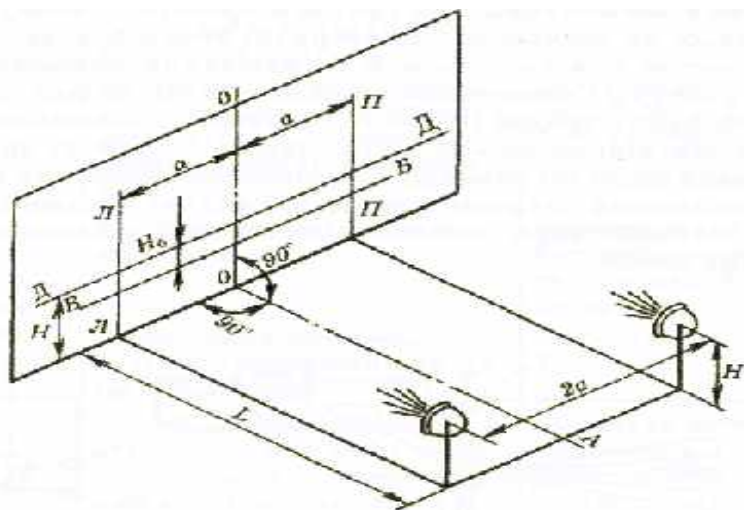


Рис. 6. Розмітка екрана для регулювання фар головного освітлення: $O-O$ — середня вертикальна лінія; $Л-Л$ і $П-П$ — відповідно ліва й права лінії, паралельні лінії $O-O$ і

віддалені від неї на величину a , яка дорівнює половині віддалі між фарами автомобіля; $Д-Д$ — лінія, перпендикулярна осі $O-O$ і віддалена від підлоги на величину H , що дорівнює висоті оптичних центрів фар; $Б-Б$ — лінія, паралельна $Д-Д$ і віддалена від неї на величину H_6 так, щоб вертикальна площина симетрії автомобіля збігалася з площиною, утвореною осями $O-O$ і $O-A$.

Перевірка фар «європейського» типу полягає в тому, щоб ліва горизонтальна світлотіньова межа ближнього світла розміщувалась по лінії $Б-Б$, а точка перетину світлотіньової межі збігалася з точками перетину ліній $Л-Л$ і $П-П$ з лінією $Б-Б$ на екрані.

Для вимірювання сили світла, а також регулювання фар головного освітлення застосовують реглоскоп (рис. 7). Він має оптичну камеру, яка дає змогу сформувати пучки дальнього та ближнього світла, і для цього не потрібні великі виробничі площі та затемнення приміщення. Оптична камера складається із лінзи 1 з фокусною відстанню 400-500 мм, у площині якої встановлений екран 5 і фотоприймач 4 з підключеним до нього показником 3.

Екран реглоскопа має аналогічну стандартному екрану розмітку, може переміщуватись у вертикальній площині разом з об'єктивом і незалежно від нього, що забезпечує контроль положення фар, встановлених на різній висоті. Для установа оптичної камери відносно транспортного засобу всі реглоскопи мають систему орієнтації. Базовими елементами для системи орієнтації можуть бути колеса передньої чи задньої осі, симетричні точки кузова.

Останнім часом для контролю й регулювання положення фар транспортних засобів і визначення осьових сил світла фар і ліхтарів широко застосовують прилад ПРАФ-3. Від інших приладів подібного призначення він відрізняється дзеркальною системою орієнтації оптичної камери щодо осі симетрії транспортного засобу та механізмом зміни положення оптичної камери (об'єктиву й екрана з фото приймачем) відносно фари залежно від висоти її установа на транспортному засобі.

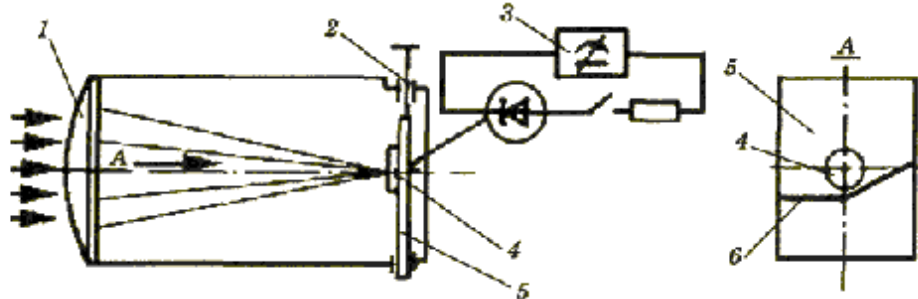


Рис. 7.

Схема оптичної камери реглоскопа: 1 — лінза; 2 — механізм для переміщення екрана; 3 —

показчик; 4 — фотоприймач; 5 — екран; 6 — розмітка екрана

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. Які елементи входять до складу електричного стартера? Як вони взаємодіють? 2. Яке призначення має муфта вільного ходу стартера? 3. За якими ознаками класифікують стартери? 1. За якими схемами з'єднують обмотки збудження стартерів? 2. З якою метою в стартерах використовують муфти вільного ходу? 3. Які обмотки використовують в тягових реле стартера? 4. Поясніть принцип роботи стартера СТ362.1. В чому полягає різниця між європейською і американською системами освітлення. 2. Які переваги має прямокутна фара? 3. Поясніть принцип роботи переривника сигналізатора поворотів автомобіля. 4. Які пасивні світлосигнальні прилади використовують на тракторах і автомобілях? 5. Які типи звукових сигналів використовують на тракторах і автомобілях?

5. Рекомендована література. Л-2 с. 135-175, Л-4 с. 267-270, Л-5 с. 193-195, Л-8 с. 221-229.

Лабораторно-практичне заняття № 10

Тема: Техніко-експлуатаційні властивості енергетичних засобів.

1. Мета: Вивчити техніко-експлуатаційні властивості енергетичних засобів.

2. Типові завдання:

1. Класифікація енергетичних засобів і самохідних шасі.
2. Тягово-зчіпні властивості енергетичних засобів.
3. Баланс потужності енергетичних засобів.
4. Оцінка використання енергетичних засобів.

3. Довідковий матеріал.

В залежності від призначення трактори поділяються на промислові, сільськогосподарські, лісопромислові та меліоративні. Сільськогосподарські, в свою чергу, поділяються на трактори загального призначення, універсально-просапні, спеціалізовані та малогабаритні. Відомо, що будова трактора істотно залежить від типу ходової частини. По цієї ознаці трактори поділяються на колісні та гусеничні.

З огляду на енергетичну спроможність основною класифікаційною ознакою тракторів є сила тяги. При цьому визначаючим параметром являється номінальне тягове зусилля - $R_{кр.н}$, тобто таке його значення, при якому досягається найбільш повне використання тягово-енергетичних властивостей трактора.

Перелік основних тягових класів тракторів сільськогосподарського призначення та їх енергетичні параметри наведені у табл.1.1.

Таблиця 1.1 - Тяговий клас тракторів

Тяговий клас	0,2	0,6	0,9	1,4	2	3	4	5
$R_{кр.н}$, кН	1.8... 5.4	5.5... 8.0	8.1... 12.6	12.7... 18	19... 27	28... 36	37... 45	46... 54

Так нещодавно поширені в Україні трактори типу Т-150 та Т-150К належать до тягового класу "3" із значенням $R_{кр.н} = 30$ кН.

У міжнародній практиці також використовують класифікацію тракторів по максимальній тяговій потужності – $N_{кр.мах}$ (стандарти ІСО) За значенням цього параметру трактори поділені на чотири категорії: категорія 1 - $N_{кр.мах} < 25$ кВт; категорія 2 - $N_{кр.мах} = 25...70$ кВт; категорія 3 - $N_{кр.мах} = 70...135$ кВт; категорія 4- $N_{кр.мах} > 135$ кВт.

Взаємозв'язок між системами класифікації по силі тяги і по тяговій потужності наданий у табл. 1.2

Таблиця 1.2 - Класифікація тракторів по силі тяги і тяговій потужності

Тяговий клас	<0.6	0.6; 0.9	1.4; 2	3; 4	>5
Стандарт ІСО	1	1	2	3	4

Класифікація автомобілів. Автомобілі усіх типів (вантажні, легкові, автобуси та ін.) за пристосованістю до роботи в різних шляхових умовах поділяються на дві групи: автомобілі нормальної (звичайної) прохідності і автомобілі підвищеної прохідності. Цей показник відображається колісною формулою – 4х2; 4х4; 6х4 і т. д. (Колісна формула надає першою цифрою загальну кількість коліс, другою – число ведучих коліс).

Система позначень автомобілів, яка діє у вітчизняній практиці така: по-першу, це літери, що означають назву заводу (фірми), яка виготовляє автомобіль – ГАЗ, ЗІЛ, КамАЗ, КрАЗ і т. д. Далі – це чотири або п'ять цифр, перша з яких означає клас, друга – вид автомобіля, третя і четверта – номер моделі, п'ята – порядковий номер модифікації.

Щодо класу автомобіля, то визначальним тут визначальним параметром є для вантажних автомобілів – повна маса (т. або кг), для легкових – робочий об'єм двигуна (л. або см³) для автобусів – довжина (м). Розподіл автомобілів по цій ознаці наведений у табл.1.3, 1.4, 1.5.

Таблиця 1.3 - Вантажні автомобілі

Повна маса, т	≤1,2	1,3...2	2,1...8	9...14	15...20	21...40	≥40
Індекс	1	2	3	4	5	6	7

Таблиця 1.4 - Легкові автомобілі

Робочий об'єм, л	≤1,2	1,3...1,8	1,9...3,5	≥3,5
Індекс	1	2	3	4

Таблиця 1.5 – Автобуси

Довжина, м	≤5	6...7,5	8...9,5	10,5...12	≥12,5
Індекс	2	3	4	5	6

Друга цифра розрізняє автомобілі за їх призначенням:

1 – легкові, 2 – автобуси, 3 – бортові, 4 – сидельні тягачі, 5 – самоскиди, 6 – цистерни, 7 – фургони, 8 – резерв, 9 – спеціальні.

Так вантажний бортовий автомобіль Кременчугського автомобільного заводу повною масою 15184 кг (п'ятий клас), десята модель, шоста модифікація означається як КрАЗ -53106; легковий автомобіль Горьківського автозаводу з двигуном, робочий об'єм якого 2,445 л., друга модель – ГАЗ – 3102; автобус Павловського автозаводу довжиною 7,5 м., перша модель – ПАЗ – 3201.

Технологічні властивості МЕЗ

Поза залежністю від призначення МЕЗ, його тягового класу, номінального тягового зусилля та інших кваліфікаційних ознак, енергетичний засіб у складі енерготехнологічного агрегату повинен відповідати широкому колу суто технологічних вимог.

Властивості, які характеризують відповідність даного МЕЗ технологічним вимогам на повному комплексі с. г. операцій, для виконання яких цей засіб у складі МТА призначений, називаються технологічними властивостями.

З числа характеристик, які визначають технологічні властивості МЕЗ та їх показники і які є предметом вивчення даного курсу, найбільш узагальнюючим є видатність, тобто здатність засобу виконувати роботу. З курсу «Фізики» відомо, що „коли на тіло діє сила переміщення, то при цьому виконується робота, яка дорівнює добутку модуля сили на величину переміщення тіла„. Якщо закон переміщення тіла (в нашому випадку – це є енергетичний засіб) відомий або задається по умовам його руху – наприклад, з агротехнологічних вимог, то задача визначення видатності засобу приводиться до знаходження сил, під дією яких цей рух відбувається.

І для колісних, і для гусеничних машин схема формування сили, яка забезпечує поступальний рух мобільного засобу, принципово однакова (рис. 1.1) і містить такі основні конструктивні складові: двигун – 1, силова передача (трансмісія) – 2, ведуче колесо рушії – 3.

Якщо до ведучого колеса підвести крутильний момент – " M_v " , то у зоні контакту колеса із опорною поверхнею виникне рівнодіюча горизонтальних складових реакцій колеса і опорної поверхні - " R_x ", яка забезпечує поступальний рух мобільного засобу.

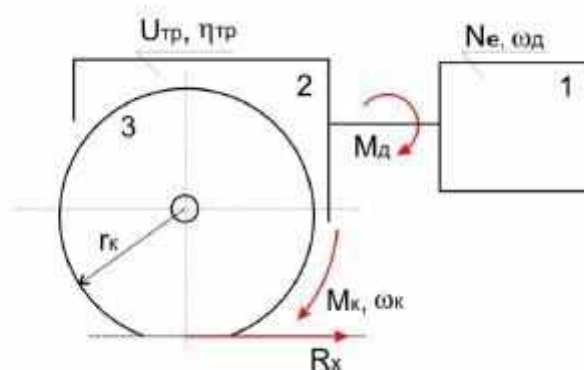


Рис. 1.1 – Схема формування сили, яка забезпечує поступальний рух мобільного засобу

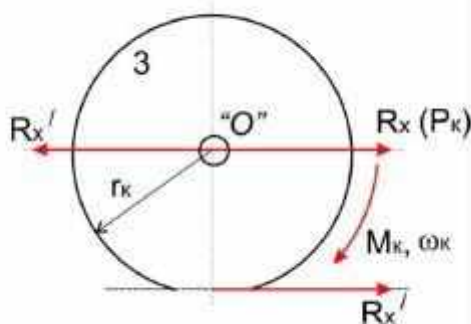


Рис. 1.2 – Схема прикладення тягової сили

Відповідно до теми про паралельне перенесення сили (дисципліна «Теоретична механіка» розділ „ Статика „) реакцію " R_x " можна перенести у вісь ведучого колеса (рис. 1.2, точка "O"), додаючи при цьому пару сил " R_x /",

момент яких дорівнює моменту перенесеної "Rx" відносно точки "О", тобто на радіусі кочення - гк. Вільна сила "Rx", яка прикладена тепер в точці "О", передається на остов машини, забезпечуючи штовхаючий ефект. В теорії колісних і гусеничних машин сила "Rx", зазвичай, означається як "Рк" і має назву "тягова сила".

У випадку, коли машина рухається рівномірно та прямолінійно, тягова сила, має бути зрівноважена сумою сил опору руху " ΣP_c " – опору кочення коліс, опору з боку поздовжнього ухилу шляху і таке інше, тобто $P_k = \Sigma P_c$.

Формування тягової сили, відповідно до схеми, яка наведена на рис.1.1, забезпечується як режимними, так і конструктивними параметрами основних складових машини – двигуна, трансмісії та ведучих коліс.

З боку двигуна – це ефективна потужність – N_e (кВт) та частота обертання вихідного (колінчастого валу двигуна) – ω_d (рад/с). У сукупності ці параметри визначають величину крутильного моменту двигуна – M_d (кН·м), який визначається за формулою:

$$M_d = N_e \omega_d. (1.1)$$

ККД трансмісії означає витрати потужності при передачі її від двигуна до ведучих коліс (ведучі колеса розглядаються як основні споживачі потужності). Цей параметр визначається так

$$\eta_{tr} = N_k / N_e = (N_e - N_{tr}) / N_e, (1.2)$$

де – N_k – потужність, що реалізується на ведучих колесах;

N_{tr} – потужність, що витрачається в трансмісії.

Передавальне число трансмісії визначається, як відношення частоти обертання колінчастого валу двигуна – " ω_d " до частоти обертання ведучого колеса – " ω_k ":

$$U_{tr} = \omega_d / \omega_k, (1.3)$$

і залежить від значень передавальних чисел агрегатів, які входять до складу трансмісії.

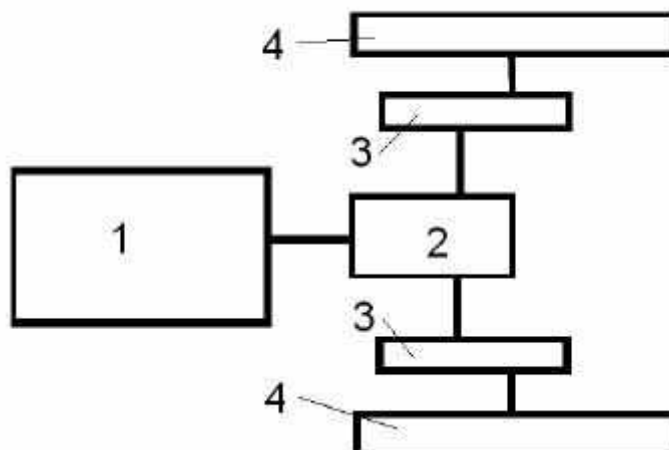


Рис. 1.3 – Схема побудови трансмісії КГМ

Класична схема побудови трансмісії КГМ така (рис.1.3): коробка зміни передач – 1, центральна (головна) передача – 2, колісні (бортові) редуктори – 3, ведучі колеса (рушії) – 4.

З курсу «Теорія машин і механізмів» відомо, що загальне передавальне число кінематичної системи агрегатів дорівнює добутку кожного з агрегатів. Тобто – $i_{\text{тр}} = i_{\text{кпп}} \cdot i_{\text{щп}} \cdot i_{\text{кр}}$ (де - $i_{\text{кпп}}$, $i_{\text{щп}}$, $i_{\text{кр}}$ – відповідно, передавальні числа коробки зміни передач, центральної передачі, колісного редуктора).

Із співвідношення (1.3) очевидно, що частота обертання ведучого колеса дорівнює:

$$\omega_{\text{к}} = \omega_{\text{д}} U_{\text{тр}}. \quad (1.4)$$

Із зміною загального передавального числа трансмісії змінюється частота обертання ведучих коліс і, як наслідок цього, поступальна швидкість руху машини. Теоретична (без урахування буксування рушіїв) швидкість руху визначається так:

$$V_{\text{т}} = \omega_{\text{к}} \cdot R_{\text{к}}. \quad (1.5)$$

Урахування процесу буксування рушіїв досягається введенням у формулу (1.5) коефіцієнта буксування – " δ ". Тоді дійсна розрахункова швидкість руху із урахуванням (1.4) може бути визначена за такою формулою:

$$V = \omega_{\text{к}} \cdot R_{\text{к}} \cdot (1 - \delta). \quad (1.6)$$

Адже швидкість руху машини з одного боку залежить від частоти обертання колінчастого валу двигуна - " $\omega_{\text{д}}$ ", а з іншого – від конструктивних параметрів трансмісії - " $U_{\text{тр}}$ " та ходової частини - " $r_{\text{к}}$ ". Режим роботи рушіїв враховується при цьому через коефіцієнт - " δ ".

Крутний момент, який реалізується на ведучому колесі, визначається рівнем потужності – " $N_{\text{к}}$ " та частоти обертання - " $\omega_{\text{к}}$ ":

$$M_{\text{к}} = N_{\text{к}} / \omega_{\text{к}}, \quad (1.7)$$

а з урахуванням (1.2) та (1.4) приводиться до такого вигляду

$$M_{\text{к}} = N_{\text{е}} \omega_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_{\text{тр}}. \quad (1.8)$$

Вочевидь, що при рівномірному русі машини, коли $V = \text{const}$, значення моменту, який підводиться до ведучого колеса від двигуна, повинно задовольняти умові:

$$M_{\text{в}} = (\Sigma P_{\text{с}}) \cdot R_{\text{к}}, \quad (1.9)$$

а з урахуванням, що $P_{\text{к}} = \Sigma P_{\text{с}}$

$$M_{\text{в}} = P_{\text{к}} \cdot R_{\text{к}} \quad (1.10)$$

Сукупне рішення рівнянь (1.8) та (1.10) призведе до виразу, яким може визначатися величина сили тяги:

$$P_{\text{к}} = N_{\text{е}} \omega_{\text{к}} \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot U_{\text{тр}} \cdot 1 / R_{\text{к}} \quad (1.11)$$

Складові формули (1.11) можна згрупувати по таким ознакам:

- режимні параметри двигуна - $N_{\text{е}}$, $\omega_{\text{д}}$;
- конструктивні параметри трансмісії - $\eta_{\text{тр}}$, $U_{\text{тр}}$;
- конструктивні параметри ходової частини - $R_{\text{к}}$.

Саме розгляданню робочих процесів, за якими формуються означені параметри, а через них і тягово-швидкісні показники певного мобільного енергетичного засобу.

4. Питання для закріплення матеріалу: 1. Яке призначення тракторів та автомобілів? 2. Що розуміють під мобільними енергетичними засобами (МЕЗ)? 3. Проаналізуйте класифікацію тракторів і автомобілів? 4. Від яких

показників залежать технологічні властивості МЕЗ?5. Поясніть сили які забезпечують поступальний рух мобільного засобу?

Лабораторно-практичне заняття № 11

Тема: Тепловий розрахунок двигуна.

1. Мета: Вивчити методику теплового розрахунку двигуна.

2. Типові завдання.

1. Задачі теплового розрахунку.
2. Вихідні дані для теплового розрахунку.
3. Визначення основних розмірів двигуна.
3. Довідковий матеріал.

1. Задачі теплового розрахунку.

Тепловий розрахунок ДВЗ є першим етапом його проектування. На основі цього розрахунку визначаються технічні й економічні показники двигуна, а також намічаються шляхи їхнього подальшого вдосконалення. Тепловий розрахунок дає вихідні дані для кінематичного й динамічного розрахунків, а також оцінки теплонапруженого стану основних деталей двигуна.

Тепловий розрахунок містить у собі кілька етапів:

1. Обґрунтування й вибір двигуна - прототипу, вивчення його показників, вибір (по прототипу) відсутніх для розрахунку параметрів.
2. Вибір відповідних кутів і складання діаграми фаз газорозподілу двигуна (можна по прототипу).
3. Послідовний розрахунок основних процесів циклу з визначенням параметрів робочого тіла в характерних його точках (див. попередню лекцію) .
4. Визначення індикаторних, ефективних і пито-масових показників двигуна.
5. Побудова розрахункової індикаторної діаграми циклу в координатах «тиск – поточний об'єм циліндра» ($P - V$).

2. Вихідні дані для теплового розрахунку. Побудова індикаторної діаграми двигуна.

Вихідними даними для теплового розрахунку двигуна є:

- потужність двигуна, кВт;
- частота обертання колінчастого валу, об/хв.
- кількість та розміщення циліндрів;
- ступінь стиску;
- коефіцієнт надлишку повітря;
- марка двигуна прототипу.

Індикаторна діаграма являє собою графік залежності тиску газів у циліндрі двигуна від зміни його об'єму (або від зміни кута повороту колінчастого вала двигуна). Її побудову виконують у такій послідовності (рис.1.):

1. Виписують значення тиску робочого тіла в циклі в точках r, a, c, z, b (з теплового розрахунку двигуна).
2. Визначають об'єм камери згоряння

$$V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1}, \text{ л}$$

3. На аркуші (бажано міліметровці) вибирають початок координат і проводять осі зміни тиску й об'єму циліндра. Знаючи значення тиску в точці z , вибирають масштаб тиску μ_p . Масштаб об'єму μ_v вибирають з огляду на те, що $V_a = V_c + V_h$, л.

4. На лінії тиску знаходять точку, що відповідає тиску навколишнього середовища $P_0 = 0,1$ МПа й через неї проводять горизонтальну лінію. На осі об'ємів знаходять точки зі значенням об'ємів V_c і V_a й через них проводять вертикальні лінії.

5. На вертикальну лінію $V = V_c$ (положення поршня у ВМТ) наносять точки r, c, z , а на лінію $V = V_a$ (положення поршня в НМТ) точки a й b .

Примітка: для дизельних двигунів на лінії ВМТ лежить точка z' , а точка z лежить праворуч від точки z' по горизонталі на величину $V_z - V_{z'} = V_{z'} \cdot \rho - V_{z'} = V_{z'}(\rho - 1)$, де ρ - ступінь попереднього розширення.

6. Знаходять проміжні точки

а) на політропі стиску (не менш 5 точок) по формулі $P_x = \frac{V_a^{n_1}}{V_x^{n_1}} \cdot P_a$, МПа;

б) на політропі розширення по формулі $P_x = \frac{V_b^{n_2}}{V_x^{n_2}} \cdot P_b$, МПа.

7. З'єднують проміжні точки, а також точки « r », « a », « c », « z », « b », з огляду на такі умовності:

а) тиск протягом такту випуску приймають постійним і рівним тиску в точці « r »;

б) тиск протягом такту впуску приймають також постійним і рівним тиску в точці « a ». Біля точок $c, (z')z, b$ діаграму плавно скруглюють. Тому що лінія атмосферного тиску, лінії впуску й випуску при прийнятому масштабі тиску практично зливаються, то зображення нижньої частини діаграми виконують окремо (рис. 2), збільшивши масштаб тиску в кілька разів.

Індикаторна діаграма циклу

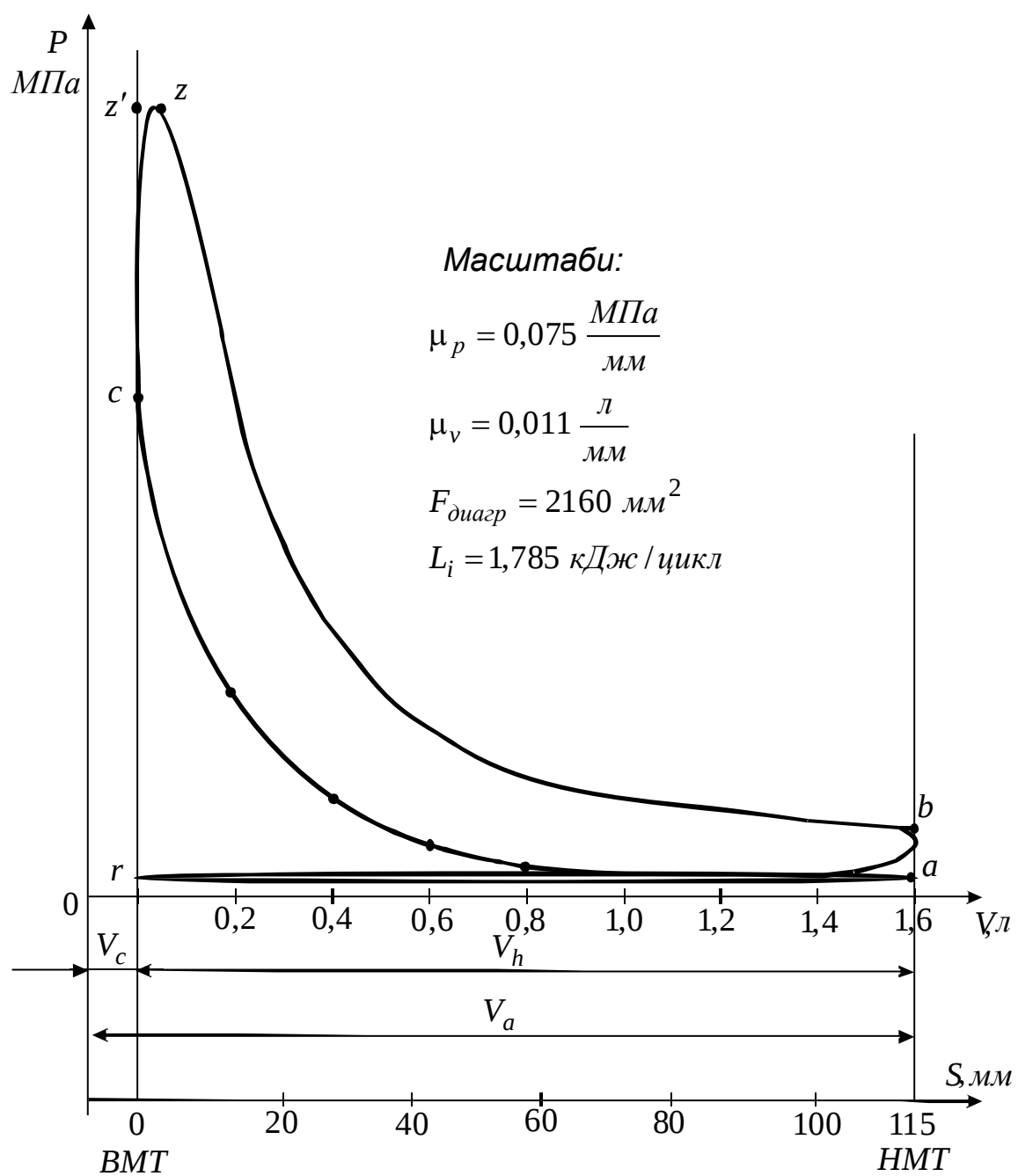
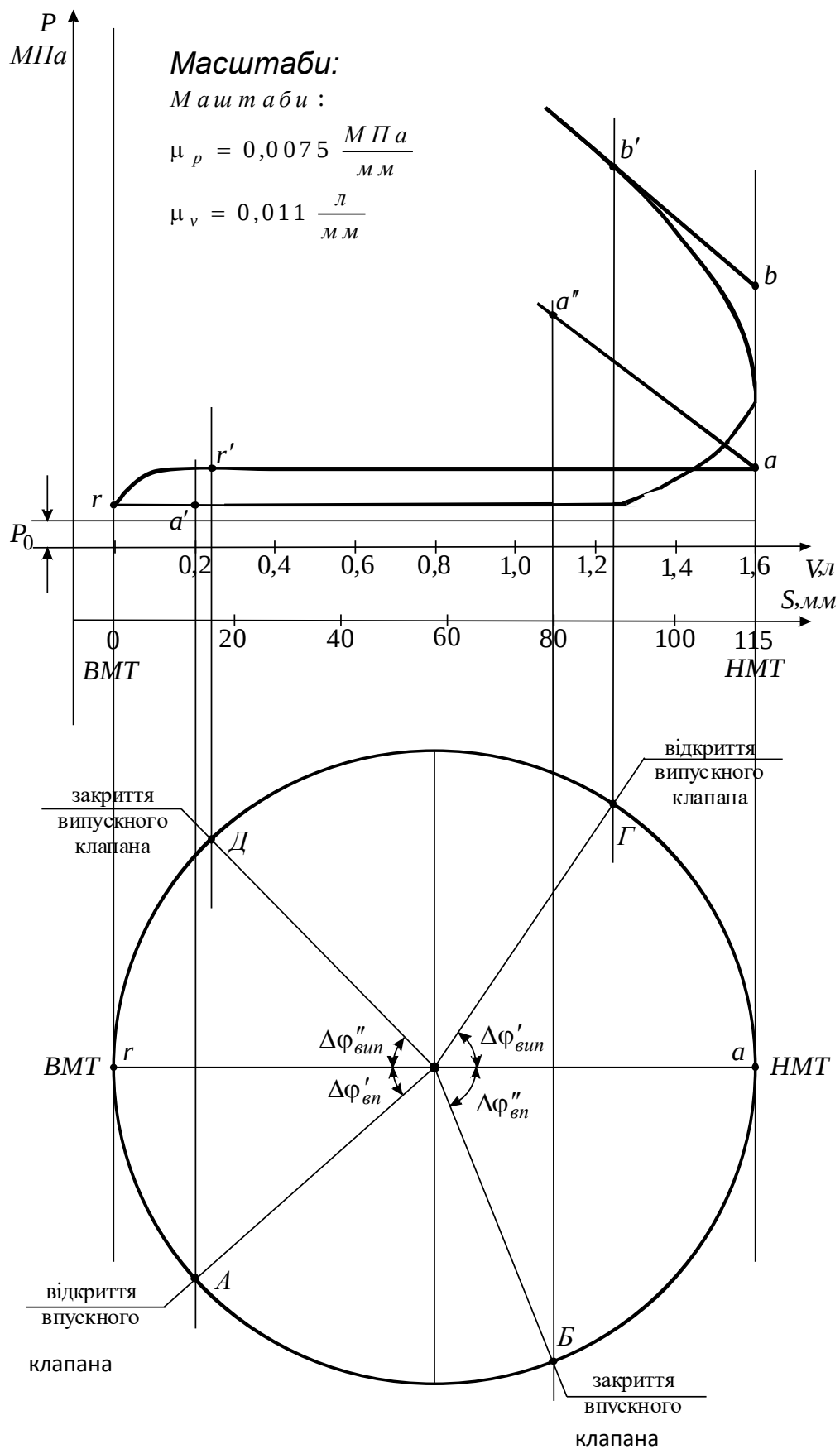


Рис. 1.



Дуга $ArДGaБ$ - впуск р.т. в циліндр
 Дуга $GaBrД$ - выпуск р.т. з циліндра

Рис. 2.

8. На скругленій діаграмі визначають площу, обмежену лініями стиску й розширення у квадратних міліметрах і за формулами

$$L_i = F_{\text{діагр}} \cdot \mu_p \cdot \mu_v, \text{ мм}^2$$

$$\text{і } P_i = \frac{L_i}{V_h}, \text{ МПа}$$

знаходять середній індикаторний тиск і порівнюють його з отриманим у тепловому розрахунку (різниця не повинна перевищувати $\pm 5\%$).

9. Для нанесення на відповідних лініях (нижньої частини діаграми) точок відкриття й закриття клапанів під шкалою об'ємів наносять лінію й шкалу ходу поршня (у мм) і під цією шкалою малюють коло радіусом $R = \frac{S}{2}$, мм із центром у точці 0 (на вертикалі, що відповідає половині ходу поршня).

Потім, орієнтуючись на дані двигуна – прототипу, вибирають кути випередження відкриття й запізнювання закриття впускного й випускного клапанів. При відсутності таких даних ці кути можна призначити, виходячи з того, що в сучасних автотракторних двигунах відкриття впускного клапана відбувається в середньому за $10^\circ \dots 30^\circ$ (кута повороту колінвала) до приходу поршня у ВМТ, а закриття – через $35^\circ \dots 85^\circ$ після НМТ. Випускний клапан відкривається за $40^\circ \dots 70^\circ$ після приходу поршня в НМТ, а закривається через $10^\circ \dots 50^\circ$ після ВМТ.

3. Визначення основних розмірів двигуна

Коли відомі (внаслідок розрахунків або вибору за прототипом) ефективна потужність двигуна N_e , номінальна частота обертання колінчастого вала n , кількість циліндрів i , відношення ходу поршня S до діаметра циліндра D і середній ефективний тиск P_e можна визначити основні конструкційні параметри двигуна — діаметр циліндра та хід поршня. Всі інші параметри кореляційно пов'язані з основними.

Середній індикаторний тиск визначають за індикаторною діаграмою, яку отримують за результатами теплового розрахунку для номінального режиму роботи аналітичним або графічним методом (перший точніший). Внаслідок відмінності справжніх циклів від теоретичних площа основної частини індикаторної діаграми справжнього циклу менша за площу основної частини — теоретичного циклу. Практично вважають, що $F_{\text{ср}} = \mu F_{\text{теор}}$ де μ — коефіцієнт повноти діаграми (для карбюраторних двигунів — 0,97, для дизельних — 0,92). Згідно з формулою :

$$V_h = \frac{N_e \cdot 30\tau}{P_e n i} \quad \text{Водночас } V_h = \frac{\pi D^2}{4} S$$

Невідомі D і S визначають за рівнянням $\rho = S/D$

Коефіцієнт зв'язку ρ вибирають, зважаючи на таке: зі зменшенням ρ знижуються висота й маса двигуна, середня швидкість поршня і, як наслідок, зростає механічний ККД, зменшується зношення, поліпшується наповнення

циліндрів. Двигуни з $\rho < 1$ називають *короткоходовими*, а з $\rho > 1$ — *довгоходовими*. Коефіцієнт ρ сучасних карбюраторних двигунів - 0,85 - 0,95, дизельних — 1,0 - 1,2.

4. *Питання для закріплення матеріалу.* 1. В якій послідовності виконується тепловий розрахунок двигуна? 2. В якій послідовності будують індикаторну діаграму двигуна?

5. *Рекомендована література.* Л-1 с. 31-63, Л-5 с. 262-267, Л-8, Л-9 с. 15-124.

Лабораторно-практичне заняття № 12

Тема: Характеристики автотракторних двигунів.

1. Мета: Вивчити типи характеристик автотракторних двигунів.

2. Типові завдання.

Типи характеристик автотракторних двигунів.

3. Довідковий матеріал.

У процесі роботи двигунів тракторів і автомобілів параметри, що характеризують їх роботу, змінюються. Залежності основних параметрів (потужності, частоти обертання колінчастого вала, крутного моменту, витрати палива тощо) від інших (незалежних змінних) називають *характеристиками двигунів*. Здебільшого їх визначають за результатами випробування двигунів і для наочності подають графічно. Методики визначення характеристик регламентуються стандартами 18509-80 і 14846-86.

Характеристики двигунів поділяють на регульовальні та експлуатаційні. **Регульовальні** визначають з метою встановлення чи перевірки оптимальних регулювань паливоподавальних систем і систем запалювання. За **експлуатаційними** — оцінюють роботу двигуна в різних навантажувальних і швидкісних режимах. У першій групі характеристики: для карбюраторного двигуна — за витратою палива, та за кутом випередження запалювання: для дизеля — за витратою палива та за моментом випередження подачі палива. У другій групі — навантажувальні та швидкісні характеристики.

Основні характеристики двигунів. Регульовальні за складом суміші — залежності ефективної потужності, питомої витрати палива та інших показників роботи двигуна від годинної витрати палива. Їх використовують для встановлення оптимальної подачі палива.

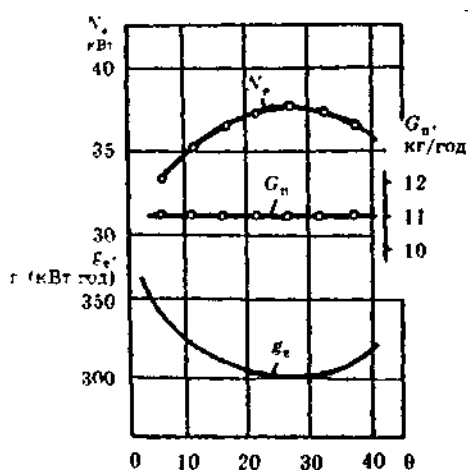
Регульовальна характеристика карбюраторного двигуна за складом суміші — залежності ефективної потужності, питомої витрати палива та інших показників роботи двигуна від коефіцієнта надлишку повітря за усталеної частоти обертання колінчастого вала і незмінного положення дросельної заслінки карбюратора. Цю характеристику використовують під час вибору параметрів дозувальних систем карбюраторів в умовах змінних швидкісних і навантажувальних режимів.

Регульовальна характеристика дизеля за складом суміші — залежності годинної, питомої витрат палива та інших показників роботи двигуна від навантаження (середнього ефективного тиску, ефективної потужності) за усталеної частоти обертання колінчастого вала двигуна. Потужність дизеля за усталеної частоти обертання колінчастого вала регулюють зміною подачі палива насосом високого тиску. Тому ця

характеристика дизеля збігається з його навантажувальною характеристикою. За цією характеристикою, отриманою за усталеної частоти обертання колінчастого вала й оптимального кута випередження впорскування палива, можна встановити режими максимальної потужності, найменшої питомої витрати палива. Робота дизеля в економному режимі супроводжується повним і бездимним згорянням палива (коефіцієнт надлишку повітря в цьому режимі 1,4 - 1,8). Режим максимальної потужності характеризується складом суміші, що має коефіцієнт надлишку повітря в межах одиниці. При цьому спостерігається сильне димлення, зумовлене обмеженістю процесу сумішоутворення в часі та недосконалим змішуванням розпиленого палива з повітрям.

Регулювальні за настановними кутами випередження запалювання та впорскування палива.

Регульовальна характеристика за настановними кутами випередження запалювання — залежності ефективної потужності N_e , годинної G_n й питомої q_e витрати палива та інших показників роботи двигуна від кута випередження запалювання в градусах кута повороту θ колінчастого



вала двигуна відносно ВМТ за незмінної частоти його обертання й усталеного відкриття дросельної заслінки карбюратора (рис. 1). Отримані характеристики використовують для встановлення впливу конструкційних параметрів на оптимальні кути випередження запалювання та вплив кутів випередження запалювання на показники роботи двигуна.

У більшості сучасних автомобільних карбюраторних двигунів передбачено автоматичні пристрої для зміни кута випередження запалювання за двома режимними параметрами: частота обертання колінчастого вала (відцентровий) та навантаження (вакуумний). Крім цього, в розподільниках, як правило, є октан-коректор, за допомогою якого можна змінювати початково встановлений кут випередження запалювання.

Рис. 1. Регульовальна характеристика двигуна за кутом випередження запалювання.

Регульовальна характеристика дизеля за настановними кутами випередження впорскування палива — залежності ефективної потужності, годинної і питомої витрати палива та інших показників роботи двигуна від кута випередження впорскування палива за усталеної частоти обертання

колінчастого вала й незмінного положення рейки паливного насоса. Зазвичай під час випробування вимірюють не кут випередження впорскування, а кут випередження подачі палива. Кут випередження впорскування палива завжди менший, ніж кут випередження його подачі (зокрема за рахунок пружних якостей паливопроводів).

За допомогою цієї характеристики визначають вплив конструкційних параметрів на кути випередження впорскування палива та вплив кутів випередження впорскування палива на показники роботи двигуна. При цьому можна встановити оптимальні кути випередження впорскування палива чи параметри автоматичних пристроїв для досягнення раціональних потужнісних і економічних показників двигунів.

На величину оптимального кута випередження подачі палива в циліндри дизеля, крім навантаження й частоти обертання колінчастого вала, впливають: спосіб сумішоутворення, закон подачі палива в циліндр, початкові умови впуску та випуску і ін. Критерії для встановлення оптимального моменту випередження впорскування палива — мінімальна питома витрата палива й жорсткість роботи дизеля (виявляється стукотом).

Швидкісна характеристика двигуна — це залежність ефективної потужності N_e , крутного моменту M_k , середнього ефективного тиску P_e , годинної витрати палива G_T , питомої g_e витрати палива і інших показників від частоти обертання колінчастого вала при постійному відкритті дросельної заслінки в карбюраторному двигуні або при незмінному положенні органу, регулюючого подачу палива в дизелі.

Окрім вказаних змінних, для більш повного розкриття показників робочого процесу в швидкісній характеристиці додатково приводять зміну коефіцієнта наповнення η_v , коефіцієнта надлишку повітря α , температури відпрацьованих газів t_r , а також динамічних і температурних показників циклу. Може також приводитися залежність температури, зносу деталей циліндро-поршневої групи, показників токсичності, шуму і вібрацій від частоти обертання колінчастого валу двигуна. При цьому оцінюють динамічні якості двигуна, його здатність подолати тимчасово зростаючі опори, що виникають, наприклад, при виконанні машинно-тракторним агрегатом сільськогосподарських операцій.

Швидкісна характеристика карбюраторного двигуна. Відповідно до ГОСТ 14846—81 «Двигуни автомобільні. Методи стендових випробувань» швидкісні зовнішні характеристики визначають при повністю відкритому дроселі, включеному запаленні і подачі палива з кутами випередження запалення, вказаними в технічних умовах на двигун.

При знятті зовнішньої швидкісної характеристики залежно від

укомплектованості двигуна допоміжними пристроями і устаткуванням визначають потужність нетто або потужність брутто.

Для двигунів з іскровим запаленням, забезпечених обмежувачами частоти обертання, швидкісні характеристики визначають як з включеним, так і з відключеним обмежувачем.

При визначенні швидкісних характеристик виявляються точки, відповідні мінімальній і максимальній робочій частоті обертання, умовам на двигун для потужності нетто (або для потужності брутто), а також частотам обертання при максимальному моменті і мінімальній питомій витраті палива і початку спрацьовування обмежувача частоти обертання, що крутить.

В технічних умовах на двигун указується потужність нетто, що гарантується, для встановленої технічними умовами частоти обертання колінчастого валу або приводиться вся швидкісна зовнішня характеристика потужності нетто. Може також указуватися потужність брутто для встановленої технічними умовами частоти обертання колінчастого валу, що гарантується.

Швидкісні часткові характеристики визначають при деяких проміжних положеннях дроселя, постійних для всієї визначуваної часткової характеристики.

При випробуванні двигуна для виявлення його швидкісних характеристик при повному відкритті дроселя (зовнішня швидкісна характеристика) або деяких проміжних його положеннях (часткові швидкісні характеристики) частоту обертання колінчастого валу змінюють регулюванням навантаження за допомогою гальмівної установки.

Швидкісна характеристика карбюраторного двигуна ЗІЛ-130 приведена на рис. 1. Характеристика знята з включеним обмежувачем частоти обертання.

Залежність $M_{k0} = f(n)$ і $N_{e0} = f(n)$ відносяться до крутного моменту і потужності, приведеної до стандартних атмосферних умов (барометричний тиск $p_0 = 101,3$ кПа, температура повітря $T_0 = 293$ К).

Окрім основної залежності, для двигуна ЗІЛ-130 приведена також зміна витрати повітря G_v , коефіцієнта наповнення η_v , кута випередження запалення $\phi_{ззж}$, розрідження за дросельною заслінкою карбюратора ΔP_k і умовного середнього тиску механічних втрат p_m для швидкісної характеристики.

Проаналізуємо характер протікання і причини зміни основних показників роботи двигуна в умовах швидкісної характеристики. Зміна ефективної потужності двигуна залежить від середнього ефективного тиску p_e частоти обертання колінчастого валу n :

$$N_e = p_e V_h n / (30 \tau_{дв}).$$

Для даного двигуна з урахуванням постійного робочого об'єму циліндра V_h , числа циліндрів і та коефіцієнта тактності $\tau_{дв}$, об'єднаних сталою C , $N_e =$

Ср.п.

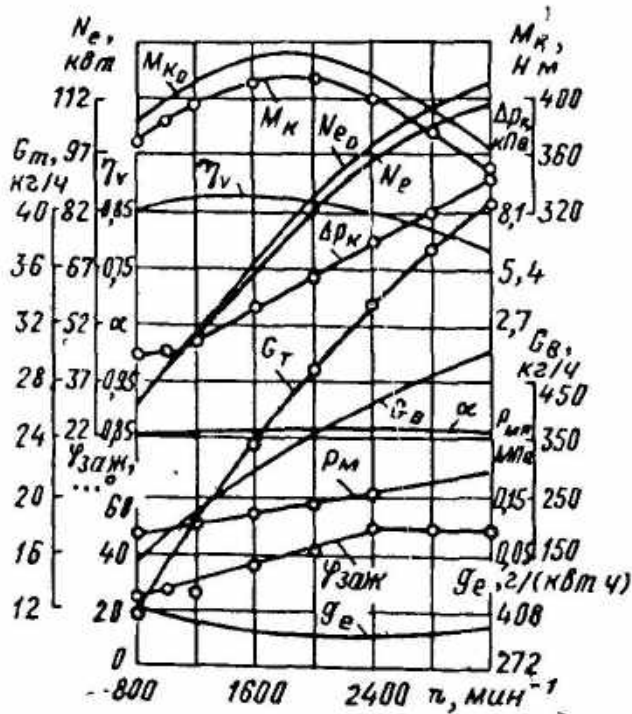
Умовний середній тиск механічних втрат p_m із збільшенням частоти обертання поступово зростає і при деякій максимально можливій для даного двигуна частоті обертання може досягти значення, рівного середньому індикаторному тиску. Середній ефективний тиск при цьому буде рівний нулю.

У свою чергу, середній ефективний тиск p_e змінюється залежно від ряду параметрів, що характеризують робочий процес карбюраторного двигуна.

Для даного палива

$$p_e = C_k \eta_v \eta_i \eta_m / \alpha,$$

Закон протікання кривої $p_e = f(n)$ залежить від зміни коефіцієнта надлишку повітря α , коефіцієнта наповнення циліндра η_v , індикаторного η_i і механічного η_m ККД.



Для підвищення динамічних якостей і здатності двигуна для подолання тимчасово збільшених опорів суміш автоматично (за допомогою економайзера) збагачується при

Рис. 1. Швидкісна характеристика карбюраторного двигуна ЗІЛ-130

зниженні частоти обертання колінчастого вала двигуна. Коефіцієнт надлишку повітря при цьому зменшується і збільшується коефіцієнт наповнення η_v , оскільки зростає тривалість відкриття впускних клапанів і зменшується опір

при всмоктуванні заряду в циліндри. При цьому також зростає механічний коефіцієнт корисної дії, оскільки зменшуються насосні втрати і втрати на тертя. Таким чином, характер зміни α , η_v і η_m обумовлює зростання p_e із зменшенням частоти обертання.

Індикаторний коефіцієнт корисної дії з падінням частоти обертання знижується. Основні причини: збагачення суміші, відносно збільшення тепловіддачі за цикл в охолоджуючу систему, зростання витоку газів з циліндра за рахунок нещільності унаслідок збільшення тривалості циклу і погіршення процесу карбюрації внаслідок зменшення швидкості повітря і зниження інтенсивності розпилювання палива, а також перемішування його пари з

повітрям.

На малій частоті обертання p_e знижується за рахунок зменшення індикаторного коефіцієнта корисної дії з вищезгаданих причин і можливого зменшення коефіцієнта наповнення через невідповідність фаз газорозподілу швидкісному режиму двигуна.

Поведінка кривої $M_k = f(n)$ залежить від тих же чинників, що і $p_e = f(n)$, оскільки крутний момент і середній ефективний тиск для двигуна - це параметри, прямо пропорційні один одному.

Годинна витрата палива зростає із збільшенням частоти обертання, оскільки підвищується число ходів всмоктування в одиницю часу і збільшується розрідження в карбюраторі.

Характер зміни питомої витрати палива в умовах швидкісної характеристики визначається протіканням кривих $\eta_i = f(n)$ і $\eta_m = f(n)$, оскільки для даного палива $g_e = C / (\eta_i \eta_m)$. Необхідно відмітити, що найбільша потужність-точка перегину кривий $N_e = f(n)$ і якнайменша питома витрата палива - точка перегину кривий $g_e = f(n)$ для швидкісної характеристики не співпадають (див. мал. 36). Мінімум питомої витрати палива завжди розташовується ліворух максимальної потужності.

При підвищенні частоти обертання швидкість зношування зростає у зв'язку із зростанням температури деталей циліндропоршневої групи, а також у зв'язку із збільшенням динамічних навантажень і роботи сил тертя.

Швидкісну характеристику дизеля, отриману за незмінного найвигіднішого для бездимного згоряння палива положення рейки паливного насоса, визначеного за регулювальною характеристикою, називають зовнішньою (рис. 2)..

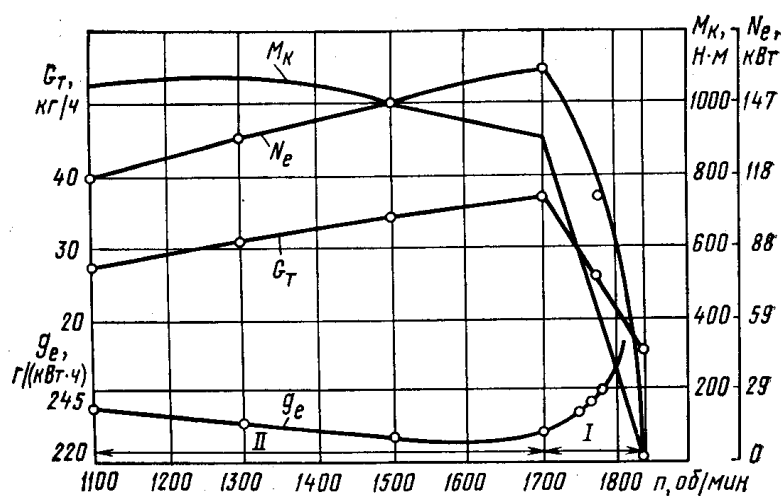


Рис. 1. Швидкісна характеристика дизеля ЯМЗ-238НБ.

У швидкісних характеристиках можуть бути також відбиті залежності температури, зношення деталей циліндропоршневої групи, показників токсичності, шуму й вібрації від частоти обертання

колінчастого вала двигуна. При цьому оцінюють динамічні якості двигуна, його здатність долати тимчасові зростання навантаження, які виникають, наприклад, під час роботи машинно-тракторного польового агрегату.

Навантажувальна характеристика — залежності годинної і питомої витрат палива, ефективного й механічного ККД та інших показників роботи двигуна від його навантаження, яке може бути виражене, наприклад, ефективною потужністю чи середнім ефективним тиском. Навантажувальну характеристику дизеля під час його роботи на регуляторі називають *регуляторною*. Іноді регуляторну характеристику зображують як залежності основних параметрів (витрати палива, ефективної потужності, крутного моменту) від частоти обертання колінчастого вала двигуна.

За навантажувальною характеристикою оцінюють паливну економічність, зносостійкість і токсичність двигуна в умовах різного рівня його завантаження і незмінної частоти обертання колінчастого вала.

Крім перелічених характеристик, стандартом передбачено отримання й інших, зокрема: холостого ходу, пускової, вібраційної, рівномірності роботи циліндрів тощо.

Характеристики отримують у процесі випробування двигунів, програми яких визначають поставлені завдання, і використовують для встановлення (вибору) оптимальних значень певних параметрів, контролю якості нових і відремонтованих двигунів, визначення конструкційних, динамічних і економічних показників двигунів. Характеристики є також важливим матеріалом для вивчення динамічних і економічних якостей тракторів та автомобілів.

4. Питання для закріплення матеріалу.

Визначіть термін «характеристика двигуна»

5. Рекомендована література.

Л-2, с.162-170, Л-6 с. 122-155.

Лабораторно-практичне заняття № 13

Тема: Трансмисії. Зчеплення.

1. Мета: Вивчити будову, принцип роботи та регулювання трансмісій тракторів та автомобілів.

2. Типові завдання.

1. Призначення, вимоги, класифікація.
2. ККД і передатне відношення трансмісії.
3. Особливості трансмісій сучасних тракторів і автомобілів.

Призначення, вимоги, класифікація.

- 4 Конструкція і дія головних зчеплень тракторів і автомобілів.
5. Сервомеханізми в приводах зчеплення.

3. Довідковий матеріал.

1. ПРИЗНАЧЕННЯ, ВИМОГИ, КЛАСИФІКАЦІЯ. ККД І ПЕРЕДАТОЧНЕ ВІДНОШЕННЯ.

Трансмисія 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 гідропривода.

Трансмисія призначена для плавного рушання з місця трактора або автомобіля, зміни їх швидкості і напрямку руху (вперед або назад), забезпечення довготривалої 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.

За способом трансформації обертального руху розрізняють ступінчасті, безступінчасті і комбіновані трансмісії.

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

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

$$K = M_k / M_d,$$

де M_k і M_d — крутний момент відповідно на ведучих колесах (зірочках) і на колінчастому валу двигуна. Загальне передаточне число дорівнює:

$$I_{тр} = n_d / n_k,$$

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

Коефіцієнт корисної дії (ККД) визначають:

$$\eta_{тр} = (M_k n_k) / (M_d n_d) = K / I_{тр}$$

Крутний момент на ведучих елементах рушія називають ведучим моментом.

$$M_k = M_d I_{тр} \eta_{тр}$$

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 безступінчастої трансмісії.

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 трансмісіях високий ККД і порівняно низька вартість, тому їх найчастіше застосовують на тракторах та автомобілях, але частота обертання регулюється ступінчасте.

Електрична трансмісія складається з генератора постійного струму, якір якого приводиться у рух від двигуна внутрішнього згоряння. 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'ємній передачі** механічна енергія передається оливою, яка під робочим тиском, що створюється насосом, спрямовується розподільчим пристроєм до приводних гідромоторів ведучих коліс. Така трансмісія дає змогу безступінчасте та у великому діапазоні регулювати частоту обертання ведучих коліс трактора або автомобіля. До недоліків належать: 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 передачі 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 безступінчасте 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.

2. ОСОБЛИВОСТІ ТРАНСМІСІЙ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ.

Конструктивні особливості трансмісій одного типу суттєво залежать від виду енергетичного засобу (трактор або автомобіль), числа ведучих коліс, типу рушія (колісний чи гусеничний).

Типові схеми механічних ступінчастих трансмісій наведені на рис.1.

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 поздовжніх валів на поперечні.

Рис. 1. Схеми механічних трансмісій:

а—колісного

трактора з ведучими задніми колесами; б — колісного трактора з чотирма ведучими колесами; в — автомобіля;

г — гусеничного трактора; 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, 11 — карданні передачі; 10 — роздавальна коробка; 12, 13 і 14 — відповідно головна передача, диференціал і кінцева передача переднього ведучого моста

Диференціал дає змогу при безперервному підведенні крутного

моменту до ведучих коліс оберталися 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.

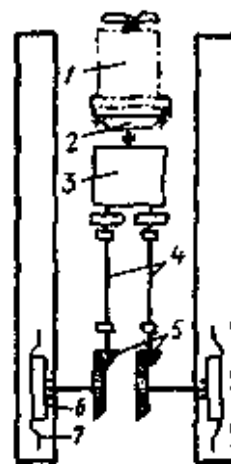
Оскільки автомобіль — транспортний засіб, швидкість руху якого у кілька разів перевищує швидкість руху трактора, передаточне число трансмісії і крутний момент, що передається нею, менші, ніж у трактора. Тому й елементи трансмісії автомобілів простіші за конструкцією і менш металомісткі. У конструкції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

Конструкція автомобіля або трактора з колісним рушієм значно ускладнюється зі збільшенням кількості ведучих коліс. У таких енергетичних засобів додатково є роздавальна коробка 10 (рис. 1, б), карданна передача 11, а також головна передача 12, диференціал 13 і кінцева передача 14 переднього ведучого моста.

Трансмісії 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.

Рис. 2. Схема трансмісії трактора Т-150:

1 — двигун. 2 — головне зчеплення; 3 — коробка передач; 4, 5, 6 — відповідно карданні, головні і кінцеві передачі; 7 — ведуча зірочка



На відміну від інших гусеничних тракторів, у трактора Т-150 особлива конструкція трансмісії, яка складається із: зчеплення 2 (рис. 2), коробки передач 3 із двома вторинними (вихідними) валами, які за допомогою карданних передач 4 з'єднані з двома головними передачами 5. Від головних передач крутний момент передається через кінцеві передачі 6 на ведучі зірочки 7. У трансмісії трактора Т-150 відсутній механізм повороту, його функцію виконує коробка передач.

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 палива на наступний розгін. Але такі трансмісії значно складніші за конструкцією, оскільки повинні мати спеціальну гідравлічну систему керування.

Особливість трансмісій тракторів порівняно з більшістю трансмісій автомобілів — передача механічної енергії від двигуна не одним, а двома або трьома потоками. Крім передачі крутного моменту на ведучі колеса або зірочки, він передається на задній або передній вал відбору потужності для привода активних робочих органів, а також до насосів у гідропроводі сільськогосподарських машин.

Головне зчеплення, розташоване між двигуном і коробкою передач, призначене для плавного приєднання і короткочасного від'єднання двигуна і трансмісії, плавного руху з місця, вирівнювання динамічних навантажень на елементах трансмісії.

Розрізняють механічні фрикційні, гідравлічні та електричні зчеплення. У **механічних фрикційних зчепленнях** крутний момент передається силами тертя між ведучими і веденими елементами, у гідравлічних — динамічним напором рідини, в електричних — струмами, що виникають між полюсами ведучого (електромагніта) і веденого елементів.

На автотракторній техніці найпоширеніші механічні фрикційні зчеплення, які класифікують залежно від виду тертя, числа ведених дисків, дії натискного механізму і числа потоків крутного моменту.

За видом тертя зчеплення поділяють на сухі і мокрі (працюють у рідинній ванні). На тракторах, як правило, застосовують сухі зчеплення, а мокрі — у коробках передач з переключенням передач на ходу (Т-150), редукторі пускового двигуна, у приводі вала відбору потужності, у блокувальному пристрої диференціала переднього ведучого моста тракторів МТЗ-82, МТЗ-102.

Залежно від числа ведених дисків розрізняють одно- дво- і багатодискові зчеплення.

За дією натискного механізму зчеплення поділяють на постійно і непостійно замкнуті. **Постійно замкнутим** називають зчеплення, яке перебуває у включеному стані доти, поки до органів керування не буде прикладено зовнішнє зусилля. Ці зчеплення найпростіші за будовою і забезпечують плавне включення трансмісії, чим і пояснюється їх широке застосування.

Залежно від числа потоків крутного моменту, що передаються зчепленням, вони бувають одно- і двопотокові. Одно потокові передають крутний момент тільки на колеса (гусениці) трактора, дво потокові — додатково (другий потік) на привод робочих органів машин і знарядь через ВВП, які агрегатуються з трактором. Характеристики зчеплень деяких тракторів і автомобілів приведені в таблиці.

	Характеристика зчеплення	Марка трактора чи автомобіля
1	Фрикційне, сухе, постійно замкнене, однодискове, однопотокове	ГАЗ-53, ЗІЛ-431410, ВАЗ-2107
2	Фрикційне, сухе, постійно замкнене, дводискове, однопотокове	КАМАЗ-5410 ДТ-75М. Т-150К
3	Фрикційне, сухе, постійно замкнене, дводискове, двопотокове з керуванням однією педаллю	ЮМЗ-6Л
4	Фрикційне, сухе, постійно замкнене, дводискове, двопотокове з керуванням двома педалями	Т-40М, ЛТЗ-55
5	Фрикційне, мокре, постійно розімкнене, багатодискове, однопотокове	Коробка передач Т-150 Редуктор пускового двигуна П-350

Керування зчепленням може бути автоматичним (без дії водія) і неавтоматичним. На автотракторній техніці застосовують керування з механічним і гідравлічним приводом. Щоб зменшити зусилля, при включенні зчеплення використовують механічні (пружинні), пневматичні або гідравлічні підсилювачі.

Фрикційне зчеплення — муфта, в якій крутний момент передається за рахунок сил тертя між поверхнями, що труться. Складається з ведучої і веденої частин, натискного механізму і механізму керування. Ведуча частина сприймає від маховика крутний момент двигуна, а ведена — передає його первинному валу коробки передач. Натискний механізм забезпечує щільне притискання ведучої і веденої частин зчеплення для створення потрібного моменту тертя. Механізм керування призначений для керування (включення, виключення) зчепленням.

3. КОНСТРУКЦІЯ І ДІЯ ГОЛОВНИХ ЗЧЕПЛЕНЬ ТРАКТОРІВ І АВТОМОБІЛІВ.

Найпоширеніші схеми постійно замкнених зчеплень наведено на рис. 1. Ведуча частина однодискового зчеплення складається з маховика 1 (рис. 1, а), натискного диска 3, кожуха 10 і напрямних (ведучих) пальців 11. Ведена частина має ведений диск 2, розташований на валу 7. Натискний механізм складається з пружин 9, закріплених у кожусі 10 зчеплення. До механізму керування зчепленням належать відтискні важелі 4 з пальцями, рухома муфта (відводка) 5, вилка виключення 8, педаль 6 із тягами. Всі деталі розташовані всередині картера маховика і картера зчеплення.

Постійно замкнене зчеплення працює так. Поки до педалі 6 зусилля не прикладається, натискні пружини 9 переміщують диски натискний 3 і ведений 2 до маховика і щільно притискають одну до одної поверхні тертя дисків 3, 2 і маховика 1. Крутний момент від маховика передається на затиснений ведений диск 2 і від нього — на ведений вал 7.

При виключенні зчеплення до педалі 6 прикладається зусилля, яке передається на натискний диск 3. Під дією цього зусилля диск 3 відводиться назад, долаючи опір пружин 9. Ведений диск 2 вивільняється і поступово зупиняється. Деякі зчеплення мають для цього спеціальне гальмо.

Для збільшення сили тертя на дисках, а отже, і моменту, що передає зчеплення, до ведених дисків приклепують або приклеюють спеціальні фрикційні накладки, виконані з матеріалу з високим коефіцієнтом тертя.

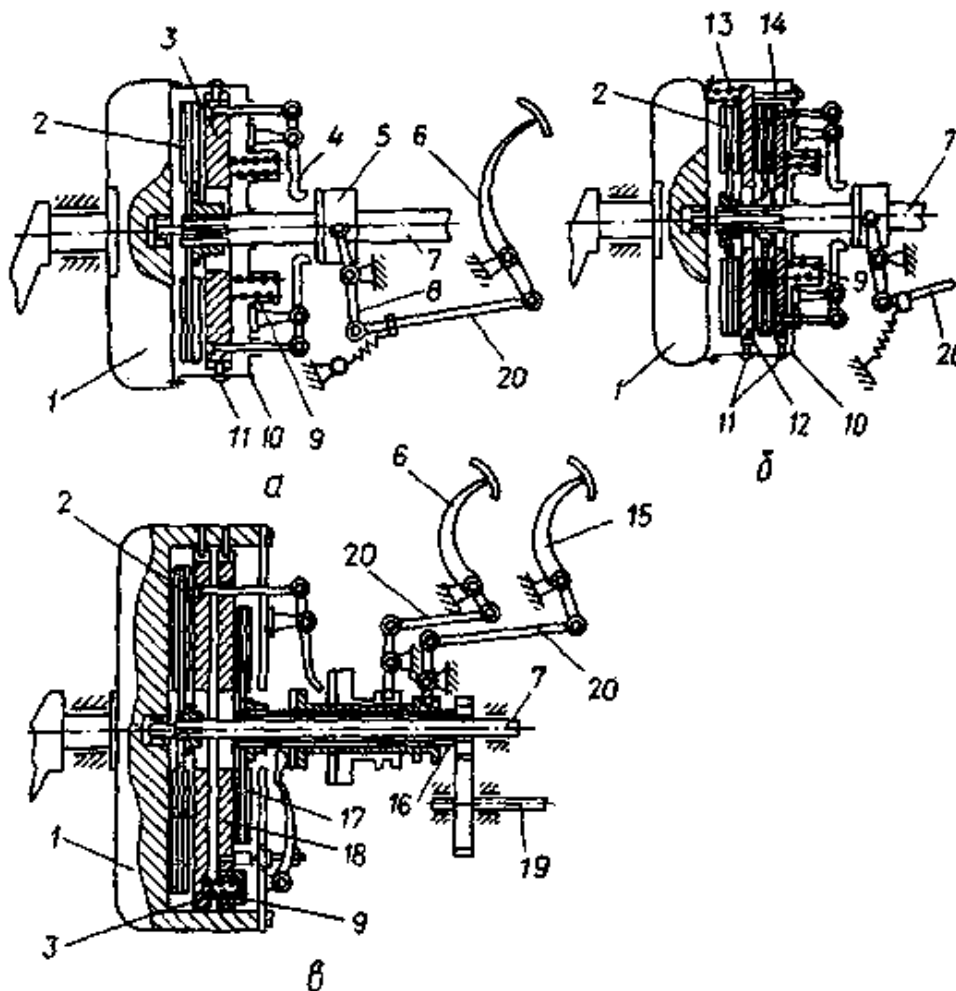


Рис. 1. Схеми постійно замкнених головних зчеплень:

а — однодискове однопотокове; б — дводискове однопотокове; в — двопотокове; 1 — маховик; 2, 17 — ведені диски; 3, 18 — натискні диски; 4 — відтискний важіль; 5 — відводка; 6, 15 — педалі; 7, 16 і 19 — вали; 8 — вилка; 9, 13 — натискні пружини; 10 — кожух; 11 — палець натискного диска; 12 — проміжний ведучий диск; 14 — болт; 20 — тяга

Дводискове постійно замкнене зчеплення (рис. 1, б) має по два ведені і ведучі диски, розташованих по черзі. Ведучі диски з'єднані з маховиком 1 через кожух 10 і ведучі пальці 11, а ведені 2 — з валом 7. Принцип дії такого зчеплення аналогічний однодисковому. При включенні зчеплення проміжний ведучий диск 12 відходить від маховика за допомогою пружин 13. Найбільше переміщення диска 12 обмежується регулювальними болтами 14 (або пружинами), що усуває заклинювання заднього веденого диска. Встановлюють такі зчеплення на тракторах Т-150, Т-150К, МТЗ-100/102, вантажних автомобілях КамАЗ та ін.

Комбіноване (двопотокове) постійно замкнене зчеплення (рис. 1, в) складається з двох зчеплень: головного і привода ВВП. Такі зчеплення мають роздільне і суміщене керування. Від однодискового відрізняється наявністю двох додаткових дисків — веденого 17 і ведучого (натискного) 18, які притискаються один до одного пружинами 9. Маточина веденого диска 17 закріплена на шліцах порожнистого вала 16, від якого крутний момент

передається ВВП 19. Кожне зчеплення має свій самостійний механізм керування з педалями 6 і 15 та відповідними тягами і важелями. Така конструкція комбінованого зчеплення дає змогу включати і виключати привод ВВП незалежно від положення головного зчеплення (трактори ЛТЗ). Використовують також комбіновані зчеплення із суміщеним приводом від однієї педалі (трактори ЮМЗ). У цьому зчепленні на початку ходу педалі виключається головне зчеплення, і трактор зупиняється, а при дальшій дії на педаль виключається зчеплення ВВП.

По способу керування зчепленням їх поділяють на:

- з механічним керуванням
 - без підсилювача;
 - з механічним підсилювачем (ЮМЗ-6Л, ЛТЗ-55);
 - з гідравлічним підсилювачем (ДТ-75);
 - з пневматичним підсилювачем (Т-150К);
- з гідравлічним керуванням
 - без підсилювача (легкові автомобілі, СК-5 “Нива”);
 - з пневматичним підсилювачем (КАМАЗ-5320).

Однодискові зчеплення з циліндричними пружинами прості у виготовленні й обслуговуванні, надійні, мають «чисте» вимикання, забезпечують добре відведення теплоти від пар тертя. Вони мають невелику масу та високу зносостійкість. Однак з підвищенням моменту, що передається зчепленням, потрібне збільшення моменту тертя у зчепленні шляхом збільшення діаметра фрикційних кілець або числа пар тертя. Збільшення діаметра кілець обмежене габаритними розмірами маховика двигуна і зусиллям вимикання зчеплення. Збільшення діаметра диска приводить також до зростання його лінійної швидкості, що може спричинити руйнування дисків під дією відцентрової сили.

У зчепленні з *периферійним розміщенням пружин*, які встановлюють на тракторах ХТЗ-2511, ЮМЗ-6М та ін., автомобілях ЗІЛ-130, ГАЗ-66 та ін. у разі використання швидкохідних двигунів можливий вигин пружин під дією відцентрових сил. Це призводить до зниження натискного зусилля, пробуксовування поверхонь тертя у зчепленні, підвищення температури і зростання зношення поверхонь тертя. Крім того, у таких зчепленнях неможливо регулювати натискне зусилля, що зменшується в міру зношення фрикційних кілець.

Переваги зчеплень із *діафрагмовою пружиною*, які встановлюють на перспективних тракторах та автомобілях, порівняно зі зчепленням із периферійним розміщенням пружин є те, що діафрагмова пружина забезпечує рівномірніший тиск на натискний диск. Тиск діафрагмової пружини у разі зношення фрикційних накладок веденого диска практично не змінюється. Крім того, для утримання зчеплення у вимкненому стані потрібна трохи менша сила, ніж у зчепленнях із гвинтовими пружинами.

Недоліком діафрагмового зчеплення є підвищена трудомісткість виготовлення пружин із заданою характеристикою та великі осьові зусилля за малих габаритних розмірів зчеплення.

Дводискові зчеплення, які установлюють на тракторах типу МТЗ-100, Т-150К, автомобілях типу КамАЗ, КрАЗ та ін. мають невеликі габаритні розміри. Однак порівняно з однодисковими зчепленнями конструктивно вони складніші, мають підвищену масу і потребують більшого зусилля для їх вимикання.

4. СЕРВОМЕХАНІЗМИ В ПРИВОДАХ ЗЧЕПЛЕННЯ.

У гідравлічному приводі (рис. 4) деякою мірою враховано зазначені вище недоліки. Його застосовують, як правило, на

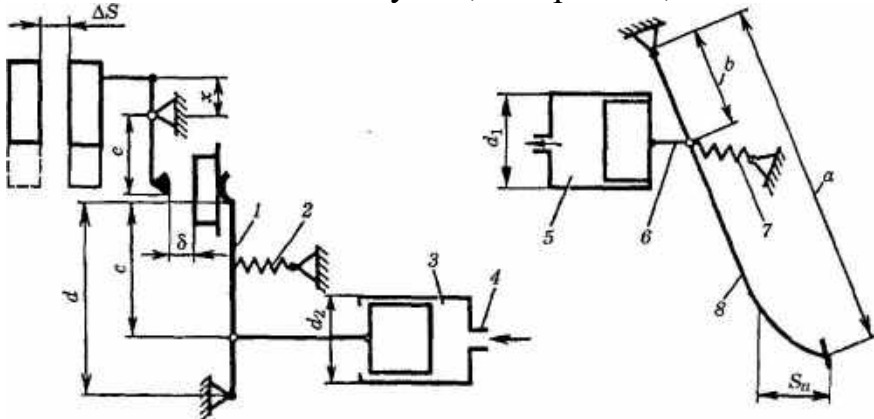


Рис. 4. Схема гідравлічного приводу керування зчепленням легкових

автомобілях. Він складається з педалі 8, проміжної тяги 6, важеля 1, головного гідроциліндра 5, трубопроводу 4 і

робочого гідроциліндра 3. Цей привід має дві пружини 2 і 7 для утримання педалі і вилки вимкнення в крайньому положенні. Автоматичний електровакуумний привід зчеплення встановлюють на автомобілях ЗАЗ для інвалідів замість електромагнітного порошкового зчеплення. Привід включає вакуумний циліндр 2 (рис. 5) з поршнем 3, клапанний пристрій 8, в якому

розміщений вакуумний клапан 7 із сідлом 6, електромагніт 5 з якорем 4 та сідлом 9 на торці. В комплект обладнання входить блок керування 11, призначений для регулювання сили струму, що надходить від генератора 10 в обмотку електромагніту залежно від швидкості обертання колінчастого вала двигуна.

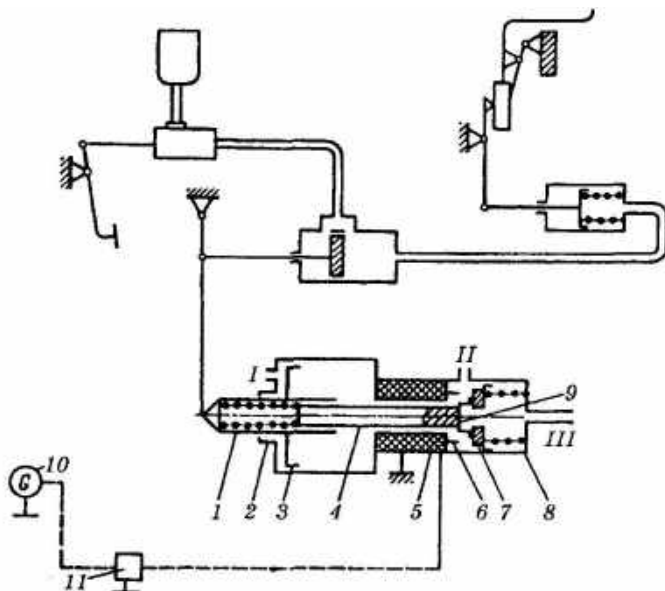


Рис. 5. Схема

автоматичного електровакуумного приводу зчеплення

За увімкненого зчеплення (див. на рис. 5), струм не надходить на обмотки електромагніту і якорь 4 пружиною штока 1 зміщений вправо, сідло 9 якоря щільно закриває центральний отвір вакуумного клапана 7, який з'єднує

вакуумний циліндр 2 з впускним трубопроводом. У цьому положенні обидві порожнини вакуумного циліндра сполучені з атмосферою виходами I і II. У разі натискування на важіль керування коробкою передач електричне коло замикається і струм надходить в обмотки електромагніту 5. Під дією електромагнітного поля якір 4 рухається вліво, відкриває центральний отвір вакуумного клапана 7 і з'єднує праву порожнину циліндра 2 з впускним трубопроводом III. Одночасно вакуумний клапан 7 потрапляє на сідло 6 і перекриває сполучення правої порожнини циліндра (вивід II) з атмосферою. Під дією різниці тисків поршень 3 починає рухатись і через важіль гідропривід вимикає зчеплення, що дає змогу ввімкнути потрібну передачу.

Педальний гідравлічний привід зчеплення використовують, наприклад, для пуску двигуна з буксиру. При цьому автоматичний електровакуумний привід вимикають.

На потужних тракторах і вантажних автомобілях великої вантажопідйомності з метою зменшення зусилля на педалі керування зчепленням застосовують різні типи підсилювачів: механічні пружинні, гідравлічні, пневматичні.

Механічний підсилювач — найпростіший з усіх типів. Він складається (рис. 6) з сервопружини 7, що працює на розтяг, важеля 6, жорстко з'єданого з педаллю 5, упорів 2 і 4, що обмежують переміщення педалі керування, тяги 3 та відводки 1.

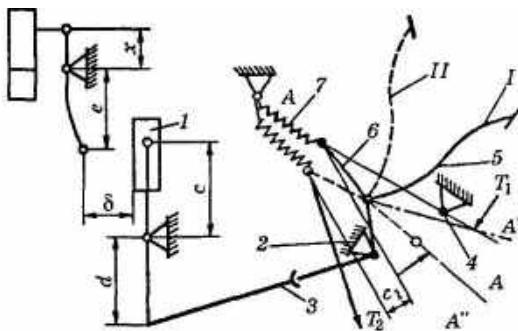
Застосовують його на тракторах МТЗ та автомобілях КрАЗ.

Під час натискування на педаль 5 пружина 7 на першому етапі, коли вибирається зазор 8, переміщується з положення AA' в нейтральне положення AA (на цьому етапі пружина створює опір переміщенню педалі); на другому етапі педаль переміщується з положення AA в положення AA", тобто безпосередньо вимикається зчеплення (зусилля пружини забезпечує вимкнення зчеплення на 30-35 %, зменшуючи зусилля на педалі керування).

Гідравлічний підсилювач (рис. 7) встановлюють паралельно механічному приводу. Він складається з гідроциліндра 6, золотника 7 і системи стеження. В разі натискування на педаль 1 золотник рухається вправо, з'єднує насос з порожниною гідроциліндра 6 й одночасно перекриває зливну магістраль. Під тиском робочої рідини поршень рухається вправо, через важелі механічного приводу діє на натискний підшипник і натискний диск 5.

Рис. 6. Схема механізму керування зчепленням із сервопружиною

Золотник 7 узгоджує хід поршня гідроциліндра 6 з педаллю зчеплення. За швидшого переміщення поршня тяга 2 рухатиметься швидше, ніж педаль, що спричинить зміщення золотника вліво і перекривання напірної магістралі. Внаслідок цього тиск у гідроциліндрі знизиться і переміщення поршня припиниться.



У системах гідравлічних підсилювачів застосовують шестеренні або лопатеві насоси, що розвивають тиск 50 - 60 МПа.

Пневматичний підсилювач монтують на автомобілях МАЗ, КамАЗ, МоАЗ і на тракторах ХТЗ.

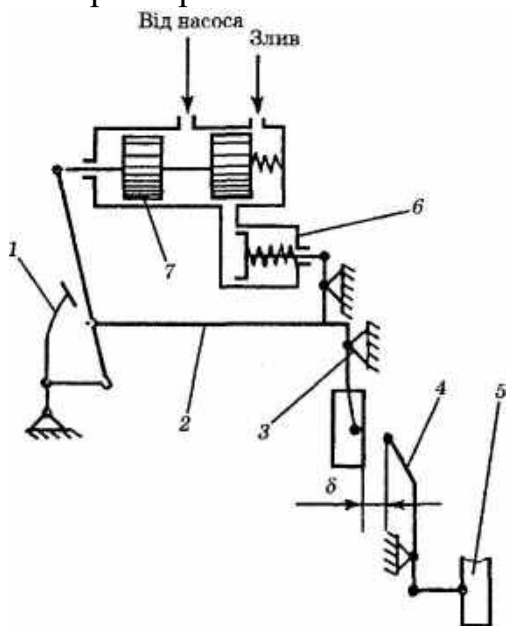


Рис. 7. Схема механізму керування зчепленням з гідропідсилювачем

За принципом дії він подібний до гідравлічного, але відрізняється тим, що робочим тілом у ньому є повітря, яке надходить з гальмівної системи. В останній підтримується тиск у межах 0,7 - 0,9 МПа, що значно менше, ніж тиск у гідропідсилювачах, тому розміри агрегатів пневмопідсилювачів більші, ніж відповідних агрегатів гідропідсилювачів.

Однією з найважливіших якостей гідро- і пневмопідсилювачів є дотримання дії стеження між положенням педалі керування та натискним диском, який зв'язаний з підсилювачем. Типові конструкції Однодискове зчеплення з периферій-фрикційних зчеплень ним Розміщенням натискних пружин та їхніх приводів встановлено на маховику 1 (рис. 8).

Натискне зусилля створюється циліндричними натискними пружинами 14, розміщеними по периферії натискного диска 4. Залежно від конструкції машини кількість пружин та їх жорсткість можуть бути різними. Під пружинами з боку натискного диска встановлено теплоізолювальні прокладки.

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. За якими ознаками класифікують трансмісії? 2. Якими параметрами характеризують роботу трансмісії? 3. Що характеризує коефіцієнт трансформації? 4. Перелічіть елементи, які входять до складу механічної трансмісії, укажіть їх призначення. 5. Які елементи входять до складу електричної трансмісії? Як вони взаємодіють між собою? 6. Які елементи входять до складу гідравлічної трансмісії? Які переваги і недоліки має гідравлічна трансмісія? 7. Яку трансмісію називають гідромеханічною?

5. Рекомендована література.

Л-3, с. 19-41, Л-4, с. 127-155, Л-5 с 210-220, с. 261-272, Л-8, с. 248-258.

Лабораторно-практичне заняття № 14

Тема: Коробки передач.

1. Мета: Вивчити будову, принципи роботи коробок передач тракторів і автомобілів.

2. Типові завдання.

1. Класифікація коробок передач.
2. Вимоги до коробок передач.
3. Типові конструкції механічних коробок передач.
4. Приводи керування коробками передач.

3. Довідковий матеріал.

1. КЛАСИФІКАЦІЯ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ.

Коробка передач необхідна для зміни тягового зусилля на рушіях тракторів та автомобілів, руху заднім ходом і від'єднання рушія від трансмісії на тривалий час.

По способу зміни передаточного числа коробки передач ділять на безступінчасті і ступінчасті

Безступінчасті коробки передач забезпечують безкінечну (у певному інтервалі) множину передаточних чисел. По принципу дії такі коробки бувають механічними, гідравлічними і електричними.

Ступінчасті коробки передач установлюють на більшості вітчизняних тракторів і автомобілів і являють собою зубчаті редуктори, що дозволяють одержувати кілька передатних чисел, використовуючи різні варіанти зачеплень шестірень. На відміну від безступінчастих передаточні числа в них змінюються не плавно, а ступінчато.

Коробки передач вантажних автомобілів мають від 5 до 10 передач переднього ходу. У тракторних коробок число ступенів трохи більше, ніж в автомобільних (від 7 до 24). Це зумовлюється великою різноманітністю робіт, виконуваних тракторами, і потрібних при цьому різними швидкісними і тяговими показниками агрегатів.

Ступінчасті коробки передач підрозділяють по числу передач, способу зачеплення шестерень, числу основних валів і їхньому розташуванню.

По числу основних валів коробки передач можуть бути двовальні, тривальні і складені.

Двовальні коробки передач. У них енергія передається через пару шестірень від первинного до вторинного вала (виключення складають передачі заднього ходу).

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

Складені коробки передач застосовують при необхідності одержання великого числа передач. Ці конструкції являють собою комбінації з двох послідовно розташованих коробок, що виконуються або в загальному картері (трактор МТЗ-80), або в окремих (Т-4).

По способу зачеплення шестерень коробки передач можуть бути з ковзаючими шестернями і із шестернями постійного зачеплення, причому в автомобільних вальних коробках передач використовуються шестерні постійного зачеплення (за винятком шестерні I передачі і заднього ходу). В автомобільних коробках із шестернями постійного зачеплення передачі переключають за допомогою зубчатих муфт, забезпечених синхронізуючими пристроями. Коробки передач тракторів з ковзаючими шестернями встановлені на тракторах ДТ-75В, МТЗ-80, ЮМЗ-6Л, а на тракторах Т-150, Т-150К, К-700, МТЗ-100 переключення передач можливе без зупинки трактора. У них використовуються шестерні постійного зачеплення, вільно посаджені на первинному або вторинному валу, кожна з яких може з'єднуватися з валом через багатодискову фрикційну муфту.

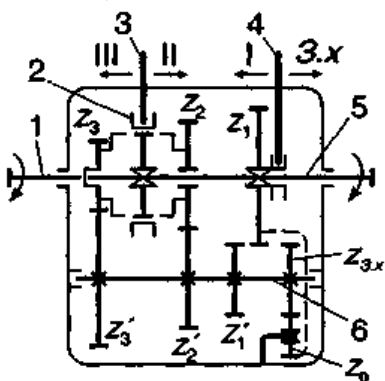
2. ВИМОГИ ДО КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Коробки передач автомобілів і тракторів в експлуатації повинні відповідати наступним вимогам.

1. Високий КПД на передачах переднього ходу.
2. Безшумність у роботі.
3. Працездатність у широкому діапазоні зовнішніх температур (від 40 до -60°C).
4. Надійна фіксація включеної передачі від само вимикання.
5. Неможливість одночасного включення двох передач.
6. Компактність.
7. Довговічність (до капітального ремонту) тракторних коробок — 8000... 10 000 мотогодин, автомобільних — 300 000...400 000 км пробігу.
8. Зручність і простота технічного обслуговування.
9. Раціональний вибір передаточних чисел на окремих передачах, що забезпечує більш повне використання потужності двигуна машини при роботі в різних умовах.

3. ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЧНИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

Кінематична схема **триступінчастої автомобільної коробки передач** представлена на рис.1. У більшості автомобільних коробок передач використовуються аналогічні схеми. Ведучий, або первинний вал 1 опирається на два підшипники: перший у маховику, другий у корпусі коробки передач. У веденого (вторинного) вала 5 передня опора розміщена в середині ведучого валу, а задня в корпусі коробки передач. Обидві опори проміжного вала 6 також розміщені в корпусі коробки передач. Перша передача переднього ходу і передача заднього ходу вмикаються переміщенням шестерні за допомогою вилки 4, друга і третя передачі переднього ходу вмикаються за допомогою синхронізатора 2, який переміщується вилкою 3. Третя передача пряма, тобто ведучий і ведений вал з'єднуються напямую.



корпусі коробки передач. Обидві опори проміжного вала 6 також розміщені в корпусі коробки передач. Перша передача переднього ходу і передача заднього ходу вмикаються переміщенням шестерні за допомогою вилки 4, друга і третя передачі переднього ходу вмикаються за допомогою синхронізатора 2, який переміщується вилкою 3. Третя передача пряма, тобто ведучий і ведений вал з'єднуються напямую.

Рис. 1.Схема триступінчастої коробки передач:

1 — ведучий вал (первинний); 2 — синхронізатор; 3, 4 — вилки; 5 — ведений вал (вторинний); 6 — проміжний вал.

Коробка передач автомобіля ГАЗ-53 представлена на малюнку 2. Коробка відноситься до тривальних зі співвісним розташуванням первинного 2 і вторинного 4 валів, чотирьох ступінчаста, із шестернями постійного зачеплення. Переміщенням шестерень 5 і 9 включаються 1 передача і передача заднього ходу. Найнижчий КПД коробки спостерігається на передачі заднього ходу, оскільки енергія передається через додаткову пару шестерень; найвищий — на прямій передачі, коли шестірні не беруть участь у передачі енергії.

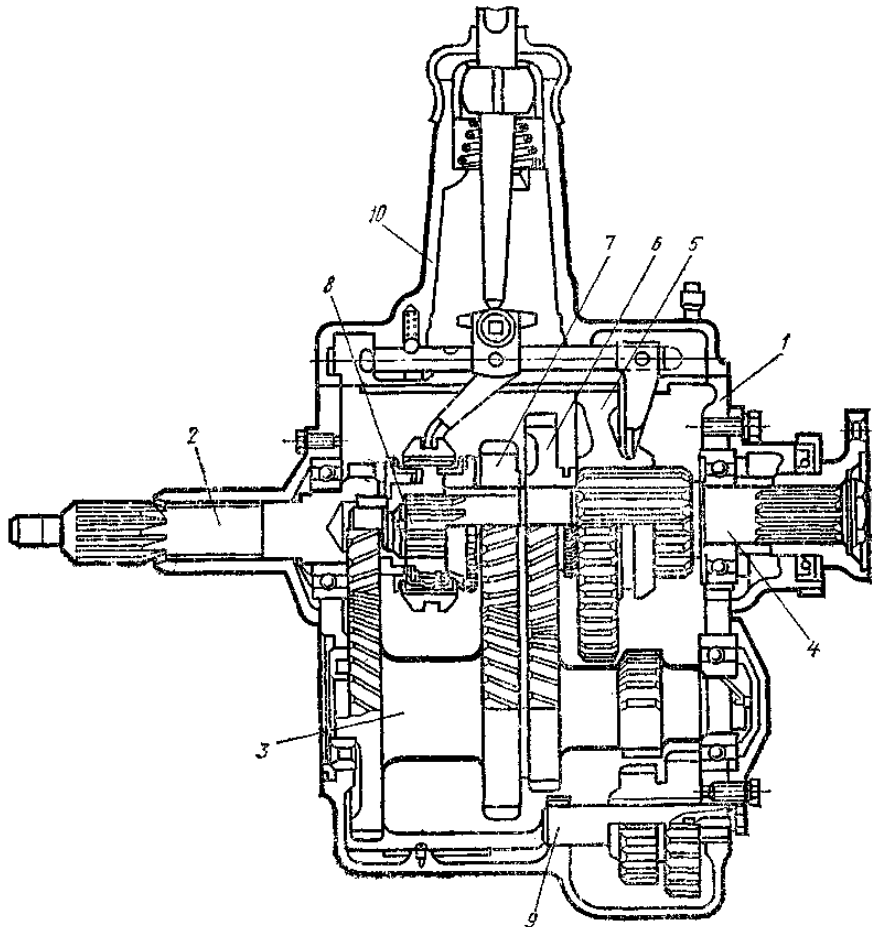


Рис. 2 Коробка передач автомобіля ГАЗ-53:

1 — картер; 2 — первинний вал; 3 — проміжний вал; 4 - вторинний: вал; 5 — шестерня першої передач і заднього ходу; 6 і 7 — шестерні другої і третьої передач; 8 — зубчата муфта з синхронізатором; 9 — блок шестерень заднього ходу; 10 — кришки.

Шестерні першої передачі і заднього ходу — прямозубі, а інші — косозубі. Перевага косозубих шестерень — менший шум при роботі, більш висока міцність і зносостійкість; недолік — наявність осьової складової сили при роботі, що навантажує підшипники валів.

Картер коробки — суцільнолитий, з верхнім і бічним вікнами, через які монтують вали і зубчасті колеса. Вікна герметично закривають кришками. Це

запобігає потраплянню в картер пилу і бруду, зменшуючи абразивний знос деталей.

У верхній кришці 10 установлюють механізм переключення передач із замками і фіксаторами. Перші запобігають можливість одночасного включення двох передач, а останні утримують зубчасті колеса у включеному або виключеному положенні.

Усі вали коробки — двоопорні. Первинний вал установлюють на двох підшипниках: кульковому радіально-упорному в картері коробки, що сприймає, крім радіальних, осьові сили; кульковому в розточенні маховика двигуна. Осьові зусилля проміжного і вторинного валів сприймаються кульковими радіально-упорними підшипниками, встановленими в картері коробки праворуч. Температурне подовження валів враховується установкою лівих опор на роликів циліндричних підшипниках.

Проміжний вал 3 виконаний заодно з зубчастими колісьми, що забезпечує велику твердість вала і спрощує конструкцію коробки.

Коробка передач трактора Т-150К (рис. 3.) складається з основного редуктора Б, допоміжного редуктора Х (ходозменшувача) і роздавальної коробки Р.

Основний редуктор чотириступінчастий, двовалий, із шестернями постійного зачеплення і гідрокеруванням гідропідтискних муфт ведених шестерень.

Ходозменшувач — одноступінчастий триваловий редуктор з прямою передачею, яка включається жорстким введенням шестерні 14 з валом 1.

Роздавальна коробка — двоступінчаста, двовалова із зубчастою муфтою включення ведучих шестерень, забезпечує постійний привод заднього моста через карданну передачу 9 і привод переднього моста, що включається через пересувну шестерню 10 і карданну передачу 13.

Для забезпечення роботи гідропідтискних муфт, а також мащення деталей коробки передач призначено спеціальну гідравлічну систему. Гідравлічна система створює і підтримує тиск у магістралі включеної передачі, забезпечує переключення передач на ходу без розриву потоку потужності, підтримує необхідний температурний режим коробки передач, а також надійне мащення деталей коробки і фільтрацію оливи.

В коробках передач з шестернями постійного зачеплення використовують два способи з'єднання веденої шестерні (зубчатого колеса) з валом: за допомогою синхронізатора, або за допомогою гідропідтискної муфти. Загальним у обох способах є те, що ведуча шестерня на ведучому валу закріплена жорстко, а ведена шестерня на веденому валу на підшипнику, або на втулці. Гідропідтискні муфти використовують у коробках тракторів Т-150, Т150К. Синхронізатори в основному використовуються в коробках передач автомобілів, хоча можливо їх використовувати і в тракторних коробках передач. Принципова різниця у використанні гідропідтискних муфт і

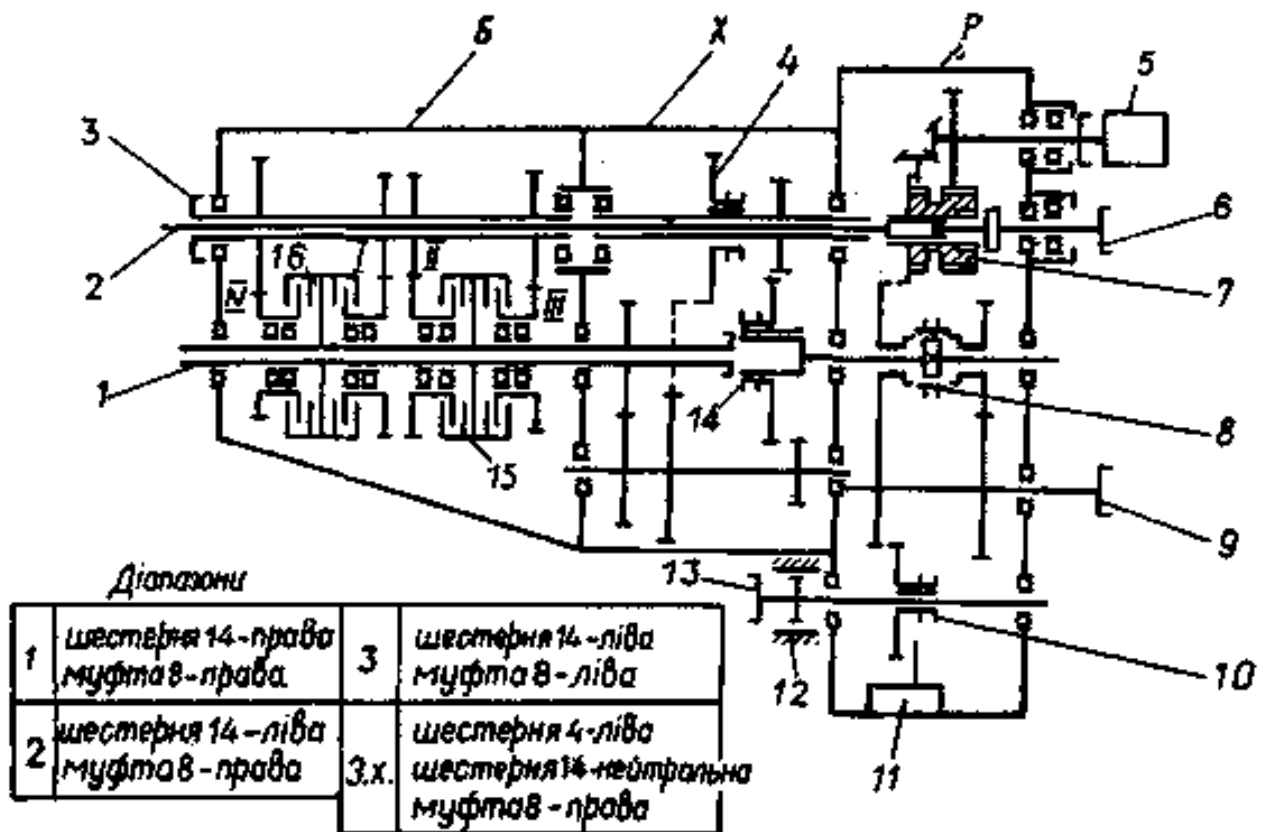


Рис. 3. Кінематична схема коробки передач трактора Т-150К:

Б — основний редуктор; Х — ходозменшувач; Р — роздавальна коробка; 1, 3 — відповідно вторинний і первинний вали; 2 — вал незалежного привода ВВП; 4, 10 — відповідно шестерня включення заднього ходу і переднього моста; 5 — насос гідроначіпної системи; 6 — фланець карданного вала привода ВВП; 7 — шестерня привода насосів; 8 — зубчаста муфта; 9 — фланець карданного вала привода заднього моста; 11 — насос гідросистеми коробки передач; 12 — стоянкове гальмо; 13 — фланець карданної передачі переднього моста; 14 — рухома шестерня; 15 — гідропідтискна муфта II і III передач; 16 — гідропідтискна муфта I і IV передач

синхронізаторів полягає в тому, що у першому випадку передачі перемикаються без розриву потоку потужності, а при перемиканні передач за допомогою синхронізаторів під час перемикання двигун від'єднується від трансмісії.

3.ПРИВОДИ КЕРУВАННЯ КОРОБКАМИ ПЕРЕДАЧ.

Приводи керування служать для переключення передач водієм або автоматично. Вони складаються з механізму переключення передач, розташованого безпосередньо в коробці, важеля у кабіні водія і деталей, що їх з'єднують (власне привода). У механізм переключення входять важелі, повзуни, валики, вилки, фіксатори, замки, синхронізатори. Крім того, можуть входити різні види гідро-, пневмо- або електричних пристроїв (гідроаккумулятор, гідроциліндр, електромуфта), що полегшують або спрощують процес переключення передач.

Привод керування може бути автоматизований, що полегшує керування

машиною і дозволяє переключати передачі у визначені моменти, підтримуючи оптимальне завантаження двигуна.

В автоматизованому приводі головні елементи — датчики швидкості руху та завантаження двигуна машини. У якості першого використовують відцентровий регулятор, зв'язаний з вторинним валом коробки передач, а другого — положення рейки паливного насоса (на дизелях) або педалі керування дросельною заслінкою (на карбюраторних двигунах). Звичайно автоматизований привод дублюють приводом безпосередньої дії або командним, котрим приходиться користуватися при русі в екстремальних умовах, наприклад при підвищеному буксуванні рушіїв, тобто коли неможливо автоматичне включення нижчої передачі, потрібної для даної ситуації.

Приводи керування повинні забезпечувати легке і просте керування коробкою передач, малий час на переключення передачі, надійність і простоту в експлуатації, гарні тягово-динамічні й економічні показники роботи машини.

4. Питання для закріплення матеріалу.

1. Яке призначення коробки передач? Які вимоги ставлять до коробок передач та як їх класифікують? 2. Як у коробці передач змінюється крутний момент і частота обертання? 3. Яке призначення та яку будову мають роздавальні коробки? 4. Для чого в трансмісії встановлено ходозменшувач? 5. Розкажіть про призначення синхронізатора. 6. Як працює пневматичний привід перемикачів передач? 7. З яких деталей складається коробка передач трактора Т-150К? Як у ній перемикаються передачі?

5. Рекомендована література.

Л-3, с. 46-102, Л-4, с. 137-150, Л-5, с. 302-366, Л-8, с. 258-273.

Зубко Владислав Миколайович

Саєнко Анатолій Васильович

Шелест Микола Сергійович

Енергетичні засоби

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт відповідно до робочої програми (сілабусу) дисципліни для підготовки молодших бакалаврів 1 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної форми навчання. Частина 2. – Суми: СНАУ, 2022. – 82 с.

Суми, РВВ, Сумський НАУ, вул. Герасима Кондратьєва, 160

Підписано до друку: „__”_____2022р. Тираж 150 прим.

Гарнітура. TimesNewRoman.

Формат А5. Умовн. друк. арк. 4,8 Замовл._____.
