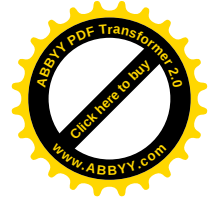


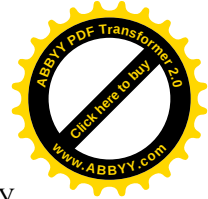
Міністерство освіти і науки України



Трактори і автомобілі

Навчальний посібник
для студентів напряму підготовки 6.050503 “Машинобудування”
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2017



К 629.113 629.114. /076.5/

39,34

21

До друку _____ Голова Навчально-методичної ради Луцького НТУ
(підпис)

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій
Луцького НТУ _____ директор бібліотеки.
(підпис)

Затверджено Навчально-методичною радою Луцького НТУ,
протокол № __ від «__» _____ 2017 року.

Рекомендовано до видання Навчально-методичною радою машинобудівного
факультету Луцького НТУ, протокол № __ від «__» _____ 2017 року..

_____ Голова Навчально-методичної ради машинобудівного
(підпис) факультету Луцького НТУ

Розглянуто і схвалено на засіданні методичного семінару кафедри обладнання
лісового комплексу та теорії механізмів машин Луцького НТУ, протокол № 8 від
«11» квітня 2017 року.

Автори: _____ Л.М. Дацюк, кандидат технічних наук, доцент Луцького НТУ
(підпис)

_____ М.В. Вржеш, кандидат технічних наук, доцент Луцького НТУ
(підпис)

Рецензенти: В.П. Матейчик, доктор технічних наук, професор

О.О. Налобіна, доктор технічних наук, професор

М.Й. Шевчук, доктор сільськогосподарських наук, професор

Відповідальний за випуск:

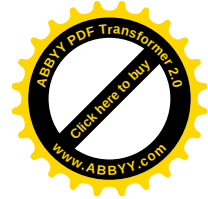
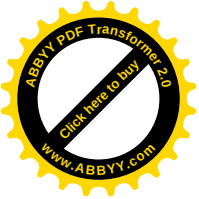
_____ М.П. Ярошевич, доктор технічних наук, професор Луцького НТУ
(підпис)

Д 21 Трактори і автомобілі [текст]: Навчальний посібник для студентів
напряму підготовки 6.050503 “Машинобудування” денної та заочної
форм навчання / уклад. Л.М. Дацюк, М.В. Вржеш. Луцьк: Луцький НТУ,
2017. – 236 с.

Навчальний посібник з дисципліни «Трактори і автомобілі» містить зміст,
вступ, лекції і літературу.

Призначений для студентів напряму підготовки 6.050503 “Машинобудування”
денної та заочної форм навчання.

© Л.М. Дацюк, М.В. Вржеш 2017



Зміст

Вступ	7
-------------	---

ЛЕКЦІЯ №1

Загальні відомості про трактори і автомобілі.....	9
1. Визначення і класифікація тракторів і автомобілів.....	9
2. Основні компоновочні схеми тракторів.....	12
3. Основні компоновочні схеми автомобілів.....	13
4. Складові частини трактора і автомобіля.....	15

ЛЕКЦІЯ №2

Загальна будова двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).....	18
1. Визначення та класифікація двигунів тракторів і автомобілів.....	18
2. Основні механізми і системи ДВЗ.....	20
3. Індикаторні діаграми.....	22
4. Порівняння дизельних і карбюраторних двигунів.....	25

ЛЕКЦІЯ №3

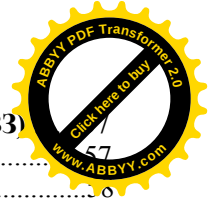
Кривошипно-шатунний механізм (КШМ).....	26
1. Визначення і будова КШМ.....	26
2. Циліндри і блок-картери.....	26
3. Поршнева та шатунна групи.....	32
4. Колінчасті вали.....	36

ЛЕКЦІЯ №4

Механізм газорозподілу (ГРМ).....	39
1. Робота клапанного механізму газорозподілу.....	39
2. Діаграма газорозподілу.....	41
3. Деталі клапанного ГРМ.....	42
4. Декомпресійний механізм.....	45

ЛЕКЦІЯ № 5

Система мащення двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ).....	47
1. Призначення і класифікація систем мащення двигунів.....	47
2. Теорія мащення та мастильні матеріали.....	50
3. Маркування мастил.....	53
4. Будова механізмів систем мащення.....	54
5. Охолодження мастила.....	55



ЛЕКЦІЯ № 6

Система охолодження двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ)

1. Призначення і класифікація систем охолодження.....	58
2. Схеми роботи систем охолодження.....	58
3. Будова механізмів систем охолодження.....	60
4. Охолоджувальні рідини.....	65

ЛЕКЦІЯ № 7

Системи живлення дизельного двигуна.....

1. Система живлення дизельного двигуна.....	66
2. Обладнання системи живлення дизельного двигуна.....	69

ЛЕКЦІЯ № 8

Системи живлення карбюраторного двигуна.....

1. Система живлення карбюраторного двигуна.....	80
2. Обладнання системи живлення карбюраторного двигуна.....	81

ЛЕКЦІЯ № 9

Утворення суміші палива і повітря для двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ).....

1. Паливо для ДВЗ.....	93
2. Сумішеутворення за допомогою форсунок.....	98
3. Сумішеутворення за допомогою карбюратора.....	100
4. Особливості механізмів і вузлів систем живлення ДВЗ.....	103

ЛЕКЦІЯ № 10

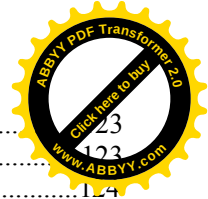
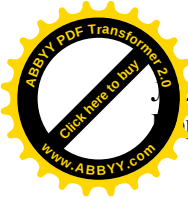
Трансмісії тракторів і автомобілів.....

1. Призначення і класифікація трансмісій тракторів і автомобілів.....	107
2. Основні вузли та механізми трансмісій.....	109
3. Крутний момент двигуна і ведучі моменти на рушії.....	111

ЛЕКЦІЯ № 11

Муфти зчеплення.....

1. Класифікація муфт зчеплення.....	113
2. Призначення та будова муфт зчеплення.....	115
3. Приводи муфт зчеплення.....	118
4. Типові схеми та основні параметри зчеплення.....	119



ЛЕКЦІЯ № 12

Робки передач	123
1. Загальні відомості та призначення	123
2. Класифікація коробок передач	124
3. Кількість передач у тракторах і автомобілях	127
4. Основні деталі і елементи коробок передач	128
5. Параметри коробки передач	131

ЛЕКЦІЯ № 13

Роздавальні коробки	133
1. Загальні відомості	133
2. Класифікація роздавальних коробок та ходозменшувачі	134
3. Проміжні з'єднання	137

ЛЕКЦІЯ № 14

Карданні передачі	137
1. Загальні відомості	137
2. Класифікація карданних передач	138
3. Карданні шарніри	140
4. Проміжні опори	146
5. Карданні вали	147

ЛЕКЦІЯ № 15

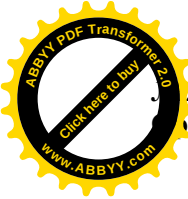
Головні передачі	147
1. Класифікація шестеренчастих головних передач	147
2. Конструкція та основні параметри головних передач	148
3. Ведучі мости тракторів і автомобілів	154

ЛЕКЦІЯ № 16

Міжосьові диференціали	156
1. Визначення та вимоги до диференціалів	156
2. Класифікація міжосьових диференціалів	157
3. Схеми міжосьових диференціалів	157

ЛЕКЦІЯ № 17

Ходова частина тракторів і автомобілів	162
1. Основні елементи та параметри ходової частини	162
2. Несучі системи	163
3. Загальні відомості, класифікація та складові підвісок	164
4. Колісні та гусеничні рушії	172



ЛЕКЦІЯ № 18

Системи керування тракторами і автомобілями.....	174
1. Загальні відомості про керування колісними машинами.....	174
2. Класифікація рульових керувань.....	175
3. Складові рульових керувань.....	177
4. Гальмові системи колісних тракторів і автомобілів.....	183
5. Класифікація гальмових механізмів.....	185
6. Класифікація гальмових приводів.....	186

ЛЕКЦІЯ № 19

Пускові двигуни і пристрої.....	188
1. Призначення і класифікація систем пуску двигунів.....	188
2. Система пуску основного двигуна допоміжним бензиновим.....	189
3. Конструктивні схеми і призначення трансмісії пускових двигунів (ПД).....	192
4. Підігрівачі та пускові рідини.....	194

ЛЕКЦІЯ № 20

Система електричного пуску двигунів.....	196
1. Система електричного пуску двигунів.....	196
2. Призначення і конструкція стартерних акумуляторних батарей.....	198
3. Основні характеристики свинцевих акумуляторних батарей.....	201
4. Стартери.....	204

ЛЕКЦІЯ № 21

Генератори перемінного струму і реле-регулятори.....	206
1. Генератори перемінного струму призначення і класифікація.....	206
2. Регулятори напруги.....	210

ЛЕКЦІЯ № 22

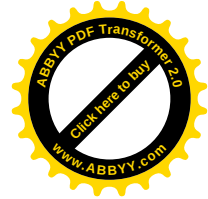
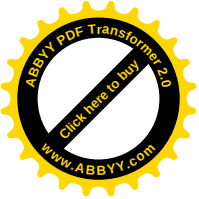
Системи освітлення та сигналізації тракторів і автомобілів.....	214
1. Система освітлення і світлової сигналізації.....	214
2. Контрольно-вимірюючі прилади.....	220

ЛЕКЦІЯ № 23

Робоче обладнання тракторів і автомобілів.....	227
1. Гідравлічні напісні системи.....	227
2. Робоче і допоміжне обладнання тракторів та автомобілів.....	230
3. Напрямки розвитку мобільних енергетичних засобів.....	230

Література.....	233
------------------------	------------

Для нотаток.....	234
-------------------------	------------



Вступ

Лісозаготівельна промисловість – високо механізована галузь народного господарства України. Ефективне використання лісових угідь під час заготівлі деревини можливе лише за рахунок комплексної механізації технологічних процесів з широким використанням енергетичних і транспортних засобів (спеціальні трактори-комбайни, що виконують валку дерев, трелювання та вивезення деревини, лісовозні автомобілі, тягачі і т.д.). Умови експлуатації тракторів і автомобілів на лісозаготівлях надзвичайно різноманітні, тому вимоги до експлуатаційних якостей даних машин постійно зростають. Вплив окремих експлуатаційних якостей на ефективність роботи тракторів і автомобілів дозволяють оцінити їх показники, щоб проводити удосконалення цих машин.

Технічний прогрес ґрунтується на знаннях як конструкцій існуючих машин, узагальненні досвіду їх експлуатації, так і теорії з метою їх удосконалення. Теоретичні основи дозволяють зробити науково обґрунтовану оцінку експлуатаційних якостей машин, що виготовляються, і формувати технічні вимоги до нових конструкцій.

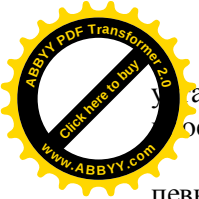
Мета лекційного курсу – дати студентам основи знань з конструкції, теорії трактора і автомобіля для проведення аналізу їх найважливіших експлуатаційних якостей, властивостей та показників і обґрунтування впливу на них конструктивних і експлуатаційних факторів.

Курс лекцій “Трактори і автомобілі” базується на отриманих студентами знаннях з фундаментальних дисциплін, деталей машин, теорії машин і механізмів, теоретичної механіки та інших.

Під час підготовки цього конспекту були використані з підручників матеріали відомих авторів, а також матеріали технічної періодики, нормативно-технічної та методичної документації.

Видання призначене для користування студентами під час прослуховування лекційного курсу, а також самостійної підготовки. Для цього в кінці конспекту пропонується список літератури. Курс лекцій носить конспективний характер, тобто в ньому подані основні положення теоретичного матеріалу, що подається студентам на лекційних заняттях.

Отримані знання необхідні не тільки спеціалістам на лісозаготівлях, але й майбутнім інженерам науково-дослідних



анов, конструкторських бюро, машино-випробувальних і проектно-технологічних служб.

Трактор і автомобіль – складні машини, які складаються з певних груп механізмів, що взаємодіють між собою. Конструкція і розміщення цих механізмів може бути різною, але принципи їх будови і робота аналогічні. У тракторах і автомобілях призначених для лісозаготівель використовують поршневі двигуни внутрішнього згорання. Крім двигуна, конструкція трактора чи автомобіля включає в себе трансмісію (силову передачу), ходову частину, механізми керування, робоче і допоміжне обладнання.

Трактори поділяють по тяговому зусиллі на класи:

Колісні – на 5 класів:

- 6кН – (Т-16, Т-25, ХТЗ-2511 та ін. серії 30);
- 9кН – (Т-40);
- 14кН – (ЮМЗ-61, МТЗ, Дніпро);
- 30кН – (Т-150К та ін. серії 150, ХТЗ-17021 та ін. серії 170, ХТЗ-161 та ін. серії 160);
- 50кН – (К-700, К-701).

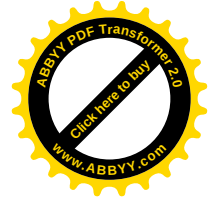
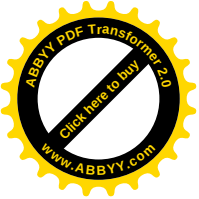
Гусеничні – на 5 класів:

- 14кН – (Т-38М);
- 20кН – (Т-70);
- 30кН – (ДТ-75, Т-150, ХТЗ-150-03 та ін. серії 150, ХТЗ-153Б та ін. серії 180);
- 40кН – (Т-4);
- 60кН – (Т-130, Т-100М).

У перелік вищеперерахованих марок включені трактори, які випускались в недалекому минулому та нові моделі, що мають перспективу для випуску на вітчизняних заводах.

За призначенням автомобілі поділяються на транспортні – для перевезень пасажирів і вантажів; спеціальні – для виконання різноманітних технологічних процесів; спортивні – для проведення змагань. За кількістю ведучих коліс вони умовно позначаються колісною формулою (4×2, 6×2, 6×4, 6×6 і т.д.), де перша цифра означає число коліс автомобіля, а друга – число ведучих коліс. За видом палива поділяються на карбюраторні (бензинові), дизельні, газогенераторні, газобалонні, парові, газотурбінні, водневі та електромобілі.

Теоретичний курс посібника “Трактори і автомобілі” передбачає вивчення 11 тем. Загальний обсяг лекційного матеріалу становить 23 лекції.



ЛЕКЦІЯ №1

Загальні відомості про трактори і автомобілі

1. Визначення і класифікація тракторів і автомобілів.
2. Основні компоновочні схеми тракторів.
3. Основні компоновочні схеми автомобілів.
4. Складові частини трактора і автомобіля.

1. *Трактор* – колісна або гусенична самохідна машина, призначена для виконання сільськогосподарських, лісгосподарських, транспортних, землерийних та інших робіт з причіпними, начіпними та напівначіпними знаряддями і машинами. При цьому механізми машин можуть приводитись у дію від двигуна трактора через вал відбору потужності. Крім того, трактор обладнаний приводним шківом, який приводить у дію стаціонарні машини.

Класифікація тракторів. Трактори, які створюються, не можуть добре працювати в усіх умовах експлуатації. Тому створюються або спеціальні трактори, або модифікації базових моделей за рахунок встановлення будь-яких допоміжних механізмів чи пристроїв, що дозволяють їм економічно працювати у важких умовах.

Відповідно до різноманітності робіт, які вони виконують, тракторобудівна промисловість випускає різні види тракторів, класифікацію яких показано на рис. 1.

Трактори загального призначення служать для виконання основних господарських робіт.

Спеціальні трактори можуть бути як з колісними, так і з гусеничними рушіями, виконувати майже всі господарські роботи, але основне їх призначення – обробіток просапних культур, їх також широко використовують на транспортних роботах в народному господарстві.

Гусеничний трактор менше буксує і менше ущільнює ґрунт, бо його питомий тиск менший, ніж у колісного. Завдяки цьому гусеничний трактор може працювати на зволжених ґрунтах і проводити роботи у важких умовах краще, ніж колісний. Проте *колісний* трактор універсальний, на його виготовлення витрачається менше металу, він дешевший у виготовленні, експлуатації та ремонті.

Трактори поділяють за тяговим зусиллям на класи:

Колісні – на 5 класів:

- 6кН – (Т-16, Т-25, ХТЗ-2511 та ін. серії 30);
- 9кН – (Т-40);

- 14кН – (ЮМЗ-61, МТЗ, Дніпро);
- 30кН – (Т-150К та ін. серії 150, ХТЗ-17021 та ін. с ХТЗ-161 та ін. серії 160);
- 50кН – (К-700, К-701).

Гусеничні – на 5 класів:

- 14кН – (Т-38М);
- 20кН – (Т-70);
- 30кН – (ДТ-75, Т-150, ХТЗ-150-03 та ін. серії 150, ХТЗ-153Б та ін. серії 180);
- 40кН – (Т-4);
- 60кН – (Т-130, Т-100М).

Марки двигунів, що встановлюються на трактори: Д-21, Д-37, Д-65, Д-160, Д-240, СМД-14, СМД-60, СМД-62, ЯМЗ-240, А-41 та їх модифікації.

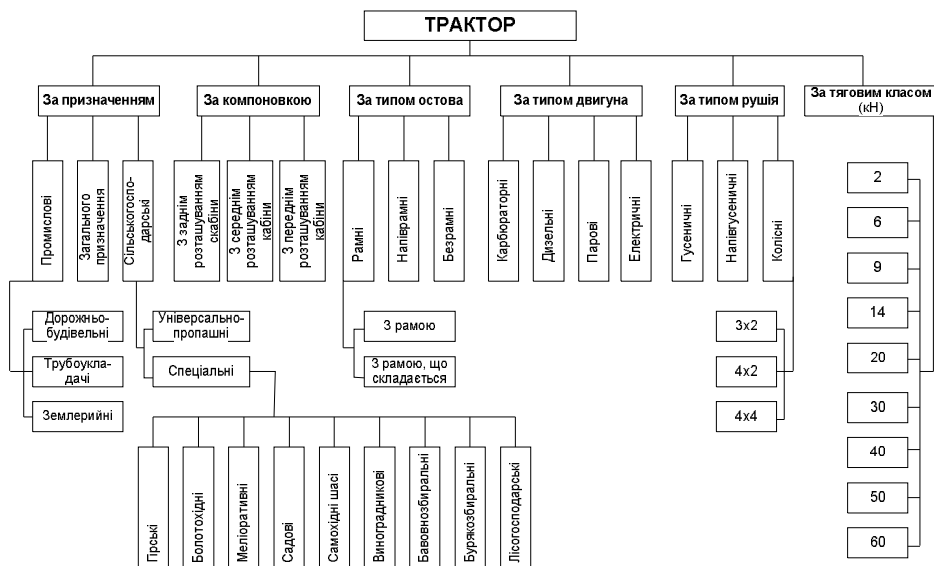


Рис. 1. Класифікація тракторів

У лісовому господарстві за допомогою тракторів валять дерева і транспортують їх на склади, розчищають лісопросіки та ін. Різновидом трактора є самохідне шасі. Воно відрізняється від звичайних тракторів тим, що його двигун і силова передача розміщуються ззаду, а передня частина є відкритою одно- або

дерев'яною рамою, на яку навішують начіпні машини і знаряддя, або платформу для перевезення вантажів.

Автомобіль – це транспортна безрейкова машина на колесах або напівгусеничному ході, яка приводиться у рух від власного двигуна. Сучасний автомобіль є складною машиною, яка призначена для перевезення вантажів і пасажирів по безрейкових дорогах.

Класифікація автомобілів. Відповідно до різноманітності робіт, які вони виконують, автомобільна промисловість випускає різні види автомобілів, класифікацію яких показано на рис. 2.

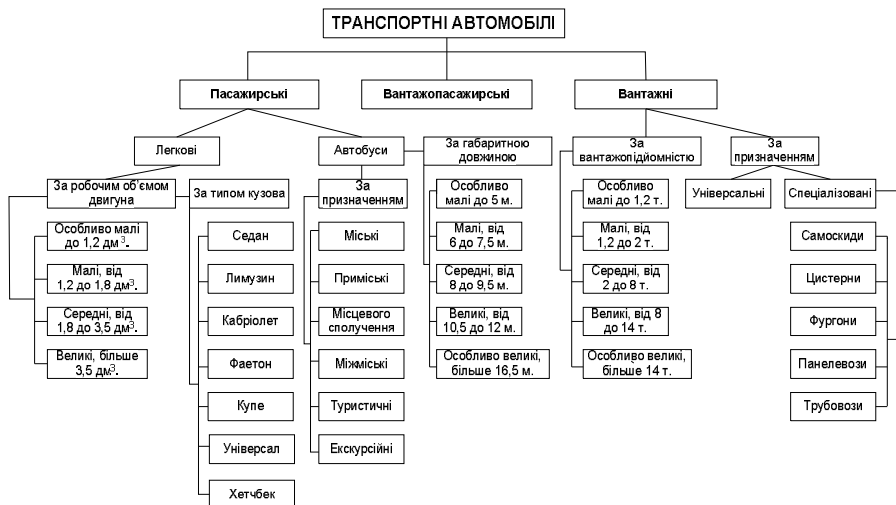


Рис. 2. Класифікація транспортних автомобілів

Автомобілі й автопоїзди залежно від осової та повної маси поділяють на дві групи:

група А – автомобілі й автопоїзди, призначені для експлуатації на дорогах I і II категорій загальної мережі країн СНД, які мають удосконалені типи покриття, а також на автомобільних дорогах інших категорій і міських дорогах, проїзна частина яких розрахована на пропуск автомобілів цієї групи;

група Б – автомобілі й автопоїзди, призначені для експлуатації на всіх автомобільних дорогах загальної мережі країн СНД.

За призначенням автомобілі поділяються на *транспортні* – для перевезень пасажирів і вантажів; *спеціальні* – для виконання різноманітних технологічних процесів; *спортивні* – для проведення змагань. За кількістю ведучих коліс вони умовно позначаються

класифікаційною формулою (4×2 , 6×2 , 6×4 , 6×6 і т.д.), де перше число означає число коліс автомобіля, а друга – число ведучих осей. За способом живлення трактори поділяються на карбюраторні (бензинові), дизельні, газогенераторні, газобалонні, парові, газотурбінні, водневі та електромобілі.

2. *Компоновка трактора* – прийняте у процесі проектування трактора розміщення його основних складових частин (двигуна, механізмів трансмісії, робочого місця тракториста, кабіни та робочого обладнання).

Компоновка трактора залежить від типу рами (остова), рушія, трансмісії, кількості ведучих мостів, розміщення кабіни, двигуна і робочого обладнання. Найбільш поширені схеми компоновок тракторів показано на рис. 3.

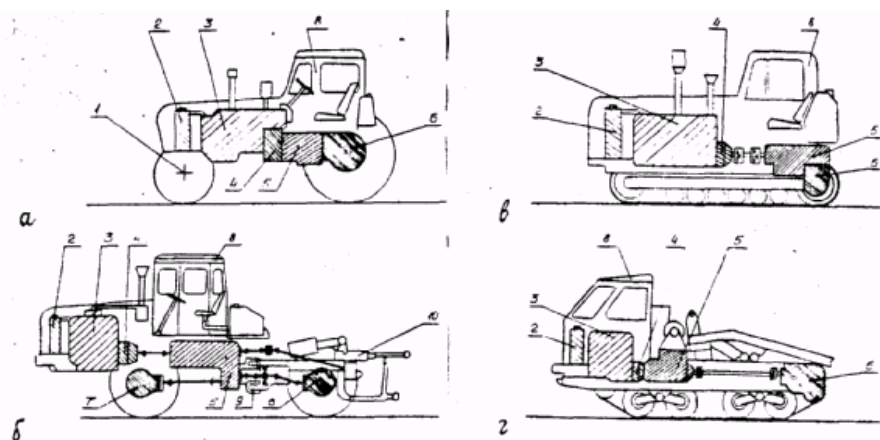


Рис. 3. Компоновочні схеми тракторів: а – колісного 4×2 ; ведуча вісь – задня, кабіна – над задньою віссю; б – колісного 4×4 ; задня і передня осі – ведучі; кабіна над передньою віссю; в – гусеничного загального призначення; ведуча вісь – задня, кабіна – над задньою віссю; г – гусеничного трельовочного; ведуча вісь – задня, кабіна – над передньою віссю. 1 – передній керований міст; 2 – радіатор; 3 – двигун; 4 – зчеплення; 5 – коробка передач; 6 – задній міст; 7 – передній ведучий міст; 8 – кабіна; 9 – шарнірний поворотний пристрій; 10 – пристрій для навісного обладнання

3. Компоновка автомобіля – прийняте у процесі проектування розташування його основних складових частин (двигуна, механізмів трансмісії, робочого місця водія, кузова або ванної платформи, допоміжного та спеціального обладнання) (рис. 4, 5).

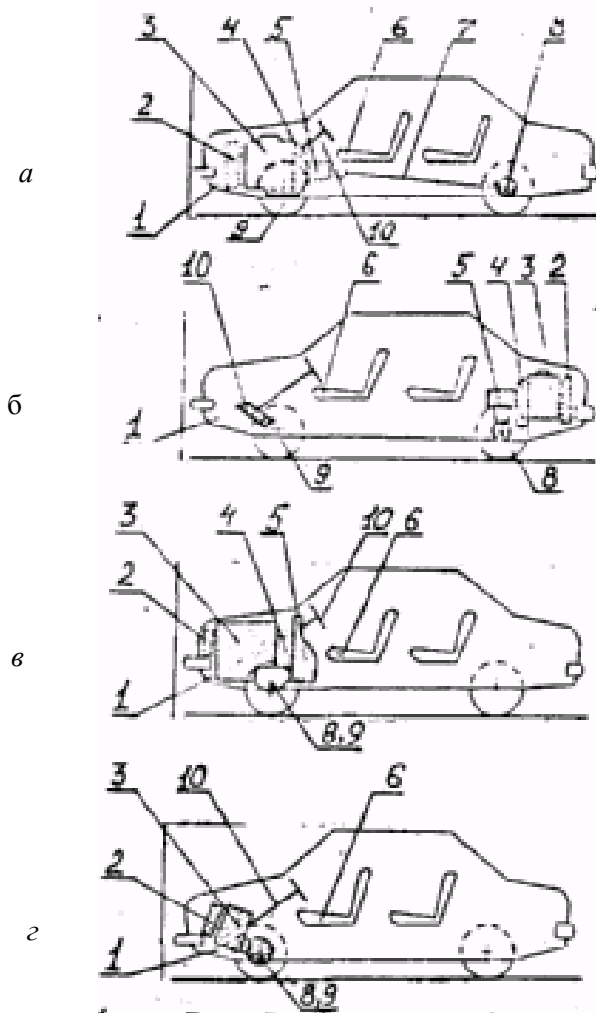


Рис. 4. Компоновочні схеми легкових автомобілів: а – ведуча вісь задня, двигун розміщено спереду; б – ведуча вісь задня, двигун розміщено ззаду; в, г – ведуча вісь передня, двигун розміщено спереду.

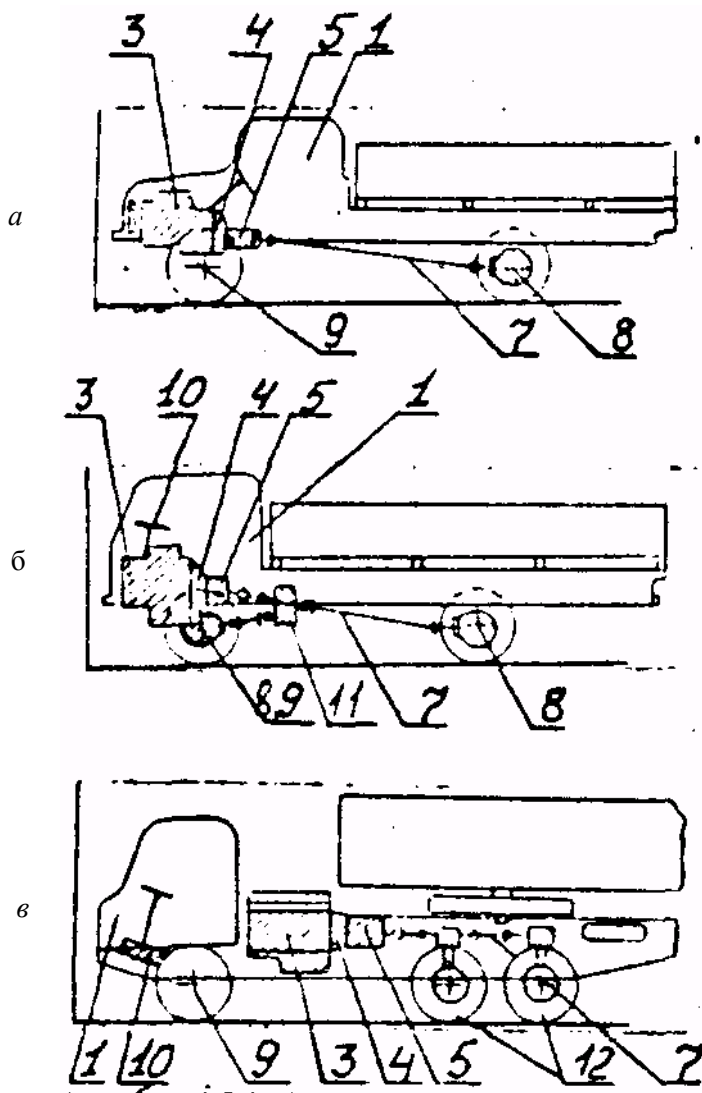
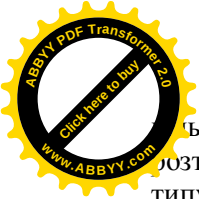


Рис. 5. Компонувочні схеми вантажних автомобілів: а – ведуча вісь задня, двигун розміщено спереду (кабіна за двигуном); б – ведучі осі – задня і передня, двигун розміщено спереду (кабіна над двигуном); в – ведуча вісь задня, двигун розміщено посередині (кабіна перед двигуном).



Компоновка автомобіля залежить від типу кузова, місткості осей та їх розміщення по довжині автомобіля; вантажності розташування двигуна, ведучого моста, кабіни, вантажної платформи типу трансмісії.

Більшість легкових і вантажних автомобілів мають єдину компоновку шасі (рис. 4, 5). У таких автомобілів двигуни розміщені спереду, ведучими є задні колеса. Але для поліпшення експлуатаційних якостей або пристосування автомобілів до умов експлуатації застосовують й інші схеми розташування механізмів. Наприклад, для підвищення прохідності автомобіля ведучими роблять як задні, так і передні колеса (повноприводні автомобілі). Для цього у трансмісію вводять допоміжні механізми – роздавальну коробку і міжосьові диференціали.

На багатьох сучасних вантажних автомобілях для збільшення розмірів вантажної платформи кабіну розміщують над двигуном автомобіля (рис. 5 б).

У міських автобусах для підвищення місткості застосовують кузов вагонного типу. Інколи двигун і коробку передач встановлюють поперек кузова, у його задній частині, що дозволяє раціонально використовувати салон для розміщення пасажирського сидіння. Для збільшення пасажирського салону кузова у деяких легкових автомобілів двигуни розташовують спереду, а привод роблять на передні колеса (рис. 4 в, г).

На рис 4, 5 прийнято такі позначення: 1 – кузов; 2 – радіатор; 3 – двигун; 4 – зчеплення; 5 – коробка передач; 6 – сидіння; 7 – карданна передача; 8 – ведучий міст; 9 – керований міст; 10 – рульове керування; 11 – роздавальна коробка; 12 – візок.

4. Трактор і автомобіль – складні машини, які складаються із різних груп механізмів, що взаємодіють між собою у відповідному порядку. Конструкція і розміщення цих механізмів може бути різними, але принципи їх будови та роботи багато в чому однакові.

До основних *складових частин* трактора і автомобіля (рис. 6 і 7) відносять: двигун; трансмісію; ходову частину; механізми керування; робоче обладнання (прикладом може бути ВВП трактора); допоміжне обладнання.

Всі агрегати і механізми трактора монтуються на його остові, що являє собою раму або систему з'єднаних між собою картерів. Схему розташування основних агрегатів і механізмів трактора і його трансмісії показано на рис. 6.

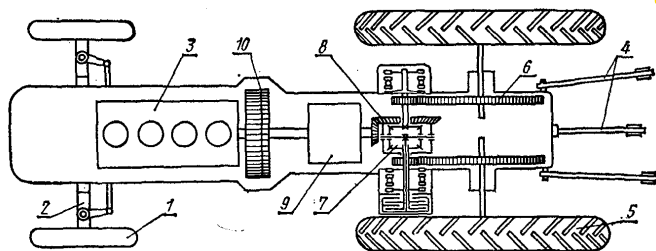


Рис. 6. Схема розміщення основних частин, їх механізмів і деталей колісного трактора МТЗ-80: 1 – керуюче колесо; 2 – передній міст; 3 – двигун; 4 – механізм навіски; 5 – ведуче колесо; 6 – кінцева передача; 7 – диференціал; 8 – головна передача; 9 – коробка передач; 10 – зчеплення

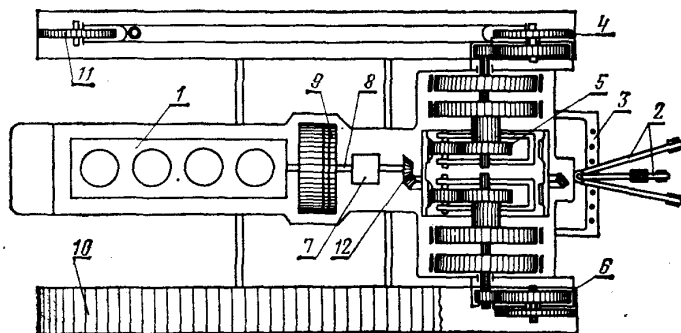


Рис. 7. Схема розміщення основних частин, їх механізмів і деталей гусеничного трактора ДТ-75М: 1 – двигун; 2 – гідравлічна навісна система; 3 – причіпний пристрій; 4 – ведуче колесо; 5 – планетарний механізм; 6 – кінцева передача; 7 – коробка передач; 8 – з'єднуючий вал; 9 – зчеплення; 10 – гусеничний ланцюг; 11 – направляюче колесо; 12 – головна передача

Двигун – автономна енергетична установка трактора і автомобіля. На сучасних вітчизняних машинах встановлюють поршнєві двигуни внутрішнього згоряння, що працюють на бензиновому або дизельному паливі. Двигун внутрішнього згоряння перетворює хімічну енергію палива в теплову під час згоряння палива

в його циліндрах, а теплову – в механічну енергію (роботу). Двигун передає рух через трансмісію передається рушіям або приводним і приводить машину в рух.

Трансмісія – це сукупність окремих механізмів, які передають крутний момент двигуна ведучим колесам і змінюють цей момент та частоту їх обертання по величині і напрямку.

Ходова частина призначена для перетворення обертального руху рушіїв або ведучих коліс у поступальний рух машини.

Механізми керування, діють на ходову частину, змінюють напрям руху машини, зупиняють і утримують її у нерухомому положенні. До них належать механізм повороту (планетарний) і гальма.

Робоче обладнання трактора включає: гідравлічну напіпну систему, причіпний пристрій, вал відбору потужності і приводного шківів.

Допоміжне обладнання трактора – кабіна з підресореним сидінням, капот, прилади освітлення і сигналізації, системи опалення і вентиляції, компресор і т. д.

Механізми автомобіля за принциповою схемою їх розміщення (рис. 8) в цілому аналогічні механізмам колісного трактора з пневматичними колесами.

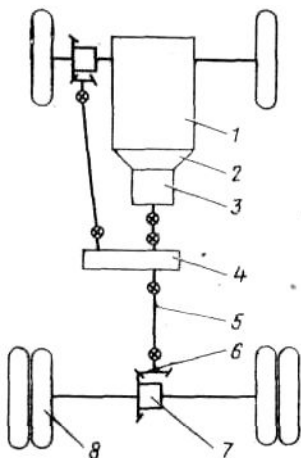
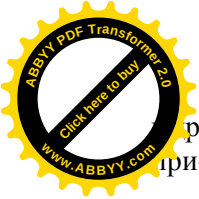


Рис. 8. Схема розміщення основних механізмів автомобіля: 1 – двигун; 2 – муфта зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – розподільча коробка; 5 – карданна передача; 6 – головна передача; 7 – диференціал; 8 – колеса

На шасі автомобіля, які в загальному вигляді також є сукупністю трансмісії, ходової частини і механізмів керування, встановлюється кузов для розміщення водія, пасажирів та вантажу. До кузова автомобіля належить кабіна і оперення: капот, крила, підніжки.



Робоче обладнання автомобіля вантажного (лісовоза) – електричну керувальну систему маніпуляційного завантаження, приладдя та пристрій.

Допоміжне обладнання автомобіля – тягово-зчіпні пристрої, тросо-блочну систему, системи опалення і вентиляції, компресор і т. д.

ЛЕКЦІЯ №2

Загальна будова двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ)

1. Визначення та класифікація двигунів тракторів і автомобілів.
2. Основні механізми і системи ДВЗ.
3. Індикаторні діаграми.
4. Порівняння дизельних і карбюраторних двигунів.

1. *Двигун* – енергосилова машина, яка перетворює будь-який вид енергії в механічну роботу. В більшості на сучасних автомобілях і тракторах встановлюють теплові двигуни, які називаються двигунами внутрішнього згоряння. В них теплота, яка виділяється при згорянні палива в циліндрах, перетворюється в механічну роботу.

Залежно від призначення двигуни поділяються на стаціонарні (для електростанцій, насосів, компресорів та інших установок) та транспортні (автомобільні, тракторні, авіаційні, судові тощо).

За способом перетворення теплової енергії у механічну роботу розрізняють:

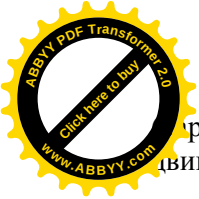
а) двигуни внутрішнього згоряння – поршневі й роторно-поршневі, у яких процеси згоряння та перетворення теплової енергії в механічну роботу відбуваються у внутрішньоциліндровому об'ємі (в надпоршневому просторі);

б) двигуни із зовнішнім підводом теплоти: газотурбінні, у яких процеси згоряння відбуваються в окремій камері (камері згоряння). Утворене при цьому робоче тіло /продукти згоряння/ надходить на лопатки колеса турбіни, де здійснює роботу.

За конструкцією двигуни поділяються на поршневі й роторні; роторні, в свою чергу – на газотурбінні й роторно-поршневі.

Найбільш поширеними двигунами на автомобілях і тракторах є поршневі двигуни внутрішнього згоряння (рис. 9), які класифікуються за такими ознаками:

- за способом виконання робочого циклу – чотири- і двотактні;



- за способом утворення суміші – із зовнішнім утворенням суміші (карбюраторні або газові) і з внутрішнім утворенням суміші (дизельні та газові);
- за способом запалення робочої суміші – з примусовим запаленням від електричної іскри (бензинові, газові та ін.) і з запаленням від стиснення (дизелі та газодизелі);
- за видом використовуюваного палива – рідинні, газові, газорідинні, багатопаливні;
- за числом циліндрів – одно-, дво- і багаточиліндрові (три-, чотири-, шести-, восьмициліндрові тощо);
- за розташуванням циліндрів – однорядні з вертикальним розташуванням циліндрів в один ряд та однорядні з похилим розташуванням осі циліндрів від вертикалі на $20...40^\circ$; дворядні – з розташуванням циліндрів під кутом $67...90^\circ$ (V-подібні) і з протилежним, горизонтальним розташуванням циліндрів;
- за способом наповнення циліндрів свіжим зарядом – двигуни без наддуву, в яких наповнення створюється за рахунок розрідження, що виникає в циліндрі під час русу поршня від ВМТ до НМТ, і з наддувом – наповнення циліндрів свіжим зарядом проходить під тиском, який створюється компресором;
- за способом регулювання потужності – з якісним і кількісним регулюванням;
- за робочим об'ємом циліндрів – мікролітражні, малолітражні, середньолітражні і великого літражу;
- за охолодженням – з рідинним або повітряним охолодженням;
- за відношенням ходу поршня до діаметра циліндра S/D – короткохідні та довгохідні;
- за ступенем швидкості – тихохідні (з середньою швидкістю поршня до 10 м/с); швидкохідні (з середньою швидкістю понад 10 м/с).

У поршневих двигунах газу, які розширюються під час згоряння палива, переміщують поршень, зворотно-поступальний рух якого перетворюється в обертовий рух колінчастого вала.

Найбільш поширеними поршневими ДВЗ є карбюраторні, які працюють на бензині, на стиснутому або розрідженому газах. У цих двигунах суміш утворюється поза циліндрами в спеціальному приладі – карбюраторі, а запалюється в циліндрі електричною іскрою.

У дизельних ДВЗ суміш утворюється у процесі впорскування палива в циліндр, а потім запалюється під дією високої температури,

створюється під час впорскування у камеру згоряння димного палива під високим тиском ≈ 16 МПа.

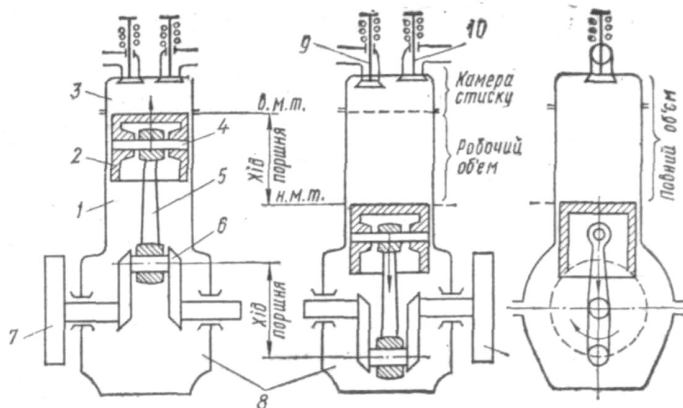


Рис. 9. Схема двигуна внутрішнього згоряння: 1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – головка циліндра; 4 – поршневий палець; 5 – шатун; 6 – колінчастий вал; 7 – маховик; 8 – картер; 9 – впускний клапан; 10 – випускний клапан

У роторних двигунах газу, що розширились під час згоряння палива, діють на деталь, яка обертається, – ротор.

На мобільні машини лісгосподарського призначення встановлюють поршневі двигуни внутрішнього згоряння.

2. Залежно від призначення конструкція автотракторних поршневих двигунів має різну складність, але всі вони подібні за своєю принциповою схемою. Поршневий двигун внутрішнього згоряння є сукупністю механізмів і систем, які виконують відповідні функції. Основні механізми і системи ДВЗ:

а) кривошипно-шатунний механізм служить для перетворення прямолінійного поступального руху поршня в обертальний рух колінчастого вала;

б) механізм газорозподілу призначений для впуску в циліндр робочої суміші або повітря і випуску з циліндра відпрацьованих газів;

в) система мащення – служить для подачі мастила до деталей з метою зменшення тертя і покращення відведення тепла;

г) система охолодження забезпечує відведення тепла від

рітких деталей в атмосферу. Вона може бути рідинною або повітряною.

д) система живлення – служить для приготування паливної суміші і підведення її до циліндрів (у карбюраторів) або для подачі палива в циліндри і наповнення їх повітрям (у дизелів). Система живлення карбюраторних бензинових і газових двигунів складається з паливного бака, паливopроводів, підкачуючої помпи, карбюратора (або змішувача). У систему живлення дизельних двигунів входять аналогічні деталі і прилади лише за різниці, що у них відсутній карбюратор і є у наявності паливний насос і форсунки;

е) регулятор швидкості – це пристрій, який автоматично підтримує заданий швидкісний режим (частоту обертання колінчатого вала) двигуна при зміні навантажень;

ж) система вентиляції картера – призначена для врівноваження тиску між внутрішньою порожниною картера, де розміщене мастило.

з) система запалювання – призначена для запалювання горючої суміші від електричної іскри (у дизельних двигунів система запалювання відсутня);

и) система пуску призначена для запуску головного двигуна.

Основні поняття і визначення роботи двигуна:

- верхня мертва точка (в.м.т.) – це положення поршня в циліндрі, при якому відстань від поршня до осі колінчастого вала двигуна буде найбільша (рис. 10);

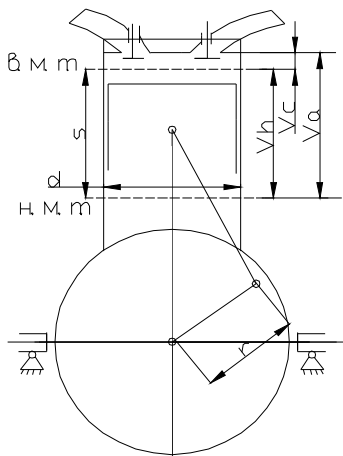


Рис. 10. Основні розміри двигуна внутрішнього згорання



- нижня мертва точка (н.м.т.) – це положення поршня в циліндрі, до якого йому відстань від поршня до вісі колінчастого вала є найменшою;

- відстань між в.м.т. і н.м.т. по осі циліндра називається ходом поршня S . Під час кожного ходу поршня колінчастий вал повертається на половину оберта, що дорівнює 180^0 . У центрального кривошипно-шатунного механізму хід поршня становить: $S = 2r$, де r -радіус кривошипа колінчастого вала.

- об'єм V_h (m^3), що звільняється поршнем при переміщенні від в.м.т. до н.м.т. називається робочим об'ємом циліндра:

$$V_h = (\pi d^2)S/4, \quad (2.1)$$

де d – діаметр циліндра, м ;

S – хід поршня, м.

- об'єм V_c над поршнем, коли поршень знаходиться у в.м.т. називається об'ємом простору стиску (камера стиску);

- сума об'ємів простору стиску і робочого об'єму, тобто об'єм V_a над поршнем коли він знаходиться у н.м.т. називається повним об'ємом циліндра:

$$V_a = V_h + V_c. \quad (2.2)$$

- літражем двигуна V_l називається сума робочих об'ємів всіх його циліндрів, виражених у літрах:

$$V_l = 0.001 V_h \cdot i, \quad (2.3)$$

де i -число циліндрів.

- відношення повного об'єму циліндра до об'єму простору стиску називається ступенем стиску:

$$\epsilon = V_a/V_c = (V_h + V_c)/V_c = V_h/V_c + 1. \quad (2.4)$$

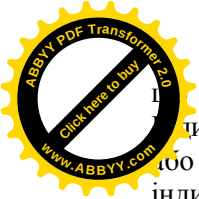
Ступінь стиску показує у скільки разів повний об'єм циліндра більший від об'єму камери стиску.

- комплекс послідовних процесів (впуск, стиск, згорання, розширення і випуск), які періодично повторюються кожному циліндрі і обумовлюють роботу двигуна, називається робочим циклом двигуна;

- частина робочого циклу, який проходить за час руху поршня від однієї мертвої точки до другої, називається тактом.

У 4-х тактному двигуні робочий цикл завершується за два оберти колінчастого вала а у 2-х тактному – за один оберт колінчастого вала (за два ходи поршня).

3. Робота двигуна за один цикл визначається за індикаторною діаграмою, яка є графіком залежності тиску газу в циліндрі від об'єму,



змінюється під час переміщення поршня (координата p). Індикаторна діаграма може бути побудована розрахунковим чином або знята на працюючому двигуні спеціальним приладом – індикатором. Цикли двигунів внутрішнього згоряння розрізняють за способом підведення теплоти:

- цикл з підведенням теплоти при постійному об'ємі;
- цикл з підведенням теплоти при постійному тиску;
- цикл із змішаним підведенням теплоти (частина теплоти підводиться при постійному об'ємі, а інша кількість – при постійному тиску).

У двигунах внутрішнього згоряння вітчизняних тракторів і автомобілів використовують цикл з підведенням теплоти при постійному об'ємі (карбюраторні двигуни) або змішаний цикл (безкомпресійні дизелі).

У карбюраторному двигуні паливо згоряє при постійному об'ємі. Його роботу відображає індикаторна діаграма на рис. 11. При обертанні колінчастого вала поршень рухається від в.м.т. до н.м.т., створюючи розрідження в циліндрі (крива ra). В результаті чого в циліндр поступає свіжий заряд горючої суміші. Далі відбувається зворотний рух поршня від н.м.т. до в.м.т. (крива ocz). Заряд стискається, в точці c відбувається його запалювання. Тиск зростає до максимального значення P_z .

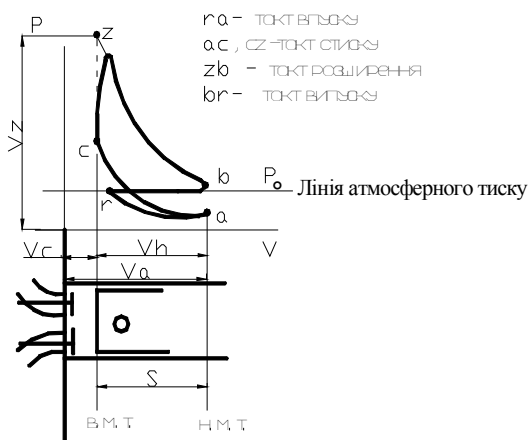
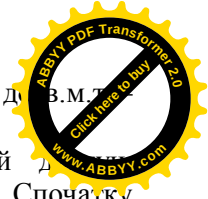


Рис. 11. Індикаторна діаграма чотирьохтактного двигуна

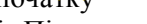
Корисну роботу двигуна характеризує крива zb (такт розширення). Поршень при цьому рухається за рахунок тиску газів від



B.M. Tere to

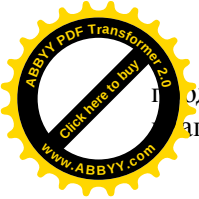
Click

www.army.com



1. Після

ді такту



продувачне вікно. В окремих випадках може бути також викид вуглеводів.
пан.

4. Дизельний двигун порівняно з карбюраторним має такі основні переваги:

- на одиницю виконаної роботи витрачають в середньому на 20...25% (по масі) менше палива за рахунок більш високого ступеня стиску.

- працює на важких сортах палива, яке дешевше і менш безпечне в пожежному відношенні.

Разом з тим дизелю характерні деякі недоліки:

- більш високий тиск газів в циліндрі вимагає збільшення міцності окремих деталей, що приводить до зростання маси двигуна загалом;

- процес пуску дизеля більш складніший і важчий, особливо в зимовий час.

Для дизельних двигунів характерні наступні параметри:

- для такту впуску розрідження повітря сягає 0.08 – 0.085 Мпа;

- при такті стиску його температура піднімається до 650°C.

Під кінець такту стиску в циліндр вприскується розпилене паливо під тиском 140 Мпа де самозагоряється і горить упродовж всього робочого циклу двигуна (вприск продовжується до т. Z).

Порівняння двох і чотирьохтактних двигунів дозволяє зробити наступні висновки:

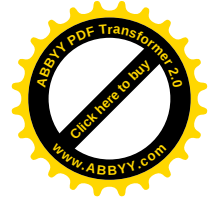
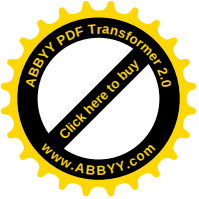
- потужність двохтактних двигунів перевищує 60-70% потужністю чотирьохтактного за інших рівних умов за рахунок збільшення кількості тактів корисної роботи (тактів розширення);

- робота двохтактних двигунів більш рівномірна;

- простіші в конструктивному і в експлуатаційному відношеннях;

- за економічними показниками двохтактні двигуни значно поступаються чотирьохтактним (втрати палива у карбюраторних зростають до 30%).

Одноциліндрові двигуни незважаючи на наявність маховика працюють не ритмічно, що призводить до зносу деталей, через коливання. Одноциліндровий двигун має погану приємність, тому на трактори і автомобілі встановлюють багатociліндрові двигуни, у яких за один оберт колінчастого вала такт розширення (який впливає на ритмічність роботи двигуна) повторюється частіше.



ЛЕКЦІЯ №3

Кривошипно-шатунний механізм(КШМ)

1. Визначення і будова КШМ.
2. Циліндри і блок-картери.
3. Поршнева та шатунна групи.
4. Колінчасті вали.

1. Кривошипно-шатунний механізм є основою конструкції поршневих двигунів внутрішнього згорання. Він призначений для сприймання тиску газів, що виникають у циліндрах під час згорання палива, і перетворення зворотно-поступального руху поршнів в обертальний рух колінчастого вала.

У поршневих двигунах застосовують два типи кривошипно-шатунних механізмів: тронкові й крейцкопфні.

У сучасних поршневих автотракторних двигунах застосовуються в основному тронкові кривошипно-шатунні механізми з однорядним вертикальним і дворядним V-подібним розміщенням циліндрів (рис. 13).

Кривошипно-шатунний механізм складається з нерухомих і рухомих деталей. До *нерухомих деталей* відносяться: циліндри, головка циліндрів і картер (блок-картер). До *рухомих*: поршні з поршковими кільцями, поршковими пальцями, шатуни, колінчастий вал і маховик. До обох груп відносять деталі кріплення, а також підшипники ковзання (вкладиші) колінвала.

Деталі КШМ між собою надійно з'єднуються і становлять остов (кістяк) двигуна. Вони навантажуються силами тиску газів (рис. 13 е), силами інерції мас, що здійснюють зворотно-поступальний та обертальний рух, моментами від цих сил, а також сприймають великі теплові навантаження. Внаслідок цього корпусні деталі повинні мати високу міцність і жорсткість.

2. Циліндри відносяться до основних деталей поршневих двигунів. Внутрішні стінки циліндрів є напрямними для поршня при його переміщеннях між крайніми положеннями, тому довжина твірних циліндра визначається ходом поршня та його розмірами. Циліндр працює в умовах різко змінних тисків в надпоршневій порожнині. Стінки його стикаються з полум'ям і гарячими газами, розжареними до температури 2000...2500 °С, а середня швидкість ковзання поршня по стінках досягає 10...15 м/с. Тому циліндри

циліндри повинні мати високу механічну міцність, підвищену жорсткість та здатність протистояти різним видам спрацювання за об'ємного навантаження. Метал циліндрів повинен мати хороші ливарні властивості та легко оброблятися на верстатах.

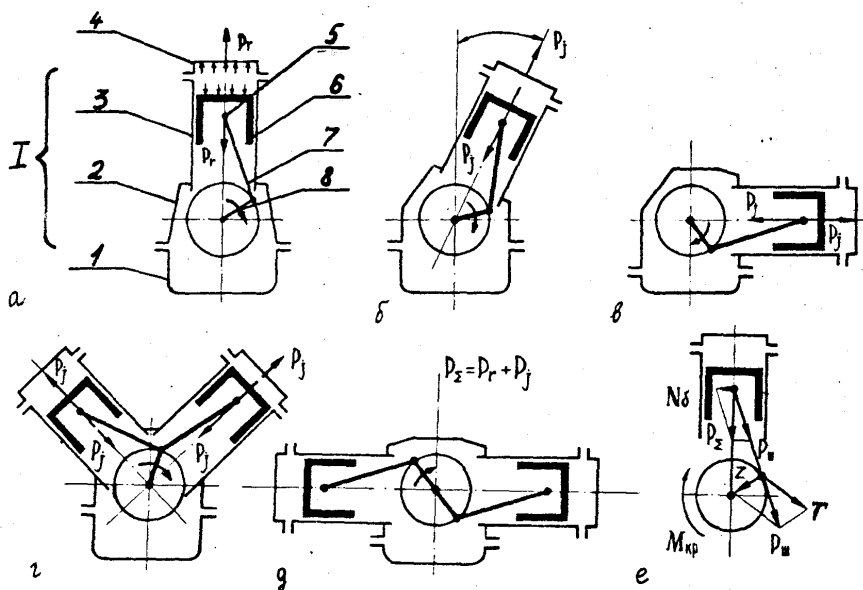


Рис. 13. Схеми найбільш поширених компоновок кривошипно-шатунних механізмів автотракторних двигунів: а, б, в – однорядні двигуни; г, д – дворядні двигуни; е – схема сил, що діють на деталі кривошипно-шатунного механізму; 1 – піддон картера; 2 – картер; 3 – циліндр; 4 – головка циліндра; 5 – поршневий палець; 6 – поршень; 7 – шатун; 8 – колінчастий вал; I – блок-картер; P_r – сила тиску газів; P_j – сила інерції зворотно-рухомих мас, $M_{кр.}$ – крутний момент двигуна

Циліндр разом із головкою та поршнем утворюють замкнутий об'єм, у якому протікає весь тепловий процес роботи двигуна. За конструктивним виконанням циліндри можуть бути виконані кожен окремо або загальною відливкою – блоком циліндрів. Циліндри індивідуального виготовлення кріпляться до картера з допомогою шпильок. Оскільки циліндри в двигуні зношуються в першу чергу, то

Вони виготовляються із змінними гільзами.

Якщо охолодження двигуна повітряне, то циліндри мають спеціальні ребра охолодження. При рідинному охолодженні зовнішньою поверхнею циліндра і внутрішніми стінками блока існує кільцевий простір – водяна сорочка, яка заповнюється рідиною.

Циліндри двигунів повітряного охолодження відливають індивідуально, а для збільшення тепловідведення зовнішню поверхню виготовляють ребристою. Отже, при повітряному охолодженні циліндр складається з двох конструктивних елементів: гільзи або втулки і системи ребер (рис. 14). Розміри ребер і проміжків між ними вибирають так, щоб вони створювали як умога менший опір охолоджуючому повітрю і в той самий час забезпечували достатню інтенсивність тепловідведення. В існуючих конструкціях площа поверхні системи ребер приблизно в 10 разів перевищує площу дзеркала циліндра в зоні розміщення ребер.

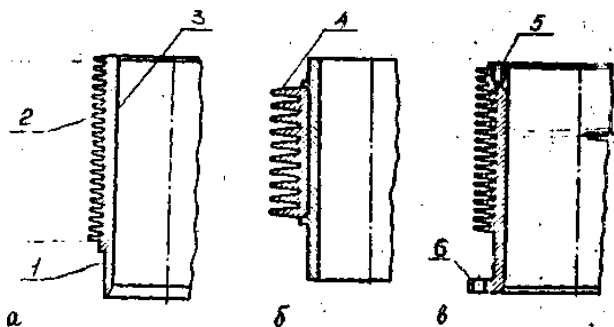
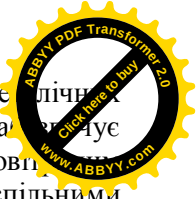


Рис. 14. Циліндри двигунів із повітряним охолодженням: а і в – суцільнометалеві; б – комбіновані; 1 – напрямний пояснок циліндра; 2 – ребра циліндра; 3 – дзеркало циліндра; 4 – алюмінієві ребра; 5 – отвір для кріплення головки; 6 – фланець для кріплення циліндра до картера

У двигунах з повітряним охолодженням використовують як монолітні (рис. 14 а, в), так і комбіновані циліндри (рис. 14 б). Перші відливають з чавуну, рідше роблять сталевими, а в малих двигунах використовують також алюмінієві сплави з хромованою поверхнею дзеркала. Ребра відливають разом із гільзою і механічно не обробляють. Комбінований циліндр являє собою алюмінієву ребристу основу із запресованою в ній, наприклад, чавунною гільзою. В таких циліндрах висока стійкість проти спрацювання поєднується з



у кращим тепловідведенням. Більш високі якості у бімсових двигунів забезпечують циліндри, які отримують методом заливання ребер, що забезпечує цілісність з'єднання. У більшості двигунів з повітряним охолодженням циліндри разом з їх головками кріплять спільними болтами або шпильками до верхньої частини картера, тобто наскрізними анкерними зв'язками. Спосіб кріплення циліндрів наскрізними несучими або анкерними шпильками, а особливо болтами, полегшує складання і розбирання двигуна, сприяє зближенню суміжних циліндрів і розвантажує стінки циліндрів від розтягуючих зусиль, що виникають у результаті тиску газів у надпоршневій порожнині.

У випадку кріплення циліндрів до картера приєднувальними фланцями (рис. 14 в), що відливаються разом із гільзами, їх стінки зазнають розтягуючих зусиль і повинні бути товстішими. Фланцеве з'єднання менш надійне і збільшує масу циліндра.

Багатоциліндрові двигуни з повітряним охолодженням мають спільний для всіх циліндрів картер, а стик його з нижнім торцем гільзи ущільнюють металічними прокладками, які використовують також для вирівнювання надпоршневого проміжку до заданої величини.

Циліндри двигунів із рідинним охолодженням сучасних багатоциліндрових двигунів виготовляють із подвійними стінками і відливають у спільному блоці звичайно з верхньою частиною картера, що значно ускладнює їх конструкцію. Внутрішні стінки утворюють гільзи циліндрів, а зовнішні – стінку охолоджувальної сорочки (рис. 15). Порожнина, створена внутрішніми і зовнішніми стінками, називається охолоджувальною сорочкою.

З міркувань спрощення ремонту і збільшення часу служби циліндри з рідинним охолодженням у більшості випадків виготовляють комбінованими, із вставками на всю довжину дзеркала циліндра і з легкозмінними гільзами (рис. 15 б, в). Можуть використовуватись також короткі вставки довжиною близько 50...60 мм, які виготовляють з аустенітного стійкого проти спрацювання чавуну (рис. 15 г).

Вставки, що запресовуються на всю довжину циліндра, не стикаються з охолоджуючою рідиною, внаслідок чого їх називають сухими гільзами. Сухі гільзи не ослаблюють загальну жорсткість циліндра, але дещо ускладнюють конструкцію і підвищують вартість, тому в сучасних двигунах їх використовують порівняно рідко.

Легкознімні гільзи встановлюють у циліндри в загартованим проміжком (0,08 мм). При спрацюванні їх замінюють новими або відремонтованими. Легкознімні гільзи безпосередньо омиваються охолоджуючою рідиною, яка циркулює в охолоджувальній сорочці, тому їх називають "мокрими". Ущільнюють такі гільзи за допомогою гумових кілець прямокутного або круглого перерізу чи мідних кілець.

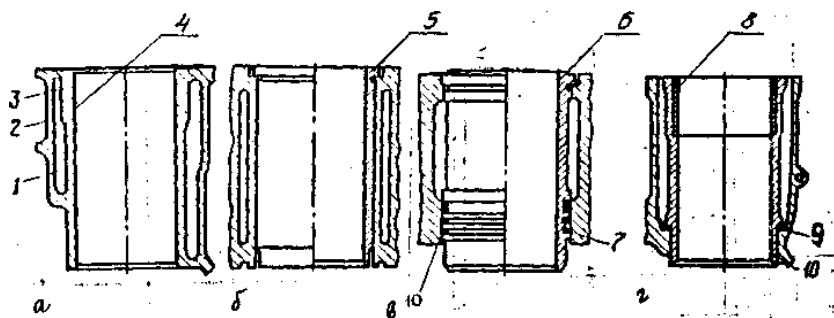


Рис. 15. Циліндри двигунів із рідинним охолодженням:

а – суцільнометалеві; б, в, г – комбіновані; 1 – стінка циліндра; 2 – стінка охолоджувальної сорочки; 3 – сорочка охолоджувальна; 4 – дзеркало циліндра; вставка проти спрацювання на всю довжину циліндра (суха гільза); 6 – легкознімна (мокра) гільза; 7 – ущільнювальні гумові кільця; 8 – коротка вставка проти спрацювання; 9 – ущільнювальне мідне кільце; 10 – установочний пояс

Легкознімні гільзи у більшості випадків відливають із сірого перлітного чавуну СЧ 21-40 і загартовують струмами високої частоти. Гільзи з легованого чавуну не загартовують.

Картер є масивною нерухомою металевою деталлю, яка несе основні складові одиниці і деталі двигуна. Знизу картер закриває піддон, який служить також резервуаром для масла.

Картер більшості двигунів виконаний у загальній відливці з блоком, наприклад – А-41, Д-240, СМД-60, ГАЗ-53, ЗІЛ-130. Тоді такі відливки називаються блок-картерами. При цьому конструкція двигуна більш жорстка. Відливають блок-картери і картери із сірого чавуну або з алюмінієвого сплаву.

Конструкція блока картера залежить від розміщення клапанів. У двигунах з боковим розміщенням клапанів у блок-картері існує

Сухий прилив – клапанна коробка (ГАЗ-53).

У двигунах з підвісним розміщенням клапанів розміщуються в головках циліндрів, тому конструкція блок-картера спрощується (А-41, Д-240).

Внутрішню поверхню циліндра називають дзеркалом.

Гільзи називаються мокрими, якщо вони омиваються рідиною із зовнішньої сторони, сухими – якщо вони встановлені в попередньо розточений циліндр блок картера. Товщина стінок мокрих гільз становить 6 – 8 мм, сухих 2 – 4 мм.

Найбільший знос проходить у верхній частині циліндра (гільзи), де висока температура і корозійний вплив відпрацьованих газів. Тому в даному місці запресовують короткі вставки, виготовленні із антикорозійного (кислотно-опірною) чавуну.

Головка циліндрів є складною за формою деталлю, яку встановлюють зверху циліндра (Д-21), групи циліндрів (ГАЗ-53) або блок-картери (Д-240). Відливається також із чавуну або алюмінієвого сплаву.

У головці циліндрів розміщені камери згоряння (рис. 16), де передбачено встановлення свічок або форсунок, інколи додаткові камери.

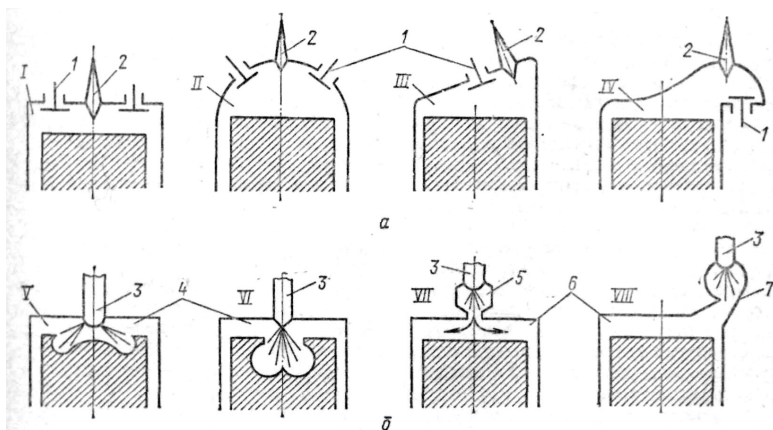


Рис. 16. Форми камер згоряння двигунів: а – карбюраторних; б – дизельних; I – циліндрична; II – напівсферична; III – клиновидна; IV – зміщена (Г-подібна); V і VI – нероздільні; VII і VIII – роздільні; 1 – клапан; 2 – свічка; 3 – форсунка; 4 – камера згоряння; 5 – передкамера; 6 – основна камера; 7 – віхрева камера

Конструкція головки циліндрів залежить від типу двигуна, системи охолодження і розміщення клапанів. Форми камер встановлені на таких марках машин або двигунів: клиновий – ЗІЛ-130, ЗМЗ-53; зміщена (Г-подібна) – ЗІЛ-120, ЗМЗ-51, ЗМЗ-52; нероздільні – Д-240, А-41, А-01, СМД-60 і всі дизелі ЯМЗ і КамАЗ; родільні: передкамерні – КМД-100, віхреві – Д-50, СМД-14.

3. Для нормальної роботи двигуна велике значення має ущільнююча властивість поршневої групи, яка працює у складних температурних умовах із різкозмінними навантаженнями за обмеженого мащення поверхонь тертя і недостатнім тепловідведенням.

Поршнева група складається з поршнів, поршневих кілець, поршневих пальців та кріпильних деталей шатунної групи (рис. 17).

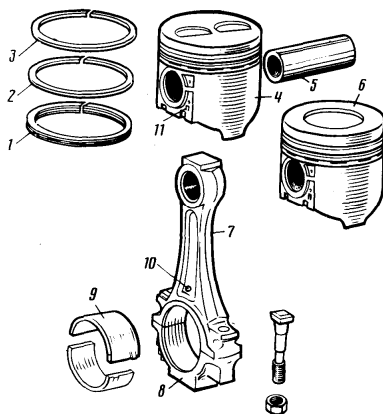


Рис. 17. Деталі поршневої та шатунної групи: 1 – мастильноз’ємне поршневе кільце; 2, 3 – компресійні поршніві кільця; 4, 6 – поршні; 5 – поршневий палець; 7 – шатун; 8 – кришка шатуна; 9 – шатунний вкладиш; 10 – отвір на шатуні для виходу мастила; 11 – мітка П на поршні

Поршень є базовою деталлю поршневої групи і найбільш навантаженим елементом кривошипно-шатунного механізму. Він сприймає тиск газів і передає його через палець і шатун на колінчастий вал, створює розрідження, необхідне для впуску свіжого заряду (повітря або пальної суміші), стискує свіжий заряд, виштовхує залишки продуктів згоряння.

Поршень працює у важких умовах. Тиск газів на днищі сягає у карбюраторних двигунах 5...6 МПа, у дизельних без наддуву 8...10 МПа, а в дизельних з наддувом – 15 МПа. Поршень працює під дією високих температур і погано охолоджується (температура деяких верхніх поверхонь може досягати 300°C; рухається з великою змінною швидкістю, що призводить до виникнення значних сил інерції і додаткового навантаження як на поршень, так і на інші деталі кривошипно-шатунного механізму.

Виходячи з умов роботи, поршень (рис. 18) повинен мати високу міцність, теплопровідність, стійкість проти спрацювання і при цьому малу масу і легко рухатись у циліндрі.

До недоліків поршнів з алюмінієвих сплавів необхідно віднести високий коефіцієнт лінійного розширення (в результаті чого відбувається збільшення зазору між стінками циліндра і поршнем) і погіршенням механічних властивостей.

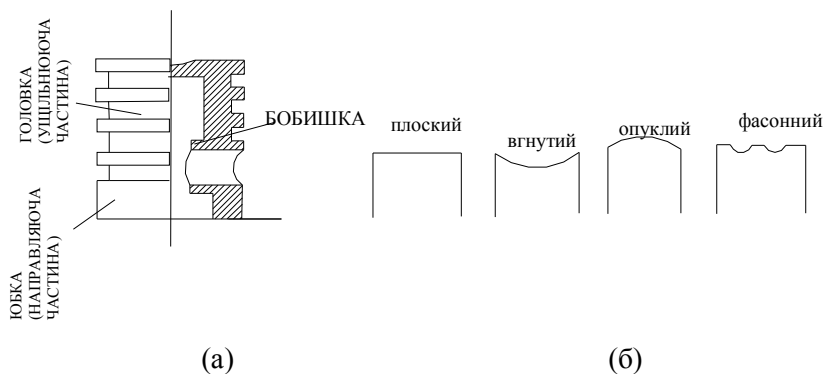
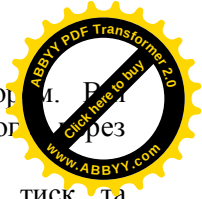
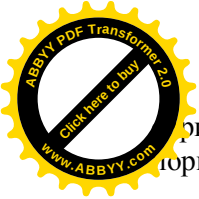


Рис. 18. Будова поршня (а) та форма його днища (б)

Поршні сучасних двигунів виготовляють з алюмінієвих сплавів. Вони легші від чавунних, поглинають менше тепла і краще його відводять (теплопровідність більша в 4–5 разів). Температура днища поршня з алюмінієвого сплаву нижча від температури днища чавунного поршня на 100...150°C, а це сприяє кращому наповненню циліндрів свіжим зарядом. Застосування поршнів з алюмінієвого сплаву дає можливість за рахунок менших температур і кращого наповнення циліндрів одержати більшу потужність двигуна з одиниці об'єму циліндрів за меншої питомої витрати палива, а за рахунок меншої ваги поршня значно розвантажити деталі механізму від сил інерції.



Поршень встановлюють в циліндрі з деяким зазором. Поршень сприймає тиск газів, що розширюються і передає його на поршневий палець і шатун на колінчастий вал.

На поршень двигуна діють високі температури, тиск та швидкості, що досягають 15 м/с. Тому їх виготовляють із алюмінієвих сплавів АК-4, АЛ-25, АЛ-30 та ін. Проводять також термічну обробку. Днище поршня може бути плоским, вигнутим, випуклим, фасонним.

У бобишки вставляється палець, який стопориться пружинним кільцем (стопором).

Головка поршня має канавки для поршневих кілець. Крім цього, на зовнішній поверхні поршня можуть бути передбаченні додаткові кільця (вставки), отвори, прорізи.

Нижня частина юбки також має різну конфігурацію.

Зазор між циліндром і направляючою частиною поршня, якщо вона має овальну форму чи розріз, повинен бути 0,05...0,10 мм, а якщо вона циліндричної форми і немає розрізу, то 0,18...0,30 мм.

Щоб забезпечити підбір поршня до циліндра і поршневих пальців за отворами в бобишках з необхідним зазором, поршні сортують на розмірні групи в межах допуску за діаметрами юбки і отворів в бобишках.

Поршневі кільця за призначенням поділяють на компресійні і мастильноз'ємні. Виготовляють із легованого чавуну або сталі.

Поршневі компресійні кільця служать для ущільнення зазору між поршнем і стінкою циліндра. У результаті їх встановлення попереджується прорив повітря чи газів з простору над поршнем в картер двигуна, а також проникнення мастила в камеру згорання. Одночасно компресійні кільця відводять тепло від головки поршня до стінок циліндрів.

Поршневі мастильноз'ємні кільця призначені для зняття залишків мастила зі стінок циліндра.

Компресійні кільця притискаються до стінки циліндра силами своєї пружності і тиску газів.

Виріз в поршневому кільці називається замком, зазор в якому під час постановки в циліндр повинен складати 0,2...0,8 мм.

Найбільше поширення отримали кільця із прямими замками, також бувають косі (30-40°), ступінчасті, фасонні.

Якщо прийняти тиск в камері згорання за 100%, то зверху перше кільце сприймає (гасить) 76% тиску, друге – 20%, третє – 7,6%.

У поперечному січенні компресійні кільця можуть мати різну форму (рис. 19).

Для ущільнення, яке забезпечує геометричність циліндра, в лабораторних двигунах на поршні встановлюється – 2-3, а в двигунах з високим тиском газів значно більший – 3-4 компресійних кільця. Замки кільця не повинні знаходитись на одній лінії.

Масляноз'ємні кільця знімають лишки мастила із стінки циліндра. Як правило на поршень встановлюють одне або два кільця. За конструктивним виконанням вони бувають циліндричні з проточками та отворами для відведення масла, з пружним розширювачем, скребкового типу, яких в канавку поршня вкладається два. Кільця виготовляють як чавуну, так і сталі.

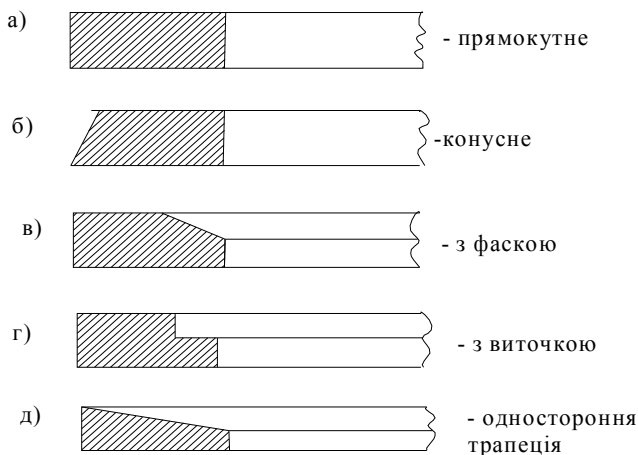


Рис. 19. Форми поперечних січень поршневих компресійних кілець

Поршневий палець служить для шарнірного з'єднання поршня із шатуном. Під час роботи поршневий палець піддається дії великих механічних навантажень, змінних за значенням і напрямком, тому він повинен бути міцним і жорстким. Крім цього, поршневий палець повинен бути легким і зносостійким. Виготовляють пальці із труб маловуглецевої сталі. Поверхню цементують на глибину 1,0...1,5 мм, потім калять і відпускають. Внутрішня поверхня пальця може бути різної конфігурації, а зовнішня полірується. Деколи з обох сторін в бобишках палець закривається алюмінієвими заглушками.

У сучасних автомобілях під час роботи палець вільно обертається у бобишках і у верхній головці шатуна, тому його



підшипники плаваючим.

Шатун з'єднує поршень із колінчастим валом, передає від поршня на вал і, навпаки, від колінчастого вала до поршня. Він здійснює складний рух і перетворює зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого вала. Він повинен бути міцним, жорстким і легким. Його штампують із високоякісної вуглецевої або легированої сталі, після чого проводять механічну і термічну обробку.

У верхню головку запресовують латунну чи бронзову втулку. Нижня головка, як правило, роз'ємна, але буває і нероз'ємна. Знімна частина нижньої головки шатуна називається кришкою.

Шатуни підбирають під кожен циліндр, але відхилення не повинно перевищувати 8–10 г.

Крім шатуна у шатунну групу входить комплект підшипників верхньої і нижньої його головок, шатунні болти з гайками та елементи їх фіксації.

Шатунні підшипники більшості двигунів являють собою тонкостінні вкладиші, які виготовляють із сталеві стрічки товщиною 1...3 мм, внутрішня поверхня яких для зменшення тертя покрита тонким шаром антифрекційного сплаву (бабіт, свинець, бронза, алюміній), товщиною шару 0,40...0,90 мм. Зазор між тонкостінним вкладишем і шийкою вала становить приблизно 0,03...0,13 мм. Шатунні підшипники не регулюються.

Зношені вкладиші замінюються новими, нормального та ремонтного розмірів.

За внутрішнім діаметром вкладиші виготовляють двох виробничих стандартів і кількох ремонтних розмірів (P1, P2, P3, P4).

4. *Колінчастий вал* сприймає зусилля від шатунів і передає його на механізми силової передачі. Обертаючись, він переміщує поршні в циліндрах під час підготовчих тактів і приводить в рух агрегати й допоміжні механізми двигуна (насоси, вентилятор, генератор тощо).

Колінчастий вал (рис. 20) – одна з найвідповідальніших рухомих деталей двигуна. Він сприймає ударні навантаження від періодично діючих сил тиску газів, які передаються через шатуни, і навантаження від сил інерції деталей шатунної і поршневої груп. Ці навантаження скручують і згинають вал, а його шатунні і корінні шийки спрацьовуються від тертя.

Колінчастий вал складається із таких основних елементів:

а) корінних шийок, якими вал спирається на корінні

г) підшипники, що розміщені у картері;

б) шатунних шийок;

в) щік, які зв'язують корінні і шатунні шийки для зменшення концентрації напружень. Місця переходу шийок в щіки виконані у вигляді заокруглень і називаються галтелями;

г) носка (передній кінець);

д) хвостовика (задній кінець).

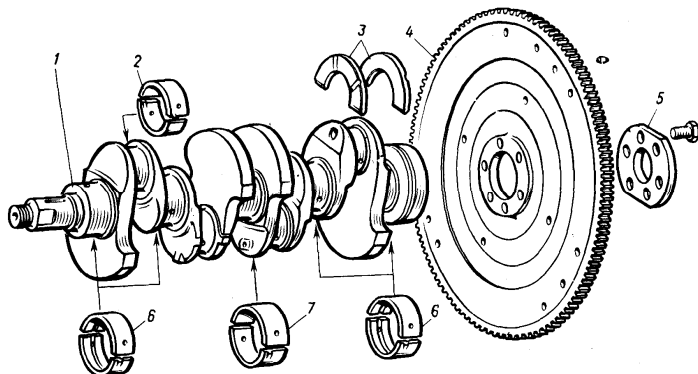


Рис. 20. Колінчатий вал і маховик: 1 – колінчатий вал; 2 – вкладиш шатунного підшипника; 3 – упорні напівкільця; 4 – маховик; 5 – шайба болтів кріплення маховика; 6 – вкладиші 1, 2, 4 і 5 корінних підшипників; 7 – вкладиш центрального 3-го корінного підшипника

Колінвал штампують із високовуглецевої сталі (СМД-60, Д-240, ЯМЗ), або виливають із магнієвого чавуну (ГАЗ-53). Поверхні з якими контактують інші деталі обробляються, конусність і овальність не більше 0,015 мм. Шийки калять на глибину 1,5...5 мм з нагрівом СВЧ. Інколи на щіки ставлять противаги. У різних двигунах число шатунних шийок рівне числу циліндрів, у V-подібних двигунах на кожну шийку кріпиться два шатуни. Кількість корінних шийок різна.

У більшості двигунів на передньому кінці валу встановлюється ведуча шестерня механізму газорозподілу та інших механізмів двигуна, а також храповик. Хвостовик колінчастого вала закінчується флянцем для кріплення маховика.

Попередження повздовжньому переміщенню колінвала здійснюється за допомогою стопорних упорних шайб, напівкільць, кільць.



У більшості двигунів у колінчастому валові робляться отвори для підведення мастила до корінних і шатунних підшипників. Передбачені порожнини для центробіжної очистки мастила (в шатунних корінних шийках є отвори і порожнини для накопичення металевих домішок).

Колінчастий вал спирається на постелі блок-картера через підшипники ковзання (вкладиші), аналогічно шатунним. Верхні вкладиші корінних підшипників мають наскрізні отвори, під час встановлення яких ці отвори співпадають із каналами в блок-картері.

У підшипниках кочення втрати на тертя значно менші, чим в ковзання, але застосування їх у багатоциліндричних двигунах, які мають декілька опор, ускладнює конструкцію двигуна. Роликові підшипники не мають внутрішнього кільця і ролики перекочуються безпосередньо по бігових доріжках, виконаних на опорних шийках колінчастого вала (двигун ЯМЗ-240). Тому підшипники кочення у якості корінних підшипників колінчастого вала застосовуються у більшості випадків на одно і двоциліндрових двигунах ПД-8, ПД-10У, ПД-23М.

В окремих двигунах ЯМЗ-240 встановлюють пристрій для погашення крутильних коливань, що встановлюється на маховику, який призначений для виведення деталей КШМ із мертвих точок.

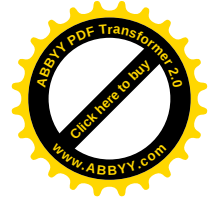
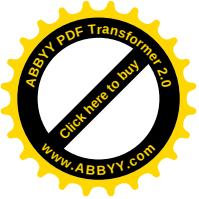
Збільшення кількості циліндрів приводить до більш рівномірної роботи колінчастого вала, відповідно і маховик у таких двигунів значно менший.

Зовнішній вінець маховика призначений для обертання колінвала стартером або пусковим двигуном, тому він має зуби.

У більшості двигунів на поверхні обода (вінця), або на торцевій поверхні маховика нанесені мітки, за якими можна визначити мертві точки, а також встановити момент подачі палива або запалення свічки.

Тактність двигунів чотирьохциліндрових – Д-50, Д-240, СМД-14, А-41 - 1,3,4,2; шестициліндрових (ГАЗ-53) – 1,5,3,6,2,4.

У-подібні СМД-60 з кутом розводу 90° першого ряду 1,2,3 і лівого 4,5,6 – рахуючи назад до маховика – порядок роботи : 1-4-2-5-3-6. У-подібних восьмициліндрових чотирьохтактних двигунів ГАЗ-53, ЗИЛ-130, ЯМЗ-238 – 1-5-4-2-6-3-7-8. У-подібних 12-циліндрових 1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9.



ЛЕКЦІЯ №4

Механізм газорозподілу (ГРМ)

1. Робота клапанного механізму газорозподілу.
2. Діаграма газорозподілу.
3. Деталі клапанного ГРМ.
4. Декомпресійний механізм.

1. Механізм газорозподілу призначений для керування впуском у циліндри двигуна паливної суміші (або повітря в дизелі) і випуском із них відпрацьованих газів.

Процес газообміну в циліндрах двигуна виконується через впускні і випускні отвори, які механізм газорозподілу відкриває і герметично закриває відповідно до встановленого порядку роботи циліндрів двигуна, з'єднуючи порожнини циліндрів то з впускним, то з випускним трубопроводами.

Механізм газорозподілу, кінематично зв'язаний із колінчастим валом та ланками передаючих пристроїв, рухається синхронно з ним.

У двигунах внутрішнього згоряння, залежно від способу ущільнення впускних і випускних отворів циліндрів, розрізняють золотникові, клапанні та комбіновані механізми газорозподілу. На автомобільних і тракторних чотиритактних двигунах застосовуються клапанні механізми газорозподілу.

Конструкція клапанних механізмів газорозподілу залежить від розміщення клапанів (рис. 21) у блоці циліндрів (нижньоклапанні) або в головці (верхньоклапанні механізми) та їх кількості; розміщення розподільного вала (у блоці циліндрів або на головці); типу штовхачів (тарілчасті, циліндричні, роликові, важільні); конструкції коромисел (одно- або двоплечні важелі); числа і типу пружин (циліндричні, конічні, торсійні тощо); типу привода механізму газорозподілу (зубчаста передача прямого зчеплення або з проміжними шестернями, ланцюгова, ремінна або комбінована передача).

У чотирьохтактних двигунах застосовують клапанні механізми газорозподілу, клапани яких закривають і відкривають впускні і випускні отвори.

Розрізняють два типи клапанних механізмів газорозподілу: а) з підвісними клапанами, розміщеними в головці циліндрів; б) з боковими клапанами, розміщеними в блок-картері.

У двохтактних двигунах газорозподіл може відбуватись двома

Способами: а) кривошипно-шатунним механізмом (всі клапани перекриваються поршнем); б) змішаною системою (повітря надходить через вікна, які перекриває поршень, а відпрацьовані гази виділяються через клапанний отвір).

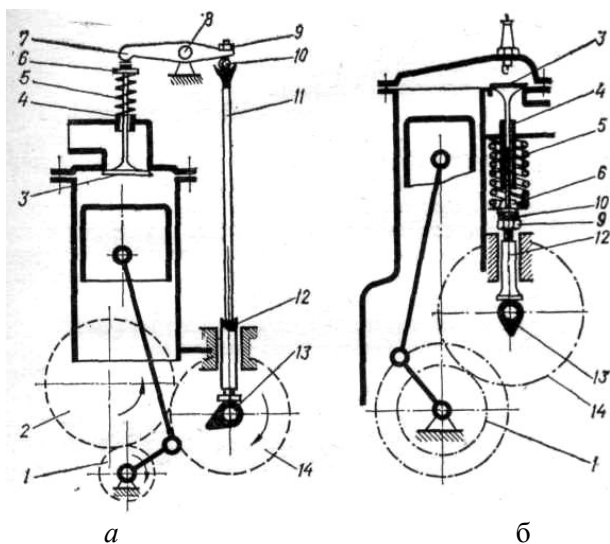
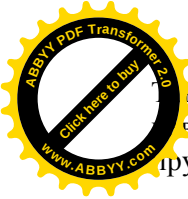


Рис. 21. Схема клапанних механізмів газорозподілу: а – механізм з верхнім розміщенням клапанів; б – механізм з нижнім розміщенням клапанів; 1 – шестірня колінчастого вала; 2 – проміжна шестірня; 3 – клапан; 4 – напрямна втулка клапана; 5 – пружина клапана; 6 – упорна тарілка клапана; 7 – коромисло; 8 – вісь коромисла; 9 – контргайка; 10 – регулювальний гвинт; 11 – штанга; 12 – штовхач; 13 – кулачок розподільчого вала; 14 – шестірня розподільчого вала

Отже, робота газорозподільчого механізму побудована на перекритті отворів клапанами. Переміщення клапанів у гніздах здійснюється за допомогою деталей передачі від КШМ (через шестерні, ланцюги, паси) до вала газорозподілу, далі через штовхач, штангу, коромисло. Конструкція вала газорозподілу передбачає на його поверхні кулачки, які відіграють головну роль під час роботи механізму газорозподілу. При набіганні кулачка на штовхач, зусилля передається через відповідні деталі до плеча коромисла і воно змінює своє положення. Відповідно іншим плечем коромисло діє на клапан.



тим чином відбувається відкриття отвору. Після зняття навантаження у зворотньому напрямі клапан рухається і закривається пружини або декількох пружин.

Для того, щоб зміна розмірів при нагріванні деталей механізму газорозподілу не порушувало щільної посадки клапана в гнізді, між торцем стержня клапана і бойком коромисла при підвісному розміщенні клапанів або між торцем стержня клапана і штовхачем при боковому розміщенні клапанів існує зазор, який ще називають тепловим. На холодному двигуні у впускних клапанах такий зазор складає $0,15 \dots 0,40$ мм, у випускних $0,20 \dots 0,45$ мм.

Протягом одного робочого циклу чотирьохтактного двигуна проходить одне відкриття впускного і випускного клапанів. Для цього розподільний вал повинен зробити за цикл один оберт, тому привод розподільного валу має передаточне відношення 1:2. У двохтактних двигунах розподільний вал обертається з тою ж частотою, що і колінчастий, тобто відношення становить 1:1.

За рівних умов наповнення циліндрів двигуна з підвісними клапанами більше, ніж з боковими, оскільки у першому випадку потік повітря або горючої суміші, які поступають в циліндр, не змінюють різко свого напрямку. Використання підвісних клапанів дозволяє зробити камеру згоряння більш компактною, що знижує теплові витрати через її стінки, і відповідно зменшує питому витрату палива.

У вітчизняних автотракторних двигунах використовуються механізми газорозподілу з підвісними клапанами і тільки на окремих з боковими.

2. Кругові діаграми газорозподілу побудовано так, що впускні і випускні клапани відкриваються і закриваються у певний момент часу, який визначається профілем кулачків розподільного валу, встановленням його по відношенню до колінчастого, зазорами між клапанами і штовхачами або коромислами. При цьому їх відкриття чи закриття відбувається не в ті моменти, коли поршень міститься у мертвих точках, а з деяким випередженням при відкритті чи запізненням при закритті.

Періоди від моменту відкриття клапанів до моменту закриття (або вікон у двохтактних двигунах), виражені в градусах повороту колінчастого валу, називаються фазами газорозподілу. Їх можна виразити у виді кругової діаграми (рис. 22). Фази газорозподілу залежать в основному від швидкісних характеристик двигуна. Чим вища номінальна частота обертання колінвала, тим більші кути фаз

газорозподілу.

У всіх двигунах є період, коли впускні і випускні клапани відкриті одночасно. Його називають перекриттям клапанів. Значення кута перекриття коливається в межах від 16° до 78° . Втрати при цьому незначні.

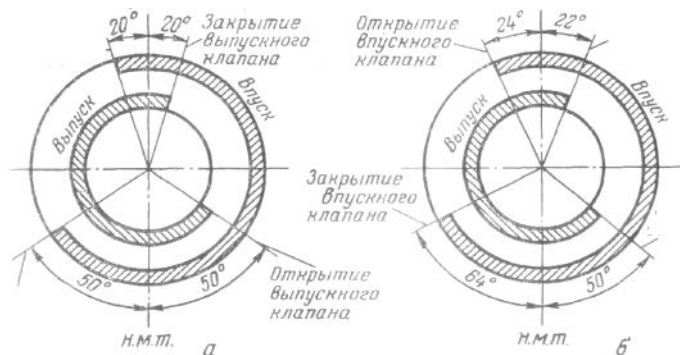


Рис. 22. Діаграми газорозподілу: а – дизелів А-41 і А-01 М; б – двигуна ГАЗ-53

Найвигідніші фази газорозподілу для кожного двигуна встановлюються експериментально. Правильне встановлення фаз газорозподілу двигуна досягається при його збиранні чи регулюванні суміщенням спеціальних міток на шестернях колінчастого і розподільчого вала.

3. Деталі клапанного механізму газорозподілу з верхнім розміщенням клапанів показано на рис. 23.

Клапани, які перекривають впускні і випускні отвори, мають обмежені розміри. Працюють клапани в умовах високих температур і динамічних навантажень, обумовлених силами тиску газів, пружності пружин та інерції деталей приводу. Особливо важкі умови у випускних клапанах, що омиваються під час процесу випуску відпрацьованими газами з температурою $900...1200^\circ\text{C}$. Усе це погіршує механічні властивості металу, спричинює механічне, ерозійне та корозійне спрацювання робочої поверхні (фаски) клапана, короблення головки, що призводить до порушення герметичності ущільнення.

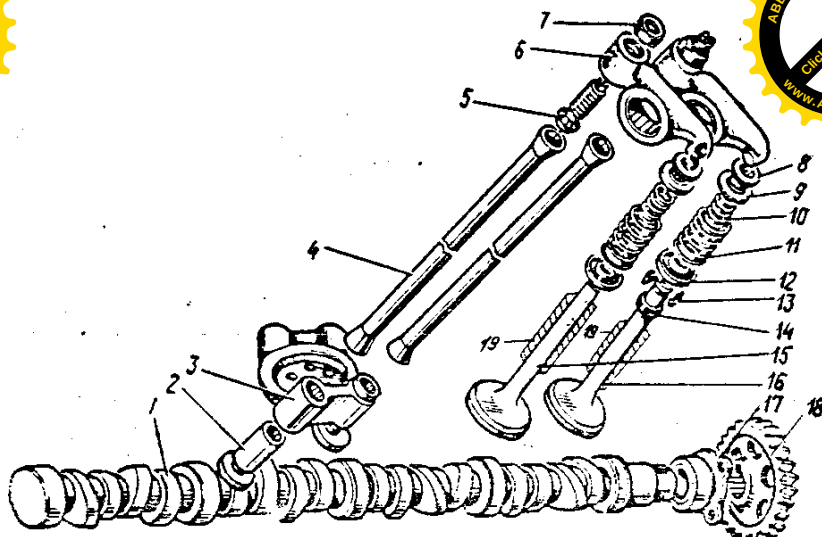


Рис. 23. Деталі клапанного механізму газорозподілу: 1 – розподільний вал; 2 – штовхач; 3 – напрямна втулка штовхача; 4 – штанга; 5 – регулювальний болт (гвинт); 6 – коромисло; 7 – контргайка регулювального болта; 8 – втулка; 9 – тарілка пружини; 10 – пружина внутрішня; 11 – пружина зовнішня; 12 – шайба; 13 – сухарики; 14 – манжета; 15 – клапан впускний; 16 – клапан випускний; 17 – упорний фланець; 18 – шестірня розподільного вала; 19 – напрямна втулка клапана

Клапан складається з головки (рис. 24) і стержня. Перехід від головки до стержня роблять плавним, що забезпечує необхідну міцність клапана, сприяє кращому відведенню теплоти від головки, зменшенню аеродинамічного опору при проходженні газів.

Діаметр стержня 15 (рис. 23) і його довжина залежать від навантажень, які передаються, і конструкції стержня. Для кращого відведення теплоти від головки клапана стержні випускних клапанів виконують порожнистими і заповнюють на 57-60% металічним натрієм (рис. 25), який має температуру плавлення 98° і високу теплопровідність. Збовтуючись, розплавлений натрій відводить теплоту до верхньої частини стержня, кристалізується і випадає у вигляді осаду в порожнину головки, де знову розплавляється, завдяки чому температура головки знижується приблизно на 100°C .

Впускні клапани виготовляють зі сталей 37С, 40ХН, 40ХНМА, а випускні – із жаростійких сталей 10ХСМ, Х9С, Х10Т, Х10Т, 40СХ10МА



Рис. 24. Форми головок клапанів: I – плоска; II – тюльпаноподібна; III – випукла

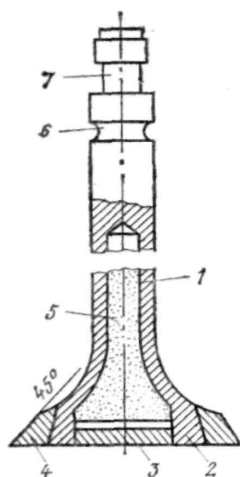


Рис. 25. Конструктивна форма випускного клапана форсованого двигуна: 1 – стержень; 2 – головка; 3 – заглушка; 4 – жароміцна наплавка головки; 5 – металевий натрій; 6 – виточка для запобіжного кільця; 7 – кільцева виточка під сухарі

Сідла багатьох впускних і випускних клапанів виконані у вигляді вставних кілець із жаростійкого чавуну, які запресовують у головку циліндра.

Напрямна втулка 19 (рис. 23), що розміщена на хвостовику клапана, забезпечує строгий напрям руху клапана і посадку його в сідло без перекосів. Вона запресовується в головку циліндра або блок-картер. Виготовляють із чавуну або металокераміки.

Пружина 11 створює зусилля, необхідне для закриття клапана і щільної посадки його у сідло. За достатньої пружності вона не допускає відриву клапана штовхача від кулачка розподільного вала,

Завдяки достатню тривалість відкриття клапана. Штовхачі виготовляють з сталевого дроту. Вони можуть мати постійний або змінний крок. У деяких двигунах на клапани ставлять дві пружини.

Деталі механізму газорозподілу забезпечують передачу руху від розподільчого валу до клапанів. До них відноситься штовхач, який служить для передачі руху від валу до клапана або штанги. Виготовляють штовхачі з чавуну або сталі, шліфують і термічно обробляють. Для зменшення маси штовхача їх часто роблять пустотілими. Вони бувають (рис. 26): грибоподібні; циліндричні роликові; гідравлічні.

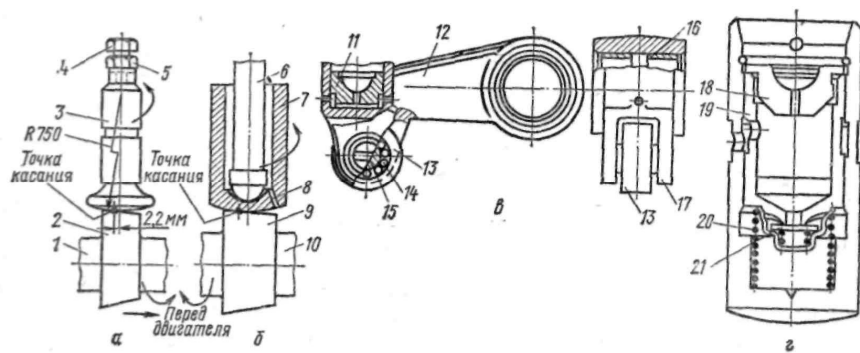


Рис. 26. Конструктивні схеми штовхачів: а і б – грибоподібний і циліндричний зі сферичними опорними поверхнями; в – роликовий; з – гідравлічний; 1 і 10 – розподільчі вали; 2 і 9 – кулачки; 3, 7 і 12 – штовхачі; 4 – регулювальний болт; 5 – контргайка; 5 – штанга; 8 – отвір для стікання мастила; 11 – п'ята; 13 – ролик; 14 – голковий підшипник; 15 – вісь ролика; 16 – втулка; 17 – вилка штовхача; 18 – сферична опора; 19 – стакан; 20 – пружина; 21 – плоский клапан

Штовхачі рухаються в направляючих втулках або безпосередньо в отворах блок-картерів.

Штанга є суцільним сталевим або із алюмінієвого сплаву пустотілим сталевим стержнем. Нижній кінець виготовлений у вигляді кульки, а верхній – сферичний для упора головки у регулювальний гвинт.

Коромисло – це сталевий двохплечий важіль з плечами різної довжини (рис. 27). На короткому плечі передбачено різьбовий отвір. Робоча частина бойка шліфується. В середині коромисла є отвір із запресованою втулкою для осі.

Стальні осі, на яких розміщують коромисла, закріплені в блоках, які встановлюють на верхній площині головки циліндрів.

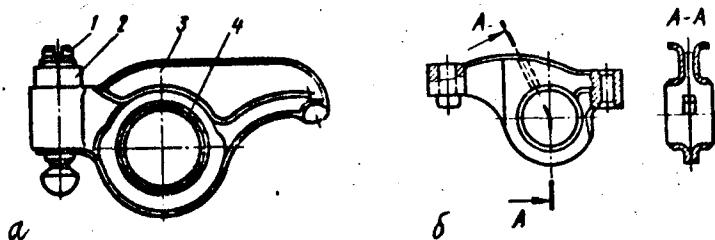


Рис. 27. Коромисла: а – литі; б – штамповані; 1 – регулювальний болт; 2 – контргайка; 3 – коромисло; 4 – підшипникова втулка

Розподільний вал за допомогою кулачків (рис. 23), розміщених на ньому, керує рухом клапанів. Кожен кулачок діє на один клапан впускний чи випускний. Кулачки виготовлені разом з валом і розміщуються на ньому у відповідному порядку під різними кутами та відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна.

Розподільчі вали обертаються у підшипниках ковзання, встановлених у стінках чи поперечних перегородках блок-картера.

4. Декомпресійний механізм (рис. 28) є одним із механізмів системи пуску. Але його робота пов'язана з роботою механізму газорозподілу і служить для полегшення провертання КШМ. Тому, такий механізм передбачено у дизельних двигунах.

Під час пуску і регулювання механізмів дизеля провертання колінчастого вала вимагає значних зусиль на переборення опору повітря, стиснутого в циліндрах. Для зменшення цього опору в період провертання колінвала, камери згоряння дизеля з'єднують з атмосферою, відкриваючи впускні, а деколи і випускні клапани протягом всього циклу. Тому тиск в циліндрах падає, двигун декомпресується.

Під час прокручування колінчастого вала декомпресований дизель поступово нагрівається, в ньому знижується в'язкість масла, тому опір прокручування зменшується. Коли колінчастий вал дизеля розвине достатню частоту обертання (біля 300 об/хв.), виключають декомпресійний механізм і виключають подачу палива.

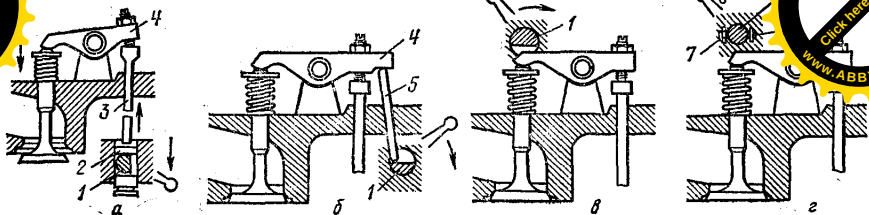


Рис. 28. Принципові схеми декомпресійних механізмів: *а* – з дією валика на штовхач; *б* – з підняттям короткого плеча коромисла спеціальною штангою; *в* – з натисканням валика на довге плече коромисла; *г* – з натисканням болта на довге плече коромисла: 1 – валик; 2 – штовхач; 3 – штанга; 4 – коромисло; 5 – штанга декомпресійного механізму; 6 – болт (гвинт); 7 – контргайка

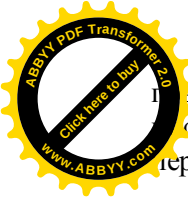
У процесі експлуатації поверхні тертя деталей механізму газорозподілу втрачають свою конфігурацію, зростають проміжки в спряженнях. Дія високотемпературних газів, ударних навантажень відкладання нагару порушують герметичне прилягання клапанів до сідел. Тому під час обслуговування автотракторних двигунів ГРМ вимагає підвищеної уваги. Особливо регулювання клапанів. Надто великий або малий проміжки знижують потужність двигуна. Проміжки в клапанах необхідно регулювати на холодному двигуні.

ЛЕКЦІЯ № 5

Система мащення двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ)

1. Призначення і класифікація систем мащення двигунів.
2. Теорія мащення та мастильні матеріали.
3. Маркування мастил.
4. Будова механізмів систем мащення.
5. Охолодження мастила.

1. *Призначення.* Система мащення призначена для очищення і безперерйного подавання чистого мастила у потрібній кількості, під певним тиском і за певної температури до поверхонь тертя деталей двигуна. Мастило, яке надходить до поверхонь тертя, зменшує втрати потужності на подолання тертя, сповільнює спрацювання і охолоджує



поверхні деталей, а також захищає їх від корозії. Крім того, мастило, що є на стінках циліндрів, поліпшує ковзання, не перешкоджає прориву газів з камери згоряння у картер.

Класифікація. Кількість мастила, яке необхідно подавати до поверхонь тертя деталей двигуна, і спосіб його підведення залежить від умов роботи. Розрізняють три способи подачі мастила: розбризкуванням; під тиском з безперервною подачею; під тиском з періодичної (пульсуючої) подачею.

За способом підведення мастила до поверхонь тертя деталей системи мащення поділяють на три типи: система мащення розбризкуванням; система мащення під тиском (примусова); система мащення комбінована (під тиском мастило подається до корінних та шатунних підшипників колінчастого вала, підшипників розподільного вала, часто до поршневого пальця, втулок коромисел і т.д.; розбризкуванням змащується решта пар тертя).

Залежно від розміщення ємності для мастила розрізняють системи:

- з "мокрим" картером, коли основною ємністю для мастила служить нижня частина картера двигуна (піддон);
- з сухим картером, коли основна частина мастила знаходиться в окремому баку, який розміщений поза двигуном.

У малолітражних автомобілях з приводом на передні колеса систему мащення двигуна іноді об'єднують з мащенням агрегатів трансмісії. Як правило, в одному картері розміщують кривошипно-шатунний механізм та коробку передач з головною передачею і диференціалом.

Більшість автотранспортних двигунів мають комбіновану систему мащення (рис. 29). До найбільш навантажених деталей (наприклад, корінні і шатунні підшипники колінчастого вала, підшипники розподільного вала) масло подається під тиском. Інші деталі змащуються маслом, яке розбризкується у внутрішній порожнині двигуна під час його роботи.

Комбінована система мащення включає в себе пристрої для очищення і охолодження масла. Це дозволяє зменшити витрати масла і стирання деталей двигуна. Паливний насос, регулятор, вентилятор, водяний насос і механізми системи пуску мають самостійні пристрої для мащення поверхонь тертя.

Мащення усіх поверхонь тертя деталей тільки під тиском конструктивно виконати складно і тому такі системи не застосовуються.

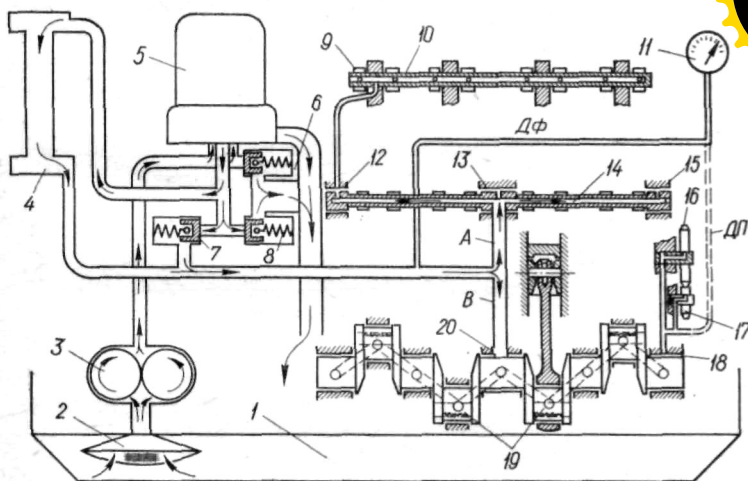


Рис. 29. Схема комбінованої системи мащення двигуна Д-50:

1 – піддон (масляний картер); 2 – мастилоприймач; 3 – шестерінчастий мастильний насос; 4 – мастильний радіатор; 5 – фільтр очистки мастила; 6 – запобіжний клапан; 7 – редукційний клапан; 8 – зливний клапан; 9 – коромисло; 10 – валик коромисел; 11 – манометр; 12, 13 і 15 – підшипники розподільного вала; 14 – розподільчий вал; 16 – шестерня привода паливного насоса; 17 – проміжна шестерня; 18 – перший корінний підшипник колінчастого вала; 19 – порожнини в шатунних шийках; 20 – третій корінний підшипник; АВ – мастильна магістраль у блок-картері; ДФ – підключення манометра до фільтра; ДП – підключення манометра до першої корінної шийки колінчастого вала

На сучасних автотракторних двигунах в основному застосовують комбіновані системи мащення (рис. 23), до складу яких входять такі основні елементи: резервуар для мастила (піддон) 1; шестерінчастий мастильний насос 3 із мастилоприймачем 2 і редукційним клапаном 7; вентилі і дросельні шайби; пристрої для очищення мастила (фільтри) 5; прилади для контролю рівня, тиску і



температури мастила, допоміжні пристрої для заливання і прокачування мастила, вентиляції картера та ін.

У нагнітаючій вітці насоса встановлено редуційний клапан. Мастило з головної мастильної магістралі *AB* по каналах в блоці мастило подається до корінних підшипників 18, 20 і підшипників розподільного вала 12, 13 і 15. По вертикальному каналу в блоці і отвору в одному із стояків кріплення осі коромисел мастило попадає в її порожнину, а звідти каналами проходить до втулок коромисел. Коромисла можуть мати отвори для підведення мастила до стержня клапана та штанги штовхача.

Через отвори і порожнини 19 в шийках і щоках колінчастого вала мастило під тиском подається до шатунних підшипників і далі по каналу у стержні шатуна може подаватись для змащування поршневого пальця. Іноді у нижній головці шатуна свердлять отвір, при суміщенні якого з радіальним отвором у шатунній шийці вала факел мастила викидається на стінки циліндра і кулачки розподільного вала. Зайве мастило зі стінок відводиться мастилознімними поршневими кільцями через дренажні отвори поршня. Частина мастила при цьому подається для змащування поршневого пальця в бобишках поршня. Через отвір у шатуні мастило іноді подається і для охолодження днища поршня.

У ряді конструкцій мастило під тиском подають до штовхачів для їх змащування, до коромисел мастило іноді подається через порожнинні штанги.

Для контролю за роботою системи мащення в головну магістраль встановлюють манометр 11 або пристрій світлової сигналізації, який спрацьовує при відхиленні тиску від норми.

Для форсованих двигунів, а також для двигунів із повітряним охолодженням, в яких можливе перегрівання мастила, у систему мащення включають дистанційний термометр. Для охолодження мастила в системі мащення передбачають радіатор 4, через який мастило перекачують або окремим насосом, або за допомогою основного насоса 3. Для вимкнення радіатора встановлюють запобіжний клапан 6.

2. Опір, який виникає внаслідок відносного переміщення одного тіла по іншому, називається тертям руху, яке у більшості випадків призводить до зносу поверхонь цих тіл. У результаті такого в спряженні збільшується проміжок. Крім цього, в зоні взаємодії зростає виділення тепла. На переборення опору затрачається механічна

енергія.

Тертя руху у спряженні може бути двох видів: *ковзання* і *катання*. Залежно від умов мащення розрізняють *тертя без мастила*, яке виникає між двома тілами при відсутності на поверхнях тертя введеного мастильного матеріалу; *рідке тертя*, яке являє собою опір відносному переміщенню між двома тілами, де між їх поверхнями знаходиться шар рідини, яка володіє об'ємними властивостями; *граничне тертя*, яке появляється між двома твердими тілами при наявності на поверхнях тертя шару рідини, яка володіє власитвостями, що відрізняються від об'ємних.

Мастильні рідини (мастила) служать для того, щоб знизити затрати потужності на тертя, зменшити стирання поверхонь деталей, відвести теплоту. Крім того, масло змиває з поверхонь продукти стирання і можливе забруднення, охороняє ці поверхні від корозії, а в окремих випадках ущільнює рухомі спряження деталей.

Однією з важливих властивостей масла являється *маслянистість*, тобто здатність масла розтікатись по поверхні і утворювати на цій поверхні щільну та безперервну і нерозривну плівку.

Н.П. Петров встановив, що рух мастила у підшипниках підпорядковується законам гідродинаміки. Тому, розроблену ним теорію рідиного мащення називають *гідродинамічною теорією мащення*. За відношенням до підшипників ковзання ця теорія відображена на рис. 30, де показано етапи утворення масляного клина.

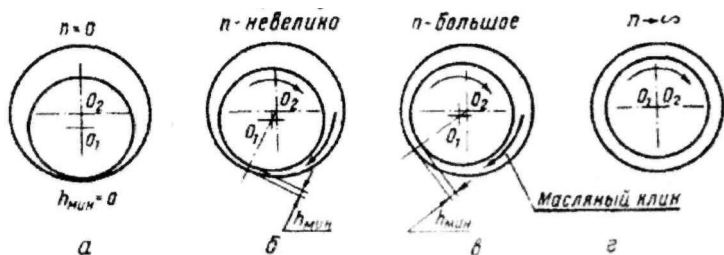


Рис. 30. Утворення мастильного клина при обертанні вала в підшипнику ковзання

Найменші затрати енергії на тертя і втрати параметрів у деталях відбувається під час рідинного тертя. Для цього повинні бути створенні відповідні умови у деяких спряженнях механізмів тракторів і автомобілів. Хоча деякі спряження працюють в умовах граничного тертя, наприклад: поршень-циліндр.



я досягнення найбільшої надійної і довготривалої роботи механізмів трактора та автомобіля, мастильні матеріали повинні забезпечувати ряд експлуатаційно-технічних вимог:

- мати оптимальну в'язкість на всіх експлуатаційних режимах;
- високу маслянистість і необхідну протиокислюючу стійкість (бути хімічно стійкими);
- не викликати і не сприяти корозії деталей;
- не містити мінеральних кислот і лугів, води і механічних домішок.

Крім того, мастила повинні відповідати високій температурі запалювання і незначній випаровуваності, добре вимивати нагар і інші домішки із зазорів між поверхнями тертя.

За родом вихідної сировини мастила поділяють на:

- а) нафтові;
- б) рослинні та тваринні;
- в) синтетичні.

Для мащення механізмів тракторів і автомобілів застосовують мастила, які отримують в основному шляхом перегонки нафти (нафтові масла). Автотракторні нафтові масла ділять на *дистиляторні*, які отримують фракційною перегонкою із мазуту; *залишкові*, які отримують від перегонки мазуту і *змішані* – суміш перших з другими. За способом очищення від небажаних домішок, нафтові мастила відносять до трьох груп: кислотно-лугової очистки; кислотно-контактної очистки та селективної очистки.

Для покращення експлуатаційних властивостей мастила, в нього додають у невеликих кількостях присадки, наприклад:

- в'язкістні – збільшують в'язкість мастила і покращують його в'язкісно-температурні властивості;
- депресорні – понижують температуру застигання мастила;
- антикорозійні – зменшують корозійну дію металів;
- протизношуючі – покращують мастильні властивості мастила;
- багатофрикційні – мають властивості покращувати одночасно декілька показників.

Для двигунів використовують різні типи мастил, а для інших вузлів та агрегатів – трансмісійні мастила.

Крім того, для покриття поверхонь окремих вузлів машини використовують пластичні мастила. Це густі мазеподібні продукти, які отримують, вводячи в мінеральні і синтетичні масла чи в їх суміші різного роду затверднювачі від 5 до 30%. Як правило, це солі жирних кислот (мило).



За призначенням пластичні мастила ділять на три основні групи: антифрикційні; консерваційні; ущільнюючі. Якщо для виробництва мастил-затверджувачів – мила використовують рослинні і тваринні жири, то мастило називають жирове, а якщо синтетичні жирні кислоти – синтетичне.

3. Маркування мастил. Залежно від сфери використання встановлено шість груп мастил – А, Б, В, Г, Д, Е. Групи мастил Б, В, Г, в свою чергу, поділяються на підгрупи Б₁ і Б₂; В₁ і В₂; Г₁ і Г₂. Підгрупи з індексом „1” кожної групи призначені для застосування в карбюраторних двигунах, а підгрупи з індексом „2” – в дизельних двигунах.

Мастила відповідних груп (підгруп) призначені:

група А – для нефорсованих карбюраторних двигунів;

підгрупа Б₁ – для малофорсованих карбюраторних двигунів;

підгрупа Б₂ – для малофорсованих дизельних двигунів;

підгрупа В₁ – для середньофорсованих карбюраторних двигунів;

підгрупа В₂ – для середньофорсованих дизельних двигунів;

підгрупа Г₁ – для високофорсованих карбюраторних двигунів;

підгрупа Г₂ – для високофорсованих дизельних двигунів;

група Д – для високофорсованих дизельних двигунів з наддувом при використанні палива з вмістом сірки до 1%;

група Е – для високофорсованих дизельних двигунів, працюють на паливі з високим вмістом сірки до 3%.

Основним експлуатаційним показником мастила є його кінематична в'язкість, значення якої (в мм²/с) при 100 °С входить в маркування мастила. Для зимових сортів мастила в'язкість нормують при -18°С. У цьому випадку до марки мастила додається індекс "З", що означає "загущене".

Залежно від в'язкості й експлуатаційних властивостей за ГОСТ 17479.1-85 встановлені марки моторних мастил (М-8В₁, М-6з/12Г₁, М-10Г₂, М-10Д і т.д.), в умовному позначенні яких закладені типи двигунів. Наприклад, мастило М-8В₁: літерою "М" позначається моторне мастило, цифра 8 характеризує його в'язкість при 100°С (в мм²/с), літера "В" з індексом "1" вказує, що мастило за експлуатаційними властивостями відноситься до групи В і призначено для мащення середньофорсованих карбюраторних двигунів. Мастило М-6з/12Г₁: літера "М" – моторне мастило, цифра 6 показує, що мастило відноситься до класу в'язкості, в якому в'язкість при 18°С не повинна перевищувати 10400 мм²/с, індекс "З" означає, що мастило



містить загущуючі присадки, цифра "12" після знака дробу показує в'язкість мастила при температурі 100°C дорівнює 12, а літера "Г" з індексом "1" означає належність мастила експлуатаційними властивостями до групи "Г" і вказує на можливість його використання для високофорсованих карбюраторних двигунів. Крім цього, до маркування входять індекси, які характеризують спосіб очищення мастила, наявність присадок та інше.

4. Основні складові механізми схем систем мащення залежать від типу двигуна, його потужності і техніко-експлуатаційних параметрів.

Як правило, в системах передбачено три клапани: редукційний, який перепускає масло підвищеної в'язкості 0,7...0,8 МПа; запобіжний, пропускає масло мимо центрифуги з тиском 0,30...0,45 МПа; зливний, коли тиск в головній магістралі більше 0,25...0,45 МПа.

Під час роботи двигуна через нещільності між дзеркалом циліндра і поршневими кільцями, із надпоршневого простору в картер проникає повітря, відпрацьовані гази і пари палива, що приводить до зниження якості мастила. Тому регулювання тиску в картері проводиться за допомогою сапуна. Таке явище називають вентиляцією картера двигуна. Сапуни бувають різної конструкції. Крім цього, більшість карбюраторних двигунів має примусову вентиляцію картера.

До основних вузлів і механізмів поршневих двигунів слід віднести: мастильні насоси. Мастильні насоси служать для нагнітання мастила у систему мащення двигуна. На автотракторних двигунах застосовуються шестерінчасті мастильні насоси. Мастильний насос, який має одну пару шестерень, називається односекційним. Застосовуються також двох- і трьохсекційні. Масляні насоси тракторних дизелів приводяться в обертний рух від шестерні колінчастого вала, а в автомобільних карбюраторних двигунах – від шестерні, яка виконана заодно із розподільчим валом.

У мастилі в процесі роботи двигуна поступово збираються частинки незгорілого палива, продукти окислення (нагар, смолисті відклади), а також частини пилу і продукти стирання деталей двигуна. Тому мастило, у процесі експлуатації тракторів і автомобілів необхідно очищати. Найбільш ефективним засобом боротьби з поліпшенням якості мастила в двигунах є його фільтрація. За

Допомогою фільтрів можна видалити з масла не тільки крупні частинки металів, але різні механічні і найдрібніші домішки.

У більшості автотракторних двигунів використано повнопотокові реактивні центрифуги (центробіжний очисник). В реактивних центрифугах мастило очищається під дією центробіжних сил, які виникають при обертанні ротора з частотою біля 6000 об/хв.

5. Для нормальної роботи двигуна температура масла в системі повинна знаходитись у межах $70-80^{\circ}\text{C}$. Під час збільшення температури більше 90°C якість масла погіршується, і як наслідок цього зростає стирання поверхонь деталей двигуна і витрати мастила. Для підтримання температури у необхідних межах при роботі двигуна з підвищеними навантаженнями і при високій температурі оточуючого повітря в системі мащення використовують спеціальні охолоджувачі радіатори (рис. 31).

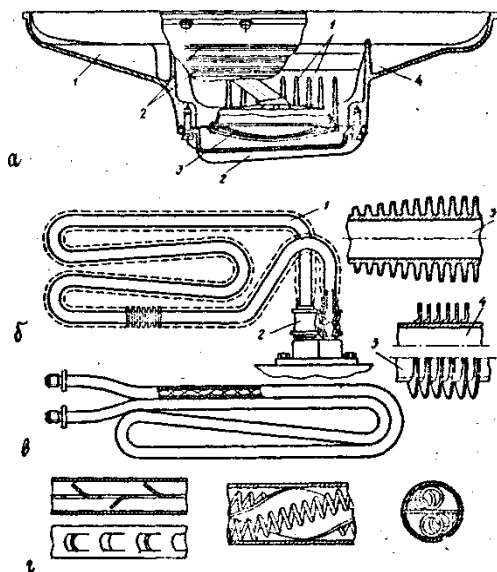
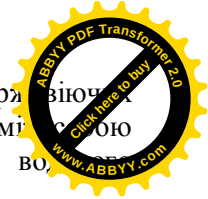
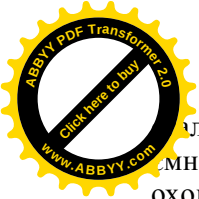


Рис. 31. Охолодження мастила: а – оребрений піддон; 1 – внутрішнє оребрення; 2 – зовнішнє оребрення; 3 – мастилоприймач; 4 – ребра-заспокоювачі; б – повітряний мастильний трубчастий радіатор; 1 – трубка радіатора; 2 – з'єднувальна муфта з хомутами; 3 – суцільнокатане оребрення трубки; 4 – набране оребрення із кілець; в – оребрення із навитої стрічки; г – варіанти турболоїзаторів для рідинного мастильного радіатора



Мастильні радіатори є нерозбірними вузлами із нероз'єднаних сталевих чи латунних трубок овального січення з'єднаних між собою муфтами. Встановлюють на двигуні спереду радіатора во-
в охолодження.

Ємкостями для масла являються піддони картера. Вони можуть бути чавунними, із алюмінієвого сплаву, сталеві, штамповані. Кріпляться до блок-картера болтами через прокладку. Рівень мастила у піддоні картера двигуна перевіряють *мастильномірною лінійкою*. Контроль тиску масла в системі здійснюється показниками мембранного типу або електричним імпульсним.

Середня температура газів упродовж робочого циклу двигуна складає 200...900°C. Частина тепла газів передається деталям (циліндрам, головці циліндрів, поршням, клапанам і т.д.), в результаті чого їх температура зростає. Якщо вказані деталі не охолоджувати то робота двигуна може бути порушена за наступними причинами:

- погіршуються мастильні властивості масла, в результаті чого зростають втрати на тертя, збільшується стирання деталей і витрата масла;
- з'являються умови передчасного запалення суміші і детонації під час її згоряння (карбюраторні двигуни);
- зменшуються проміжки в рухомих з'єднаннях і створюються умови заклинення рухомих деталей.

Вентиляція картера. Під час роботи двигуна з надпоршневого простору в картер проникають повітря, робоча суміш і відпрацьовані гази. У газах, які проникли в картер, містяться сірчані з'єднання і пари води. Вони утворюють кислоту, яка погіршує якість мастила. Пари води викликають змінення мастила, утворення емульсії, що ускладнює доступ мастила до поверхонь тертя. Відпрацьовані гази, які проникають у картер, підвищують у внутрішній порожнині двигуна тиск, що викликає підтікання мастила через ущільнення. Для усунення картерних газів застосовують систему вентиляції картера, яка може бути виконана з відведенням газів у навколишнє середовище - відкрита система або в систему живлення двигуна – замкнута система. Другий випадок дозволяє спалювати пари бензину, які містяться у картерних газах.

У закритих системах вентиляції картерні гази при втягуванні в систему живлення обов'язково проходять через мастиловловлювачі. Крім цього, застосовують пристрої зменшення втягування газів в систему живлення при роботі двигуна на малих обертах (при невеликих відкриттях дроселя), тобто великих розрідженнях.

ЛЕКЦІЯ № 6

Система охолодження двигунів внутрішнього згорання

1. Призначення і класифікація систем охолодження.
2. Схеми роботи систем охолодження.
3. Будова механізмів систем охолодження.
4. Охолоджувальні рідини.

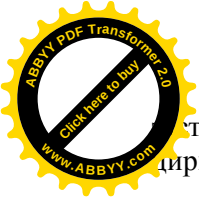
1. *Призначення.* Система охолодження служить для примусового автоматичного регулювання відведення зайвої теплоти від деталей двигуна в навколишнє середовище.

Класифікація систем охолодження показана на рис. 32. На сучасних автотракторних не адіабатних двигунах застосовується замкнута система охолодження з примусовою циркуляцією рідини і повітряна система охолодження. На сьогодні термосифонною циркуляцією рідини обладнані тільки пускові двигуни тракторів.



Рис. 32. Класифікація систем охолодження

В охолоджувальній сорочці і радіаторі закритої системи тиск дещо вищий від атмосферного, відповідно вища і температура кипіння рідини. Закрита система є більш досконалою і застосовується на всіх сучасних автомобільних двигунах.



На сучасних автотранспортних двигунах в основному застосовується замкнена система охолодження з природною циркуляцією рідини.

У двигунах сучасних автомобілів і тракторів застосовують як рідинну, так і повітряну системи охолодження.

Залежно від типу двигуна температура газів у середині циліндрів в період згоряння робочої суміші досягає 2000...2500 °С.

Гази, які мають таку високу температуру, сильно нагрівають деталі двигуна, у результаті чого нормальна робота його може порушитись.

Сильне нагрівання двигуна може викликати зниження потужності внаслідок погіршення наповнення циліндрів, самозапалення суміші і детонацію, посилення спрацювання, заїдання і поломку деталей внаслідок порушення нормальних проміжків і зниження механічних властивостей матеріалів.

Для забезпечення нормальної роботи не адіабатного двигуна необхідно охолоджувати деталі, відводячи від них зайву теплоту в навколишнє середовище або безпосередньо, або за допомогою проміжного тіла, наприклад низькозамерзаючої рідини (антифризу). На охолодження двигуна витрачається близько 30% теплової енергії палива, тому охолодження повинно бути обмеженим.

Під час збільшення охолодження (при переохолодженні) деталей двигуна, які обмежують внутрішньоциліндровий простір, збільшуються витрати теплоти в навколишнє середовище, погіршується випаровування палива, внаслідок згущення мастила збільшуються втрати на тертя. Все це призводить до зниження потужності і погіршення економічності двигуна, а в дизельних двигунах, крім цього, до засмолення поршнів, поршневих кілець і випускних клапанів.

Таким чином, як перегрівання, так і переохолодження порушують нормальну роботу двигуна.

2. Теплота від деталей відводиться в атмосферу. Це втрати теплової енергії, значення яких залежить від типу двигуна, його конструкції і способу охолодження. У поршневих двигунах застосовують два способи охолодження. В першому випадку тепло від стінок передається рідині, а від неї повітрю. У другому випадку – від стінок циліндрів прямо повітрю.

Система охолодження працює наступним чином: водяна сорочка-радіатор-водяна сорочка. Температура охолоджуючої води

радіюючого двигуна повинна бути в межах 80...95 °С. Для забезпечення необхідного температурного стану двигун оснащують пристроїв, деталей і приладів, об'єднаних в систему охолодження.

Сукупність пристроїв, які забезпечують підведення охолодженого середовища до нагрітих деталей двигуна і відведення від них у навколишнє середовище зайвої теплоти, являють собою систему охолодження.

Повітряне охолодження двигунів, при якому зовнішні стінки циліндра безпосередньо омиваються повітрям, є найбільш простим, але деталі при цьому охолоджуються нерівномірно. Для поліпшення тепловіддачі стінки циліндра виливають з ребрами, які збільшують поверхню охолодження (двигуни Д-37 трактора Т-40А, Д-21 і Т-25 тощо).

Надійним є рідинне охолодження, при якому рідина циркулює в сорочці блока і омиває циліндри. Залежно від способу циркуляції охолоджуючої води, розрізняють дві системи охолодження (рис. 33): термосифонну і примусову.

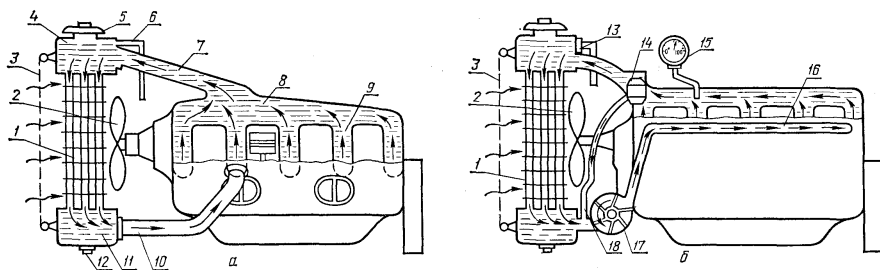
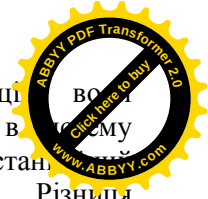


Рис. 33. Схема водяних систем охолодження: а – термосифонна; б – примусова; 1 – серцевина радіатора; 2 – вентилятор; 3 – жалюзі; 4 – верхній бак радіатора; 5 – кришка заливної горловини; 6 – паровідвідна трубка; 7 – верхній патрубок; 8 – сорочка головки циліндрів; 9 – сорочка блок-картера; 10 – нижній патрубок; 11 – нижній бак радіатора; 12 – пробка зливного отвору; 13 – пароповітряний клапан; 14 – термостат; 15 – термометр; 16 – водорозподільчий канал; 17 – центробіжний насос; 18 – водовідвідна трубка

Термосифонна – це така система охолодження двигуна, коли циркуляція води відбувається внаслідок різниці щільності холодної і гарячої води. Як недолік, необхідно збільшувати місткість для рідини, забезпечувати точність її рівня.



У примусовій системі охолодження циркуляція здійснюється центробіжним насосом. Тоді, крім радіатора, в систему входить водяний центробіжний насос, термостат, дистанційний показник температури, розширювачі об'єму рідини. Різниця температур холодної і гарячої води не перевищує 10°C. Заслугує на увагу такий елемент, як термостат. Він призначений для перекриття руху рідини за малим чи великим колами, в залежності від температури двигуна.

Інший принцип охолодження автотракторних двигунів – повітряна система охолодження. Вона буває також двох типів – примусова або охолодження зустрічним потоком повітря.

У системі повітряного охолодження відвід тепла від деталей двигуна проходить в результаті обдуву циліндрів і їх головок повітрям зустрічним потоком повітря. Для автомобільних і тракторних двигунів використовують примусове охолодження (наприклад – Д-37Е).

Повітряна система охолодження має деякі недоліки. Основні з яких: нерівномірне охолодження деталей двигуна, втрата індикаторної потужності (до 9%).

3. У загальному випадку у закриту рідинну систему охолодження з примусовою циркуляцією рідини входять такі основні елементи: рідинний насос 17 із розподільною трубою 18; охолоджувальні сорочки головки 8 і блока циліндрів 9; нижній 10 і верхній 7 з'єднувальні патрубки з шлангами; радіатор з пароповітряними клапанами і розширювальним бачком; жалюзі радіатора; вентилятор; автоматична муфта виключення лопатей вентилятора; термостат; зливні краники; прилади для контролю температури води. Навколо циліндрів двигуна та їхніх головок є простір (охолоджувальні сорочки), який заповнюється охолодженою рідиною. Охолоджувальна сорочка з'єднана патрубками 7, 10 з радіатором 1 – пристроєм для охолодження нагрітої рідини. Радіатор і сорочка заповнюється рідиною через заливну горловину, яка закривається кришкою 5. Кришка має клапани, через які внутрішня порожнина системи охолодження контактує з атмосферою.

У закритих системах охолодження підтримується надлишковий тиск (до 0,02 МПа), в результаті чого температура кипіння охолоджувальної рідини підвищується до 120°C. Пара або рідина при надлишковому тиску відводиться по трубці 6 в розширювальний бачок. Закриті системи охолодження більш компактні, ніж відкриті,



то такі, які безпосередньо контактують з атмосферою і вимагають дозаправки рідиною.

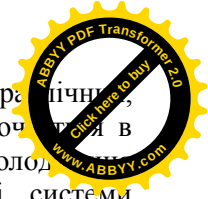
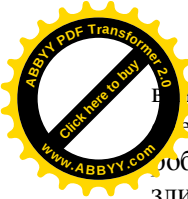
Примусова циркуляція рідини в системі утворюється насосом 17, який приводиться в роботу від колінчастого вала двигуна шківом. Рідина стикається з нагрітими стінками циліндрів і головки, нагрівається і через верхній патрубок 7 надходить у верхній бачок радіатора 4. По трубках радіатора 1, які обдуваються потоком повітря, рідина проходить у нижній бачок радіатора і охолоджується. Рух повітря через радіатор забезпечується вентилятором 2 і зустрічним потоком повітря під час руху автомобіля. Охолоджена рідина через нижній патрубок надходить в насос 17 і від нього по водорозподільній трубі (каналу) знову підводиться до найбільш нагрітих ділянок кожного циліндра. Водорозподільна труба (канал) дозволяє рівномірно охолоджувати всі деталі незалежно від їхньої віддаленості від насоса. Таким чином, в системі охолодження відбувається безперервна циркуляція охолоджувальної рідини.

Температура охолоджувальної рідини контролюється термометром 15. Оптимальним температурним режимом двигуна є такий, при якому температура охолоджувальної рідини в головці блока циліндрів дорівнює 80...100°C. Для швидкого прогріву двигуна, особливо після його пуску, в системі охолодження встановлюють термостат 16. Коли двигун не прогрітий, клапан термостата закритий і рідина із сорочки охолодження не може потрапити в радіатор (у велике коло циркуляції).

При закритому клапані термостата рідина поступає до насоса через трубку (мале коло циркуляції). Оскільки двигун в такому випадку охолоджується лише частиною рідини, яка заповнює систему, то ця рідина швидко нагрівається. Потім клапан термостата відкривається і двигун охолоджується всією рідиною, яка циркулює по великому колу. Прохідний переріз клапана термостата і кількість рідини, яка надходить у радіатор, збільшуються з підвищенням температури, чим у визначених межах автоматично регулюється температурний режим двигуна.

Оптимальний температурний режим двигуна підтримується, в основному, зміною інтенсивності повітряного потоку, який проходить через радіатор.

За допомогою жалюзі змінюється кількість повітря, яке проходить через радіатор, а тим самим і інтенсивність охолодження. Інтенсивність повітряного потоку може бути змінена також за допомогою вентилятора з автоматично змінюваним кроком лопаті



вентилятора. На деяких двигунах за допомогою гідромеханічних муфт або електродвигуна вентилятор 2 включений в роботу тільки після прогріву двигуна. Рідина із системи охолодження зливається через крани, встановлені в нижній точці системи охолодження (радіаторі і в блоці циліндрів). Однією з особливостей системи охолодження сучасного двигуна автомобіля є наявність розширювального бачка, розміщеного у вищій точці системи.

Розширювальний бачок, який сполучається з атмосферою, заповнений охолоджувальною рідиною і з'єднаний трубою з наливною горловиною радіатора 1. При відкриванні випускного (парового) клапана, який є в пробці заливної горловини, зайва рідина чи пара відводиться в розширювальний бачок. При зменшенні об'єму охолоджувальної рідини (наприклад, при її охолодженні) у пробці відкривається впускний клапан і рідина із розширювального бачка повертається в радіатор. Таким чином, в системі підтримується постійний об'єм циркулюючої рідини.

Друга особливість системи охолодження сучасного двигуна полягає у способі підтримки оптимального температурного режиму, який забезпечується двоклапанним термостатом 14. Коли двигун не прогрітий, нижній клапан термостата закритий і охолоджувальна рідина не проходить через радіатор (рис. 34). Внаслідок циркуляції частини рідини двигун швидко прогрівається. Коли двигун прогрітий, верхній клапан термостата закритий, а нижній відкритий. У такому випадку більша частина рідини із сорочки головки блока попадає в радіатор 1, охолоджується в ньому, а потім по трубопроводу 18 і через відкритий нижній клапан термостата надходить в насос.

Менша частина рідини, як і на непрогрітому двигуні, циркулює через впускний трубопровід, карб'юратор і опалювач салону. В деякому інтервалі температур обидва клапани термостата відкриті і рідина циркулює одночасно по двох колах. Кількість рухомої рідини в кожному колі циркуляції залежить від ступеня відкриття того чи іншого клапана, чим забезпечується автоматичне підтримування оптимального температурного режиму двигуна.

Радіатор є теплообмінником, в якому теплота від води передається потокові повітря. У верхньому бачку 9 радіатора є горловина 8, через яку система заповнюється охолоджувальною рідиною. Горловина герметично закрита пробкою 7, яка забезпечена двома клапанами. У нижньому бачку 15 радіатора встановлений кран 14 для зливу рідини із системи. Верхній 9 і нижній 15 бачки сполучаються рядами плоских трубок з припаяними до них

підшипниками, які створюють необхідну охолоджувальну поверхню. Жалюзі радіатора 1 (див. рис. 34) повертаються за допомогою тяги 3, рукоятки, внаслідок чого змінюється витрата повітря через радіатор, чим підтримується тепловий режим двигуна. На деяких двигунах управління жалюзями радіатора відбувається автоматично. Охолоджувальна рідина із охолоджувальної сорочки поступає в радіатор через трубу 10, а відводиться з нього через трубку 7. Радіатор закріплений на рамі автомобіля спереду двигуна на резинових подушках.

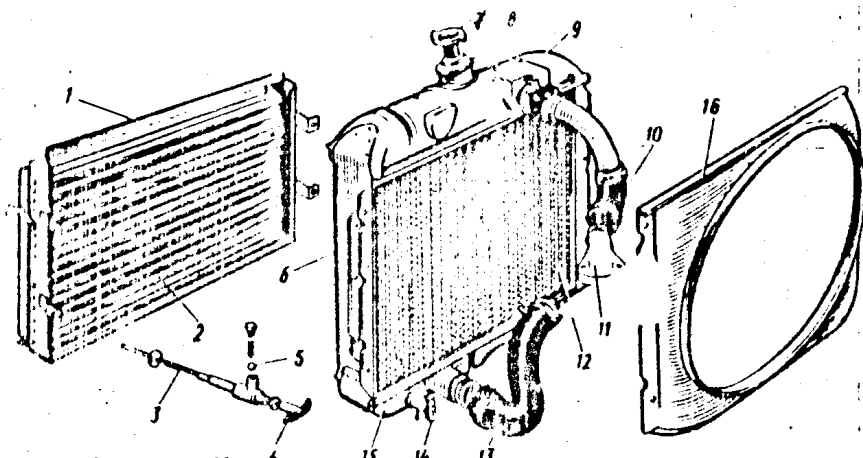
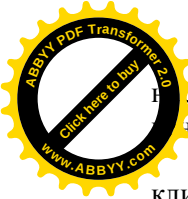


Рис. 34. Радіатор: 1 – каркас жалюзі; 2 – жалюзі; 3 – тяга; 4 – рукоятка привода жалюзі; 5 – фіксатор; 6 – стояк; 7 – пробка радіатора; 8 – горловина радіатора; 9 – верхній бачок; 10, 13 – нижній і верхній патрубки; 11 – корпус термостата; 12 – серцевина радіатора; 14 – зливний кран; 15 – нижній бачок; 16 – напрямляючий кожух; 17 – паровідвідна труба

Рідинний насос відцентрового типу забезпечує циркуляцію рідини в системі охолодження. Вал насоса обертається у двох кулькових підшипниках, які забезпечені сальниками для збереження змащувального матеріалу. На одному кінці вала закріплена пластмасова крильчатка з металевою втулкою. У крильчатці встановлено саморухомий сальник, текстолітова шайба якого, обертаючись, притискається пружиною до торця корпусу підшипників. Саморухомий сальник перешкоджає витіканню рідини із насоса. На другому кінці вала розміщена маточина приводу рідинного



насоса і вентилятора. До маточини болтами прикріплен вентилятор.

Привод рідинного насоса і вентилятора здійснюється клиноподібним пасом. При обертанні вала насоса рідина захоплюється лопатями крильчатки і направляється до вихідного патрубку. При частоті обертання колінчастого вала двигуна 3000 хв^{-1} подача насоса складає 240 л/хв .

Термостат є автоматичним клапаном, здатним прискорювати прогрів двигуна і регулювати в означених межах кількість рідини, яка проходить через радіатор. Термостати бувають рідинними і з твердими наповнювачами. Термостат із твердим наповнювачем (рис. 35) має товстостінний балон 9, заповнений сумішшю 10 церезине (нафтового воску) з мідним порошком. Над балоном розміщена напрямляюча втулка 7 з отвором для штока 5. Втулка відділена від балона резиною діафрагмою 8. Шток 5 зв'язаний коромислом 2 із клапаном 1. Коли двигун не прогрітий, заслінка закрыта і охолодна рідина не надходить в радіатор. При нагріванні церезин плавиться, об'єм його збільшується, внаслідок чого діафрагма 8, буфер 6 і шток 5 пересуваються вгору, пружина 4 розтягується і клапан 1 відкривається. Рідина починає циркулювати через радіатор (велике коло циркуляції). Клапан термостата починає відкриватися при температурі охолоджувальної рідини $70 \pm 2^\circ\text{C}$, повністю заслінка відкривається при температурі $83 \pm 2^\circ\text{C}$. В інтервалі вказаних температур площа прохідного отвору термостата збільшується з підвищенням температури, внаслідок чого автоматично збільшується кількість рідини, яка надходить в радіатор.

У термостатах із рідинним наповнювачем чутливий елемент (гофрований циліндр із тонкої латуні) – заповнений рідиною, яка легко випаровується, сумішшю дистильованої води і етилового спирту. Коли система охолодження не прогріта, тиск у циліндрі знижується і він знаходиться в стиснутому стані, закриваючи клапан термостата. При нагріванні рідини в циліндрі термостата до певної температури її тиск підвищується настільки, що циліндр розширюється і клапан термостата відкривається.

Термостати з твердим наповнювачем мають більшу механічну міцність порівняно з термостатами з рідинним наповнювачем, що дозволяє застосовувати їх у закритих системах охолодження з великим надлишковим тиском.

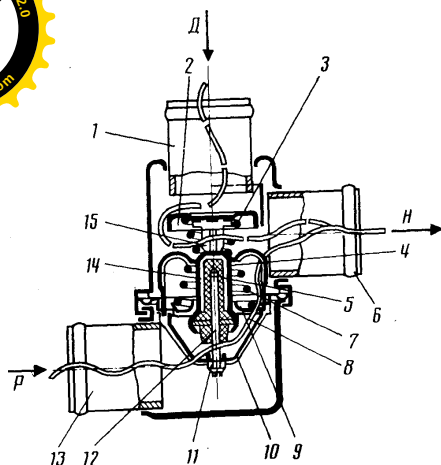
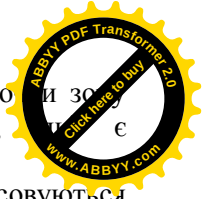


Рис. 35. Термостат: 1, 6, 13 – труби відповідно входу рідини із системи охолодження двигуна, входу рідини в насос, входу охолодженої рідини із радіатора; 2 – перепускний клапан; 3 – пружина; 4 – стакан; 5 – гумова вставка; 7 – пружина; 8 – сідло; 9 – основний клапан; 10 – нерухомий утримувач; 11 – гайка нерухомого утримувача; 12 – сталний полірований поршень; 14 – твердий термочутливий наповнювач; 15 – стояк; Р, Д, Н – напрямок руху рідини від радіатора (Р), від двигуна (Д), до насоса (Н)

Вентилятор служить для підвищення швидкості і кількості повітря, яке проходить через радіатор. Вентилятор встановлюється, як правило, за радіатором. Лопаті вентилятора 2 (див. рис. 33) кріпляться заклепками до хрестовини. Продуктивність вентилятора залежить від діаметра, кількості і кута нахилу лопатей, а також частоти обертання вала. На вітчизняних автомобільних двигунах вентилятори мають чотири, шість або вісім лопатей. Лопаті виготовляються з листової сталі або з пластмаси. Кут нахилу лопатей до площини обертання складає 35...40°. Для підвищення ефективності роботи вентилятора його інколи розміщують в направляючому кожусі 15, закріпленому на радіаторі. З цією метою кінці лопатей згинають у бік радіатора. На сучасних двигунах обертання від вала на лопаті вентилятора передається гідравлічною або електромагнітною муфтою. Коли двигун не прогрітий, муфта автоматично відключає лопаті від вала, прискорюючи прогрів двигуна.

4. *Охолоджувальні рідини.* До недавнього часу як охолоджувальну рідину часто застосовували воду, яка має високу теплоємність. Однак використання води в системі охолодження зв'язані з накипанням і корозією стінок охолоджувальної сорочки і



безпекою замерзання в зимових умовах роботи. З цієї точки зору мають переваги низькозамерзаючі рідини-антифризи, етиленгліколевыми сумішами.

У системах охолодження сучасних двигунів застосовуються низькозамерзаючі рідини типу "Тосол А", "Тосол А-40" і "Тосол А-60". Основою низькозамерзаючих рідин є етиленгліколь. Антифризи "А-40" і "А-60" крім концентрованого етиленгліколя мають у своєму складі різні присадки, наприклад такі, як протипінні, протикорозійні та інші.

ЛЕКЦІЯ № 7

Система живлення дизельного двигуна

1. Система живлення дизельного двигуна.
2. Обладнання системи живлення дизельного двигуна.

1. *Призначення.* Система живлення дизельного двигуна призначена для зберігання палива, очищення повітря і палива, подачі окремо повітря і дизельного палива під тиском у циліндри двигуна, приготування робочої суміші в циліндрах і відведення із циліндрів в атмосферу відпрацьованих газів.

Схема і робота системи живлення. Паливopідкачувальний насос 14 дизеля засмоктує паливо з бака 11 через фільтр грубого очищення 17 і через фільтр тонкого очищення 9 (рис. 36). Далі по паливopроводах низького тиску паливо надходить до насоса високого тиску 18, розміщеного між рядами циліндрів. Відповідно до порядку роботи циліндрів насос 18 по паливopроводах високого тиску 4 подає паливо до форсунок 3. Форсунки, розташовані в головках циліндрів, розпилюють і впорскують паливо у камери згоряння. Паливopідкачувальний насос 14 подає до насоса 18 палива більше, ніж потрібно для роботи дизеля, тому надлишкове паливо, а з ним і повітря, що потрапило до системи, дренажними паливopроводами відводяться з насоса 18 і фільтра тонкого очищення 9 у паливний бак. Паливо, що просочилось через проміжок між корпусом розпилювача і голкою форсунки, зливається у бак через паливopровід.

На відміну від карбюраторних та інших двигунів із зовнішнім утворенням суміші, що працюють із кількісним регулюванням потужності шляхом зміни положення дросельної заслінки, у дизелях регулювання потужності досягається зміною лише порції палива, яке

подається у циліндр, тобто здійснюється кількісне регулювання палива. При постійному швидкісному наповненні циліндрів повітрям у даному швидкісному режимі практично зберігається в них постійним при всіх навантаженнях двигуна холостому ході. Тому при зміні порції циклової подачі палива змінюється тільки склад суміші. Чим більше подається палива в циліндри, тим меншим буде коефіцієнт надлишку повітря, і в межах нормального складу суміші двигун розвиває значну потужність.

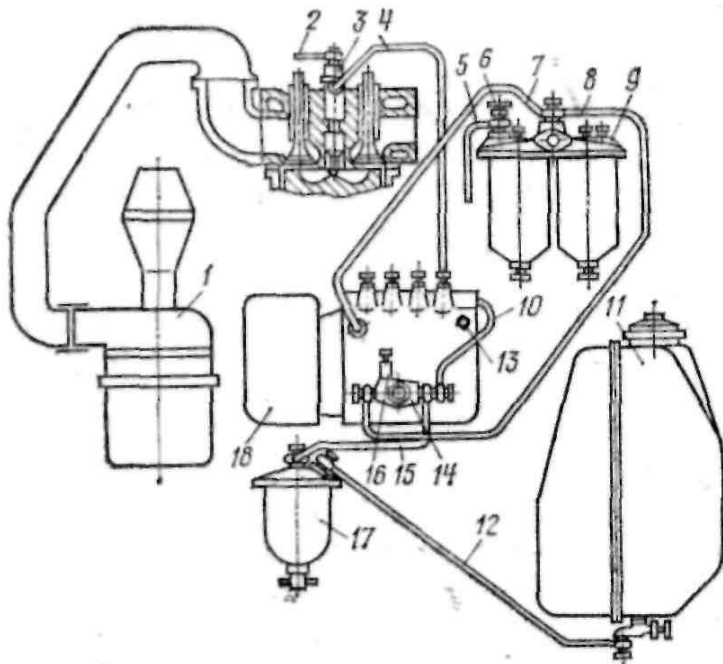


Рис. 36. Схема системи живлення дизеля: 1 – повітребачок; 2, 4, 5, 7, 8, 10, 12 трубопроводи; 3 – форсунка; 6 – кран для випуску повітря; 9 – фільтри тонкої очистки; 11 – паливний бак; 13 – пробка; 14 – підкачуючий насос; 16 – насос ручного прокачування палива; 17 – фільтр грубої очистки; 18 – паливний насос високого тиску з регулятором

У дизельних двигунах паливо подається в кінці такту стиску, коли тиск повітря у циліндрі збільшується до 3...4МПа. Тому подача його здійснюється під високим тиском із застосуванням комплексу спеціальної апаратури. В сучасних автотранспортних двигунах подача



Палива в циліндри здійснюється за допомогою плунжерних насосів високого тиску, тобто механічним шляхом.

Основними елементами паливоподаючої апаратури є паливний насос високого тиску і форсунки, які забезпечують дозування палива, своєчасну подачу його у циліндри і розпилення.

В автотракторних дизельних двигунах тиск подачі палива в циліндри встановлюється з урахуванням конструкції камери згоряння, типу форсунки і способу утворення суміші в межах від 15 до 21 МПа. Найбільш широко застосовують у дизельних двигунах розподільну паливну апаратуру. Існують системи, у яких насос високого тиску і форсунка об'єднані і утворюють насос-форсунку. Вдаються до цього, якщо виникає необхідність збільшення тиску подачі до 100 МПа і більше.

Паливоподаюча апаратура дизелів повинна забезпечити:

- якнайточніше дозування палива залежно від навантажень і числа обертів колінчастого вала двигуна;
- подачу палива у точно визначений момент, тобто на встановлене число градусів до приходу поршня у ВМТ;
- оптимальний закон подачі за кутом повороту колінчастого вала;
- якісне розпилення і розподіл палива за об'ємом камери згоряння;
- тривалу роботу двигуна без порушення початкового регулювання насоса і форсунки та помітного спрацювання поверхонь тертя.

Таке дозування палива, залежно від навантаження і числа обертів колінчастого вала двигуна, забезпечується паливним насосом високого тиску. Задовільна робота насосів високого тиску надзвичайно складна тим, що відмірюється їх разова доза, тобто циклова подача в автомобільних дизелях становить менше 150 мг на повному навантаженні, а в режимі холостого ходу навіть зменшується до 20 мг/цикл.

У зв'язку з цим особливого значення набуває проблема регулювання циклової подачі. В існуючих конструкціях це досягається зміною активного ходу плунжера.

Об'єм палива, який витискається плунжером за час активного ходу S_{na} (хід плунжера з моменту закриття впускного вікна в гільзі), визнається як добуток ходу на площу $F_{пл.}$ плунжера.

2. Паливний бак автомобіля має заливну горловину, закрита паднана висувною трубою з сітчастим фільтром і герметично закривається кришкою. У нижній частині бака є кран для зливу відстою. Рівень палива контролюється за показчиком, сигнали до якого надходять від реостатного датчика, розташованого в баку.

Фільтр грубого очищення (відстійник) попередньо очищає паливо. Фільтр (рис. 37) складається з корпусу 1, стакана 5, фільтруючої сітки 3, заспокоювача 4 і відбивача 7. Для ущільнення між корпусом і стаканом ставиться кільце. Знизу в стакані 5 є зливна пробка 6. Паливо з бака надходить у фільтр і через подвійний штуцер 8 стікає у стакан. Великі сторонні частинки і вода збираються в нижній частині стакана. Із верхньої частини через фільтруючу сітку 3 і відповідний штуцер паливо подається до паливопідкачуального насоса.

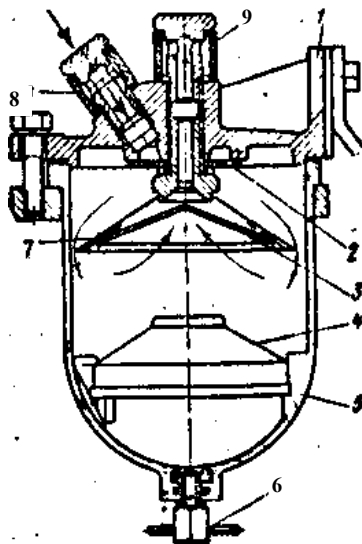


Рис. 37. Паливний фільтр грубого очищення палива: 1 – корпус; 2 – розподільник; 3 – конусоподібна сітка; 4 – заспокоювач; 5 – стакан-відстійник; 6 – зливна пробка; 7 – відбивач; 8, 9 – штуцери

Фільтр тонкого очищення (рис. 38) остаточно очищає паливо перед його надходженням у насос високого тиску. Він встановлений у найвищій точці системи живлення для збирання і видалення в бак через спеціальний клапан-жиклер 10 повітря, що потрапило до

Система разом із частиною палива. Фільтр тонкого очищення складається з двох секцій, що мають спільний корпус 1. До кожної секції входить ковпак 6 із привареним до нього стержнем 9. Паперовий фільтруючий елемент 5. Знизу в стержень вкручено зливну пробку 8. Ковпаки з'єднані з корпусом болтами 2 і ущільнені шайбами 3. У фільтрі є зливний клапан, відрегульований на тиск 0,15 МПа. Клапан регулюється підбиранням регулювальних шайб, розташованих у середині клапана. Розняття фільтра ущільнено прокладкою.

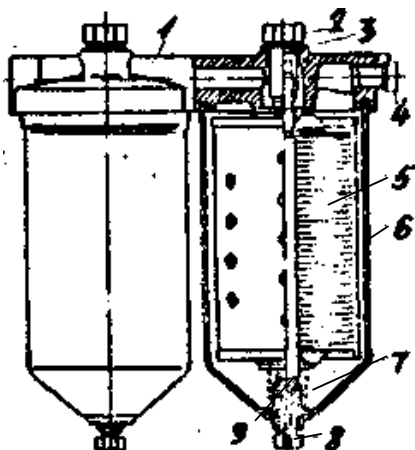


Рис. 38. Фільтр тонкого очищення палива: 1 – корпус; 2 – болт; 3 – ущільнювальна шайба; 4, 8 – пробки; 5 – фільтруючий елемент; 6 – ковпак; 7 – пружини; 9 – стержень

Паливопроводи високого тиску (понад 20 МПа) між насосом високого тиску і форсунками виготовлені зі сталевих трубок, кінці яких мають конус і притиснуті накидним гайками через шайби до конусних гнізд штуцерів насоса і форсунок. Щоб запобігти поломкам паливопроводів внаслідок вібрацій, їх кріплять скобами і кронштейнами.

Паливний насос високого тиску призначений для подавання в циліндри двигуна (через форсунки) у певні моменти часу потрібних порцій палива. Цей насос – найскладніший вузол системи живлення дизеля.

Паливний насос (рис. 39) складається з восьми однакових секцій відповідно до кількості циліндрів двигуна. До секції входить корпус 16, втулка 18 плунжера, плунжер 7, поворотна втулка 10, нагнітальний

Кліпан 6, який штуцером 4 притиснутий до втулки плунжера. При натисканні на ручку вала 19 пружини 14 плунжер здійснює поступальний рух.

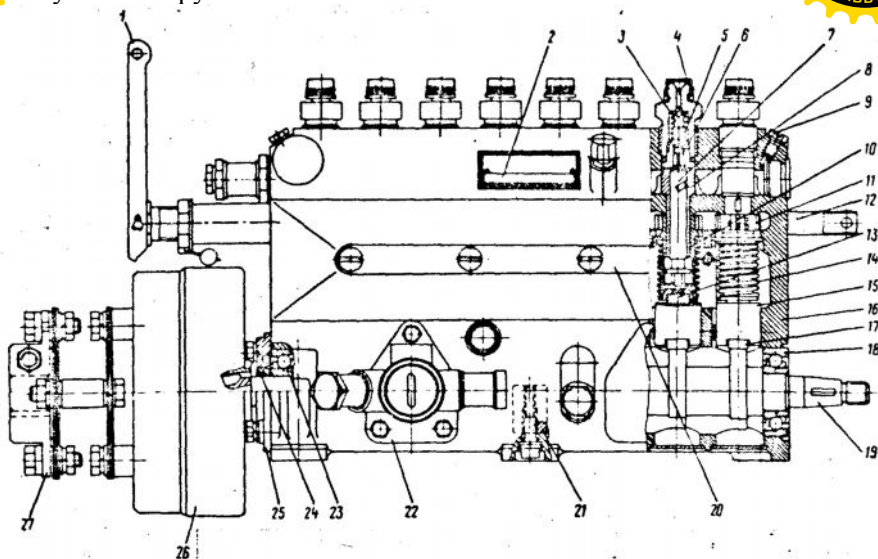
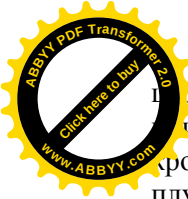


Рис. 39. Паливний насос високого тиску: 1 – важіль коректора пускових подач; 2 – інструкційна таблиця; 3 – витискувач палива; 4 – штуцер; 5 – пружина нагнітального клапана; 6 – нагнітальний клапан; 7 – плунжер; 8 – гільза плунжера; 9 – гвинт випуску повітря; 10 – поворотна втулка плунжера; 11 – зубчастий сектор; 12 – зубчаста рейка; 13 – регулювальні прокладки; 14 – пружина; 15 – штовхач; 16 – корпус насоса; 17 – ролик штовхача; 18, 23 – кулькові підшипники; 19 – кулачковий вал; 20 – кришка насоса; 21 – опора кулачкового вала; 22 – паливopідкачувальний насос; 24 – ущільнююча манжета; 25 – кришка підшипника; 26 – муфта випередження впорскування палива; 27 – муфта привода паливного насоса

При русі плунжера вниз (під дією пружини) у порожнині втулки виникає розрідження, при цьому порожнина заповнюватиметься паливом, коли відкриється впускне вікно. При русі плунжера вгору (під дією кулачка) у надплунжерному просторі різко підвищиться тиск при перекритому впускному вікні і паливо через нагнітальний клапан, що відкрився, подаватиметься у паливopовід високого тиску. При



існує мінімальний проміжок між втулкою і плунжером приблизно 1мм; тиск подачі палива досягає 20 МПа. Коли кромка плунжера відкриває відсічне вікно, тиск палива у плунжера різко знизиться і нагнітальний клапан під дією пружини швидко закривається, подача палива припиняється. Оскільки в цей момент плунжер ще рухається вгору, то витіснюване ним паливо через осьовий і радіальний отвори в плунжері перетікає у відсічне вікно, минаючи виточку на плунжері. Кількість палива, що подається секцією паливного насоса високого тиску до форсунки, регулюється поворотом плунжера за допомогою зубчастої рейки втулки. Зубчаста рейка переміщується уздовж корпусу насоса під дією педалі керування подачею палива або регулятора частоти обертання колінчастого вала.

Залежно від кута повороту плунжера змінюється відстань, яку проходить плунжер від моменту перекриття впускного вікна до моменту відкриття косою кромкою відсічного вікна. У результаті змінюється тривалість впорскування і порція палива, що подається в циліндр.

Для зупинки двигуна треба перекрити подачу палива. З цією метою встановлюють плунжер рейкою в таке положення, щоб радіальний отвір в ньому виявився повернутим до відсічного вікна. У цьому разі при переміщенні плунжера вгору все паливо із надплунжерного простору по просвердлені і виточці на плунжері перетікає до вікна, а потім у паливний бак; у циліндр паливо не подається.

Всережимний регулятор частоти обертання (рис. 40) автоматично підтримує задану частоту обертання колінчастого вала зміною (залежно від навантаження) кількості впорскуваного в циліндр палива. Регулятор дизеля міститься у корпусі паливного насоса високого тиску і приводиться в дію від його кулачкового валика. Під час роботи двигуна з частотою обертання колінчастого вала, що відповідає даному положенню педалі керування подачею палива, відцентрові сили тягарців регулятора зрівноважені зусиллям пружини. Якщо навантаження на двигун зменшиться (наприклад, автомобіль поїде на спуск), то частота обертання колінчастого вала почне зростати і тягарці регулятора, долаючи опір пружини, трохи розійдуться і перемістять рейку паливного насоса – подача палива зменшиться, що не дасть змоги дизелю помітно збільшити частоту обертання вала. При зменшенні частоти обертання вала відносно тієї, яка відповідає положенню педалі керування подачею палива,

в центрова сила тягарців зменшиться і регулятор під дією пружини перемістить рейку у зворотному напрямі – подача палива збільшиться, а частота обертання колінчастого вала зросте до заданого положення педалі значення.

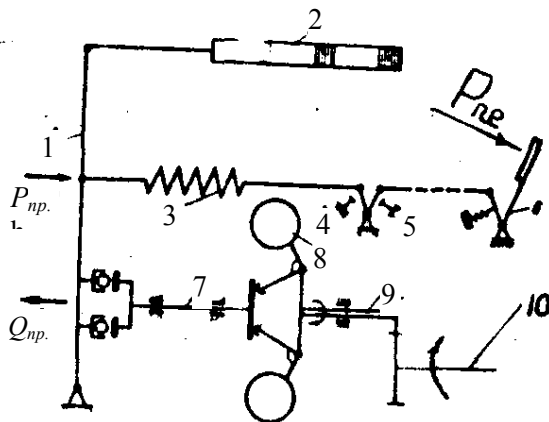


Рис. 40. Принципова схема всережимного регулятора: 1 – важіль керування рейкою; 2 – рейка; 3 – пружина регулятора; 4, 5 – упори; 6 – педаль; 7 – вісь підп'ятника; 8 – тягарці; 9 – вал регулятора; 10 – кулачковий вал паливного насоса високого тиску → – збільшення подачі палива, ← – зменшення подачі палива

Автоматична муфта випередження впорскування палива призначена для зміни моменту початку впорскування палива в циліндри залежно від частоти обертання колінчастого вала, що забезпечує поліпшення пускових якостей дизеля, а також його економічність. Ведена півмуфта 13 (рис. 41) кріпиться на конічній поверхні переднього кінця кулачкового валика паливного насоса шпонкою і гайкою, а ведуча півмуфта 1 – на маточині веденої (може повертатись на ній). Між маточиною і півмуфтою 1 встановлена втулка 3. Ведуча півмуфта приводиться в дію розподільною проміжною шестірнею через вал з гнучкими сполучними муфтами. На ведену півмуфту обертання передається двома тягарцями 11. Тягарці коливаються в площині, перпендикулярній до осі обертання муфти, на осях 16, запресованих у ведену півмуфту. Проставка 12 ведучої півмуфти впирається одним кінцем у палець тягарця, а другим – у профільний виступ. Пружини 8 намагаються утримати тягарці в нейтральному положенні.

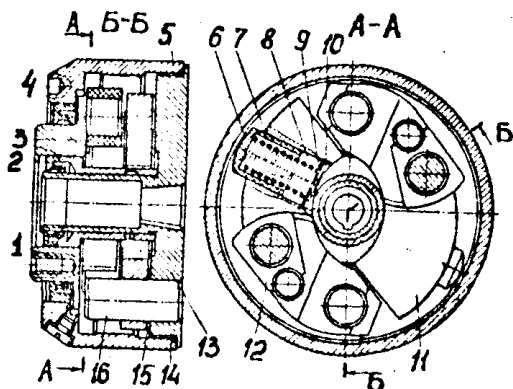


Рис. 41. Автоматична муфта випередження впорскування палива:
1 – ведуча півмуфта; 2, 4 – сальники; 3 – втулка ведучої півмуфти; 5 – корпус; 6 – регульовальна прокладка; 7 – стакан пружини; 8 – пружина; 9 – шайба; 10 – упорне кільце; 11 – тягарець з пальцем; 12 – проставка; 13 – ведена півмуфта; 14 – ущільнювальне кільце; 15 – шайба; 16 – вісь тягарця

При збільшенні частоти обертання колінчастого вала тягарці під дією відцентрових сил розходяться, у результаті чого ведена півмуфта повертається відносно ведучої у напрямі обертання кулачкового валика, що збільшує кут випередження впорскування палива. При зменшенні частоти обертання колінчастого вала тягарці під дією пружини сходяться. Ведена півмуфта повертається разом із валиком паливного насоса у бік, протилежний напрямку обертання валика, що зменшує кут випередження впорскування палива.

Форсунка призначена для впорскування і розпилювання палива. Форсунка – збірна одиниця системи живлення дизеля, яка забезпечує вприкск палива у циліндр. На автотракторних дизелях застосовують форсунки закритого типу. У них в період між вприсками палива внутрішня порожнина від'єднана від циліндра запірною голкою навантаженою сильною пружиною.

Форсунки бувають двох типів: штифтові і безштифтові. У штифтового розпилювача – один розпилюючий отвір, який закривається голкою із штифтом (рис. 42). Зазор між розпилювачем і голкою становить 0,002 – 0,003 мм. У безштифтових з декількома розпилюючими отворами, діаметром 0,32 мм.

Всі прилади подачі палива з'єднані між собою паливними каналами. Паливний канал низького і високого тиску з товщиною стінок 2,5-3 мм. Паливний канал низького тиску виготовляють із латунних або тонких сталевих трубок, які мають протикорозійне покриття. На деяких двигунах застосовують полівінілхлоридні паливопроводи. Паливопроводи високого тиску служать для подачі палива від насоса до форсунок. Вони виготовлені із сталевих суцільновитягнутих трубок.

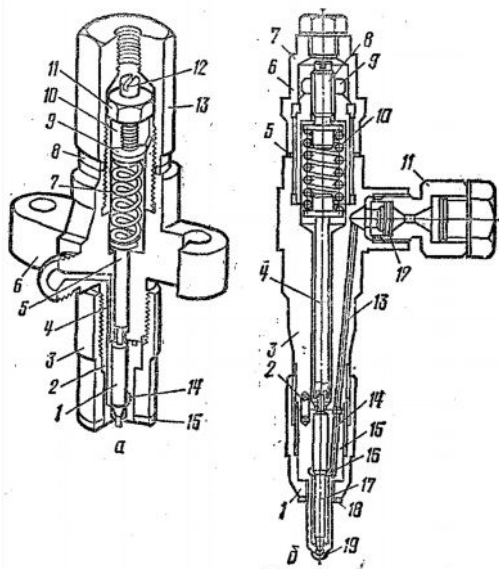


Рис. 42. Форсунки: а – штифтова: 1 – голка розпилювача; 2 – корпус розпилювача; 3 – гайка кріплення розпилювача; 4 – канал; 5 – штанга; 6 – корпус форсунки; 7 – пружина; 8 і 15 – прокладки; 9 – тарілка регулювального гвинта; 10 – корпус пружини; 11 – контргайка; 12 – регулювальний гвинт; 13 – ковпак; 14 – порожнина в корпусі розпилювача; б – безштифтова; 1 і 6 – гайки; 2 – штифт; 3 – корпус; 4 – штанга; 5 і 18 – прокладки; 7 – ковпак; 8 – регулювальний гвинт; 9 – контргайка; 10 – пружина; 11 – штуцер; 12 – сітчастий фільтр; 13 і 14 – канали; 15 – корпус розпилювача; 16 – виточка; 17 – голка розпилювача; 19 – отвір розпилювача

Підкачувальні насоси призначені для подачі палива до насоса високого тиску в потрібній кількості і підтримання певного тиску.

Паливopідкачувальний насос поршневого типу дизеля (рис. 43), встановлений на корпусі паливного насоса високого тиску 1, приводиться в дію ексцентриком кулачкового валика насоса високого тиску. Коли штовхач 3 опускається, поршень 8 під дією пружини рухається вниз, створюючи розрідження в порожнині А. Впускний клапан 9, стискуючи пружину 10, піднімається і пропускає паливо в цю порожнину. Водночас із порожнини Б паливо витісняється у нагнітальну магістраль (при закритому клапані 15). При русі поршня 8 вгору паливо із порожнини А через нагнітальний клапан 15 надходить у порожнину Б, впускний клапан 9 при цьому закритий.

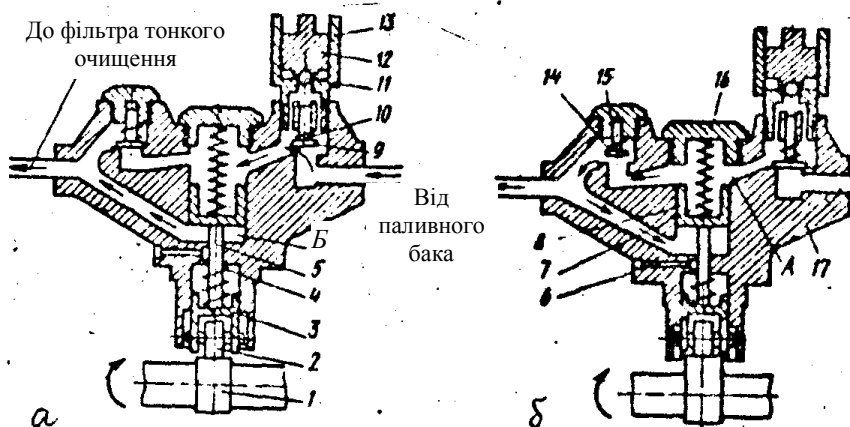


Рис. 43. Схема роботи підкачувального насоса: 1 – ексцентрик; 2 – ролик штовхача; 3 – штовхач; 4 – пружина штовхача; 5 – шток поршня; 6 – канал; 7 – пружина поршня; 8 – поршень; 9 – впускний клапан; 10 – пружина впускного клапана; 11 – кульковий клапан; 12 – поршень ручного підкачувального насоса; 13 – циліндр ручного підкачувального насоса; 14 – пружина нагнітального клапана; 15 – нагнітальний клапан; 16 – пробка; 17 – корпус насоса; А – надпоршнева порожнина; Б – підпоршнева порожнина

Паливопідкачувальний насос характеризується продуктивністю (дм³/с) (задачею) і тиском. Продуктивність (дм³/с) можна визначити за максимальної частоти обертання колінчастого вала за формулою

$$Q_{nn} = \frac{V_{nn} n_N}{i_{nn} 60 \cdot 10^6}, \quad (7.1)$$

де V_{nn} – об'єм циліндра паливопідкачувального насоса

$$V_{nn} = \frac{\pi D_{nn}^2 S_{nn}}{4}, \quad (7.2)$$

де D_{nn} – діаметр циліндра (мм); S_{nn} – хід поршня (мм); n_N – частота обертання колінчастого вала двигуна (хв⁻¹); i_{nn} – передатне число привода паливопідкачувального насоса.

Для заповнення системи паливом і видалення з неї повітря на автомобілі є ручний підкачувальний насос, який кріпиться до фланця паливопідкачувального насоса. Для прокачування палива рукоятку з поршнем 12 приводять у рух вручну вгору-вниз.

Повітря надходить через сітки ковпака 5 (рис. 44) у трубу 4 повітрязбірника, а потім – у повітряний фільтр. Проходячи через інерційну решітку 3 і різко змінюючи напрям свого руху, повітря спочатку звільняється від великих частинок пилу, які під дією сил інерції і розрідження викидаються в атмосферу через ежектор 6. Потім дрібніші часточки пилу затримуються в картонному фільтруючому елементі 2. Очищене повітря по трубопроводах спрямовується в циліндри 7 дизеля.

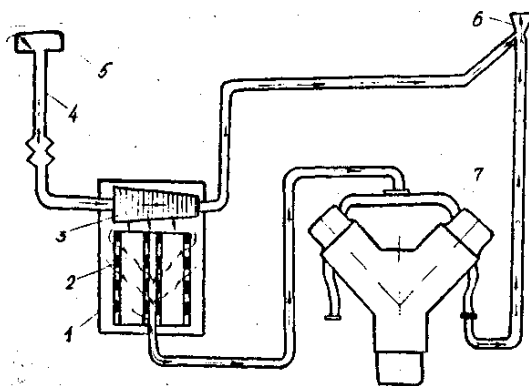


Рис. 44. Схема фільтрації повітря: 1 – корпус повітряного фільтра; 2 – картонний фільтруючий елемент; 3 – інерційна решітка; 4 – трубка повітрязбірника; 5 – ковпак; 6 – ежектор; 7 – циліндр

Повітряний фільтр (рис. 45) обладнаний змінним картонним елементом 9. Повітря надходить у фільтр через вхідний патрубок 5. У середині корпусу 3 розміщується інерційна решітка і пиловий колектор. Порожина, сполучена з патрубками відсмоктування пилу. До патрубку 8 приєднується трубка, що веде до ежектора, встановленого у вихідній трубі глушника. Для контролю за роботою повітряного фільтра на лівому впускному трубопроводі встановлений індикатор запиленості, який при збільшенні розрядження у впускних трубопроводах опусканням червоного сигнального прапорця сигналізує про необхідність промивання або заміни картонного фільтруючого елемента.

Наддув. Для збільшення літражної потужності дизелів на деяких із них застосовують так званий наддув, тобто подачу в циліндри повітря на такті впуску під тиском. Це дає змогу спалювати в них більше палива і таким чином підвищувати потужність дизеля.

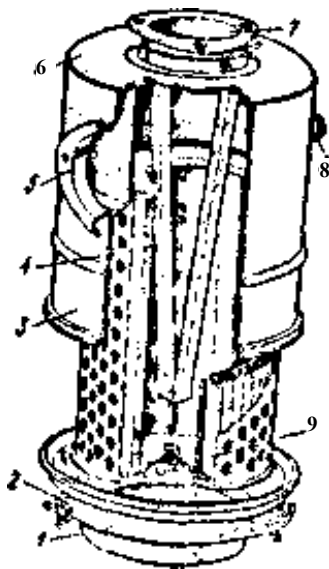


Рис. 45. Повітряний фільтр: 1 – кришка; 2 – серга кріплення кришки; 3 – корпус; 4 – кронштейн кріплення фільтруючого елемента; 5 – вхідний патрубок; 6 – верхня кришка; 7 – вихідний патрубок; 8 – патрубок підсмоктування пилу; 9 – фільтруючий елемент

На автомобільних дизелях найчастіше застосовують газотурбінний наддув (рис. 46). Тиск повітря підвищується в центровому компресорі 6, робоче колесо якого приводиться в обертання турбіною 5, що використовує енергію потоку відпрацьованих газів до надходження їх у глушник.

Колеса компресора і турбіни встановлені на спільному валі і обертаються з однаковою частотою. Цей агрегат називається турбокомпресором. На V – подібному дизелі встановлюють один або два турбокомпресори, в останньому випадку кожен турбокомпресор обслуговує свій ряд циліндрів. Щоб тиск нагнітання не перевищував допустимого значення (до 0,2 МПа), використовують перепускний клапан 4, який при досягненні потрібного тиску наддуву (натискає на мембрану 2) відкривається і перепускає частину відпрацьованих газів мимо турбіни 5. У деяких випадках для зменшення температури повітря після компресора його пропускають через холодильник.

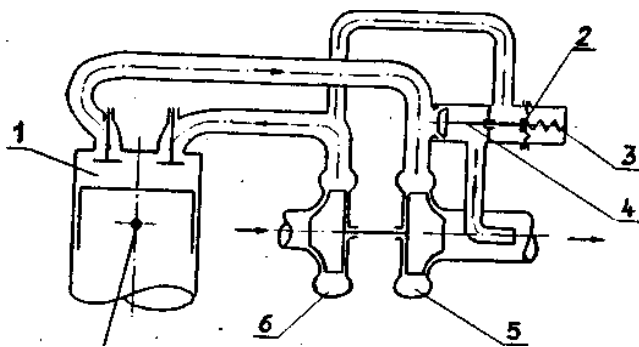


Рис. 46. Схема турбонаддуву з перепуском газів минаючи турбіну:
1 – циліндр; 2 – мембрана; 3 – пружина; 4 – перепускний клапан; 5 – турбіна; 6 – компресор

Газотурбінне нагнітання дає змогу збільшити об'ємну потужність дизеля до 15...18 кВт/дм³, тобто на 20...40%; застосовується для автомобільних дизелів ЯМЗ-238Ф, КамАЗ-7403 та ін.

Регулятори швидкості. Під час роботи тракторів і автомобілів навантаження на їх двигуни часто змінюється в залежності від рельєфу місцевості, властивостей і стану ґрунту (дороги) і цілого ряду інших умов. Зміна навантаження викликає відповідно зміну частоти колінчастого вала двигуна (швидкісного режиму двигуна). А для якісної роботи багатьох сільськогосподарських машин необхідна



постійна поступова швидкість руху машини або агрегату чим інші параметри. Тому, для підтримання заданого швидкості двигуна призначений спеціальний пристрій – регулятор швидкості, який при різних навантаженнях автоматично змінює ступінь відкриття дросельної заслінки або положення рейки паливного насоса, за рахунок чого змінюється кількість горючої суміші або палива, яке подається в циліндри.

За принципом дії розрізняють гідравлічні, пневматичні, центробіжні і комбіновані регулятори швидкості. Найбільше поширення отримали центробіжні і комбіновані (пнеumoцентробіжні) регулятори. За числом регульованих режимів регулятори швидкості поділяють на однорежимні і всережимні.

Однорежимний регулятор підтримує тільки один швидкісний режим роботи двигуна, який задається при встановленні регулятора. Всі інші швидкісні режими отримують, переміщуючи дросельну заслінку.

ЛЕКЦІЯ № 8

Система живлення карбюраторного двигуна

1. Система живлення карбюраторного двигуна.
2. Обладнання системи живлення карбюраторного двигуна.

1. *Призначення.* Система живлення карбюраторного двигуна призначена для зберігання палива, подавання і очищення палива й повітря, приготування паливної суміші потрібного складу і якості та подавання її в необхідній кількості у циліндри двигуна, а також для відведення в атмосферу продуктів згорання, очищення відпрацьованих газів і глушіння шумів на впуску повітря і випуску відпрацьованих газів.

Система живлення. До системи живлення входять паливний бак, паливний насос, паливні фільтри, карбюратор, паливопроводи, повітроочисник, впускні і випускні трубопроводи, глушники шуму впускання повітря і випускання відпрацьованих газів і показчики рівня палива.

Приблизне розміщення приладів і пристроїв, що утворюють систему живлення автомобільних карбюраторних двигунів, зображено на рис. 47.

Паливо з бака 1 по трубопроводу через фільтр 7 грубого очищення засмоктується діафрагмовим насосом 8 і під тиском через

Фільтр-відстійник тонкого очищення подається в поплавковий карбюратор 12, де відбувається дозування, розпилення, випаровування, перемішування його з повітрям, яке поступає з повітряного фільтра 11. Далі суміш із палива і повітря впускним колектором 15 засмоктується в циліндри двигуна, а після його згоряння відпрацьовані гази виштовхуються із циліндрів у випускний колектор 16 і через приймальну трубу 17 надходять у глушник 18, звідки виштовхуються в атмосферу.

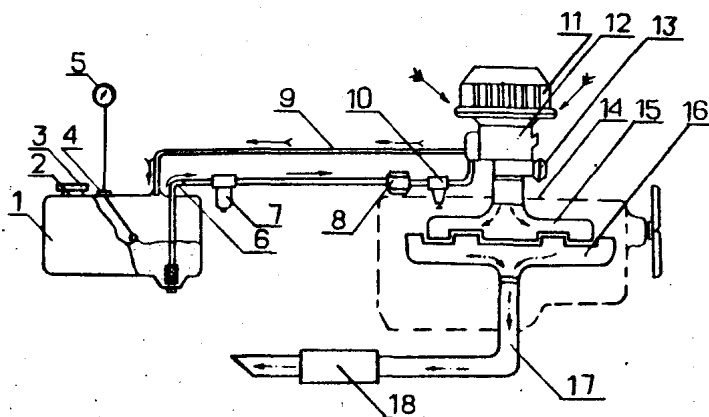


Рис. 47. Система живлення карбюраторного двигуна: 1 – паливний бак; 2 – заливна горловина; 3 – пробка (кришка) заливної горловини з пароповітряним клапаном; 4 – датчик показника рівня палива; 5 – показник рівня палива; 6 – паливозабірня трубка з сітчастим фільтром; 7 – фільтр-відстійник; 8 – паливний насос; 9 – зливний паливопровід; 10 – фільтр тонкого очищення палива; 11 – повітроочисник; 12 – карбюратор; 13 – обмежувач максимальної частоти обертання колінчастого вала; 14 – двигун; 15 – впускний колектор; 16 – випускний колектор; 17 – випускний трубопровід; 18 – глушник. Умовні позначення: → – паливо (із бака); >→ – паливо (в бак); >→ – повітря; ----> – паливна суміш; - - - -> – відпрацьовані гази

2. Паливний бак призначений для зберігання приблизно денного запасу пального. Виготовляють його з освинцьованої сталі. Усередині бак має перегородки, які перешкоджають виплескуванню палива. Паливо заливають у бак через заливну горловину, її закривають

під об'ємом з двома клапанами: впускним, щоб не допустити надмірного зменшення тиску в паливному баці, і випускним, щоб зменшити втрати легких фракцій при випаровуванні палива і не допустити надмірного підвищення тиску. Впускний клапан відкривається при зниженні тиску до $0,097...0,098$ МПа. Випускний клапан з'єднує бак з атмосферою при підвищенні тиску до $0,110...0,115$ МПа.

Паливний насос призначений для примусової подачі палива з бака до карбюратора. На сучасних автомобілях застосовують насос діафрагмового типу. Закріплюють його на боковій стінці картера двигуна. Складається діафрагмовий паливний насос (рис. 48) з корпусу, кришки, діафрагми із штоком, нагнітальної пружини, впускного і нагнітального клапанів, коромисла і відтискної пружини та важеля ручного підкачування. Діафрагма має набір чотирьох-п'яти- дисків, виготовлених із бензостійкої тканини.

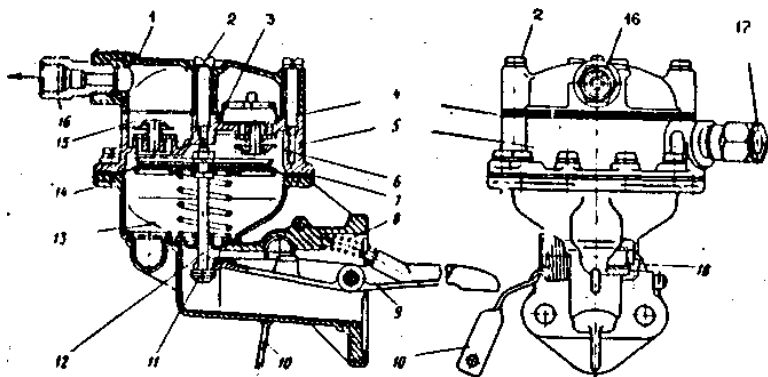


Рис. 48. Паливний насос: 1 – кришка; 2 – з'єднувальний гвинт; 3 – сітчастий фільтр; 4 – резинова прокладка; 5 – головка насоса; 6 – впускний клапан; 7 – діафрагма; 8 – зворотна пружина коромисла; 9 – коромисло; 10 – важіль ручної підкачки палива; 11 – упорна шайба; 12 – шток; 13 – пружина діафрагми; 14 – корпус насоса; 15 – випускний клапан; 16 – штуцер для відведення палива; 17 – штуцер для підведення палива; 18 – контрольний отвір

Паливні фільтри і відстійники призначені для очищення палива від механічних домішок і води. Сітчасті паливні фільтри встановлюють у приймальній трубці паливного бака, у паливному насосі і штуцері карбюратора. Крім того, між баком і паливним

В осередку розміщують фільтр-відстійник щілинного типу, який є частинчастим фільтрувальним елементом, а перед карбюратором – фільтр тонкого очищення палива, фільтрувальний елемент якого має дуже дрібну сітку або пористу кераміку. Фільтр-відстійник (рис. 49) складається з чавунного корпусу, до якого прикріплено металевий стакан-відстійник. У середині відстійника знаходиться пластинчастий фільтрувальний елемент. Кожна пластина елемента має два отвори для надівання на шпильки і багато отворів меншого діаметра для проходження палива. На нижній поверхні пластин виштамповані виступи заввишки 0,05мм, завдяки чому в складеному елементі утворюються щілини, що затримують дрібні домішки. Крупніші домішки і вода, які надходять разом з паливом із бака через вхідний штуцер у відстійник фільтра, внаслідок зниження швидкості палива у фільтрі осідають на дно відстійника. Відстій з фільтра випускають через зливну пробку.

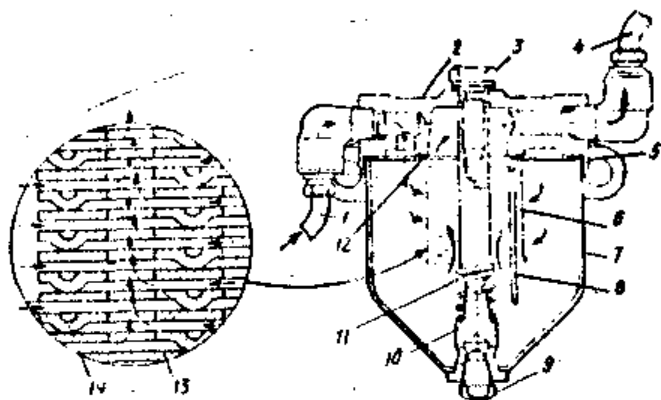


Рис. 49. Фільтр-відстійник: 1, 4 – введення і виведення палива; 2 – корпус; 3 – стяжний болт; 5, 12 – прокладки; 6 – фільтрувальні елементи; 7 – стакан; 8 – встановлювальні стержні; 9 – пробка зливного отвору; 10 – стяжний стержень; 11 – пружини; 13 – пакет тонких латунних дисків; 14 – дистанційні виступи на дисках

Повітряний фільтр призначений для очищення повітря, яке використовується для приготування паливної суміші, від пилу та домішок. Повітроочисник повинен не тільки забезпечити якісне очищення повітря від пилу, але й не чинити великого опору повітряному потоку, бо із збільшенням опору впускної системи

Значно погіршується масове наповнення циліндрів свіжим повітрям) і знижується потужність двигуна.

За принципом дії фільтри поділяють на інерційні, фільтрувальні та комбіновані. До складу пилу входить близько 75% найдрібніших твердих мінеральних частинок. Потрапляючи разом з повітрям у циліндри двигуна, пил змішується з мастилом і утворює абразивну суміш, яка прискорює спрацювання стінок циліндрів, поршнів і кілець.

На сучасних автомобільних і тракторних двигунах встановлюють повітряні, інерційні, фільтрувальні та комбіновані фільтри (рис. 50). В інерційних очисниках повітря очищується за рахунок того, що потоку повітря надається обертальний рух або різко змінюється його напрям, а в фільтрувальних - просочуючись через фільтрувальний елемент (металеві сітки, тканини, капронові бобіни, спеціальний напір тощо).

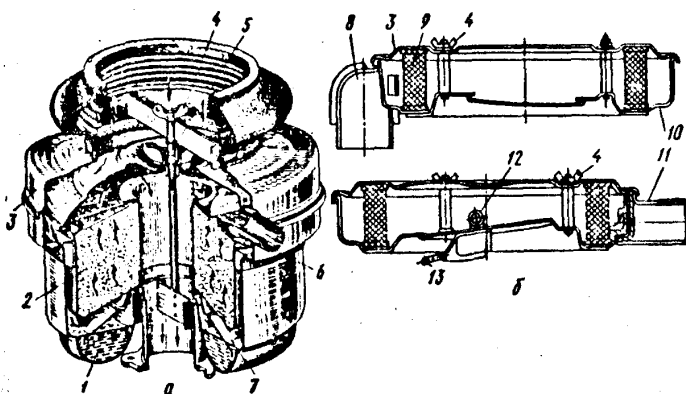


Рис. 50. Повітряні фільтри: а – інерційно-мастильний; б – із сухим фільтруючим елементом; 1 – ванна для мастила; 2 – фільтруючий елемент; 3 – кришка; 4 – гайка-баранець; 5 – стяжний гвинт; 6 – патрубок відбирання повітря до компресора; 7 – відбивач мастила; 8, 11 – повітрязабірні патрубки; 9 – сухий фільтруючий елемент; 10 – корпус фільтра; 12, 13 – патрубки вентиляції картера

Якщо для кращого вловлювання пилу ще застосовується мастило (заливається в спеціальні чаші), очищення називають мокрим. Інерційні очисники не чинять великого опору потоку повітря, але очищують повітря лише від великих часток пилу. Фільтрувальні ж очисники добре очищують повітря від пилу, але швидко



Забруднюються і в міру їх забруднення опір потоку повітря зростає.

Впускний і випускний трубопроводи відливають з чавуну, алюмінієвого сплаву разом або з двох окремих відливок, які скріплюють між собою болтами або шпильками з гайками. Паливна суміш із карбюратора надходить у циліндри через впускні трубопроводи, а відпрацьовані гази видаляються через випускні трубопроводи. Щоб поліпшити наповнення циліндрів пальною сумішшю і краще очистити їх від відпрацьованих газів, трубопроводи роблять якомога коротшими, з плавними поворотами і незначною шорсткістю внутрішньої поверхні стінок. Кріплять трубопроводи до блока або головки циліндрів фланцями за допомогою шпильок з гайками. Для ущільнення з'єднання між трубопроводами і блоком циліндрів вставляють металоазбестові прокладки. На патрубку впускного трубопроводу встановлюють карбюратор, а до фланця випускного трубопроводу приєднують приймальну трубу глушника.

Карбюратор призначений для приготування суміші бензину з повітрям, яка називається паливною сумішшю. Його встановлюють на впускному трубопроводі двигуна.

Карбюратори бувають з висхідними, низхідними (падаючим) і горизонтальним потоком паливної суміші. На сучасних вітчизняних автомобілях в основному застосовують карбюратори з падаючим потоком. Такі карбюратори забезпечують підвищений коефіцієнт наповнення циліндрів, а отже і підвищену потужність двигуна.

Для підготовки паливної суміші відповідно до режимів роботи двигуна карбюратор оснащують головним дозуючим пристроєм (системою) і системою холостого ходу. Ці системи забезпечують економну роботу двигуна на усталених режимах роботи після пуску та прогріву і створюють основну групу дозуючих пристроїв карбюратора. Крім цього, карбюратор оснащують додатковими пристроями, які дозволяють готувати потужніший склад паливної суміші на повних навантаженнях, забезпечують легкий пуск холодного і гарячого двигунів, а також швидкий перехід на режим максимальних навантажень. До допоміжних відносяться також механізми керування вторинними камерами, відключення подачі палива при роботі двигуна на примусовому холостому ході (при гальмуванні двигуном), системи балансування поплавкових камер і уловлювання парів палива із поплавкової камери після зупинки двигуна, підігрів змішувальних камер і перепускання палива у паливний бак.



Пристрій карбюратора для пуску двигуна. Підсилювачем повітряним клапаном, встановленим у карбюраторі для пуску холодного двигуна, є повітряна заслінка 1 (рис. 51 а) з автоматичним повітряним клапаном. Під час пуску холодного двигуна вона повністю закривається, а дросельна трохи відкривається. При обертанні колінчастого вала в карбюраторі під повітряною заслінкою утворюється велике розрідження, яке викликає інтенсивне витікання бензину з розпилювача і каналів системи холостого ходу, забезпечуючи двигун багатомішню. Внаслідок низької температури в змішувальних камерах бензин повністю не випаровується, стікає по стінках і збирається у впускному трубопроводі у вигляді рідини. Якщо повітряна заслінка довго закрита, то утворюється настільки багата суміш, що пуск двигуна ускладнюється або навіть стає неможливим. Щоб запобігти цьому, на повітряній заслінці встановлено клапан, який утримується в закритому положенні пружиною. Як тільки двигун почне працювати, клапан під дією сильного розрідження, стиснувши пружину, відкривається, і додаткова кількість повітря надходить у дифузор. Далі збіднення суміші здійснюється поступовим відкриттям повітряної заслінки водієм.

Система холостого ходу забезпечує роботу двигуна на малих обертах холостого ходу. Під час роботи двигуна на малих обертах холостого ходу дросельна заслінка настільки прикрита, що навколо розпилювача утворюється дуже мале розрідження і бензин перестає витікати. Щоб забезпечити двигун збагаченою пальною сумішшю, карбюратор обладнують системою холостого ходу, яка складається з паливного жиклера холостого ходу, повітряного жиклера, каналів і регулювальних гвинтів кількості обертів колінчастого вала і якості паливної суміші (рис. 51 б). На малих обертах найбільше розрідження під дросельною заслінкою, і тому найбільша швидкість руху повітря в щілині між заслінкою і отвором каналу холостого ходу. Внаслідок цього бензин із поплавкової камери через головний жиклер і жиклер холостого ходу надходить у вертикальний канал. У цей самий канал через повітряний жиклер проникає і повітря, яке змішується з бензином і утворює емульсію. Емульсія каналом надходить через нижній отвір, який входить у змішувальну камеру, де, розпилюючись повітрям, утворює збагачену паливну суміш. Верхній вихідний отвір забезпечує плавний перехід із малих обертів холостого ходу на режим роботи двигуна при середньому навантаженні, тобто при збільшенні ступеня відкриття дросельної заслінки.

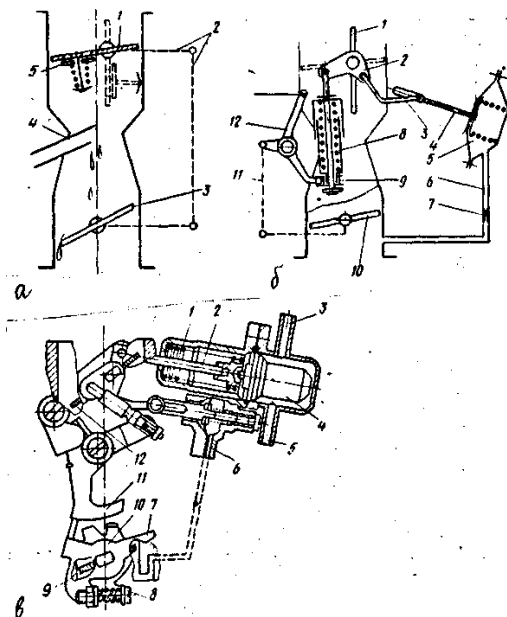


Рис. 51. Пускові пристрої: а – з пусковою заслінкою; 1 – повітряна заслінка; 2 – важелі і тяги; 3 – дросельна заслінка; 4 – розпилювач головної дозуючої системи; 5 – автоматичний клапан; б – напівавтоматичний: 1, 12 – важелі; 3, 11 – тяги; 4 – шток; 5 – діафрагмовий механізм; 6 – канал, який сполучає діафрагмовий механізм з дросельним простором; 7 – жиклер-заспокоювач; 8 – телескопічна тяга; 9 – з'єднання телескопічної тяги з важелем; 10 – дросельна заслінка; в – автоматичний з терморегулятором: 1 – зворотна пружина; 2 – шток; 3 – канал відведення холодної рідини; 4 – термосиловий датчик; 5 – канал підведення охолоджувальної рідини; 6 – канал, що сполучає порожнину пускового пристрою із задросельним простором; 7, 11 – кулачки; 8 – регулювальний гвинт; 9 – дросельна заслінка; 10 – важіль; 12 – повітряна заслінка

Кількість обертів колінчастого вала двигуна на холостому ході регулюють упорним гвинтом дросельної заслінки. При вкручуванні гвинта дросельна заслінка відкривається, і число обертів колінчастого вала збільшується, а при викручуванні – зменшується. Залежно від числа обертів колінчастого вала на холостому ході гвинтом регулювання якості регулюють склад паливної суміші. При вкручуванні цього гвинта надходження емульсії зменшується і паливна суміш збіднюється, а при викручуванні надходження емульсії збільшується і суміш збагачується.



Головна дозуюча система служить для поступового зменшення паливної суміші при переході на малі й великі навантаження. У карбюраторних сучасних двигунах застосовують різні типи головних дозуючих систем. Найпоширеніша головна система з пневматичним гальмуванням палива (рис. 52 а) – проста за будовою і надійна в роботі. Вона складається з дифузора сталого перерізу, розпилювача, повітряного та головного жиклерів і емульсійної трубки. Із збільшенням відкриття дросельної заслінки система холостого ходу плавно зменшує подачу емульсії, але в цей час зростає швидкість повітря, а разом з тим і розрідження в дифузорі навколо розпилювача. Тепер починає працювати головна дозуюча система. Паливо з поплавкової камери надходить в емульсійний канал через головний жиклер, змішуючись із повітрям, що надходить через повітряний жиклер, і у вигляді емульсії виходить через розпилювач у дифузор. Повітря, що надходить через повітряний жиклер, знижує розрідження біля головного жиклера, тому гальмується витікання палива з головного жиклера і паливна суміш збіднюється до потрібного складу. Чим більше буде розрідження у дифузорі, тим більше повітря надходитиме у розпилювач через повітряний жиклер. Тому з розпилювача виходитиме вже не паливо, а емульсія, потрібна для приготування суміші збідненого складу в діапазоні від малих обертів холостого ходу до повного навантаження.

Економайзером називається пристрій, призначений для автоматичного збагачення паливної суміші при повному відкриванні дросельної заслінки, тобто при повному навантаженні. У карбюраторах сучасних двигунів застосовують економайзери з механічним приводом. Економайзер з механічним приводом (рис. 52 в) складається з клапана, пружини клапана, жиклера і деталей привода: штока, планки, тяги і важеля. Під час роботи двигуна при малому і середньому навантаженнях клапан економайзера під дією пружини закритий. Бензин у розпилювач надходить тільки через головний жиклер, тобто працюватиме лише головна дозуюча система. Якщо дросельна заслінка близька до повного відкриття, важіль закріплений на одній осі з дросельною заслінкою, повернеться і опустить вниз тягу разом з планкою і штоком, який і відкриває клапан економайзера, стиснувши пружину. Бензин крізь відкритий клапан і жиклер економайзера почне додатково надходити через розпилювач головної дозуючої системи в дифузорі карбюратора і збагачуватиме пальну суміш, що сприятиме найбільшій потужності двигуна.

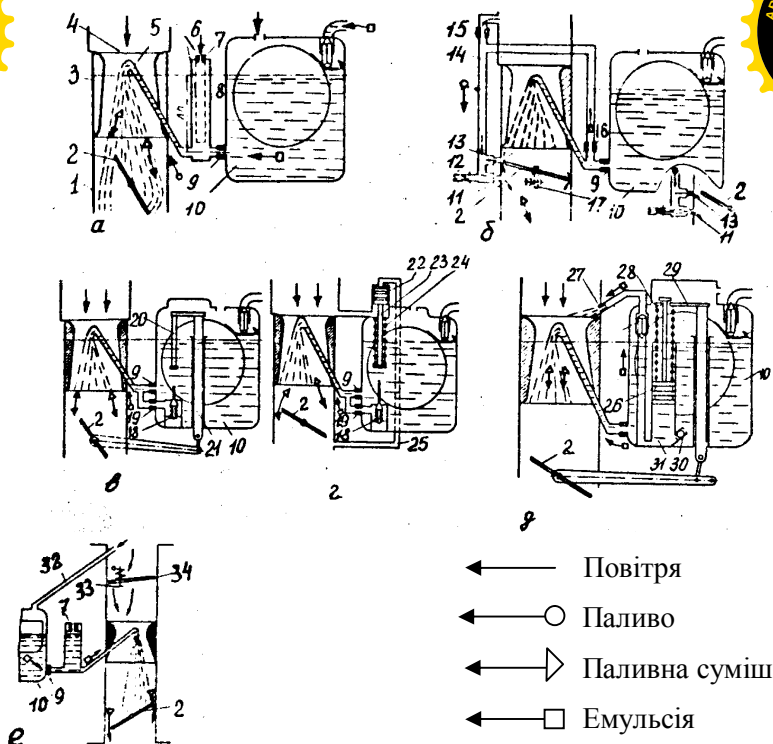
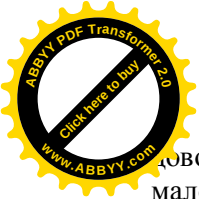


Рис. 52. Схеми систем і пристрої карбюратора: а - головної дозуючої системи; б - системи холостого ходу; в - економайзера з механічним приводом; г - економайзера з пневматичним приводом; д - прискорювального насоса; е - пускового пристрою; 1 - змішувальна камера; 2 - дросельна заслінка; 3 - дифузор; 4 - повітряний патрубок; 5 - розпилювач; 6 - емульсійна трубка; 7 - повітряний жиклер головної дозуючої системи; 8 - емульсійний колодязь; 9 - головний жиклер; 10 - поплавкова камера; 11, 13 - отвори розпилювачів; 12 - гвинт регулювання якості суміші; 14 - канал системи холостого ходу; 15 - повітряний жиклер системи холостого ходу; 16 - паливний жиклер системи холостого ходу; 17 - гвинт регулювання положення дросельної заслінки; 18 - клапан економайзера; 19 - жиклер економайзера; 20, 23 - шток; 21 - тяга; 22 - поршень; 24 і 28 - пружини; 25 - вакуумний канал; 26 - поршень прискорювального насоса; 27 - жиклер-розпилювач прискорювального насоса; 29 - планка; 30 - зворотний клапан; 31 - колодязь прискорювального насоса; 32 - балансувальний канал; 33 - запобіжний клапан повітряної заслінки; 34 - повітряна заслінка



Насос-прискорювач. Під час роботи автомобіля доводиться швидко змінювати режим роботи двигуна, переходячи від малого навантаження на повне, у зв'язку з чим різко відкривають дросельну заслінку. В цей момент паливна суміш настільки збіднюється, що двигун починає працювати з перебоями. Основною причиною збіднення паливної суміші є те, що при різкому відкриванні дросельної заслінки через дифузор карбюратора проходить більше повітря, ніж бензину, бо густина бензину приблизно в 600 разів більша за густину повітря і тому швидкість витікання бензину збільшується значно повільніше, ніж повітря. Ось чому певний час у циліндри подаватиметься бідна паливна суміш. Щоб запобігти цьому і забезпечити необхідну прийомистість двигуна, тобто здатність його різко переходити від малого навантаження до великого, треба додатково подати відповідну кількість палива. Для цього сучасні карбюратори обладнують насосами-прискорювачами.

Насос-прискорювач з механічним приводом (рис. 52 д) складається з поршня, розміщеного у спеціальному колодязі, зворотного клапана, жиклера з розпилювачем, нагнітального клапана, штока з пружиною, планки, тяги і важеля. Відкритий зворотний клапан з'єднує колодязь із поплавковою камерою. Якщо дросельна заслінка відкривається повільно, то поршень, з'єднаний через пружину, пластину, тягу і важіль з віссю дросельної заслінки, опускається вниз також повільно. При цьому бензин не надходить до жиклера із розпилювачем, а завдяки незначній швидкості руху поршня повільно проникатиме з нижньої частини колодязя через відкритий зворотний клапан у поплашкову камеру. При різкому відкриванні дросельної заслінки планка різко стисне пружину і поршень переміститься вниз, стискаючи бензин. Під тиском бензину зворотний клапан закривається і бензин крізь випускний клапан і жиклер з розпилювача впорскуватиметься в дифузор карбюратора, збагачуючи паливну суміш. Таким чином, насос-прискорювач додатково подає відповідну кількість палива у змішувальну камеру.

Карбюратор складається з трьох основних частин (рис. 53): корпусу з двома змішувальними камерами і однією спільною поплавковою камерою, кришки поплавкової камери з повітряним патрубком і двох нижніх патрубків з дросельними заслінками. У корпусі карбюратора, крім змішувальних і поплавкової камер, знаходяться економайзери з пневматичним і механічним приводами, насос-прискорювач і жиклери. У повітряному патрубку розміщено

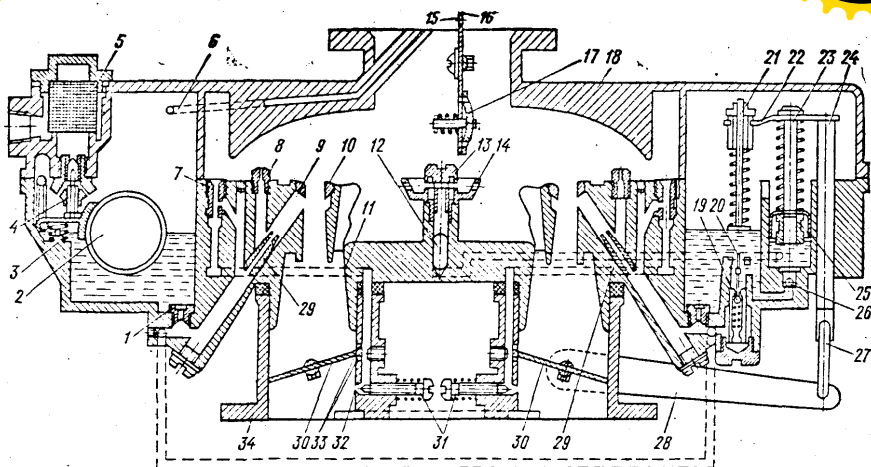
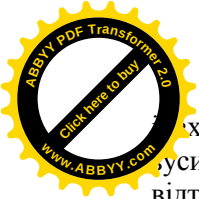


Рис. 53. Схема карбюратора К-88А: 1 – головний жиклер; 2 – поплавок; 3 – корпус поплавкової камери; 4 – голчастий клапан; 5 – сітчастий фільтр; 6 – канал балансування поплавкової камери; 7 – жиклер холостого ходу; 8 – повітряний жиклер головної дозуючої системи; 9 – розпилювач головної дозуючої системи; 10 – малий дифузор; 11 – великий дифузор; 12 – нагнітальний клапан; 13 – порожнистий гвинт; 14 – отвір розпилювача прискорювального насоса; 15 – отвір у повітряній заслінці; 16 – повітряна заслінка; 17 – запобіжний клапан; 18 – корпус поплавкової камери; 19 – кульковий клапан економайзера; 20 – штовхач клапана економайзера; 21 – шток клапана економайзера; 22 – планка; 23 – шток поршня прискорювального насоса; 24 – тяга; 25 – поршень; 26 – зворотний клапан; 27 – серга; 28 – важіль дросельної заслінки; 29 – жиклер повної потужності; 30 – дросельна заслінка; 31 – гвинт регулювання холостого ходу; 32 – регульований круглий отвір системи холостого ходу; 33 – нерегульований прямокутний отвір системи холостого ходу; 34 – конус змішувальних камер



Трубопроводами датчик сполучений з виконавчим механізмом вхідним патрубком карбюратора. При непрацюючому обмежувачі зусилля пружини 15, що має регульовальний гвинт 19, клапан 25 відтиснутий від сідла 26, а пружина 5 стримує дросельні заслінки 1 у відкритому положенні. Коли обмежувач працює, вилчасте з'єднання дає змогу дросельним заслінкам карбюратора закриватись незалежно від положення важеля, зв'язаного з педаллю керування дросельними заслінками.

Обмежувач максимальної частоти обертання колінчастого вала (рис. 54) складається із відцентрового датчика II і виконавчого діафрагмового механізму I. Відцентровий датчик складається з ротора 21, у якому встановлюються сідло 26 і клапан 25 на пружині 15. Датчик кріпиться до кришки розподільних шестерень. Ротор 21 датчика приводиться в обертання від розподільного вала двигуна. Для цього в передній частині розподільного вала закріплений валик привода, хвостовик якого входить у паз 16 валика ротора 21. Виконавчий діафрагмовий механізм I діє на дросельні заслінки 1 карбюратора. Механізм кріпиться до карбюратора.

Поки частота обертання колінчастого вала двигуна не перевищує максимального значення, клапан 25 датчика не закриває отвір сідла 26, верхня порожнина Б виконавчого механізму сполучається з вихідним патрубком карбюратора. У цей час тиск повітря знизу і зверху діафрагми однаковий і виконавчий механізм не діє на дросельні заслінки карбюратора. Зусиллям пружини 5 заслінки встановлюються у відкрите положення.

Якщо частота обертання колінчастого вала двигуна досягає відповідних обертів, клапан 25, переміщуючись внаслідок збільшення відцентрової сили, перекриває отвір сідла 26 і тим самим припинить доступ повітря у верхню порожнину Б виконавчого механізму. Ця порожнина через канали і жиклери 2 і 4 виявиться сполученою із змішувальною камерою карбюратора, тому в ній створюється велике розрідження.

У цей час нижня порожнина А сполучається із вхідним патрубком карбюратора. Отже, тиск у нижній порожнині буде вищим, ніж у верхній. Під дією різниці тисків діафрагма переміститься вгору, долаючи натяг пружини 5. Разом із діафрагмою переміститься вгору і тяга 8, яка через важіль поверне валик дросельних заслінок, і дросельні заслінки прикриваються, в результаті чого частота обертання колінчастого вала не перевищить заданого значення.

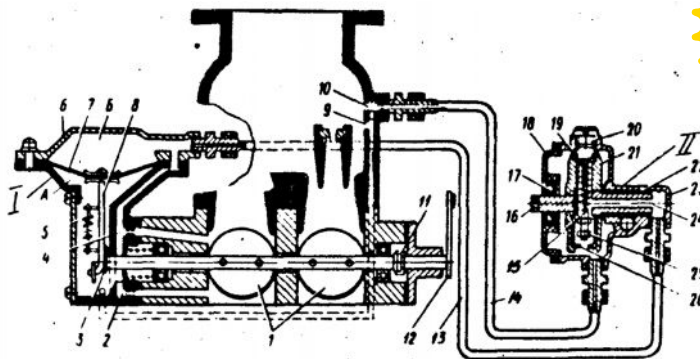


Рис. 54. Пневмоцентровий обмежувач максимальної частоти обертання колінчастого вала: I – діафрагмовий механізм; II – відцентровий датчик; 1 – дросельна заслінка; 2, 4 – жиклери; 3 – важіль; 5 – пружина діафрагмового механізму; 6 – кришка діафрагмового механізму; 7 – діафрагма; 9, 10 – отвори; 11 – кулачкова муфта; 12 – важіль привода дросельної заслінки; 13, 14 – трубки; 15 – пружина відцентрового датчика; 16 – паз ротора для з'єднання з розподільним валом; 17 – сальник; 18 – кришка; 19 – гвинт регулювання натягування пружини; 20 – пробка; 21 – ротор; 22 – втулка; 23 – корпус датчика; 24 – канал; 25 – клапан; 26 – сідло клапана; А, Б – порожнини

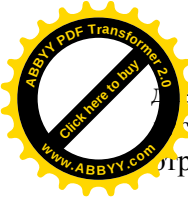
ЛЕКЦІЯ № 9

Утворення суміші палива і повітря для двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ)

1. Паливо для ДВЗ.
2. Сумішеутворення за допомогою форсунок.
3. Сумішеутворення за допомогою карбюратора.
4. Особливості механізмів і вузлів систем живлення ДВЗ.

1. Автотракторне паливо за фізичним станом, у якому воно перебуває, під час надходження в двигун, поділяють на рідке і газоподібне. За родом вихідної сировини паливо поділяють на дві групи: -нафтове; -не нафтове.

До першої групи рідких палив відносять бензин, керосин і



дизельне паливо. Його отримують в результаті прямої перегонки нафти, а також при змішуванні компонентів, отриманих обома методами.

Другу групу утворюють окремі сорти бензину і керосину, які отримують шляхом переробки сланців, торфу, вугілля.

Із газоподібного палива сьогодні для автомобільних двигунів використовують стиснутий і зріджений газ нафтового і не нафтового походження.

Стиснутий газ характеризується тим, що за температури 20°C і високому тиску він залишається у газоподібному стані.

Зріджений газ за нормальної температури і незначному тиску (до 16 Мпа) перетворюється у рідину.

Згоряння палива може бути повним і неповним. Повне згоряння характерне тим, що весь вуглець палива з'єднується з киснем і утворює вуглекислий газ (CO_2), а весь водень з'єднуючись з киснем утворює воду. Не повне згоряння означає, що частина вуглецю окислюється не повністю, тому крім вуглекислого газу і води утворюється окис вуглецю (CO). Він здатний з'єднуватись з киснем і може бути також використаний як паливо.

Дизельне паливо призначене для роботи автотракторних дизелів. Для нього характерні наступні характеристики:

- в'язкість (внутрішнє тертя) – один із основних показників якості дизпалива – це властивість палива створювати опір переміщення одного шару відносно іншого під дією зовнішніх сил. Кінематична в'язкість дизельного палива при 20°C повинна бути в межах 1,8...6,0 сСт (сантистокси);

- фракційний склад впливає на в'язкість дизпалива;

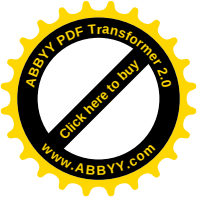
- температура потемніння – називається температура, при якій дизельне паливо темніє внаслідок виділення кристалів твердих вуглеводів. Для нормальної роботи двигуна, температура потемніння повинна бути на 3...5°C нижчою мінімальної температури оточуючого середовища;

- температура застигання – називається температура, за якої паливо втрачає свою рухомість. Ця температура повинна бути на 10°C нижче мінімальної температури оточуючого середовища;

- температура самозапалювання – називається найменша температура, при якій паливо загоряється без додаткового джерела вогню.

До інших характеристик слід віднести:

- схильність палива до утворення відкладів і нагару;



- корозійну дію дизельного палива;
- механічні домішки і вода у дизпаливі недопустимі;
- зольність дизпалива повинна бути не більше 0,01%.

Для живлення дизельних двигунів використовують дизельне паливо, яке має меншу вартість, ніж бензин.

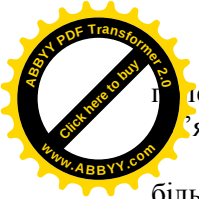
Вимоги. Для забезпечення довготривалої й економічної роботи дизеля паливо повинно відповідати таким вимогам:

- мати добре сумішоутворення і запалювання;
- володіти відповідною в'язкістю;
- добре прокачуватись при різних температурах оточуючого середовища;
- забезпечувати плавну і м'яку роботу двигуна;
- не містити сірчистих з'єднань, водорозчинних кислот, механічних домішок і води.

Згідно з (ГОСТ 4749-82 ГОСТ-305-82), дизельне паливо випускається трьох марок; Л (літнє), З (зимове), А (арктичне). Паливо призначається для живлення дизелів залежно від температури оточуючого повітря. Паливо Л застосовується за температурою повітря вище 0°C; З – за температури -20°C і нижче (якщо температура застигання палива не нижча за -35°C) і -30°C і нижче (якщо температура застигання не нижча за - 45°C); А – за температури оточуючого повітря -50°C і нижче.

За вмістом сірки дизельне паливо поділяють на два види: з масовою часткою сірки не більше 0,2% і з масовою часткою сірки не більше 0,5% (для палива марки А не більше 0,4%). Таким чином, нафтова промисловість випускає палива: Л-0,2 і Л-0,5; З-0,2 і З-0,5; А-0,2 і А-0,4. В умовних позначеннях, крім вмісту сірки, повинна бути вказана для палива марки Л температура самозаймання; для палива марки З – температура застигання. Приклади: позначення – паливо дизельне Л-0,2-40 ГОСТ-305-82 означає: паливо літнє, вміст сірки до 0,2% і температура самозаймання 40°C; паливо дизельне З-0,2 мінус 35 ГОСТ 305-82 означає: паливо зимове, вміст сірки до 0,2% і температура застигання -35°C; паливо дизельне А-0,4 ГОСТ 305-82 означає: паливо арктичне, вміст сірки до 0,4%.

Основними показниками якості дизельного палива є його температура самозаймання у камері згоряння і в'язкість (густина). Температура самозаймання палива – це найменша температура, при якій паливо займається без стороннього джерела полум'я. Для дизельних палив вона становить 240...280°C. Чим нижча температура самозаймання палива, тим воно краще, бо на такому паливі



погіршується пуск холодного двигуна та забезпечується „м’яка” робота дизеля.

Самозаймання палива оцінюється цетановим числом. Чим більше цетанове число дизельного палива, тим нижча його температура самозаймання і краща самозайманість.

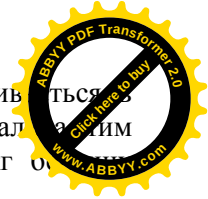
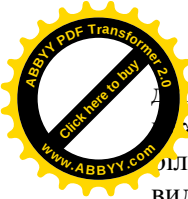
Плавна і „м’яка” робота двигуна, що залежить від періоду затримки самозаймання палива – проміжку часу, протягом якого після впорскування паливо випаровується, переміщується з повітрям, підігрівається і самозаймається. Період затримки самозаймання палива характеризується цетановим числом, яке визначається шляхом його порівняння з еталонним паливом, яке складається із суміші цетану й альфаметилнафталіну. Цетан і альфаметилнафталін – це хімічно чисті вуглеводні, що мають різні періоди затримки самозаймання. Цетан має мінімальний період затримки самозаймання. Його цетанове число прийняте за 100, а цетанове число альфаметилнафталіну, що має найбільший період затримки самозаймання, прийнято за 0.

Якщо у випробувального палива період затримки самозаймання такий самий, як і у еталонної суміші, яка складається, наприклад, із 45%-цетану і 55% альфаметилнафталіну за об’ємом, то цетанове число такого палива дорівнює 45 і т.д. Дизельні палива Л, З і А мають цетанове число не менше 45.

В’язкість дизельного палива значною мірою впливає на якість сумішоутворення і мащення рухомих деталей паливного насоса. Малов’язке паливо добре розпилюється форсунками, але не забезпечує достатнього мащення деталей паливного насоса. При підвищеній в’язкості погіршується тонкість розпилення палива і якість сумішоутворення.

Вода і механічні домішки в дизельному паливі недопустимі. Наявність води приводить до корозії деталей паливної апаратури, а при знижених температурах кристали льоду порушують подачу палива.

Паливо для карбюраторних двигунів. Основним паливом для сучасних карбюраторних автомобільних двигунів є бензин, який отримують з нафти. До складу бензину входять 84-86% вуглецю, 14-16% водню і невелика кількість домішок. У бензині не повинно бути механічних домішок і водорозчинних кислот, а також повинен бути обмежений вміст смол, лугів і сірки, які спричиняють корозію деталей двигуна. Основними показниками, що характеризують якість бензину, є густина, теплотворна здатність, випаровуваність і здатність



онувати. Густина бензину при температурі 20°C коливається в межах 0,7...0,76 г/см³. Чим більша теплотворна здатність палива, тим більше виділяється теплоти. При повному згорянні 1 кг бензину виділяється 10,5...11 ккал.

Випаровуваність палива – здатність палива переходити із рідкого стану в пароподібний, оцінюють по температурі википання 10,50 і 90 % палива.

Температура википання 10% характеризує пускові властивості, 50% палива – можна судити про випаровуваність середніх фракцій. Температура википання 90% палива характеризує повноту випаровування. Чим нижча ця температура, тим менше важких фракцій є у паливі.

Детонаційна стійкість. Процес згоряння палива в двигунах протікає упродовж малого проміжку часу. Наприклад при $n=2000$ об/хв., $t=0,003...0,004$ с. Тривалість процесу горіння палива знаходиться у прямій залежності від швидкості поширення в циліндрі фронту полум'я. При нормальному згорянні фронт полум'я поширюється в циліндрі зі швидкістю 20...30 м/с. При детонації протікання процесу відбувається із швидкістю 2000...2500 м/с.

Причина детонаційного згоряння полягає в утворенні, а потім розкладі в кінці процесу згоряння палива нестійких кисневих продуктів, які називаються пероксидами.

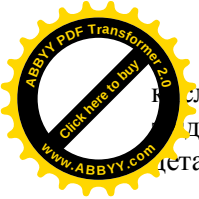
Властивість палива протистояти детонаційному згорянню називається детонаційною стійкістю. Вона залежить від того, які вуглеводи переважають у паливі. Детонаційна стійкість палива оцінюється октановим числом, яке можна визначити моторним або дослідницьким методом.

Октановим числом палива називається процентний вміст (за об'ємом) із октану в такій суміші з нормальним гептаном, яка по детонаційній стійкості рівноцінна випробовуваному паливу. Детонаційне згоряння виникає в першу чергу між невідповідністю ступеня стиску і детонаційною стійкістю палива.

Октантове число можна підвищити при додаванні в паливо антидетонаторів, наприклад тетраетилів свинцю (ТЕС), який вводять у паливо у вигляді етилової рідини марки Р-9. Тоді паливо називається етиловим.

Стабільність палива називається його здатність зберігати свої початкові фізичні і хімічні властивості при зберіганні, транспортуванні і споживанні.

Корозійна дія палива. Паливо очищають від водорозчинних



кислот і лугів, обмежують в ньому вміст органічних кислот і речовин, що окислюються. Механічні домішки і вода викликають забруднення деталей двигуна.

Марки бензину: А-66, А-72, А-76, АІ-93, АІ-98 – цифра у маркуванні означає мінімальне октанове число, буква “А” – бензин автомобільний, “І” – дослідницьким методом встановлене октанове число.

Крім цього бензин може бути літній і зимовий.

2. Процес сумішоутворення, який відбувається в циліндрах дизельного двигуна, складається із:

- подавання палива і повітря;
- випаровування палива;
- перемішування парів палива з повітрям.

Процес сумішоутворення у дизельних двигунах продовжується дуже короткий проміжок часу (0,002...0,005 с), що відповідає повороту колінчастого вала на кут $20...40^\circ$ і за часом збігається з процесом згоряння.

Якісне приготування паливно-повітряної суміші з рівномірним розподілом палива за об'ємом камери згоряння у таких умовах надто складне завдання, успішне вирішення якого можливе тільки за рахунок використання спеціальної паливної апаратури, відповідних конструктивних форм камер згоряння і впускних трубопроводів. Навіть при тонкому і однорідному розпилюванні палива форсункою досягнути рівномірного розподілу палива в повітрі, що є в камері згоряння, важко. Тому для повного згоряння 1 кг дизельного палива в циліндри двигуна подається не 15 кг повітря, а 18...24 кг, тобто він працює із значним надлишком повітря.

Залежно від характеру випаровування, змішування з повітряним зарядом і підведення у зону згоряння основної маси палива, яке впорскується в циліндри у дизелях, розрізняють три способи сумішоутворення: об'ємне, плівкове і об'ємно-плівкове.

При об'ємному сумішоутворенні паливо подається (вводиться) в дрібнорозпиленому краплинно-рідкому стані безпосередньо у повітряний заряд камери згоряння, де потім воно випаровується і змішується з повітрям, утворюючи паливно-повітряну суміш. Об'ємне сумішоутворення характерне для двигунів з неподіленими камерами згоряння.

У випадку плівкового сумішоутворення основна частка палива впорскується на стінки камери згоряння і під дією організованого



заряду розтягується в тонку плівку по її поверхні. Під час процесу інтенсивного випаровування цієї плівки, паливо змішується з повітрям і послідовно вводиться у зону згоряння. Цей процес сумішоутворення застосовується у дизелях з напівподіленими камерами згоряння.

При об'ємно-плівковому сумішоутворенні паливо-повітряна суміш готується одночасно і об'ємним, і плівковим способом, залежно від того, яка кількість палива вводиться у паливо-повітряну суміш. Із розпиленого стану або із паливної плівки він відповідно може перетворюватися у об'ємний або плівковий спосіб сумішоутворення. Об'ємно-плівкове сумішоутворення застосовується у дизелях з подільними камерами згоряння (рис. 55).

Для одержання необхідного складу суміші згідно із способом сумішоутворення паливна апаратура, конструкція камери згоряння та впускного тракту повинні забезпечувати:

- відповідність форми камери згоряння формі, кількості та напрямку паливних факелів;
- утворення при впорскуванні палива краплинок такого розміру, при якому б досягалось достатньо повне випаровування палива і рівномірний розподіл його по об'єму камери згоряння;
- утворення організованого руху заряду у камері згоряння, який дозволив би оптимально здійснювати удосконалене змішування парів і краплинок палива з повітрям.

Камера згоряння. За конструкцією дизельні двигуни поділяють на дизелі з поділеними і неподіленими камерами згоряння (рис. 55).

Дизельні двигуни, у яких частина камери згоряння розміщується у головці циліндрів, називають дизельними двигунами з поділеними камерами згоряння. Частину камери згоряння, обмежену днищем поршня і нижньою площиною головки, називають основною камерою, а ту її частину, яка розміщена в головці, називають додатковою. Основна і додаткова камери з'єднуються між собою каналом, або горловиною.

Якщо додаткова камера має форму кулі або сплющеної кулі, її називають вихровою, а двигун – вихрокамерним. Двигун, у головках циліндрів якого розміщені передкамери, називають передкамерним дизелем. Об'єм вихрової камери становить 60...70% усього об'єму камери згоряння, а передкамери – 30...40%.

Дизелі з неподіленими камерами згоряння не мають додаткових камер згоряння у головці циліндрів і паливо впорскується у камеру згоряння, яка вміщена у поршні. Якісне сумішоутворення в дизелях з

неподільними камерами згоряння забезпечується спеціальна форма виїмок у днищах поршнів і встановленням багатодіючих форсунок, відрегульованих на тиск початку впорскування палива 15...21МПа.

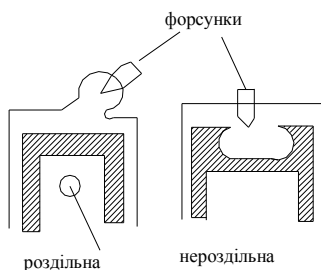


Рис. 55. Форми камер згоряння дизельних двигунів

Завдяки компактності камер згоряння дизелі такого типу мають менші теплові втрати палива і відзначаються високою економічністю. Питома витрата палива становить 200...260г/(кВт·год). Менші теплові витрати сприяють також легшому пуску двигуна, особливо в холодну пору року. Проте двигуни цього типу ставлять підвищені вимоги до палива і паливної апаратури порівняно з дизелями з розділеними камерами згоряння.

Дизелі з поділеними камерами згоряння витісняються дизелями з неподільними камерами. Дизельні двигуни з неподільними камерами згоряння є на всіх типах наших автомобілів і багатьох тракторах (Т-25, ДТ-75М, К-700 тощо).

3. Карбюраторні двигуни працюють на паливній суміші, до складу якої входять пари бензину і повітря. Потужність, економічність та екологічність двигуна головним чином залежить від складу паливної суміші.

Головне завдання системи живлення двигуна полягає в якісному приготуванні суміші, подачі її в камери згоряння (рис. 56) циліндрів двигуна і виведення з циліндрів відпрацьованих газів.

Досліди показують, що чим точніше дозується паливо, краще розпилюється, випаровується і перемішується з повітрям, тим ефективніше воно згоряє в двигуні при малому виділенні токсичних речовин. Тому токсичність, питома потужність, питома маса, прийомистість двигуна і токсичність відпрацьованих газів залежать від удосконалення системи живлення. Щоб домогтися перемішування

палива з повітрям і поліпшити якість приготування паливної суміші. Для отримання палива з розпилювача необхідно розпилювати на дрібні краплинки. Чим менший радіус краплинки, тим швидше вона випаровується в даних умовах. Можливості випаровування палива і змішування його з повітрям в міру зменшення розмірів крапель різко збільшується.

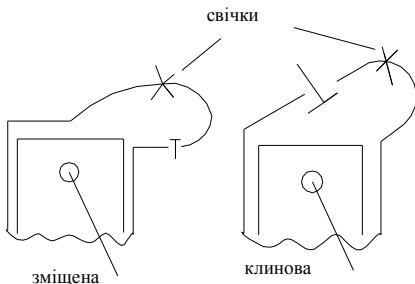


Рис. 56. Форми камер згорання карбюраторних двигунів

На розпилення палива витрачається значна частина кінетичної енергії потоку повітря, який зустрічається з витікаючим потоком палива, роздроблює його і перетворює у факел дрібних крапель.

Оскільки розміри крапель d_k змінюються обернено пропорційно квадратові швидкості W_g розпиленого повітря:

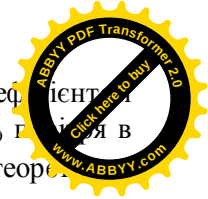
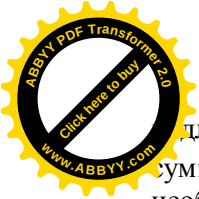
$$d_k = \frac{1}{W_g^2}. \quad (9.1)$$

То швидкість потоку біля розпилювача бажано мати якнайбільшу. Це досягається шляхом місцевого звуження повітряного каналу в зоні розпилювача за допомогою дифузора.

З метою підвищення швидкості повітря у розпилювач палива часто вмонтовують не один, а два і навіть три дифузори. Більшість сучасних карбюраторів виготовляють за дводифузornoю схемою з малим і великим дифузорами. Відношення між розмірами їх горловин дорівнює 1 : 3, причому діаметр малого дорівнює 8...12 мм.

Використання подвійних і потрійних дифузорів дозволяє більш точно розпилювати паливо і забезпечує краще перемішування його з повітрям. Але потрійні дифузори помітно збільшують гідравлічний опір карбюратора і використовуються рідко.

Основний вплив на роботу двигуна має кількісне відношення між паливом і повітрям.



Склад паливної суміші прийнято оцінювати коефіцієнтом надлишкового повітря α – відношення дійсної кількості L_o повітря в суміші, яка бере участь у процесі горіння 1 кг палива, до теоретично необхідної кількості L_m для повного його згоряння.

У зв'язку з тим, що рідкі палива неоднакові за своїм хімічним складом, для повного їх згоряння необхідна різна кількість повітря: для бензину потрібно 15 кг, для бензолу – 13 кг, а для етилового спирту – 9 кг повітря. Відповідно бензиноповітряна паливна суміш, яка вміщує 15 кг повітря на кожен кілограм бензину, буде мати коефіцієнт надлишку повітря

$$\alpha = \frac{L_o}{L_m} = \frac{15}{15} = 1. \quad (9.2)$$

Такий склад горючої суміші називається нормальним.

Залежно від значення α розрізняють п'ять видів горючих сумішей:

- 1) $L_o = L_m$, $\alpha = 1$ – нормальна суміш;
- 2) $L_o > L_m$, $\alpha > 1$: якщо $1,15 > \alpha > 1$, то така суміш називається збідненою;
- 3) $L_o > L_m$, $\alpha > 1$: якщо $\alpha > 1,15$, то така суміш називається бідною;
- 4) $L_o < L_m$, $\alpha < 1$: якщо $0,8 < \alpha < 1$, то суміш збагачена;
- 5) $L_o < L_m$, $\alpha < 1$: якщо $\alpha < 0,8$, то суміш багата.

Найбільшу швидкість згоряння має збагачена суміш, яка межує з багатою. При великій швидкості горіння передача теплоти до деталей двигуна за короткий час невелика, відповідно значна частина теплоти за короткий час перетворюється в механічну роботу. Потужність двигуна при цьому зростає. Найбільша потужність двигуна $N_{e \max}$ досягається при значеннях $\alpha = 0,8 \dots 0,9$. Такий режим роботи двигуна називається потужним.

Найбільш економічним є режим роботи двигуна на збідненій суміші при значеннях $\alpha = 1,05 \dots 1,1$.

Під час роботи двигуна на багатій і бідній сумішах внаслідок затягування процесу згоряння збільшується тепловіддача деталям кривошипно-шатунного і газорозподільного механізму і двигун перегрівається, що веде до швидкого спрацювання деталей двигуна.



Таким чином, система живлення повинна мати прилад, який регулює суміші для різних режимів роботи двигуна. Цим приладом у більшості сучасних автомобілів є карбюратор, який має дозуючих пристроїв, що забезпечують приготування необхідного складу паливної суміші при всіх режимах роботи двигуна:

- для збагачення суміші при пускові двигуна до значення $\alpha = 0,6$ і менше використовується пусковий пристрій;
- на холостому ході і малих навантаженнях значення $\alpha = 0,6...0,8$ забезпечується пристроєм холостого ходу;
- на середніх навантаженнях значення $\alpha = 1,0...1,1$ забезпечується за допомогою головного дозуючого пристрою;
- на максимальних навантаженнях значення $\alpha = 0,8...0,9$ забезпечується за допомогою економайзера;
- для забезпечення збагачення суміші при різкому відкритті дросельної заслінки використовується прискорювальний насос.

4. Двигуни внутрішнього згорання (дизельні і карбюраторні) мають особливості у приготуванні горючої суміші, що впливає на будову їх систем живлення. Відповідно для забезпечення якісного виконання даного процесу передбачено ряд вузлів і механізмів, які також мають відмінності у будові та при експлуатації.

Система живлення дизеля (рис. 36) призначена для подачі рідкого палива (під тиском) і повітря в циліндри.

Паливо, залите в бак, пройшовши крізь фільтр бака і при відкритому крані засмоктується паливopідкачуючим насосом, по паливopроводу, через фільтр грубої очистки, фільтр тонкої очистки, надходить в насос високого тиску. У фільтрі грубої очистки паливо очищається від об'ємних домішок, а у тонкої – від всіх інших. Насос високого тиску створює необхідний тиск і подає його через форсунки в циліндри. Залишки палива від форсунок і від паливного насосу високого тиску через паливopровід потрапляє назад у бак.

Потужність дизеля регулюють збільшенням або зменшенням кількості палива, яке подається у циліндри. Для цього змінюють геометрично активний хід плунжера, повертаючи навколо вісі за поводок. При повороті плунжера проти годинникової стрілки (якщо дивитись зверху) подача палива збільшується, а при повороті за годинниковою стрілкою – зменшується. Таким чином, загальний хід плунжера і момент подачі палива залишаються постійними, а момент завершення подачі змінюється залежно від положення відтинаючої кромки плунжера відносно перепускного вікна.



При нагнітанні палива насосом, воно в деякій мірі стиснується. Паливopроводи розширяються. Тому забезпечення найвигіднішого режиму випередження впрыску палива форсункою паливний насос не почати подачу (нагнітання) палива дещо раніше. Даний кут вказується у паспорті насоса для кожної моделі дизеля окремо.

Різниця плунжерних насосів аналогічного типу, полягає у розмірах плунжера, конструктивному оформленні та окремих конструктивних особливостях деяких механізмів.

Інший тип паливних насосів високого тиску є розподільчий насос високого тиску. Порівняно із багатоплунжерними, які конструктивно складні, трудомісткі у виготовленні, великі за розмірами та масою, розподільчі – не мають вказаних недоліків.

Він складається із корпусу, в якому розміщені кулачковий механізм, секція високого тиску і регулятор. Особливістю такої конструкції є наявність на валу кулачкового механізму чотири кулачки і один плунжер. Таким чином, за один оберт кулачкового вала, плунжер здійснює чотири подвійних ходи у випадку чотирьохциліндрового двигуна. Можливі й інші варіанти конструктивного оформлення розподільчих насосів високого тиску в залежності від кількості циліндрів, в які необхідно подавати паливо.

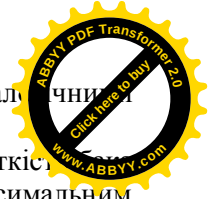
З пониженням частоти обертання колінчастого вала вантажі сходяться, відома півмуфта під дією пружин повертається у напрямку протилежному напрямку обертання кулачкового вала, і кут випередження впрыску палива зменшується.

Система живлення карбюраторного двигуна (рис. 47) призначена для приготування із палива і повітря горючої суміші необхідної якості і подачі її в циліндри двигуна в необхідній кількості.

Паливо із баку через фільтр – відстійник по паливopроводах засмоктується паливним насосом і подається в карбюратор. Одночасно при такті впуску, повітря із атмосфери, пройшовши крізь повітряний фільтр, надходить у карбюратор.

У карбюраторі починається розпилення палива і змішування його з повітрям. Приготування горючої суміші продовжується також і у впускному колекторі, де паливо, рухаючись, випаровується і змішується з повітрям. Цей процес закінчується у циліндрах двигуна під час тактів впуску і стиску. Після згоряння суміші відпрацьовані гази викидаються в атмосферу через випускний колектор, глушник. Паливо в бак заливають через горловину, яка закривається пробкою.

Поршнєві двигуни (карбюраторні і дизельні) крім відмінностей мають також багато механізмів і вузлів аналогічної конструкції.



Особливо це стосується, систем живлення ДВЗ. Тому аналіз можна вважати такі механізми і вузли:

- паливні баки. Їх виготовляють із листової сталі. Місткість розраховують на безперервну роботу двигуна з максимальним навантаженням не менше 10 годин. Як правило, бак складається з двох половин. Крім цього, для підвищення жорсткості і зменшення коливань палива всередині бака приварюють перегородки. Наливна горловина передбачає сітчастий фільтр та кришку. Конструкція кришки передбачає паровий і повітряний канали, а сам бак – пристрій для вимірювання рівня палива.

- паливні фільтри. Для очищення палива від механічних домішок і води в системах живлення передбачені фільтри. Вони бувають різної конструкції:

- а) фільтри-відстійники - основа фільтруючий елемент. Він може бути у вигляді металевої сітки, набору латунних кілець-пластин товщиною 0,14 мм;

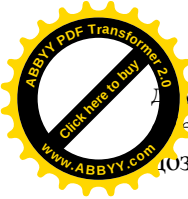
- б) фільтри очистки палива дизелів. Для дизельних двигунів застосовується подвійна очистка палива у фільтрах грубої і тонкої очистки. Фільтр грубої очистки служить для видалення з палива значних механічних домішок і найдрібніших частинок води, а фільтр тонкої очистки для видалення найдрібніших механічних домішок.

Фільтр грубої очистки також має, як правило, фільтруючий елемент у вигляді металевої сітки. Але, крім цього, функцію очистки виконують порожнини (три), передбачені у корпусі фільтра, у яких збираються вода та домішки. Деякі двигуни обладнані двоступеневими фільтрами тонкої очистки, які мають дві однакові секції. Фільтруючими елементами таких фільтрів є паперові шторки у вигляді гармошки циліндричної форми. Корпуси всіх фільтрів у нижній частині мають зливний отвір.

- паливopідкачуючі насоси. Особливістю паливopідкачуючих насосів є створення необхідного тиску у системах живлення.

- а) у карбюраторних двигунах паливо може подаватись з баку до карбюратора самопливом (під дією сили ваги) або примусово (насосом). Тому в автомобільних карбюраторних двигунах застосовують, як правило, діафрагмові насоси. Робочим елементом таких насосів є діафрагма, яка приводиться в колильний рух від розподільчого вала двигуна.

- б) паливopідкачуючі насоси дизелів можуть бути двох типів: поршневого і шестерінчастого. У першому випадку робочим елементом механізму, що створює тиск у системі, є поршень; у



Тому - дві шестерні. При цьому одна з них ведуча, друга ведуча за рахунок зачеплення зубів з першою. Такі шестерні дозволяють створювати тиск у системах живлення до 0,15-0,17 МПа.

- повітроочисники. У повітрі містяться частини двоокису кремнію (кремнезем). Твердість пилинок кремнію перевищує твердість сталі та інших металів, які застосовують в двигунах. Дрібні частинки падаючи в двигун, змішуються з маслом, в результаті чого утворюється абразивна суміш. Тому, крім високого ступеня очистки, повітроочисники не повинні створювати опір руху повітря, не знижувати наповнення циліндрів.

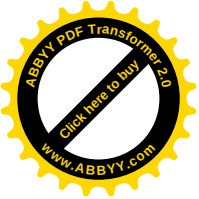
Робота сучасних автотракторних повітроочисників побудована на наступних способах очистки повітря:

- інерційному;
- контактному;
- фільтруючому.

Для підвищення ступеня очистки при кожному з цих способів може бути використане масло для змочування фільтруючих елементів. Як правило, в одному повітроочиснику поєднують декілька способів очистки. Тому такі очисники називаються комбінованими. Фільтруючими елементами у повітроочисниках є касети із поліуретанового паропласта або фільтри-патрони, робочим елементом яких є сітки та паперові шторки.

- впускні і випускні трубопроводи (колектори). За допомогою впускних трубопроводів горюча суміш з карбюратора (у карбюраторних двигунах) і повітря (у дизелях) поступають у циліндри. Випускні призначені для відведення відпрацьованих газів із циліндрів двигуна. Виготовляють їх із чавуну у вигляді однієї або двох окремих відливок, а деякі із алюмінієвого сплаву. Для покращення сумішоутворення впускні колектори підігрівають різними способами.

- турбокомпресори. Значне підвищення літрової і питомої поршневої потужності можна отримати за допомогою подачі додаткового об'єму повітря, попередньо стиснутого в компресорі. Щільність такого повітря вища атмосферного, а тому утворюються умови ефективного згоряння палива, без збільшення дози.



ЛЕКЦІЯ № 10

Трансмісії тракторів і автомобілів

1. Призначення і класифікація трансмісій тракторів і автомобілів.
2. Основні вузли та механізми трансмісій.
3. Крутний момент двигуна і ведучі моменти на рушії.

1. *Трансмісія* тракторів (автомобілів) об'єднує агрегати і механізми, які передають крутний момент двигуна ведучим колесам і змінюють крутний момент і частоту обертання за величиною та напрямком. У тракторів, крім цього, трансмісія може передавати частину потужності двигуна машині, яка агрегатується з трактором.

Трансмісія необхідна з таких причин:

- існує різниця частоти обертання валів двигуна та рушії;
- виникає зміна опору переміщенню машини, залежно від умов експлуатації, в широких межах.

Двигуни внутрішнього згорання мають обмежені властивості саморегулювання – автоматичної зміни крутного моменту і частоти обертання залежно від зміни зовнішніх опорів. Ці причини зумовлюють встановлення трансмісій на трактори та автомобілі.

Трансмісії поділяють на такі *види*: механічні, гідромеханічні, гідрооб'ємні, електромеханічні, ступінчасті, безступінчасті та автоматичні.

Трансмісія трактора (автомобіля), яка складається тільки із механічних пристроїв, називається *механічною* (рис. 57, а). Вони діляться на ступінчасті – з фіксованим ступенем зміни передатного числа, безступінчасті – з безступеневою зміною передатного числа. Перші отримали перевагу.

Трансмісія трактора (автомобіля) з механічною і гідравлічною передачами називають гідромеханічною. Вона є безступеневою, оскільки забезпечує безступеневу зміну передатного числа. Гідравлічна передача являє собою гідродинамічний перетворювач крутного моменту (гідротрансформатор), в якому перетворення крутного моменту здійснюється за рахунок кінетичної енергії, яка циркулює у замкнутому контурі.

Основним вузлом гідротрансформатора є турбіна, яка приводиться в рух за рахунок енергії рідини.

Трансмісія трактора (автомобіля) з електричною і механічною передачами називається *електромеханічною* (рис. 57, б). В електромеханічних трансмісіях механічна енергія ДВЗ

перетворюється генератором в електричну енергію, а потім у електродвигунах знову в механічну.

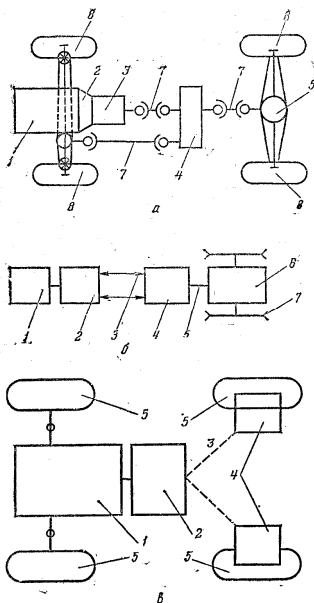


Рис. 57. Схеми трансмісій: *а* – механічна трансмісія автомобіля 4×4: 1 – двигун; 2 – зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – розподільча коробка; 5 – задній міст з диференціалом; 6 – передній міст з диференціалом; 7 – карданні передачі; 8 – ведучі колеса; *б* – електромеханічна трансмісія трактора ДЭТ-250: 1 – двигун; 2 – електричний генератор; 3 – силові кабелі; 4 – тяговий електродвигун; 5 – карданна муфта; 6 – задній міст; 7 – зірочки, що ведуть; *в* – гідрооб'ємна трансмісія трактора: 1 – двигун; 2 – гідронасос; 3 – трубопроводи; 4 – гідромотори; 5 – ведучі колеса

Механічна енергія від двигуна 1 внутрішнього згоряє надходить до електричного генератора 2. Далі електрична енергія по силових кабелях 3 подається до тягового електродвигуна 4, де вона знов перетворюється в механічну, і, проходячи через задній міст 6, надходить до зірочок 7, що ведуть. Цей тип трансмісії використовується на тракторі ДЭТ-250, деяких автомобілях сімейства БелАЗ і МоАЗ. Переваги такої трансмісії – дистанційність передачі енергії і безступінчатість регулювання. Недоліки – відносно низький КПД, підвищені маса і вартість.

Трансмісія трактора з гідрооб'ємним перетворювачем називається *гідрооб'ємною* (рис. 57, *в*). Вона також безступенева. і складається з гідрооб'ємних перетворювачів: насоса 2, розміщеного на двигуні 1, і гідромоторів 4, розташованих в колесах 5, що ведуть. Позитивні якості цього виду трансмісії – дистанційність передачі енергії і безступінчатість регулювання. Досвід створення і застосування гідрооб'ємної трансмісії на автомобілях і тракторах ще малий. Гідрооб'ємний привод застосовується, передусім, для передачі

енергії від трактора активним робочим органам агрегатів, об'єднаних в господарських машин.

Гідрооб'ємний перетворювач (рис. 58) має таку будову: він зв'язаний з колінвалом, гідромотор 6 з'єднаний через проміжну передачу з ведучими колесами трактора. Для підтримки постійної циркуляції масла у замкнутому контурі додатково повинен бути насос 1, фільтр 2, клапани 4 і 5, ємність для мастила 7.

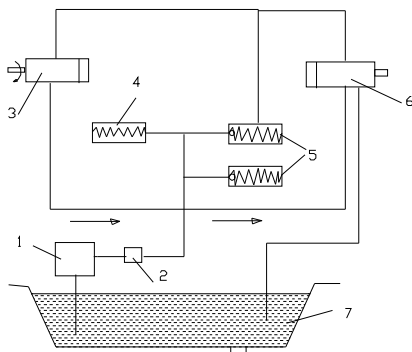


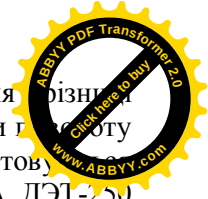
Рис. 58. Схема гідрооб'ємного перетворювача: 1 – насос; 2 – фільтр; 3 – насос зв'язаний з колінвалом; 4 і 5 – клапани; 6 – гідромотор; 7 – ємність для мастила

У гідрооб'ємному перетворювачі рух від одного робочого елемента до іншого передається замкнутим об'ємом рідини, тиск якої визначається величиною зовнішнього навантаження. На відміну від швидкісного напору рідини у гідравлічних передачах, тут використовується її статичний напір. Прикладом найпростішої гідрооб'ємної машини може служити масляний насос системи мащення двигуна.

2. Основний вплив на конструкцію і ступінь складності трансмісії, особливо механічної, впливають: вид машини (тягова або транспортна), тип рушія (колісний або гусеничний), а в колісних машин – число коліс, що ведуть.

Оскільки швидкості транспортних машин (автомобілів) значно вищі, а тягові зусилля нижчі, ніж тяга тракторів, передавальне число трансмісії (i_{mp}) автомобілів менше ніж тракторів. Ця обставина дозволяє виконати агрегати трансмісії автомобілів (при однаковій передаючій потужності) більш компактними.

Трансмісії гусеничних машин набагато складніші за трансмісію колісних внаслідок наявності в них механізмів повороту. Оскільки



Гусеничні трактори повертають за рахунок створення різниці в крутних моментах, що ведуть, на лівій і правій гусеницях, механізми гусеничного повороту виконують цю функцію. На вітчизняних тракторах використовують механізми повороту двох типів: планетарний (ДТ-75В, Т-4А, ДЭТ-250 і др.) і з муфтами повороту (Т-74, Т-130і др.).

Особливе місце в конструкції займає трансмісія трактора Т-150. В ньому потік потужності, що йде від двигуна до коробки передач, розподіляється через два вторинних вали, дві центральних і бортових передач поступає до рушія. В цьому випадку роль муфт повороту виконують фрикціони коробки передач, які розташовані на повторних валах.

Незмінний агрегат колісних машин – диференціал, встановлюваний, як правило, в головній передачі. Його призначення – забезпечити можливість проходження колесами, що ведуть різних відрізків шляху в один і той же час, що вимагається при русі машини на поворотах і по нерівній дорозі.

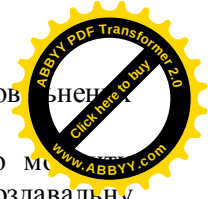
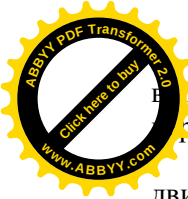
Окрім відзначених відмінностей, тракторні трансмісії відрізняються від автомобільних великим числом передач, оскільки діапазон тягових зусиль, що спостерігаються при експлуатації тракторів, вимагаються, значно ширший, ніж при експлуатації автомобілів.

Порівнюючи трансмісії колісних і гусеничних тракторів, слід зазначити, що загальне передаюче число трансмісій колісних тракторів (універсально-просапних і загального призначення) значно більше ($i_{mp} = 150...200$), ніж гусеничних ($i_{mp} = 50...60$). Це пояснюється в основному відмінністю в діаметрі коліс, що ведуть, і зірочок.

Найбільш поширеною у машинах народногосподарського призначення є механічна трансмісія. У механічну (ступінчасту) трансмісію входять такі основні механізми:

Зчеплення – призначене для плавного від'єднання і приєднання працюючого двигуна і трансмісії, безударного переключення передач і рівномірного руху машини з місця.

Коробка передач служить для перетворення по величині і напрямку крутного моменту, який передається від двигуна до ведучих коліс. За допомогою коробки передач відбувається зміна напрямку руху машини і забезпечується довготривале роз'єднання працюючого двигуна з ведучими колесами. Складовою частиною коробки передач може бути роздавальна коробка, яка призначена для поділу крутного моменту і зусилля між ведучими мостами. В коробці передач



Встановлюється, як правило, ходозменшувач (механізм сповільнення передачі).

Карданна передача служить для передачі крутного моменту від двигуна (через коробку передач, ходозменшувач, роздавальну коробку) до передніх і задніх мостів трактора.

Диференціал є механізмом, який розподіляє крутний момент між вихідними валами і дозволяє їм обертатися з різними швидкостями.

Кінцеві передачі (колісні редуктори) призначені для додаткового збільшення крутного моменту і зниження швидкості руху трактора.

Передній і задній ведучі мости беруть участь у передачі крутного моменту від двигуна до коліс.

Головна передача складається з однієї пари конічних шестерень і призначена для збільшення передатного числа трансмісії і передачі обертового руху валам, розміщеним перпендикулярно до поздовжньої осі машини.

Редуктор ВВП (валу відбору потужності) призначений для отримання встановлених стандартом необхідних частот обертання (при номінальній частоті обертання колінчастого вала двигуна).

Така частота, згідно стандарту дорівнює: 16,3 1/с. (1028 об/хв.) і 9,1 1/с. (565 об/хв.).

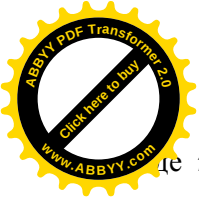
3. Джерело рушійної сили трактора й автомобіля – двигун. Крутний момент M_0 , що розвивається двигуном передається через механізми трансмісії до рушіїв (коласам, що ведуть, або гусеницям) і його називають ведучим. Оскільки частота обертання рушіїв значно менша частоти обертання колінчастого вала двигуна, що веде до моменту ($M_{вед}$) більший крутного моменту двигуна.

$$M_{вед} = M_0 i_{mp} \eta_{mp},$$

де i_{mp} – передавальне число трансмісії у цій передачі; η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Коефіцієнт корисної дії трансмісії рівний добутку КПД окремих механізмів, з яких вона складається. Стосовно до найбільш поширених механічних трансмісій КПД передбачає втрати на тертя в підшипниках, зачепленні шестерень і на розбризкування мастила, що знаходиться в картерах відповідних механізмів. Коефіцієнт корисної дії фрикційних муфт трансмісії приймається рівним одиниці.

В окремих механізмах трансмісії КПД визначають залежно від числа пар шестерень, через які передається енергія, з урахуванням втрат на розбризкування мастила в картері механізму.



$$\eta_{mp} = \eta_{хол} \eta_n,$$

де $\eta_{хол}$ – КПД, що враховує втрати холостого ходу; η_n – КПД, що враховує втрати, що виникають при передачі навантаження.

Втрати холостого ходу в трансмісії в діапазоні робочих швидкостей двигуна незначно змінюються, тому можна прийняти, що

$$\eta_{хол} = 1 - \frac{M_{хол}}{M_{\partial}} = 1 - \frac{\xi M_n}{M_{\partial}},$$

де $M_{хол}$ – приведений до первинного валу трансмісії момент опору, що виникає при холостому прокручуванні трансмісії; ξ – множник, що визначає, яку частину номінального моменту двигуна (M_n), що крутить складає $M_{хол}$. При прогрітому мастилi ξ рівний 0,03...0,05.

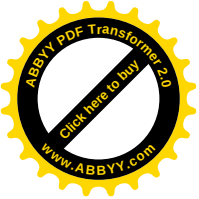
Для практичних розрахунків η_n можна визначити за формулою:

$$\eta_n = \eta_1^{n_1} \eta_2^{n_2},$$

де η_1 – КПД циліндричної пари шестерень; η_2 – КПД конічної пари; n_1 і n_2 – число пар шестерень, працюючих в трансмісії на цій передачі, відповідно циліндричній і конічній.

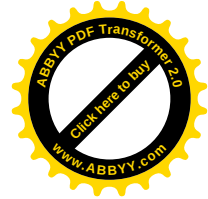
Коефіцієнт корисної дії однієї циліндричної пари приймають рівним 0,98, конічної – 0,97.

В автомобільних і тракторних трансмісіях шестерінчастого типу значення механічного КПД при навантаженнях, близьких до розрахункових, перебуває в межах $\eta_{mp} = 0,88...0,93$. У машин з декількома ведучими осями КПД суттєво нижче.



ЛЕКЦІЯ № 11

Муфти зчеплення



1. Класифікація муфт зчеплення.
2. Призначення та будова муфт зчеплення.
3. Приводи муфт зчеплення.
4. Типові схеми та основні параметри зчеплення.

1. *Зчепленням* – називають механізм трансмісії трактора (автомобіля), який передає крутний момент двигуна до коліс і дозволяє короткотерміново від'єднувати двигун від трансмісії і плавно їх з'єднувати. Зчеплення охороняє трансмісію від перевантажень, обмежує максимальний передавальний крутний момент.

На тракторах і автомобілях застосовують фрикційні муфти зчеплення, які працюють з використанням сил тертя. Вони називаються дисковими і характеризуються кількістю ведучих елементів (дисків). Бувають одно- і дводискові. Кількість дисків визначається крутним моментом двигуна і діаметром веденого диска, який приймається таким чином, щоб обмежити момент інерції ведених частин межами, достатніми для забезпечення безударного переключення шестерень коробки передач. За способом стиску дисків зчеплення поділяються на пружинні, центробіжні і комбіновані.

Ведучі частини зчеплення розміщують на маховику двигуна. При цьому поверхня, що контактує з дисками, являється однією із ведучих дисків. Велика маса маховика добре відводить тепло, дозволяє зчеплення зробити компактним.

Натискні диски виготовляють із сірого перлітного чавуну, який має хорошу теплопровідність. Ведені – із сталі, на які наклеюють накладки із фрикційного матеріалу – азбестокартон або азбестобокеліту.

Автомобільні і тракторні зчеплення класифікуються за чотирма основними ознаками (рис. 59).

На сучасних тракторах і автомобілях здебільшого використовують сухі одно- і дводискові фрикційні зчеплення з пружними натискними пристроями і гасником крутильних коливань у веденому диску. Електромагнітні зчеплення інколи застосовують на легкових автомобілях особливо малого і малого класів.

Гідравлічні зчеплення на сучасних автомобілях не застосовуються.

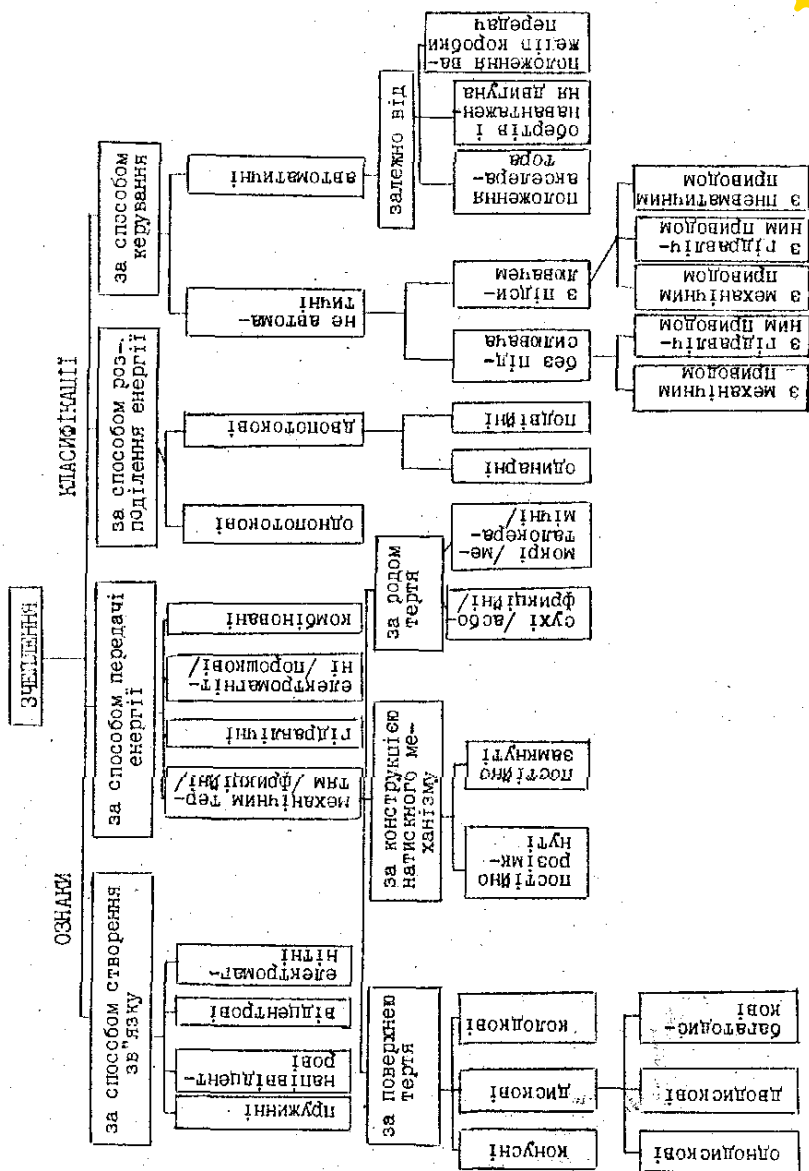
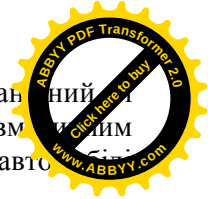


Рис. 59. Класифікація зчеплення



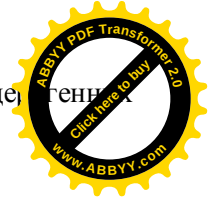
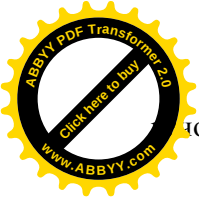
З приводів зчеплень найбільше поширені механізми управління гідравлічним, гідравлічним або пневматичним підсилювачем (великовантажні автомобілі, легкові автомобілі високого класу і автобуси).

2. Муфта зчеплення трактора або автомобіля є механізмом, що призначений для короточасного роз'єднання двигуна з трансмісією та їх плавного з'єднання, забезпечуючи плавне рушення автомобіля з місця, розгін та переключення передач під час руху автомобіля з мінімальними ударами в зубах з'єднуючих шестірень або зубчастих муфт. Крім того, зчеплення запобігає двигун і трансмісію від динамічних перевантажень інерційними моментами, що виникають при різкому гальмуванні при не виключеній передачі в коробці передач, а також при нерівномірному русі автомобіля по нерівностях дороги за рахунок його пробуксовування.

Муфту зчеплення встановлюють: між двигуном і коробкою передач, головною муфтою зчеплення у силових передачах пускових пристроїв та приводу вала відбору потужності, між центральною і кінцевою передачами більшості гусеничних тракторів (багатодискові муфти повороту), в гідромеханічних коробках передач як індивідуальні муфти включення передач.

Муфта зчеплення повинна забезпечити:

- передачу максимального крутного моменту двигуна без пробуксовування при повністю включеному зчепленні;
- повне (чисте) виключення, необхідне для повного відключення двигуна від трансмісії;
- плавність включення для зменшення динамічних навантажень у зубчастих зчепленнях коробок передач і швидкості зношування синхронізаторів при переключенні передач;
- ефективне відведення теплоти при буксуванні;
- гасіння високочастотних коливань, що діють на трансмісію в основному з боку двигуна;
- захист трансмісії і двигуна від перевантажень, обмежуючи максимально допустимий крутний момент;
- мінімальний момент інерції ведених частин;
- хорошу зрівноваженість;
- високу параметричну надійність за рахунок стабільності коефіцієнта тертя і натискного зусилля пружин;
- зручність і легкість керування, можливість автоматизувати керування;



- високі екологічні якості (відсутність виділення канцерогенів і низький рівень шуму);
- високу довговічність і технологічність виготовлення;
- малі габаритні розміри і маси.

Найбільш повно задовольняють цим вимогам сухі, дискові фрикційні зчеплення.

Одно- і дводискові фрикційні зчеплення показано на рис. 60 і 61. Фрикційні зчеплення складаються з ведучих частин (натискний диск, кожух зчеплення, натискні пружини); ведених частин (ведений диск з вгамувачем крутильних коливань); механізму виключення (відтискні, важелі виключення зчеплення, витискний підшипник з муфтою виключення); приводу зчеплення (педаль, відтяжка пружини, тяги, вилка – механічний привод; педаль, відтяжна пружина, головний і робочий циліндри, гідравлічний привод).

Принцип дії дискових фрикційних зчеплень ґрунтується на використанні сили тертя, що виникає між робочими поверхнями ведучих і ведених дисків. Ведучий диск зчеплення з'єднаний із маховиком і обертається разом з ним, ведений диск - з ведучим валом коробки передач.

При відпущеній педалі (рис. 60, 61) під дією пружин натискні диски притискають ведені диски до маховика. Зчеплення включено. Крутий момент від ведучих деталей передається до ведених через їх поверхні тертя на ведучий вал коробки передач.

Натискні диски повинні повністю сприймати зусилля натискних пружин. Для цього між відтискними важелями і підшипником повинен бути зазор ε_1 . У деяких легкових автомобілях з гідравлічним приводом цей зазор відсутній. В такому разі натискні важелі доторкаються до підшипника виключення зчеплення з невеликим зусиллям і зовнішнє кільце підшипника обертається разом з натискними важелями. Оскільки це зусилля невелике, воно не впливає на зусилля натискних пружин.

При виключенні зчеплення під дією зусилля, прикладеного до педалі, муфта виключення зчеплення, натискаючи на важелі, відводить ведучий диск назад, стискаючи натискні пружини. За рахунок цього ведений диск звільняється, тобто між маховиком і веденим диском з'являється зазор ε_2 .

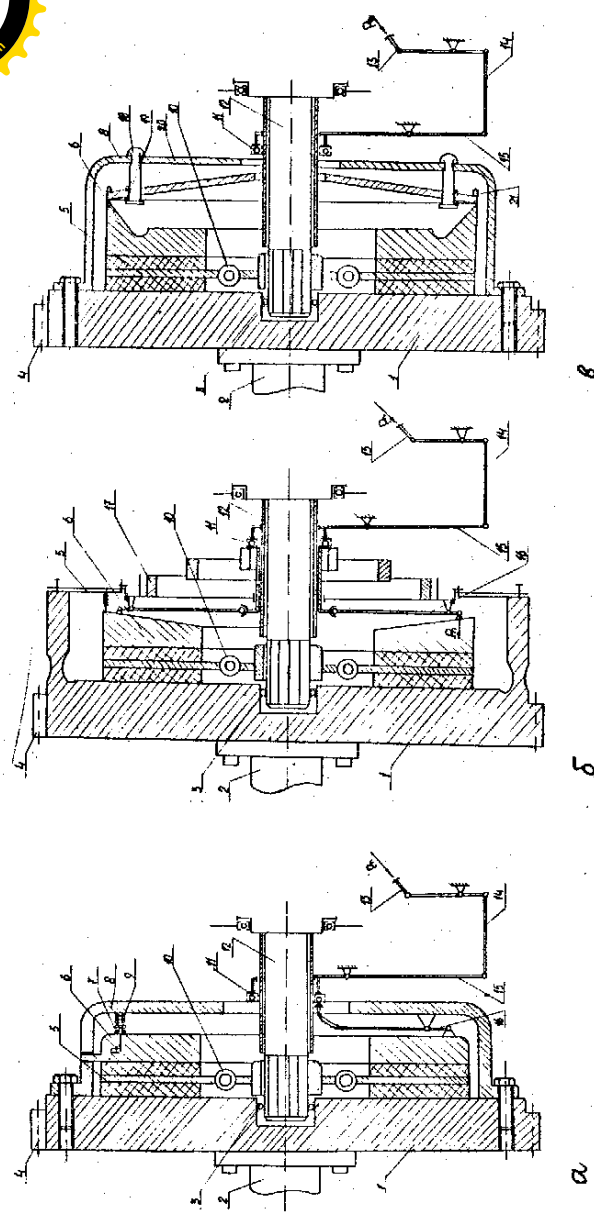


Рис. 60. Схеми однодискових зчеплень: а — з периферійними натискними пружинами; б — з однією центральною конічною пружиною; в — з однією центральною діафрагмовою пружиною; 1 — маховик; 2 — колінчастий вал; 3 — передня опора первинного вала коробки передач; 4 — зубчастий вінець; 5 — ведений диск; 6 — ведучий диск; 7 — теплоізоляційна шайба; 8 — кожух; 9 — периферійні натискні пружини; 10 — вгмовувач крутильних коливань; 11 — натискний підшипник; 12 — первинний вал коробки передач; 13 — педаль зчеплення; 14 — тяга педалі; 15 — вилка; 16 — важіль виключення зчеплення; 17 — конічна шпindel; 18 — штифт; 19 — опорні кільця; 20 — діафрагмenna пружина; 21 — скоба

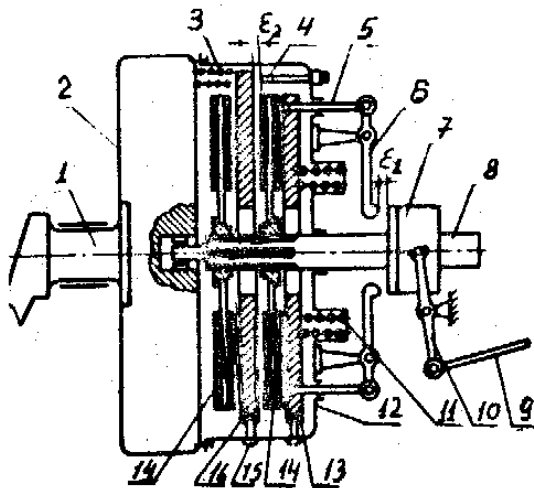


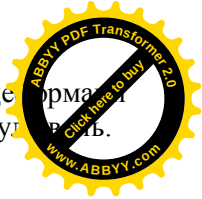
Рис. 61. Схема дводискового зчеплення: 1 – колінчастий вал; 2 – маховик; 3 – відтиска пружина проміжного ведучого диска; 4 – регулювальний болт; 5 – відтяжний палець; 6 – відтяжний важіль; 7 – муфта виключення зчеплення; 8 – ведучий вал коробки передач; 9 – тяга; 10 – вилка виключення зчеплення; 11 – натискні пружини; 12 – кожух зчеплення; 13 – натискний ведучий диск; 14 – ведений диск; 15 – напрямний палець; 16 – проміжний ведучий диск

Час включення і характер наростання моменту тертя між поверхнями тертя дисків залежить від швидкості відпускання педалі зчеплення. Чим різкіше включення зчеплення, тим більше значення динамічних моментів, що навантажують трансмісію, і тим менша довговічність деталей трансмісії.

3. Муфта зчеплення складається із вузла зчеплення і його приводу, призначеного для керування зчепленням. Привод може бути механічним, гідравлічним, електромагнітним.

Крім цього, на зчепленні передбачено пристрій для погашення пружинних коливань, механічний підсилювач приводу зчеплення, пневматичний і гідравлічний підсилювач.

Механічний привод (рис. 62) включає в себе тільки механічні пристрої, які найбільш поширені на тракторах. Це простий механізм і має систему тяг і важелів, які передають зусилля від педалі до



Фрикционный диск

4

1, 2, 3-рычаги

4-зубный диск

3

2

1

a

b

c

d

e

P

Гідравлічний і електромагнітний приводи зчеплення включають в себе відповідно гідравлічний або електромагнітний пристрій. В них відсутні вищеперераховані недоліки і перспективні для автомобілів з автоматичною зміною передатного числа (автоматичних трансмісій).

Із підсилювачів найбільше поширення набули пневматичні підсилювачі, які застосовуються на великовантажних автомобілях (рис. 63).

- односторонній постійно замкнутий з пружним натискним механізмом (рис. 60);

- двохсторонній постійно замкнутий з пружним натискним механізмом (рис. 61).

- з роздільним приводом;
- з сумісним приводом.

- зчеплення з механічним приводом і пружним підсилювачем;
- зчеплення з механічним або гідравлічним приводом;

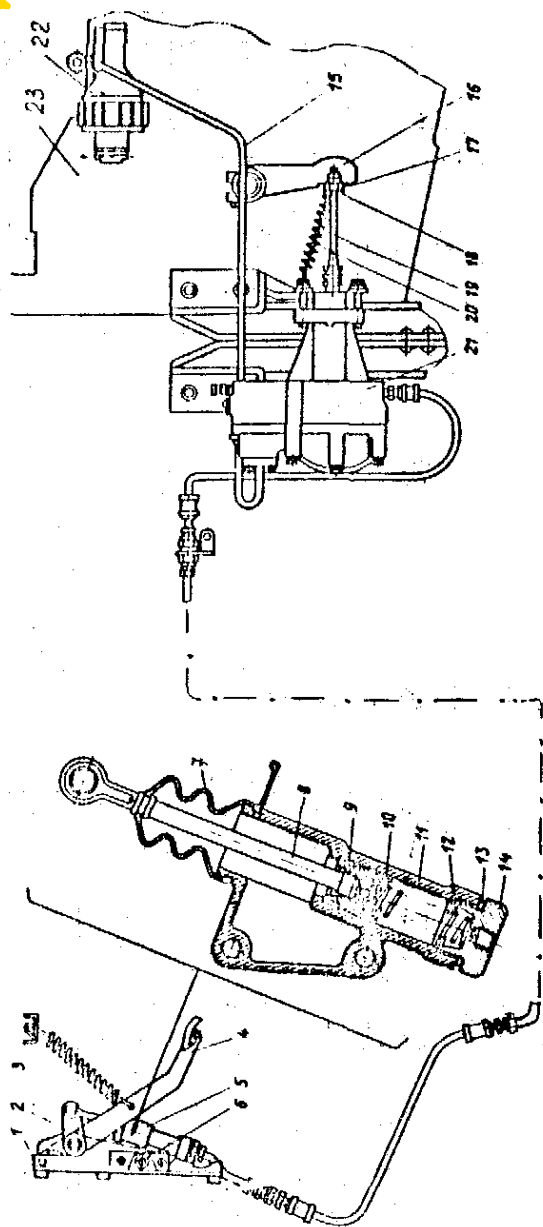


Рис. 63. Гідравлічний привод зчеплення з пневматичним підсилювачем: 1 – кронштейн педалі; 2 – важіль штовхача поршня; 3 – відтяжна пружина; 4 – педаль зчеплення; 5 – головний циліндр; 6 – обмежувач ходу педалі; 7 – захисний чохол; 8 – штовхач поршня; 9 – поршень; 10 – манжета поршня; 11 – корпус; 12 – пружина; 13 – ущільнюоче кільце; 14 – пробка; 15 – трубка підводу повітря; 16 – важіль вмикання підсилювача; 17 – сферична гай; 18 – контргайка; 19 – штовхач поршня пневмогідропідсилювача; 20 – зворотна пружина; 21 – пневмогідропідсилювач; 22 – розподільна коробка повітря; 23 – картер зчеплення



- зчеплення з гідравлічним приводом та пневматичним посилювачем (рис. 63).

Основні параметри зчеплення: зовнішній D_3 і внутрішній d_3 діаметри фрикційних накладок ведених дисків, число ведених дисків z_q , коефіцієнт запасу зчеплення $\beta_{зч}$, натискне зусилля пружин P_H , розрахунковий коефіцієнт тертя μ , число натискних пружин $z_{пр}$, жорсткість натискних пружин C_H і питомий тиск q_m на фрикційні накладки визначаються за ГОСТ 12238-76 і ГОСТ 1786-80.

Сумарне натискне зусилля, що створюється пружинами, визначається за формулою:

$$\sum P_H = \frac{\lambda G d_{qp}^4}{8 \cdot i_{рв} D_{сн}^3}, \quad (11.1)$$

де λ – значення осадки натискних пружин у робочому стані; G – модуль зсуву ($G = 8 \cdot 10^7$ кПа); d_{qp} – діаметр дроту натискної пружини; $i_{рв}$ – число робочих витків натискної пружини; $D_{сн}$ – середній діаметр навілки пружини.

У загальному вигляді зусилля на педалі, необхідне для виключення зчеплення (без підсилювача в приводі):

$$P_n = \frac{\sum P_H}{\eta_{нз} u_{нз}}, \quad (11.2)$$

де $\eta_{нз}$ – ККД привода зчеплення: гідравлічного $\eta_{нз} = 0,7$; механічного $\eta_{нз} = 0,6 \dots 0,8$; $u_{нз}$ – передаточне число привода зчеплення.

Загальне передаточне число від педалі до натискного диска: механічного привода (рис. 64, а):

$$u_{нз} = \frac{\ell_{px}}{\ell_H} = u_n u_{\epsilon} u_H;$$

гідравлічного привода (рис. 64, б):

$$u'_{нз} = \frac{\ell_{px}}{\ell_H} = u_n u_{\epsilon} u_{\epsilon} u_H;$$

$$u_n = \frac{\ell_{н6}}{\ell_{нм}}; u_{\epsilon} = \left(\frac{d_{\epsilon}}{d_p} \right)^2; u_{\epsilon} = \frac{\ell_{\epsilon 6}}{\ell_{\epsilon м}}; u_H = \frac{\ell_{H6}}{\ell_{Hм}},$$

де ℓ_{px} – робочий хід педалі; ℓ_H – переміщення натискного диска u_n , u_{ϵ} , u_{ϵ} , u_H – передаточне число відповідно педалі, гідроциліндрів головного і робочого, вилки натискного підшипника і витискних

важелів; $\ell_{нв}$ і $\ell_{нм}$ – довжина відповідно великого і малого
 педалі; d_z і d_p – діаметри відповідно головного і робочо ц
 зчеплення; $\ell_{ев}$ і $\ell_{ем}$ – довжина відповідно великого і малого плеча
 вилки витискного підшипника; $\ell_{Нв}$ і $\ell_{Нм}$ – довжина відповідно
 великого і малого плеча витискних важелів.

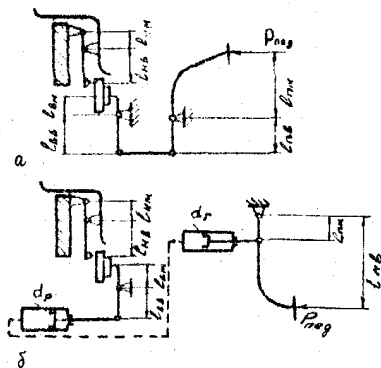


Рис. 64. Схема механічного (а)
і гідравлічного (б)
приводів зчеплення

Якщо максимальне зусилля на педалі, необхідне для виключення
 зчеплення $P_{n \max}$ більше за допустиме $P_{n \text{ доп}}$, тоді треба встановити у
 привод зчеплення підсилювач. Зусилля, яке повинен створювати
 підсилювач, можна визначити за формулою:

$$P_{ni} = (P_{n \max} - P_{n \text{ доп}}) u'_{nz} \eta'_{nz} \quad (11.3)$$

де u'_{nz} і η'_{nz} – відповідно передаточне число і ККД частини привода
 зчеплення від педалі до місця встановлення підсилювача ($\eta'_{nz} = 0,95$).

Зусилля, що розриває пневматичний силовий циліндр:

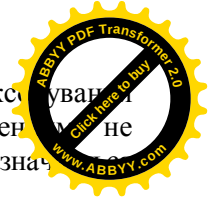
$$P_{yn} = \frac{\pi D_{yn}^2 P_w}{4}, \quad (11.4)$$

де $P_w = 0,65 \dots 0,75$ МПа – тиск повітря в циліндрі (ресивері);

D_{yn} – діаметр поршня пневмоциліндра підсилювача.

Питомий тиск на поверхні однієї сторони фрикційної накладки:

$$g_m = \frac{4 \sum P_{np}}{\pi (D_3^2 - D_6^2)}. \quad (11.5)$$



Пікові навантаження в трансмісії обмежують пробуксовування зчеплення. Тому момент тертя, що передається зчепленням, не повинен перевищувати деякої величини, яка визначається коефіцієнтом запасу зчеплення:

$$\beta_{зч} = \frac{M_{тер}}{M_{кр\max}}. \quad (11.6)$$

З урахуванням числа пар поверхонь тертя ($z_{пр}=2$ для однодискового і $z_{пр}=4$ – для дводискового зчеплення)

$$M_{тер} = \mu z_{пр} R_{ст} \sum P_{пр}, \quad (11.7)$$

де $M_{тер}$ – максимально можливий крутний момент, який може передати зчеплення за рахунок сил тертя; $M_{кр\max}$ – максимальний крутний момент, створений двигуном; μ – коефіцієнт тертя (для існуючих фрикційних матеріалів $\mu = 0,25 \dots 0,3$); $R_{ст} = \frac{D_3 - D_6}{4}$ – середній радіус тертя.

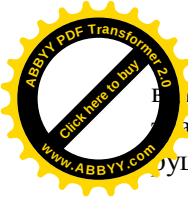
ЛЕКЦІЯ 12

Коробки передач

1. Загальні відомості та призначення.
2. Класифікація коробок передач.
3. Кількість передач у тракторах і автомобілях.
4. Основні деталі і елементи коробок передач.
5. Параметри коробки передач.

1. *Коробка передач* перетворює крутний момент по величині напрямку і впливає на тягові та швидкісні показники трактора (автомобіля), його динамічні якості. Крутний момент коліс і швидкість руху трактора перетворюють, змінюючи передатне число трансмісії, для чого в зачеплення вводять відповідні шестерні. Ця основна функція ступінчатої коробки передач характеризується числом передач і їх передатними числами.

Коробка передач призначена для зміни в заданому діапазоні крутного моменту, що передається від двигуна на ведучі колеса колісного трактора або зірочки гусеничного трактора (автомобіля). Це дозволяє при постійній потужності двигуна збільшувати силу тяги на



ведучих колесах колісного трактора або зірочках гусеничного трактора (автомобіля), яка потрібна для подолання сили інерції при виході з місця та під час розгону трактора (автомобіля).

Крім цього, коробка передач забезпечує трактору (автомобілю) рух заднім ходом і дає змогу на тривалий час роз'єднувати двигун і ведучі колеса (зірочки), що необхідно при роботі двигуна на холостому ходу при русі накатом або на стоянці трактора (автомобіля).

До коробки передач ставляться такі вимоги:

- відповідність діапазону передаточних чисел до заданих діапазонів тягової сили і швидкості;
- оптимальність числа передач і закону розподілення передаточних чисел, виходячи з умов забезпечення високих показників тягово-швидкісних властивостей і паливної економичності автомобіля при заданій зовнішній характеристиці двигуна;
- високий ККД у широкому діапазоні швидкісних, навантажувальних і теплових режимів;
- хороші малогабаритні показники (компактність, найменша маса на одиницю крутного моменту на вхідному валу);
- можливо нижчий рівень шуму при роботі і зміні, передач;
- плавність і безударність переключення, надійність фіксації включеної передачі і тривалий час роз'єднання двигуна і трансмісії;
- зручність і легкість керування, пристосованість до автоматизації керування;
- технологічність у виробництві та експлуатації;
- висока надійність (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність);
- пристосованість коробки передач трактора (вантажного автомобіля) до встановлення механізму відбору потужності.

2. Класифікацію ступінчастих коробок передач показано на рис. 65.

Із усіх типів ступінчастих коробок передач на сучасних тракторах і автомобілях переваги одержали шестерінчасті коробки з нерухомими осями валів, з косозубими шестернями постійного зчеплення. Такі коробки передач мають високий ККД (0,96...0,98), відрізняються простотою конструкції і меншою вартістю порівняно з безступінчастими передачами.

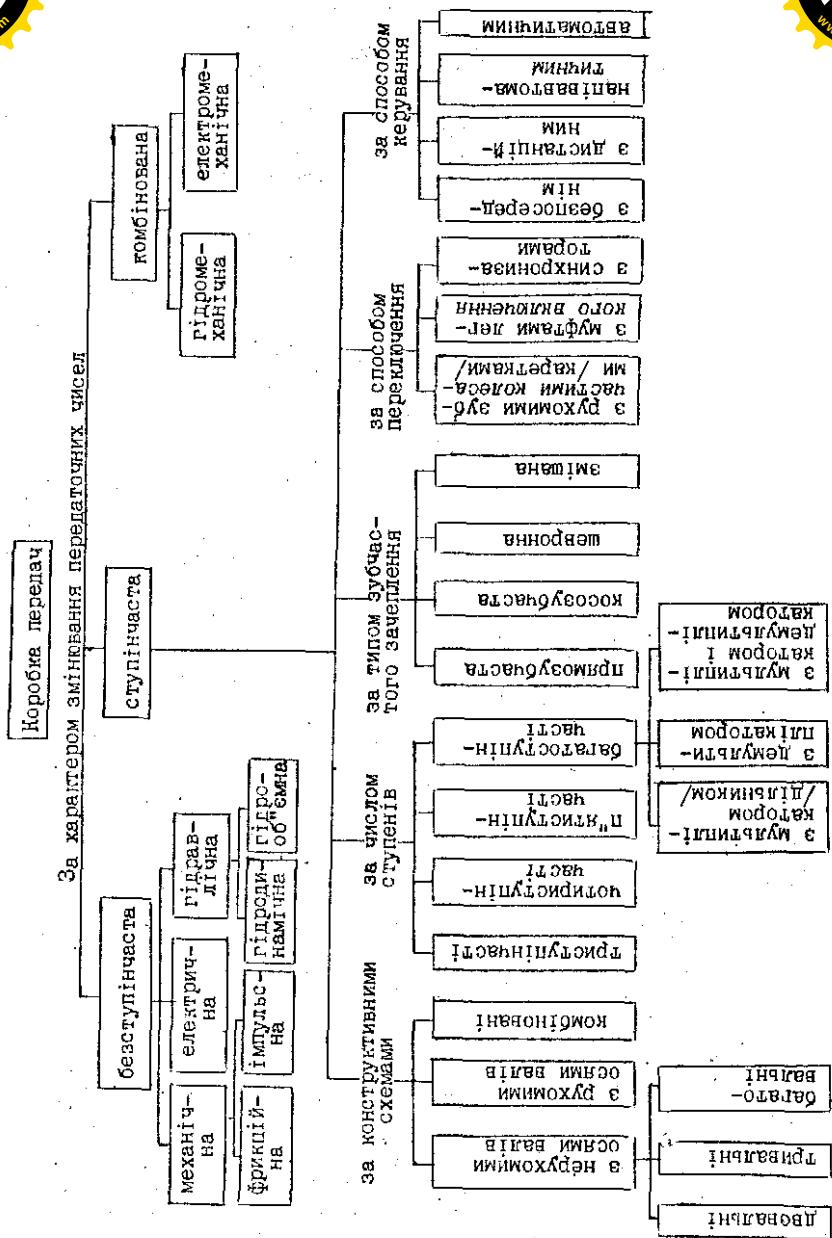
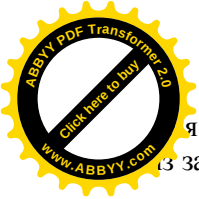


Рис. 65. Класифікація коробок передач



Двовальні коробки передач з числом передач 4–5 застосовують у передньоприводних автомобілів малого класу і задньопривідних з заднім розташуванням двигуна.

Тривальні коробки передач використовують для автомобілів, виготовлених за класичною схемою, вантажних автомобілів малої і середньої вантажопідйомності і мікроавтомобусів.

У легкових автомобілях застосовують коробки передач з числом передач (ступеней) не менше чотирьох, на автобусах і вантажних автомобілях чотири-, шестиступінчасті.

Найбільше число передач (1-12) і великий діапазон передавальних чисел мають коробки передач автомобілів-тягачів, автомобілів великої вантажопідйомності, високої прохідності і колісних та гусеничних тракторів.

Велика кількість передач забезпечує краще використання потужності двигуна і більш високу паливну економічність, але призводить до значного ускладнення коробки передач і вибору передач, оптимальної для даних умов руху.

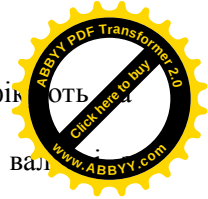
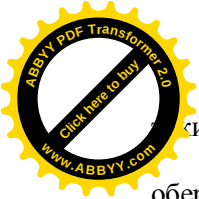
Кожна передача характеризується передавальним числом – відношенням частоти обертання первинного вала до частоти обертання вторинного вала або відношеннями кількості зубів веденої шестерні до кількості зубів ведучої шестерні. Якщо в передачі бере участь кілька пар зубчастих шестерень, то для визначення передавального числа треба перемножити значення передавальних відношень усіх пар.

У загальному випадку передавальне число тривальної коробки передач:

$$u_K = \frac{n_1}{n_n} \cdot \frac{n_n}{n_2} = \frac{n_1}{n_2}, \text{ або } u_K = \frac{z_n}{z_1} \cdot \frac{z_2}{z_n} = \frac{z_1}{z_2},$$

де n_1 і n_2 – частота обертання відповідно до первинного і вторинного валів; n_n – частота обертання проміжного вала; z_1 – число зубів, шестерні постійного зачеплення первинного вала; z_n – число зубів шестерні постійного зачеплення проміжного вала; z_2 – число зубів шестерні вторинного вала.

У скільки разів зменшиться частота обертання веденого вала за збільшення передавального числа, у стільки ж разів, якщо нехтувати втратами, збільшиться крутний момент, а відповідно й сила тяги.



- Ступінчасті (шестеренні) коробки передач* класифікують за такими основними ознаками:
- типу шестерної передачі: з нерухомими осями валів і обертовими осями (планетарні);
 - числу валів, які визначають кінематичну схему: двовальні, трьохвальні, чотирихвальні;
 - типом зачеплення шестерень: з рухомими шестернями і шестернями постійного зачеплення;
 - способу перемикання передач: з зупинкою трактора для перемикання і з перемиканням на ходу;
 - розміщенню валів відносно поздовжньої вісі трактора: з поздовжнім і поперечним розміщенням;
 - монтажним якість: з'єднані, виконані в окремому агрегаті, і зібрані в загальному корпусі з іншими механізмами.

3. Число передач (ступенів) тракторних коробок передач складає від 5 до 22, а діапазон основних швидкостей руху вперед від 0,03 до 9,5 м/с (0,1-34 км/год) і вище. Чим більше число передач, тим більше можливостей вибрати оптимальну швидкість руху, що відповідає оптимальному навантаженню двигуна. В той же час ускладнення кінематичної схеми веде до втрат потужності на тертя, складність виготовлення і ремонту.

Передачі тракторів можна умовно розділити на три групи:

- основні, які призначені для виконання робочих операцій. Число основних передач залежно від типу трактора і його конструкції складає від 4 до 7 (і більше). У сучасних тракторів цим передачам відповідають швидкості руху 1,4-4,2 м/с (5-15 км/год.).
- транспортні, які використовують при перевезенні вантажів тракторними поїздами і на холостих переїздах агрегатів. Число транспортних передач колісних тракторів складає 3-5, а відповідні їм швидкості лежать у межах 4,2-9,5 м/с; для гусеничних тракторів ці показники становлять відповідно 1,2 і 4,2 м/с.
- сповільнені призначені для виконання спеціальних робіт. Швидкість руху у такому випадку становить 0,4...0,03 м/с (і менше).

Передачі автомобілів можна розділити на дві групи:

- вищі і нижчі.

Вищими передачами користуються під час руху в хороших дорожніх умовах. Їх в свою чергу поділяють на прямі (коли передатне число $I_k=1$) і прискорюючі при $I_k<1$;

Нижчі передачі служать для руху машини з місць, розміщених на підйомах і важких дорожніх умовах.

На тракторах і автомобілях передбачені передачі заднім ходом. Автомобіль має одну передачу заднім ходом для маневрування при розвертанні. Призначення передач заднім ходом у тракторів більш розширене: їх використовують також і для виконання технологічних операцій. Число передач заднього ходу тракторів досягає 4-6.

4. Прикладом найпростіших коробок передач є двох і трьох вальні коробки передач. Двохвальні (рис. 66, схема 1) має первинний вал, який з'єднаний через зчеплення з двигуном, і вторинний вал, який передає обертання головній передачі трактора. На валах розміщені шестерні передач.

Трохвальна (рис. 66, схема 2) відрізняється від двохвальної наявністю проміжного вала.

Основними деталями механічних коробок передач є шестерні, вали з опорами і ущільненнями і механізми переключення передач. Шестерні, вали, підшипники, розміщені в картерах, які несуть велике навантаження. Забезпечення великого терміну служби без ремонту (не менше 6000 год) вимагає правильного вибору кінематичних і силових схем, матеріалів і технології виготовлення картерів. Особливе значення відіграє надійність ущільнень і якість мастила. Поширене до даного часу мащення розпиленням замінюють примусовим.

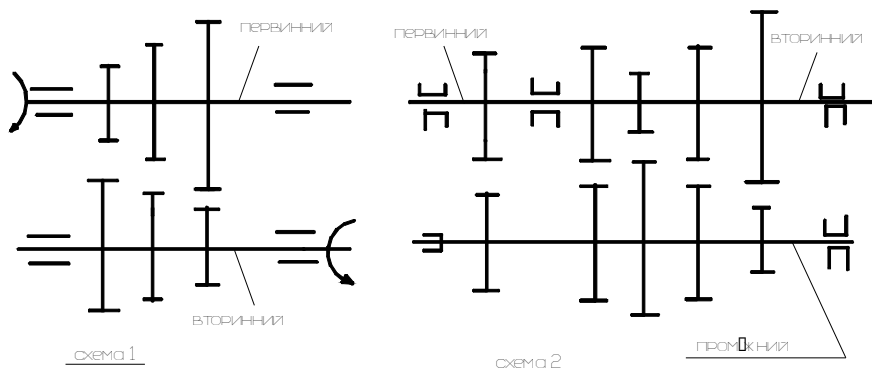


Рис. 66. Кінематичні схеми коробок передач

У коробках передач найбільш поширення знайшли механічні пристрої перемикання передач, які приводяться в дію мускульною силою водія. Рухомі шестерні вмикаються чи встановлюються в

нейтральне положення з допомогою важільного пристрою. Для ударного вмикання у шестернях вмонтовані синхронізатори. Механізм блокування не допускає виходу шестерень із зачеплення з допомогою замків-фіксаторів.

Повністю виключаються навантаження і шум у процесі включення передач з використанням синхронізатора.

На сучасних автомобілях використовують тільки інерційні синхронізатори, які блокують зубчасту муфту, що не включається, доти, поки кінетична енергія деталей, які обертаються разом з веденим диском зчеплення (при виключеному зчепленні і нейтральному положенні коробки передач), не буде поглинена роботою тертя у синхронізаторі (рис. 67).

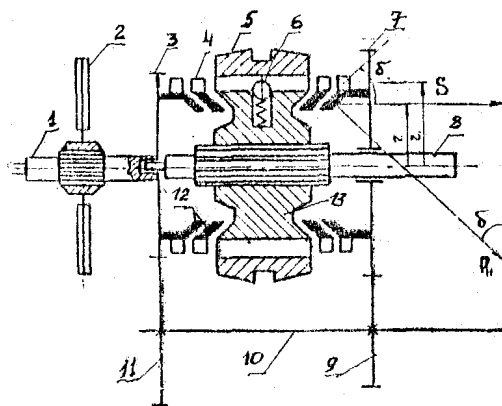


Рис. 67. Синхронізатор: 1 – первинний ведучий вал коробки передач; 2 – ведений диск зчеплення; 3 – шестірня первинного вала постійного зчеплення; 4 – блокувальне кільце; 5 – муфта; 6 – фіксатор; 7 – шестірня IV передачі; 8 – вторинний (ведений) вал; 9 – шестерня проміжного вала постійного зчеплення IV передачі; 10 – проміжний вал; 11 – шестерня проміжного вала постійного зчеплення; 12 – кончні поверхні блокувального кільця і шестерні первинного вала; 13 – маточина

Включення і виключення передач здійснюється *механізмом переключення*, розмішеним у кришці коробки передач (рис. 68). Механізм переключення повинен забезпечувати включення шестерень на повну довжину зубів, запобігати одночасному включенню двох передач і довільному виходу шестерень із зачеплення. Керують

робкою передач за допомогою хитного, важеля, встановленого на ручній опорі приливка кришки коробки передач.

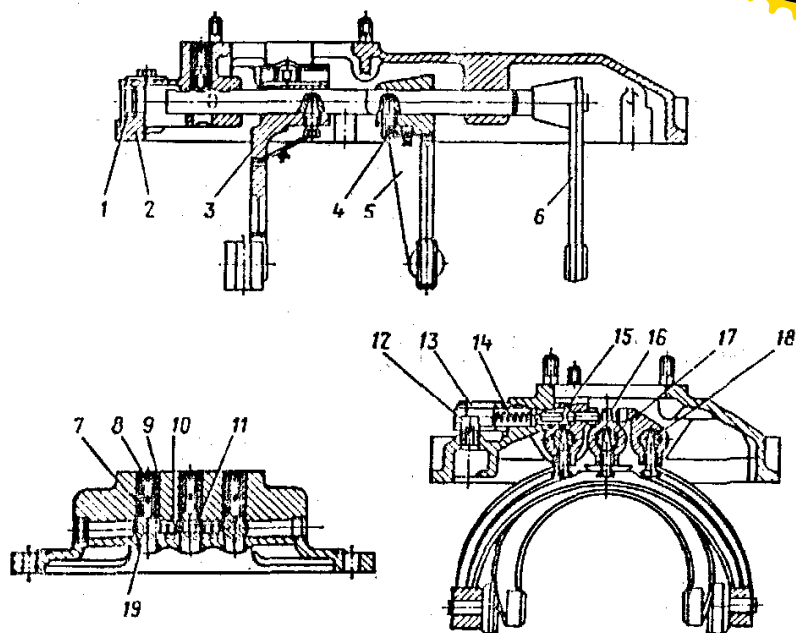
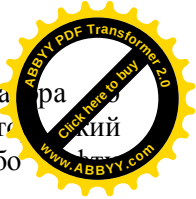


Рис. 68. Механізм переключення передач: 1 – заглушка; 2 – кришка коробки; 3 – вилка переключення IV і V передач; 4 – гвинт установочний; 5 – вилка включення II і III передач; 6 – вилка включення I передачі і заднього ходу; 7 – фіксатор ходу повзуна; 8 і 14 – пружини; 9 – стакан пружини; 10 – кульки замочного пристрою; 11 – замочний пристрій; 12 – сапун; 13 – запобіжник; 15 – палець запобіжника; 16 – головка повзуна; 17, 18 і 19 – повзуни

Механізм переключення передач складається з трьох повзунів 17, 18 і 19, вилок переключення 3, 5, і 6, фіксаторів 7, запобіжника випадкового включення заднього ходу 13, замків 11 і важеля переключення передач. Нижнім кінцем хитний важіль входить у пази перехідних головок, закріплених на повзунах. Вилки нижніми кінцями входять у кільцеві виточки пересувних шестірень або муфт синхронізаторів. Щоб включити передачу, треба верхній кінець хитного важеля перемістити у відповідне положення. При цьому його нижній кінець перемістить повзун разом з вилкою, а вилка



встановлюють пересувну шестерню або муфту синхронізатора для повного включення передач. При цьому спрацює фіксатор, який утримуватиме з певним зусиллям пересувну шестерню або муфту синхронізатора у включеному стані.

Фіксатор – це кулька, навантажена пружиною 8, розмішена в каналі, що висвердлений у тілі кришки над повзунами. На повзунах є лиски, які при повному включенні передач або в нейтральному положенні розміщуються проти каналу фіксатора. Під тиском пружини кулька входить у лиску повзуна й утримує його від довільного переміщення.

Щоб запобігти одночасному включенню двох передач, механізм переключення має замок 11, який складається з кульок або стержнів, розміщених у горизонтальному каналі кришки коробки передач.

У триходовій коробці середній повзун має з двох боків по лисці, а між лисками – канал. Крайні повзуни мають лиску з одного боку. У нейтральному положенні повзуни розміщені лисками проти каналу. Під час переміщення одного з повзунів кульки або стержень виходять з його лиски, входять у лиску сусіднього повзуна і стопорять його.

Запобіжник включення заднього ходу, розміщений у передній головці вилки включення заднього ходу, складається із штифта, навантаженого пружиною. Включаючи задній хід, треба прикласти додаткове зусилля, щоб стиснути пружину.

5. Для коробки передач з нерухомими осями валів міжцентрова відстань між первинним і проміжним валами:

$$A = \alpha_K \sqrt{M_{KP_{\max}}} \quad (12.1)$$

де $M_{KP_{\max}}$ – максимальний крутний момент двигуна, Нм; α_K – коефіцієнт.

Коефіцієнт для коробок передач має такі значення:

- легкові автомобілі $\alpha_{KL} = 14,5 \dots 16$;
- вантажні автомобілі $\alpha_{KB} = 17 \dots 19,5$;
- автомобілі з дизельними двигунами $\alpha_{KD} = 20,5 \dots 21,5$.

Ширина вінця шестірні b вибирається залежно від модуля в таких границях:

- прямозубі шестірні $b_n = 4,47$;
- косозубі шестірні $b_K = 7 \dots 8,6$.

Модуль шестерні визначається за формулою:



$$m = \frac{2A \cos \beta_3}{z_i (u_{ni} + 1)},$$

де z_i – число зубів ведучої шестерні; u_{ni} – передаточне число цієї пари шестерень; β_3 – кут нахилу зубів. У коробках передач легкових автомобілів $\beta_3' = 30...45^\circ$, для вантажних автомобілів $\beta_3' = 20...30^\circ$.

Для встановлення валів у картерах коробок передач застосовують роликові циліндричні і кулькові підшипники зі стопорними кільцями. Конічні роликові підшипники застосовують у коробках передач, які працюють в особливо важких умовах, де значні осьові сили діють в обох напрямках.

Сили, які діють на зуби шестерень, можна визначити за виразами:

$$P_u = \frac{M_i}{r_{ок}}; R_u = \frac{Ptg\alpha_K}{\cos \beta_3}; Q_u = P_u tg\alpha_K, \quad (12.3)$$

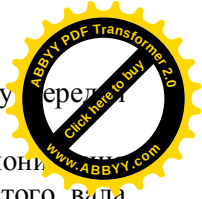
де P_u , R_u , Q_u – колова, радіальна і осьова сила відповідно; M_i – момент, який передається i -ю шестернею,

$$M_i = M_{KP_{max}} u_i \eta_i;$$

α_K – кут зчеплення 20° ; β_3 – кут нахилу зубів шестерень; $r_{ок}$ – радіус дільного кола; u_i – передаточне число i -ї передачі; η_i – ККД коробки передач при включеній i -й передачі, який визначається із умови, що в кожній парі шестерень губиться до 2% потужності.

Додаткові коробки передач. У деяких випадках при випуску автомобілів деяких модифікацій з використанням агрегатів базової моделі, наприклад коробки передач, передаточні числа коробки передач та їх діапазон можуть виявитися незадовільними. У таких випадках застосовують додаткові коробки передач або подільник передач, звичайно двоступеневі коробки передач. Додаткові коробки передач приєднують до основної коробки передач або суміщають з іншими агрегатами трансмісії.

Для автомобілів підвищеної прохідності з усіма ведучими колесами необхідна додаткова понижуюча передача, яка збільшує загальний діапазон передаточних чисел. Застосування такої передачі дозволяє збільшити крутний момент на ведучих колесах. Додаткова коробка передач виконується двоступеневою і суміщається з роздавальною коробкою. На автомобілях-тягачах інколи застосовують



доступінчасту головну передачу, тобто додаткову коробку, ередатне число передачі збільшують з головною передачею.

Подільник передач. На деяких автомобілях для понизження витрати палива і підвищення частоти обертання колінчастого вала двигуна (що особливо важливо для високооборотних двигунів) при русі на високих швидкостях по шосе іноді застосовують подільник передач. Подільник за конструкцією являє собою додатковий редуктор, картер якого жорстко пристикований до картера основної коробки передач. Подільник забезпечує дві передачі: пряму і підвищувальну. Пряма передача не змінює передавального моменту від двигуна до коробки передач (див. рис. 66).

Підвищувальна передача подільника збільшує частоту обертання на передаточне число подільника і на таку саму величину зменшується передавальний крутний момент. Це дає можливість працювати автомобілю при невеликих навантаженнях з підвищеною швидкістю руху, що сприяє економії палива.

ЛЕКЦІЯ 13

Роздавальні коробки

1. Загальні відомості.
2. Класифікація роздавальних коробок та ходозменшувачі.
3. Проміжні з'єднання.

1. Планетарний редуктор, збільшувач крутного моменту (ЗКМ) розміщують між зчепленням трактора і коробкою передач. Збільшувач крутного моменту (ЗКМ) складається із трьох основних частин: зчеплення, редуктора й обгінної муфти.

Коробки передач тракторів – це складний за будовою вузол, який включає значно більше валів, шестерень та інших деталей. Ці коробки передач можуть бути обладнані додатковими редукторами та іншими засобами для забезпечення перемикання передач як при зупиненому тракторі, так і при перемиканні на ходу.

Крім вищеперерахованих вузлів на тракторах типу МТЗ-82, Т40АМ, К-701, Т-150К і деяких автомобілях, встановлюють *роздавальні коробки*. Вони також можуть виконувати призначення додаткової коробки передач, збільшуючи загальне передатне число трансмісії. Але основне призначення таких коробок – поділ крутного моменту між ведучими мостами машини.



Вмикання і вимикання роздаточної коробки при русі входить автоматично завдяки муфті вільного ходу.

Для розподілу крутного моменту між ведучими мостами візками або бортами в трансмісію повноприводних автомобілів встановлюють механізм, який називається роздавальною коробкою.

Роздавальні коробки, як правило, оснащують двоступінчастим редуктором (додатковою коробкою), що дає змогу збільшувати діапазон передаточних чисел і тягову силу, яка розподіляється між усіма ведучими мостами і тим самим підвищує прохідність автомобіля. Деколи роздавальна коробка встановлюється на неповноприводних автомобілях із колісною формулою 6×4; вона розподіляє крутний момент між мостами візка (середнім і заднім мостами).

До роздавальних коробок ставляться такі вимоги:

- повне використання тягової сили відповідно до зчіпної маси, яка припадає на кожний зміст;
- розподіл крутного моменту не повинен супроводжуватися циркуляцією потужності в трансмісії автомобіля;
- конструкція роздавальної коробки повинна мати пристрій, який дозволяє відключити допоміжний ведучий міст в умовах, коли циркуляція потужності може бути значною;
- при двоступінчастому виконанні роздавальна коробка повинна мати привод спідометра;
- механізм переключення у двоступінчастій роздавальній коробці повинен мати пристрій для надійної фіксації включеної ступені і нейтрального положення.

2. Класифікація роздавальних коробок показана на рис. 69. При блокованому приводі внаслідок кінематичної жорсткого зв'язку вихідних валів можлива циркуляція потужності, через що такі роздавальні коробки мають механізм виключення переднього моста. Вони застосовуються на легкових і малотонажних автомобілях.

Двоступінчасті роздавальні коробки застосовують для розширення діапазону передаточних чисел трансмісії. Необхідність у цьому виникає в тих випадках, коли діапазон основної коробки передач недостатній для повноприводного автомобіля.

У роздавальних коробках із двома вихідними валами останні можуть мати співвісне або неспіввісне розташування. При співвісному розташуванні один із вихідних валів може встановлюватись співвісно

вхідного вала. Це дозволяє здійснювати пряму передачу крутного моменту з вхідного вала на співвісний вихідний.

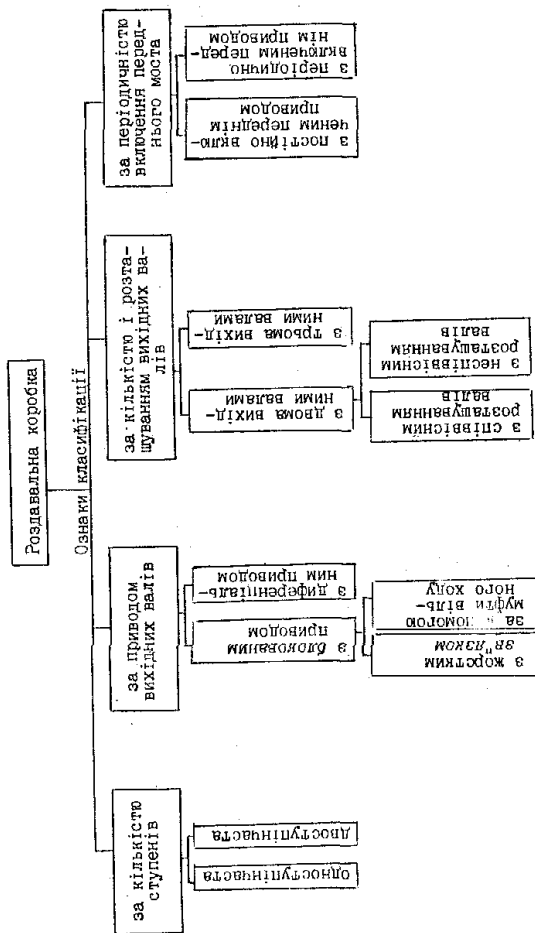


Рис. 69. Класифікація роздавальних коробок

Три вихідні вали мають роздавальні коробки автомобілів 6х6 з розділеним приводом мостів візка.

Роздавальні коробки з блокованим приводом на передній і задній мости автомобіля виконуються у двох варіантах: з кінематичним жорстким зв'язком вихідних валів, здійснюваним за допомогою шестерень або зубчастих муфт або із зв'язком цих валів за

домогою муфти вільного ходу. В першому випадку здійснюється циркуляція додаткової потужності, у другому випадку ця циркуляція відсутня.

У загальному випадку роздавальна коробка (рис. 70) складається із картера ведучого і проміжних валів, а також валів переднього, середнього і заднього ведучих мостів, шестірень, підшипників і механізму керування (пристрою переключення передач, включення і виключення переднього моста та блокування диференціала).

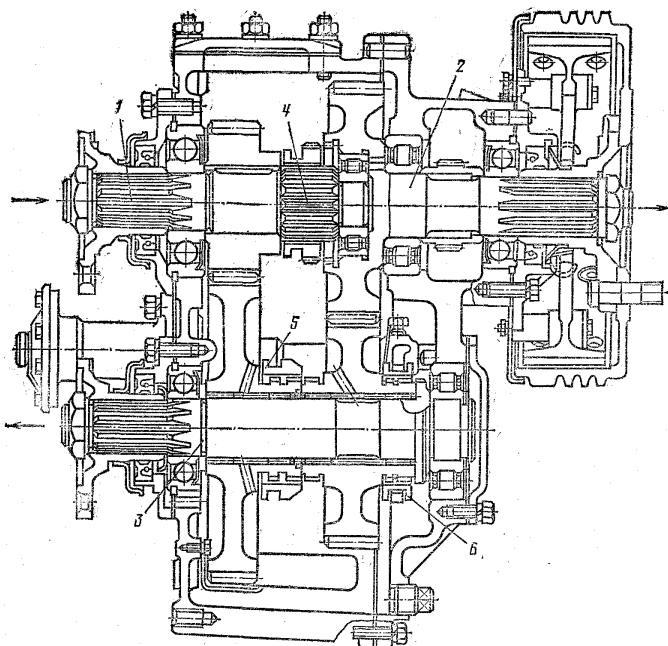


Рис. 70. Роздавальна коробка автомобіля ЗІЛ-131: 1 – ведучий вал; 2 – вал приводу задніх мостів; 3 – вал приводу переднього моста; 4, 5 і 6 – зубчаті муфти

Передаточні числа роздавальної коробки можна визначити за кількістю зубів шестерень, які містяться у зачепленні.

Для отримання сповільнених технологічних швидкостей тракторних агрегатів служать *ходозменшувачі*. Ходозменшувач може бути обов'язковим елементом трансмісії трактора або його з'ємним обладнанням.



За характером регулювання крутного моменту ходозмешувачі поділяють на *ступеневі* і *безступеневі*. До перших відносять механічні шестерневі ходозменшувачі, до других – електричні, гідравлічні, а також деякі механічні передавачі (наприклад клинопасові варіатори фрикційні передачі). Конструкція аналогічна конструкції будь-якого редуктора, як правило, планетарного.

3. *Проміжні з'єднання* служать для передачі крутного моменту валам, геометричні осі яких не співпадають або можуть мати деяке відносне зміщення. Наявність проміжних з'єднань вимагають ряд наступних причин:

- точність виготовлення деталей;
- відхилення, які виникають при збиранні вузлів;
- деформації рам і корпусів;
- зміни у розміщенні валів у процесі експлуатації машин.

Проміжні з'єднання встановлюють між валом зчеплення (або двигуна, коли зчеплення нема) і первинним валом коробки передач трактора. За числом шарнірів проміжні з'єднання поділяють на *одинарні* і *двійні*, а за будовою шарнірів:

- *жорсткі*, коли всі деталі металеві;
- *м'які*, які включають у конструкцію гумові елементи;
- *комбіновані*, об'єднання жорстких і гумових елементів.

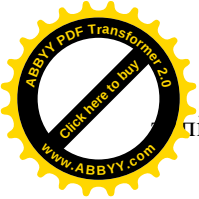
ЛЕКЦІЯ 14

Карданні передачі

1. Загальні відомості.
2. Класифікація карданних передач.
3. Карданні шарніри.
4. Проміжні опори.
5. Карданні вали.

1. До механізмів трансмісії відносять також *карданні передачі*.

Карданною передачею називають механізм, який призначений для передачі крутного моменту між агрегатами, осі яких не співпадають і можуть змінювати своє положення. У загальному випадку карданна передача складається з основних і допоміжних карданних валів, карданних шарнірів, проміжних опор і компенсуючих пристроїв.



Найпоширеніші схеми і розміщення карданних передач автомобілів показані на рис. 71.

Карданна передача повинна задовольняти таким вимогам.

- забезпечувати передачу крутного моменту від ведучого до веденого вала при частоті обертання і кутах між осями валів, які можуть бути допущені у всіх діапазонах експлуатаційних режимів;
- передавати крутний момент при заданих межах змінювання кутів між валами без створення додаткових навантажень у трансмісії;
- ККД карданної передачі повинен бути високим навіть при значних кутах між валами;
- мати високу довговічність, просту і надійну конструкцію;
- вібраційні навантаження і шум під час роботи карданної передачі повинні бути мінімальними.

2. Класифікація карданних передач наведена в табл. 14.1.

Щоб забезпечити силовий зв'язок і надійне передавання крутного моменту від коробки передач (розподільної коробки) застосовують карданну передачу з ковзним шліцьовим з'єднанням, яка і забезпечує передавання крутного моменту від коробки до ведучих мостів під кутом на будь-якій відстані.

Таблиця 14.1

Класифікація карданних передач

Ознаки класифікації	Тип і коротка характеристика
За призначенням	Для передачі крутного моменту від коробки передач або роздавальної коробки до ведучих мостів ($\gamma_{\max} = 15...20^\circ$) Для передачі крутного моменту до ведучих коліс з незалежною підвіскою ($\gamma_{\max} = 20^\circ$) і до ведучих керованих коліс ($\gamma_{\max} = 30...40^\circ$) Для передачі крутного моменту до допоміжних механізмів ($\gamma_{\max} = 15...20^\circ$)
За числом карданних шарнірів	Одинарні, з одним карданним шарніром Подвійні, з двома карданними шарнірами Багатшарнірні
За конструкцією карданних шарнірів	З карданними шарнірами рівних кутових швидкостей З карданними шарнірами нерівних кутових швидкостей

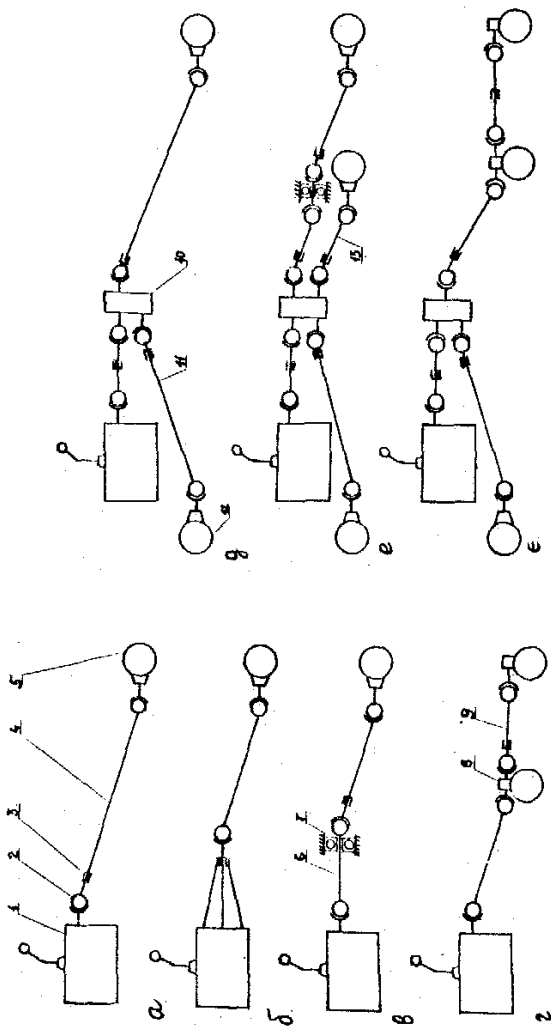


Рис. 71. Схемы карданных передач автомобилей: а, б – с одним задним ведущим мостом без промежуточной опоры; в – с задним ведущим мостом и промежуточной опорой; г – из среднего и задним ведущим мостами; д – передним и задним ведущим мостами; е, з – с тремя ведущими мостами; 1 – коробка передач; 2 – карданный шарнир; 3 – промежуточный шарнир; 4 – основной карданный вал; 5 – задний ведущий мост; 6 – промежуточный карданный вал; 7 – промежуточная опора; 8 – средний ведущий мост; 9 – карданный вал заднего ведущего моста; 10 – раздаточная коробка; 11 – карданный вал переднего ведущего моста; 12 – передний ведущий мост; 13 – карданный вал среднего ведущего моста

3. Карданні шарніри забезпечують передачу крутного моменту між валами, осі яких розміщені під змінними кутами γ_1 і γ_2 (рис. 72). Розрізняють карданні шарніри за значеннями кута γ між валами: *напівкардани* (допускають роботу під кутом $6...8^\circ$) і *повні кардани* (допускають роботу під кутом $30...40^\circ$).

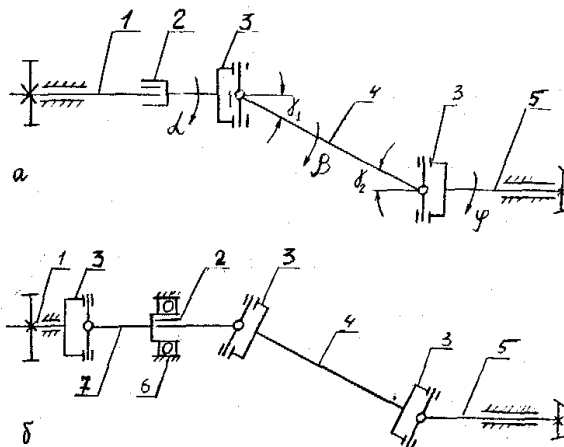


Рис. 72. Кінематичні схеми карданних передач: а – з двома карданними шарнірами; б – трьома карданними шарнірами; 1 – вторинний вал коробки передач; 2 – компенсуючий пристрій; 3 – карданний шарнір; 4 – основний карданний вал; 5 – вал ведучої шестерні головної передачі; 6 – проміжна опора; 7 – проміжний вал

Напівкардани діляться на жорсткі та пружні і використовуються для з'єднання двигуна з коробкою передач, коробки передач з роздавальною коробкою, головної передачі з колесами при незалежній підвісці.

Повні кардани за кінематичними ознаками діляться на карданні шарніри *рівних* і *нерівних* кутових швидкостей.

Карданні шарніри *рівних* кутових швидкостей за конструкцією бувають кулькові з ділильними канавками, кулькові з ділильними важелями, кулачкові та подвійні.

Карданні шарніри *нерівних* кутових швидкостей передають крутний момент під кутом між валами $30...32^\circ$ внаслідок рухомого з'єднання жорстких деталей (рис. 73).

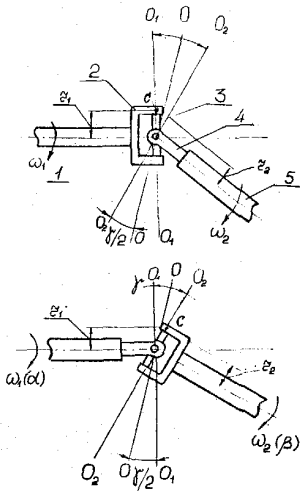


Рис. 73. Схема роботи карданного шарніра нерівних швидкостей: 1 – вівідний вал; 2 – вилка ведучого вала; 3 – хрестовина; 4 – вилка веденого вала; 5 – ведений вал; r_1 , r_2 – радіуси точки C_1 відносно осей валів 1 і 5; w_1 , w_2 – кутові швидкості ведучого і веденого валів

У трансмісії автомобілів застосовують жорсткі універсальні з голчастими підшипниками карданні шарніри. Вони бувають:

- неоднакових кутових швидкостей;
- однакових кутових швидкостей (використовують у мостах автомобілів).

Жорсткий універсальний шарнір складається з двох вилок (одна відноситься до вала коробки передач, а друга з'єднується з агрегатом), хрестовини та чотирьох голчастих підшипників.

Вилки 2 і 4 жорстко закріплені на валах 1 і 5 і при обертанні валів кінці хрестовини не тільки обертаються разом з валами, а й коливаються відносно бісектрисної площини OO . Із схеми видно, що лінійна швидкість точки C_1

$$V_{c_1} = w_1 r_1 = w_2 r_2.$$

Ці умови можуть бути виконані, якщо при обертанні валів точка C_1 переміщуватиметься в бісектрисній площині, тобто в площині, яка ділить кут γ між валами 1 і 5 навпіл.

У зв'язку з тим, що кінці хрестовини (точки C_1 і C_2) коливаються відносно бісектрисної площини OO при повороті вала на кут α , вал 5 повернеться на кут β , не рівний куту α .

Співвідношення між кутами повороту валів 1 і 5 визначається за виразами:

$$tq\alpha = tq\beta \cos \gamma_1; tq\beta = \frac{tq\alpha}{\cos \gamma_1}.$$

При повороті ведучого вала на кут α , ведений повертається на кут β .

З рівняння (14.1) випливає, що кут β стає то більшим, то меншим за кут α . Рівність цих кутів настає через кожні 90° повороту вала 1. Отже, при рівномірному обертанні вала 1 кутова швидкість вала 5 буде нерівномірною, синусоїдальною. Нерівномірність тим більша, чим більший кут γ_1 між осями цих валів.

На рис. 74 показано кутове зміщення веденого вала відносно ведучого при трьох значеннях $\gamma_1 = 10, 20, 30^\circ$.

У результаті нерівномірності обертання вала, розміщеного після карданного шарніра нерівних кутових швидкостей, у трансмісії виникають пульсуючі додаткові навантаження. При $\gamma_1 = 5...10^\circ$ ці навантаження порівняно невеликі, але при збільшенні γ_1 до $15...20^\circ$ вони перевищують навантаження від крутного моменту двигуна. Щоб усунути нерівномірності обертання веденого вала, в карданній передачі потрібно використовувати два карданних шарніра і встановлювати їх так, щоб кути γ_1 і γ_2 між валами були рівними, а вилки карданних шарнірів, закріплені на нерівномірно-обертовому валі, розміщеними в одній площині (див. рис. 72).

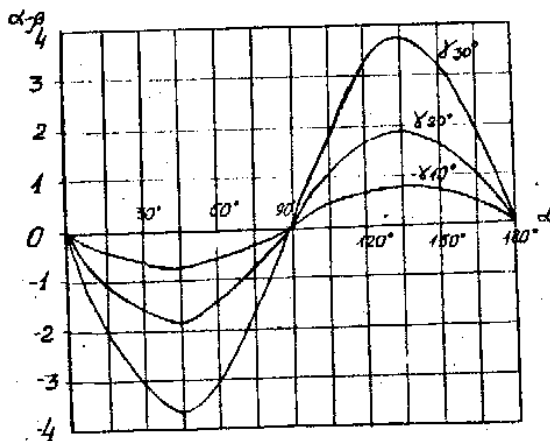
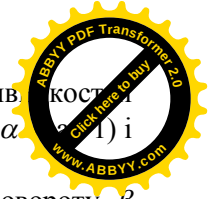
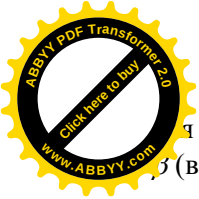


Рис. 74. Криві залежності кутового зміщення веденого вала відносно ведучого від кута повороту ведучого вала



У подвійному карданному шарнірі нерівних кутових швидкостей першого шарніра співвідношення між кутами повороту α (вал 5) виражається за формулою (14.1).

Для другого шарніра співвідношення між кутами повороту β (вал 3) і (вал 5):

$$tq\beta = tq\varphi \cos \gamma_2 \quad (14.2)$$

Зрівнюючи $tq\beta$ із двох останніх формул (14.1) і (14.2) для шарнірів I і II, дістанемо:

$$\frac{tq\alpha}{\cos \gamma_1} = \frac{tq\varphi}{\cos \gamma_2},$$

звідки

$$tq\varphi = tq\alpha \frac{\cos \gamma_2}{\cos \gamma_1}.$$

При $\gamma_1 = \gamma_2$ дістанемо $tq\varphi = tq\alpha$, тобто вал 5 повернеться на кут φ , рівний куту повороту вала 1.

У приводі до ведучих керованих коліс застосовується один карданний шарнір рівних кутових швидкостей. Такі карданні шарніри забезпечують рівномірне обертання вала, розміщеного після шарніра при рівномірному обертанні вала, розміщеного перед шарніром.

Принцип дії карданного шарніра *рівних* кутових швидкостей можна проілюструвати схемою, зображеною на рис. 75. Вали 1 і 2 з'єднані між собою вилками 3 й 4. Вилки контактують у точці Б, лінійна швидкість якої однакова для обох вилок, тобто $V_B = \omega_1 b = \omega_2 a$, Рівність кутових швидкостей $\omega_1 = \omega_2$, можлива, якщо $b = a$. Ця умова виконується, якщо кут θ дорівнює куту ψ , тобто, якщо точка Б контакту вилок лежить на бісектрисі кута $180^\circ - \gamma$. При обертанні валів точка Б повинна переміщатися в бісектрисній площині. Конструктивно цю умову можна забезпечити різними способами.

Конструкція елементів, карданних передач. У трансмісії автомобілів застосовують жорсткі карданні шарніри неоднакових і однакових кутових швидкостей.

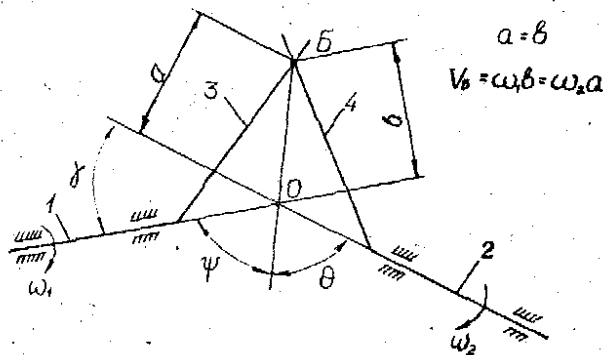


Рис. 75. Схема роботи карданного шарніра рівних кутових швидкостей: 1, 2 – відповідно ведучий і ведений вал; 3, 4 – вилка відповідно ведучого і веденого вала

Карданний шарнір неоднакових кутових швидкостей, складається із жорстких деталей (рис. 76, а); ведучої 10 і веденої 6 вилок, хрестовини 8, на шипи якої надіті голчасті підшипники (рис. 76, в). Голки в обоймі підшипника утримуються шайбами і ковпачками, які напресовані на підшипник. Підшипник закріплюється у вилках за допомогою кришок, болтів і стопорних пластин. Ущільнення голчастого підшипника складається із пробкового (гумового) сальника. Крутний момент передається від вилки 10 до вилки 6 через хрестовину 8. При такій конструкції і рівномірному обертанні вилки ведучого вала кутова швидкість веденої вилки змінюватиметься два рази на кожен оберт, збільшуючись і зменшуючись. Тому такий шарнір називають шарніром неоднакових кутових швидкостей. Передачі з одним жорстким карданним шарніром неоднакових швидкостей практично не застосовуються.

У приводі передніх керованих і ведучих коліс автомобілів підвищеної прохідності застосовують шарніри однакових кутових швидкостей двох типів: кулькові і кулачкові.

Кульковий карданний шарнір (рис. 76, з) складається із двох вилок 17 і 19 з овальними канавками, куди закладаються ведучі кульки 20. Для центрування вилок використовують сферичні западини на їх внутрішніх торцях, у яких установлюється центруюча кулька 18.

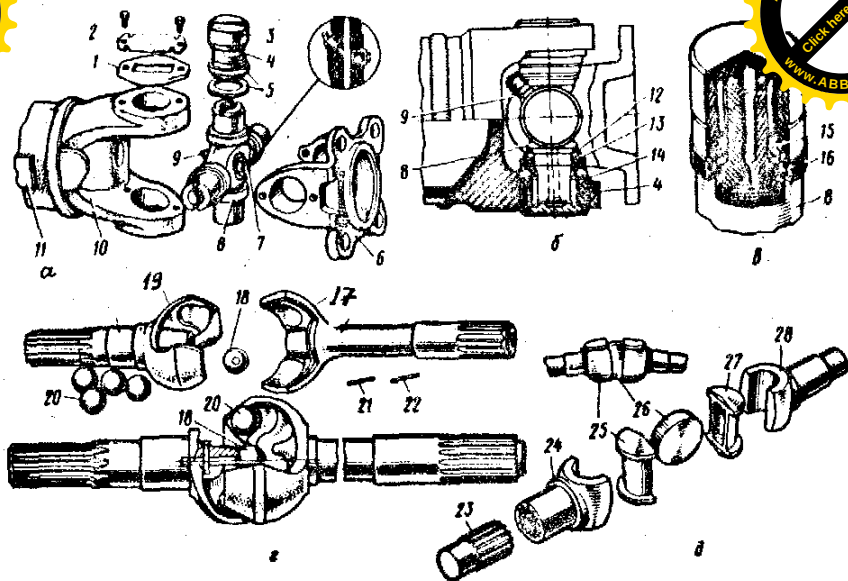


Рис. 76. Карданні шарніри: а, б і в – нерівних кутових швидкостей; г – кульковий карданний шарнір рівних кутових швидкостей; д – кулачковий карданний шарнір рівних кутових швидкостей; 1 – кришка; 2 – стопорна пластина; 3 – стакан підшипника; 4 – голки; 5, 15, 10 – сальники; 6, 7, 10 – запобіжний клапан; 8 – хрестовина; 9 – маслянка; 11 – карданний вал; 12 – відбивач; 13 – саморухомий сальник; 14 – стопорне кільце; 17, 19 – вилки з подільними канавками; 18 – центральний шарик; 20 – ведучі шарики; 21 – штифт; 22 – шпилька; 23 – півосі; 24, 28 – вилки; 25, 27 – напівциліндричні кулаки; 26 – центральний диск; 29, 30 – вилки з овальними канавками

При передачі крутного моменту ведучі кульки розташовуються незалежно від кутових переміщень вилок у їх овальних канавках у площині, яка поділяє кут між осями навпіл. В результаті обидві вилки обертаються з однаковою кутовою швидкістю.

Кулачковий карданний шарнір однакових кутових швидкостей застосовують у приводі передніх коліс автомобіля (рис. 76, д). До конструкції шарніра включена зовнішня піввісь 23 колеса, яка входить шліцьовим кінцем у вилку 24 шарніра. Внутрішня піввісь виконана як

Ось ціле з вилкою шарніра, а її зовнішній кінець стискається з вилкою вилкою диференціала шліцьовим з'єднанням. У вилки встановлені кулаки 25 і 27, у пази яких закладений сталевий диск.

При передаванні обертання, коли півосі 23 розташовані під кутом, кожний із кулаків 25 і 27 повертається одночасно відносно осі паза вилки й осі диска. Осі пазів вилок лежать у одній площині, яка проходить через середню площину диска 26. Ці осі розташовані на рівних відстанях від точки перетину осей півосей 23 і пади перпендикулярні осям валів, тому точка їх перетину при будь-якому положенні вилок розміщується у бісектрисній площині.

Кулачкові карданні шарніри можуть працювати при кутах до 50° . Завдяки більшій контактній поверхні педаль, через які передаються зусилля, кулачковий карданний шарнір має невеликі розміри. Недоліком розглянутого шарніра є підвищене тертя в місцях сполучення диска і кулаків з вилками, в результаті чого знижується ККД і підвищується нагрівання та спрацювання шарніра під час роботи.

4. Для підтримання карданної передачі передбачено проміжну опору (рис. 77), яка кріпиться до рами машини. На рис. 77, а показана проміжна опора з радіальним кульковим підшипником 1, внутрішня обойма якого встановлена на наконечникові карданного вала 2, а зовнішня – у резиновій втулці 3. Втулка кронштейном 4 кріпиться до рами (кузова) автомобіля. Пружний елемент 3 має спеціальні прорізи, які підвищують його еластичність і сприяють гасінню вібрацій.

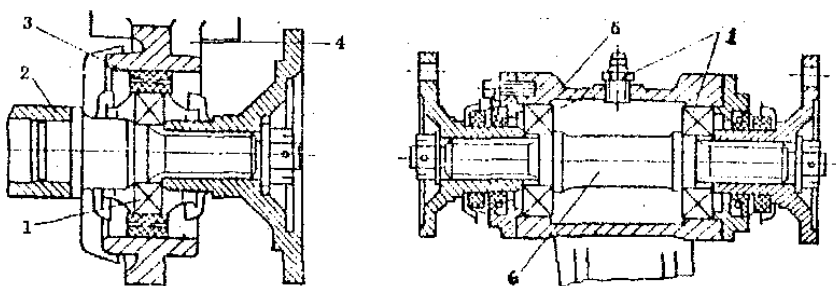


Рис. 77. Проміжні опори: а – одноопорна; б – двохопорна; 1 – підшипники; 2 – карданний вал; 3 – гумова втулка; 4 – кронштейн; 5 – корпус; 6 – вал



Проміжна опора, яка складається із вала 2, установлюється на підшипниках 1 (рис. 77, б), застосовується у карданній передачі при значних переміщеннях агрегатів трансмісії, з'єднаних карданним валом, або при неможливості з'єднати агрегати одним валом (наприклад, для привода заднього моста автомобіля з трьома мостами). Двоопорні проміжні опори сприймають осьові навантаження, тому в них часто встановлюють роликові кінцеві підшипники.

5. *Карданні вали* виготовляють із тонких сталевих труб, на кінці яких запресовані хвостовики вилок, шліцові втулки. Після складання карданні вали балансують для зменшення вібрацій, які виникають під час роботи карданної передачі.

Довжина карданного вала визначається крутним моментом, який він передає, і критичною частотою його обертання.

Критична частота обертання карданного вала $n_{\text{кк}}$, хв^{-1} :

$$n_{\text{кк}} = 1,85 \cdot 10^7 \frac{\sqrt{D_{\text{к}}^2 - d_{\text{к}}^2}}{L_{\text{к}}^2},$$

де $D_{\text{к}}$, $d_{\text{к}}$ – відповідно зовнішній і внутрішній діаметри труби карданного вала, см; $L_{\text{к}}$ – максимальна довжина карданного вала, см.

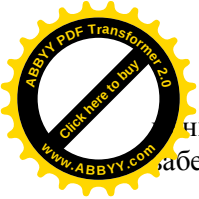
За довжину двохшарнірного карданного вала приймають відстань між центрами карданних шарнірів, встановлених на кінцях вала. Довжина одношарнірного карданного вала визначається відстанню між центром карданного шарніра і центром проміжної опори [1; 2].

ЛЕКЦІЯ № 15

Головні передачі

1. Класифікація шестеренчастих головних передач.
2. Конструкція та основні параметри головних передач.
3. Ведучі мости тракторів і автомобілів.

1. На сучасних автомобілях застосовують швидкісні двигуни, які розвивають великі потужності при відносно невеликих розмірах і масах.



Максимальний крутний момент на їх валах в декілька разів перевищує той, який необхідно прикласти до ведучих кінцевих валів для забезпечення руху автомобіля навіть по задовільній дорозі.

Головна передача служить для збільшення крутного моменту, який підводиться від карданного вала і для передачі його до міжколісного диференціалу і далі на піввісь, під кутом 90° .

До головних передач ставляться такі вимоги:

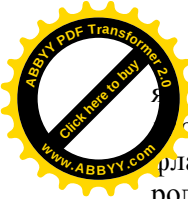
- забезпечити оптимальні тягово-швидкісні і паливно-економічні характеристики трактора (автомобіля) при відповідному виборі передаточних чисел;
- мінімальні розміри по висоті для забезпечення максимально можливого дорожнього просвіту;
- висока технологічність у виробництві і експлуатації;
- високий ККД у широкому діапазоні швидкісних, навантажувальних і теплових режимах роботи;
- висока надійність (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність) і жорсткість;
- плавність і безшумність роботи;
- хороші масогабаритні показники (компактність і як можна менша маса);
- можливість забезпечення заданих значень рівня підлоги (для автобусів).

Класифікація головних передач показана на рис. 78.

2. Черв'ячні (рис. 79, *з*) і кінчні головні з прямими зубцями передачі на сучасних автомобілях застосовують рідко. Циліндричні головні передачі (рис. 79, *в*) широко використовують у передньоприводних автомобілях при поперечному розташуванні двигуна. У таких автомобілях циліндрична головна передача розташовується в загальному корпусі з коробкою передач і зчепленням. Ведуча шестірня головної передачі закріплюється на веденому валі коробки передач 1, а деколи виготовляється як одне ціле з цим валом.

Ведена шестірня 3 прикріплена до фланця корпусу диференціала 4, який обертається у двох кінцевих роликів підшипниках.

Конічні головні передачі (рис. 79, *а*) із спіральними зубами, які прийшли на зміну кінцевим передачам з прямими зубами, в теперішній час застосовуються головним чином на деяких вантажних автомобілях середньої вантажопідйомності, а також у подвійних головних передачах. Ведуча шестерня таких передач теж виготовлена



одне ціле з валом 1, який для зменшення прогину встановлений у двох або трьох підшипниках. Ведена шестірня 3 прикріплена до фланця корпусу диференціала 4, який встановлений у двох конічних роликових підшипниках.

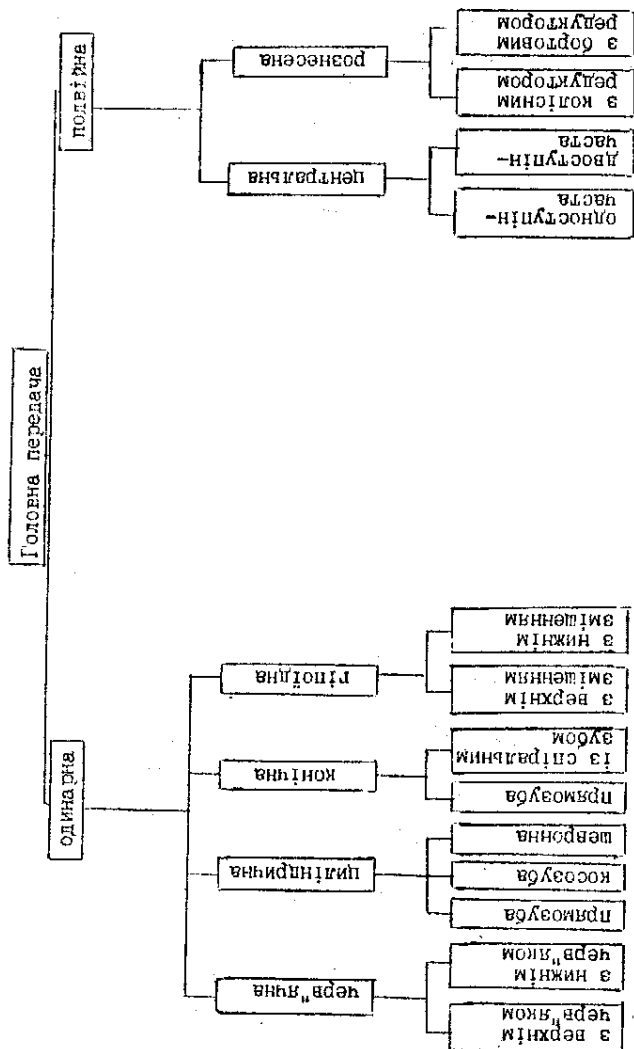
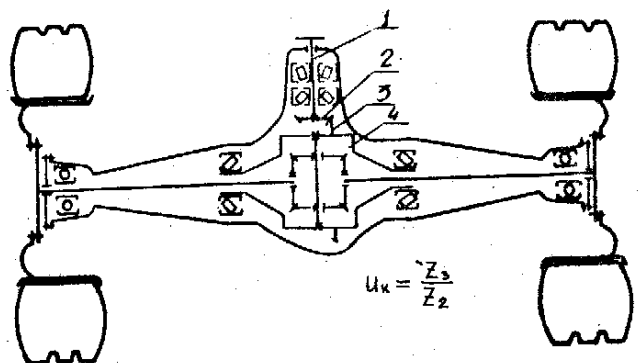
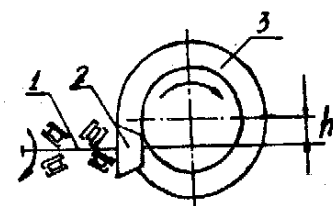


Рис. 78. Класифікація головних передач

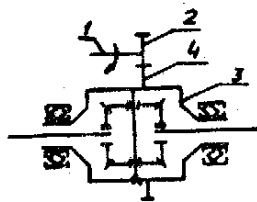
Гепіодні головні передачі (рис. 79, б) набули широкого застосування на легкових автомобілях всіх класів, вантажних автомобілях малої та середньої вантажопідйомності і автобусах середньої місткості. Вісь ведучої шестірні 2 зміщена відносно осі веденої шестерні 3.



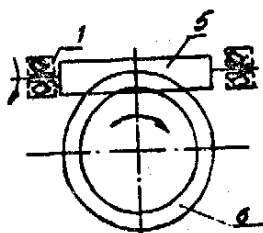
а



б $u_k = \frac{Z_3}{Z_2}$

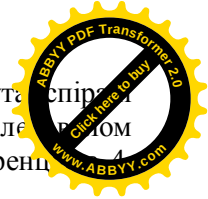


г $u_4 = \frac{Z_3}{Z_2}$



д

Рис. 79. Схеми одинарних передач: а – конічна; б – гепіодна; в – циліндрична; г – черв'ячна; 1 – вал ведучої шестерні; 2 – ведуча шестерня; 3 – ведена шестерня; 4 – диференціал; 5 – черв'як; 6 – черв'ячне колесо



Кут спіралі зубів ведучої шестерні більший від кута спіралі веденої шестерні. Ведуча шестірня 2 виготовлена як одне ціле з веденою шестірнею 3, а ведена шестірня 3 кріпиться до фланця корпусу диференціала, який встановлений у двох конічних роликових підшипниках.

Центральні подвійні одноступінчасті головні передачі (рис. 80, а) являють собою поєднання конічної або гепоїдної пари шестерень а циліндричною парою, які об'єднані в загальному картері 3. Картер подвійної головної передачі закріплений на балці 1 ведучого моста. На кінцях балки за допомогою конічних роликових підшипників установлені на маточині 11 ведучі колеса.

Ведуча конічна шестірня виконана як одне ціле з ведучим валом і встановлена в стакані 6 на двох конічних підшипниках. Між підшипниками встановлені розпірні втулки і шайби для регулювання попереднього натягу підшипників. Ведена конічна шестірня 7 запресована на вал і прикріплена до його фланця заклепками. Цей вал виконаний як одне ціле з ведучою циліндричною шестернею 8 і обертається на двох конічних роликових підшипниках. Ведена циліндрична шестерня 9 закріплена болтами до корпусу диференціала, утвореного двома чашками. Опорами корпусу диференціала служать два роликопідшипники, розташовані в гніздах картера.

У тривісних автомобілях подвійна головна передача проміжного моста має прохідний ведучий вал для приводу головної передачі заднього ведучого моста.

Одноступінчасті подвійні головні передачі використовують для вантажних автомобілів середньої та великої вантажопідйомності і автобусів середньої і великої місткості.

Центральні подвійні двоступінчасті головні, передачі являють собою поєднання конічної або гепоїдної пари з циліндричною або планетарною передачею (рис. 80, б).

У такій передачі зміна передаточних чисел відбувається за рахунок допоміжної пари циліндричних шестерень у другій зубчастій парі. У цьому випадку на проміжному валу і корпусі диференціала установлені дві пари циліндричних зубчастих коліс, шестірні 8 і 13 на проміжному валу установлюються на підшипниках ковзання і з'єднуються з валом через зубчасту муфту 14.

Двоступінчасті головні передачі застосовують на деяких вантажних автомобілях і сідельних тягачах середньої та великої вантажопідйомності.

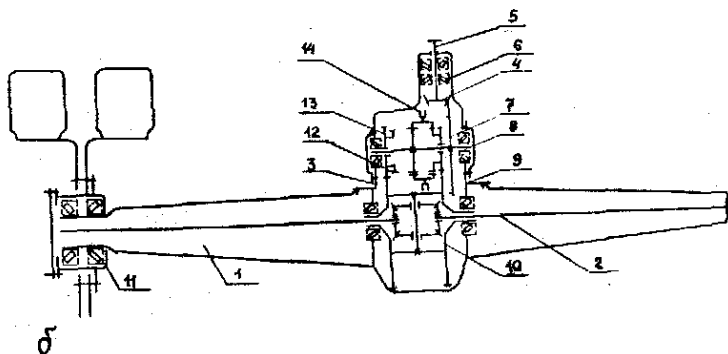
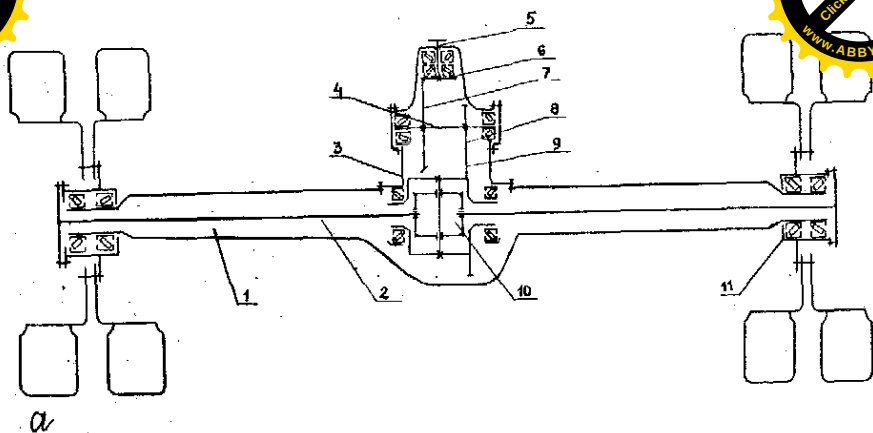


Рис. 80. Схеми подвійних центральних головних передач:
а – одноступінчаста; б – двоступінчаста; 1 – балка ведучого моста; 2 – піввісь; 3 – картер головної передачі; 4 – ведуча конічна шестерня; 5 – вал ведучої конічної шестерні; 6 – стакан вала ведучої шестерні; 7 – ведена конічна шестерня; 8 – ведуча циліндрична шестерня 1 ступеня; 9 – ведена циліндрична шестерня 1 ступеня; 10 – диференціал; 11 – маточина; 12 – ведена циліндрична шестерня II ступеня; 13 – ведуча циліндрична шестерня II ступеня; 14 – зубчаста муфта

Рознесені подвійні головні передачі складаються з центрального конічного із спіральними зубами або георедуктора і колісного (бортового) планетарного (циліндричного) редукторів (рис. 81) і застосовуються для вантажних автомобілів великої вантажопідйомності, автобусах середньої і великої місткості і автомобілях високої прохідності. Вал 1 ведучої шестірні 2 опирається на два конічних роликових підшипника. Ведена шестірня 3 закріплена на корпусі 4 диференціала, який обертається на двох конічних роликових підшипниках.

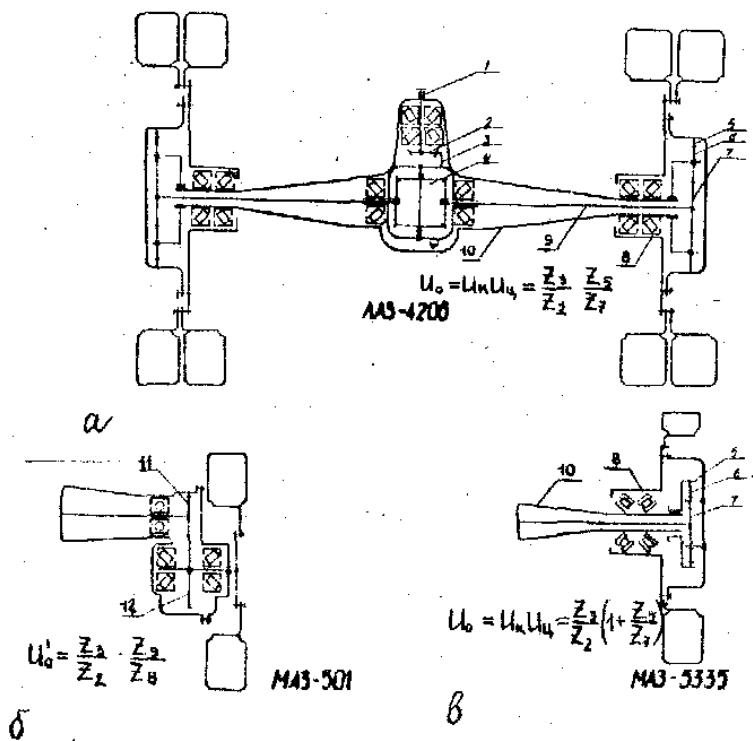


Рис. 81. Схеми подвійних рознесених головних передач: а, в – з колісною передачею; б – з бортовою передачею; 1 – вал ведучої конічної шестерні; 2 – ведуча конічна шестірня; 3 – ведена конічна шестірня; 4 – диференціал; 5 – епіциклічна шестерня; 6 – сателіт; 7 – сонцева (центральна) шестерня; 8 – маточина колеса; 9 – піввісь; 10 – балка ведучого моста; 11 – ведуча циліндрична шестерня; 12 – ведена циліндрична шестерня



Колісний редуктор, виконаний планетарним. Планетарного механізму циліндричні з прямими зубами. Крутий момент від диференціала двома півосями 9 підводиться до центральних (сонцевих) шестерень 7. Від центральних (сонцевих) шестірень крутий момент передається сателітам 6, встановленим на осях, кінці яких запресовані в отвори водила. Водило шпильками з'єднано з маточинами 8 коліс, встановлених на підшипниках.

Збільшення крутного моменту в шестерінчастій головній передачі відбувається за рахунок передаточного числа зубчастих конічних або циліндричних шестерень, через які передається крутий момент.

Формули для визначення передаточних чисел різних типів головних передач показані на рис. 79, 80.

Передаточне число головної передачі залежить, в основному, від потужності і швидкохідності двигуна, маси і призначення автомобіля. У вантажних автомобілях воно буває переважно в межах 6,5...9,0; у легкових автомобілях – 3,5...5,0.

При збільшенні передаточного числа трансмісії на постійне значення головна передача забезпечує:

- узгодженість швидкісної характеристики двигуна з тягово-швидкісною характеристикою автомобіля;
- зменшення крутного моменту в агрегатах трансмісії, що знаходяться перед головною передачею.

3. Ведучим мостом колісного трактора (автомобіля) називається міст, колеса якого є ведучими. Міст – це жорстка балка, у якому розміщені головна передача, диференціал і привод коліс. Інколи мости тракторів об'єднують ще і коробку передач. При цьому приводи розміщують у з'ємних картерах.

У ведучого (заднього) моста гусеничного трактора можливі такі комбінації механізмів: коробка передач, головна передача і механізм повороту; дві незалежні одна від одної головні передачі.

Для зменшення маси автомобіля картери ведучих мостів виконуються зварними із штампованих профілів, до яких приварюються фланці кріплення редукторів головних передач. Корпуси більшості задніх мостів тракторів відливаються із сірого чавуну або сталі.

Механізм трансмісії автомобіля, який перетворює крутий момент і розміщений перед його ведучими колесами, називається



головною передачею. У тракторів головна передача виконує функції, але розміщується перед кінцевими передачами.

Головні передачі виготовляються з конічними спіральними циліндричними прямозубими шестернями. Головні передачі із циліндричними шестернями встановлюються на тракторах з коробками передач, які мають поперечні вали.

Головні передачі автомобілів поділяються на *одинарні* і *двійні* (рис. 79, 80). Якщо обидві пари шестерень головної двійної передачі розміщені у загальному картері, то вона називається *центральною*. Якщо у двійної головної передачі друга пара шестерень розміщена у приводі до кожного ведучого колеса, то вона називається *рознесеною*.

Для забезпечення кращих динамічних якостей автомобіля застосовуються головні передачі, які мають дві передачі, що переключаються з різними передатніми числами. Їх називають *двохступеневими* (рис. 81).

Вали ведучих коліс. Вал ведучого колеса передає крутний момент від диференціала (автомобілі і колісні трактори) або механізми повороту (гусеничні трактори) до ведучих коліс. Вал ведучого колеса, який безпосередньо з'єднаний з диференціалом, називають *піввіссю* (автомобілі). У тракторів вал ведучого колеса служить складовою частиною кінцевої передачі. Піввісі (вали ведучих коліс) залежно від навантаження, яке вони сприймають поділяють на *піврозвантажені*, *розвантажені* на $\frac{3}{4}$ і *розвантажені*.

Для зміни напрямку руху гусеничних тракторів використовують механізми поворотів, конструкція яких передбачає відключення від трансмісії тієї гусениці, в сторону якої необхідно здійснювати поворот. Якщо необхідно зробити крутий поворот, то відключену гусеницю пригальмовують.

Конструкція механізму повороту являє собою самостійний вузол, розміщений за головною передачею трактора. Можлива і інша схема, коли функцію механізму повороту виконує коробка передач. Тоді вона має два вторинних вали.

Трансмісії із розподілом потоку потужності за головною передачею називають *однопотокowymi*. Якщо розподіл потоку потужності відбувається у коробці передач, то трансмісію називають *двохпотокowoю*. Застосування *двохпотокowych* трансмісій дає можливість зменшити масу трактора. В *однопотокowych* трансмісіях, у якості механізмів повороту, використовуються планетарні механізми і сухі фрикційні багатодискові муфти – муфти керування.



Кінцеві передачі. Кінцеві передачі забезпечують збільшення крутного моменту, який передається від головної передачі до ведучих коліс трактора. В автомобілів підвищення вантажопідйомності роль кінцевої передачі виконує друга пара шестерень рознесеної двійної головної передачі. У гусеничних тракторів кінцеві передачі розміщують за механізмом повороту, а у колісних – за диференціалом. За кінематичною схемою вони бувають одно- і двохступеневі.

ЛЕКЦІЯ № 16

Міжосьові диференціали

1. Визначення та вимоги до диференціалів.
2. Класифікація міжосьових диференціалів.
3. Схеми міжосьових диференціалів.

1. При повороті автомобіля, або при русі по нерівних дорогах, ведучі колеса проходять різні шляхи, тому зв'язок між колесами повинен бути диференціальним, тобто повинен мати два ступеня вільності.

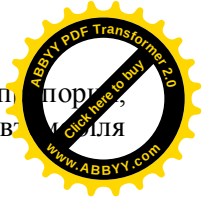
У цьому випадку кожне колесо незалежно одне від одного може проходити свій шлях. При цьому до коліс завжди підводиться ведучий крутний момент. Ці функції виконує механізм, який отримав назву "диференціал".

Для роздавальних коробок з диференціальним приводом характерна відсутність у приводі ведучих мостів, циркуляції потужності, що дозволяє мати постійно включений привод усіх ведучих мостів. Роздавальні коробки таких типів можуть застосовуватись на всіх типах повноприводних автомобілів.

Диференціалом називається механізм трансмісії, який розподіляє підведений до нього крутний момент між вихідними валами і дозволяє їм обертатися з неоднаковими швидкостями.

Диференціал призначений для розподілення крутного моменту між веденими валами (півосьями) автомобіля і забезпечення обертання ведучих коліс з різними кутовими швидкостями, що потрібно на поворотах автомобіля і під час руху по нерівній дорозі, а також при русі автомобіля по прямій і рівній дорозі у випадку неоднакових розмірів радіусів ведучих коліс.

До диференціала ставляться такі вимоги:



- розподілення моменту між колесами або мостами у порівнянні з забезпеченням найкращі експлуатаційні властивості автотранспорту (максимальні тягові сили);
- хороша стійкість і керованість;
- забезпечення мінімальних розмірів і маси;
- простота конструкції і обслуговування;
- технологічність і ремонтпридатність;
- низький рівень шуму.

2. За конструкцією розрізняють диференціали *шестеренчасті*, *кулачкові*, *черв'ячні* і з *механізмом вільного ходу*. За місцем встановлення диференціала на автомобілі розрізняють міжколісні, міжосеві і міжбортів диференціали.

Міжколісний диференціал встановлюється між правим і лівим ведучими колесами однієї осі автомобіля (трактора).

Міжвісевий диференціал розміщений між ведучими мостами автомобіля (трактора).

Міжбортів диференціал встановлюється між ведучими колесами з правої і лівої сторін автомобіля.

Міжколісні диференціали, як правило, симетричні, оскільки вони дозволяють у певні моменти рівномірно розподіляти зусилля між ведучими валами. Для забезпечення фіксації валів диференціали обладнують механізмами блокування.

Розрізняють блокуючі і самоблокуючі диференціали. Привод блокуючого диференціала може бути механічним, гідравлічним або пневматичним. У самоблокуючих диференціалів нерівність моментів на вихідних валах досягається автоматично.

Класифікація диференціалів зображена на рис. 82, а схеми найбільш розповсюджених диференціалів з постійним і непостійним співвідношенням моментів на вихідних валах – на рис. 83 і 84.

3. У симетричному шестеренчастому диференціалі (рис. 83, а, б) числа зубів шестерень вихідних валів рівні, тому для такого диференціала передаточне число при зупиненому водилі (корпуса диференціалу) дорівнює одиниці. Це і визначає його властивості:

1. Сума кутових швидкостей лівої і правої півосейових шестерень (ведучих коліс) дорівнює кутовій швидкості корпуса диференціала, тобто

$$\omega_{\lambda} + \omega_{\eta} = 2\omega_{\delta}. \quad (16.1)$$

2. За будь-яких відношень кутових швидкостей лівої і правої осей шестерень їх крутні моменти рівні (як і моменти правого колеса), тобто $M_d = M_n$.

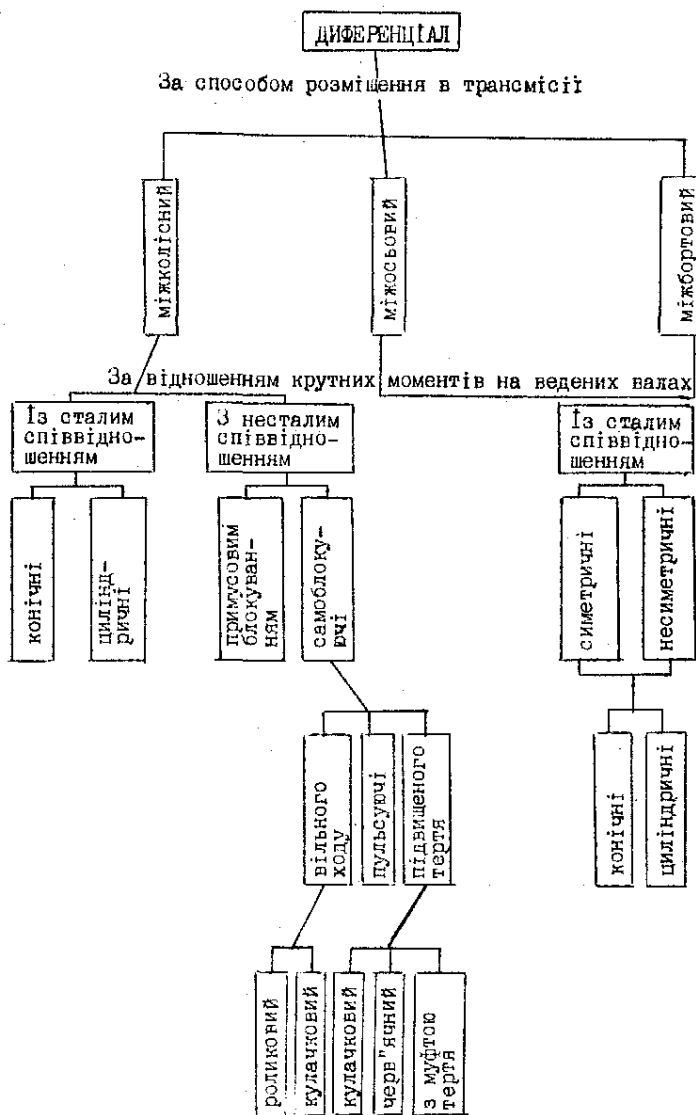


Рис. 82. Класифікація диференціалів

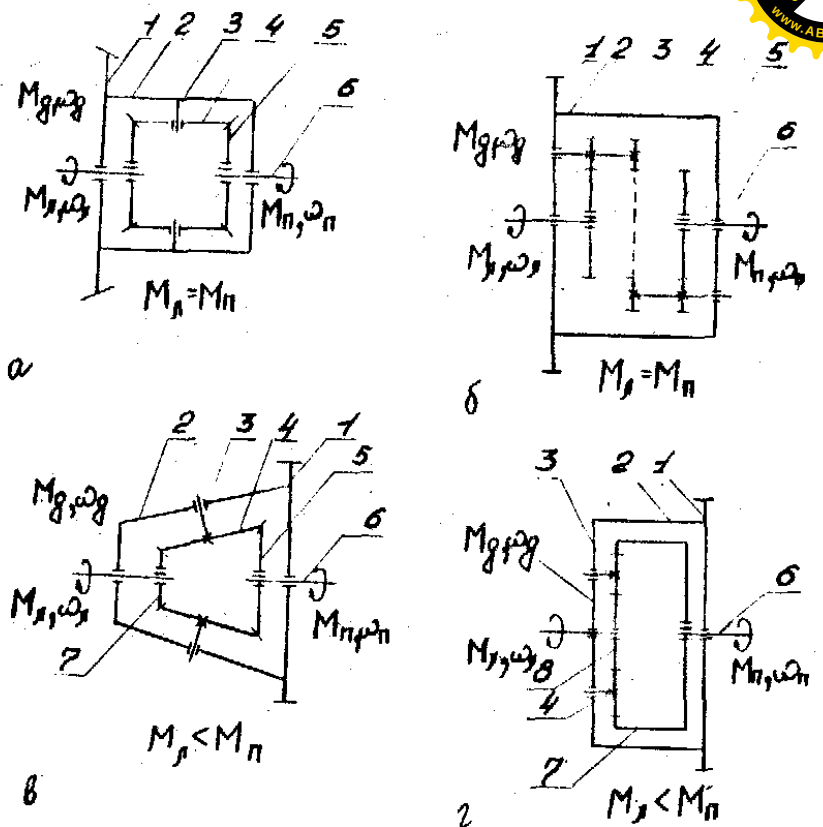


Рис. 83. Схема шестерінчастих диференціалів з постійним співвідношенням моментів на ведених валах: а, б – симетричні, відповідно конічний і циліндричний; в, г – несиметричні, відповідно конічний і циліндричний; 1 – ведена шестірня головної передачі; 2 – корпус диференціала; 3 – вісь сателітів; 4 – сателіти; 5 – шестірні ведених валів; 6 – ведені вали (півосі); 7 – епіциклічна шестерня; 8 – сонячна шестерня

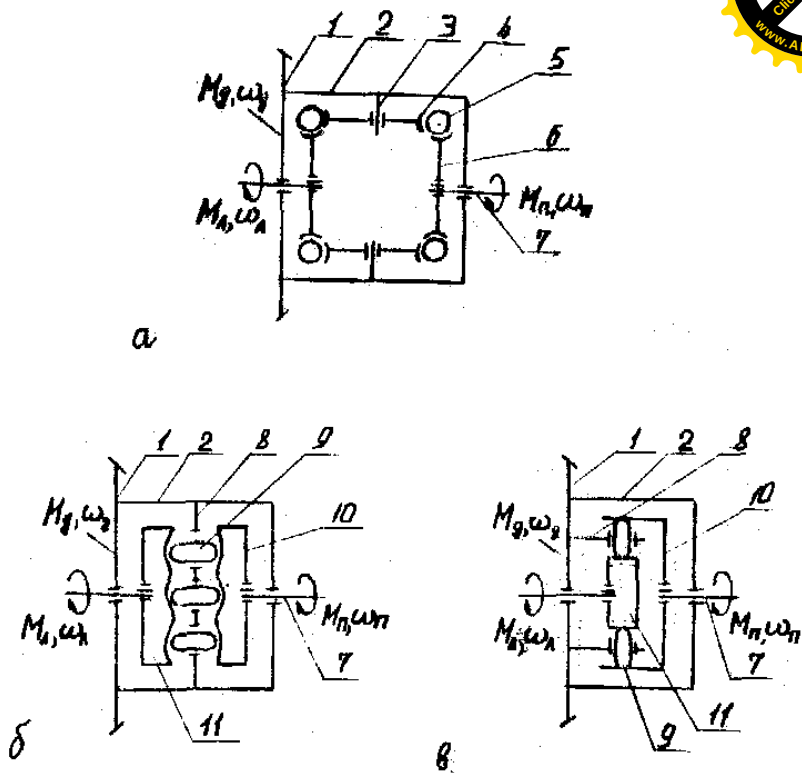
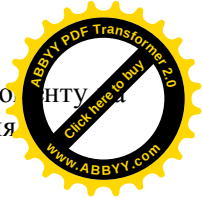
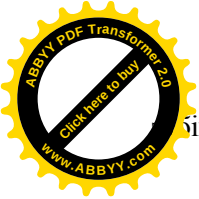


Рис. 84. Схеми диференціалів з несталим співвідношенням моментів на ведених валах: а – черв'ячний; б, в – кулачковий (сухарний) відповідно з осовим і радіальним розміщенням сухариків; 1 – ведена кінцева шестерня головної передачі; 2 – корпус диференціала; 3 – вісь сателітів; 4 – черв'ячне колесо; 5 – черв'як; 6 – черв'ячні колеса ведених валів; 7 – ведені вали (півосі); 8 – сепаратор; 9 – сухарі; 10, 11 – кулачкові муфти (півосьові муфти)

Для підвищення прохідності на деяких автомобілях застосовуються самоблокуючі диференціали, які більшу частину крутного моменту передають на колесо, що обертається з меншою кутовою швидкістю (відстаюче колесо).



Відношення моменту на відстаючому колесі $M_{\text{від}}$ до моменту на бігаючому колесі $M_{\text{заб}}$ називається коефіцієнтом блокування

$$\kappa_{\phi} = \frac{M_{\text{від}}}{M_{\text{заб}}}.$$

Оптимальний κ_{ϕ} визначається відношенням максимального ϕ_{max} і мінімального ϕ_{min} коефіцієнтів зчеплення колеса з опорною поверхнею:

$$\kappa_{\phi} = \frac{\phi_{\text{max}}}{\phi_{\text{min}}}.$$

Внаслідок того, що дорожні умови дуже різноманітні, κ_{ϕ} не може бути постійним. Найбільш імовірним поєднанням дорожніх умов відповідає коефіцієнт блокування біля 3...5.

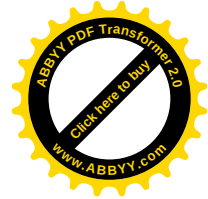
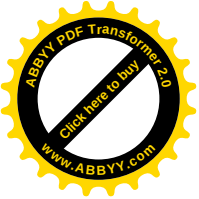
Відповідно до цього максимальна сила тяги при русанні з місця двовісного автомобіля з колісною формулою 4 x 2 і симетричним диференціалом ведучого моста може бути визначена за формулою:

$$P_{T \text{ max}} = \phi_{\text{л}} G_{2\text{л}} + \phi_{\text{н}} G_{2\text{н}} = \phi_{\text{л}} G_{2\text{л}} + \kappa_{\phi} \phi_{\text{л}} G_{2\text{л}}, \quad (16.2)$$

де $\phi_{\text{л}}$ і $\phi_{\text{н}}$ – коефіцієнти зчеплення з дорогою відповідно лівого і правого колеса; $G_{2\text{л}}$ і $G_{2\text{н}}$ – маса автомобіля, що припадає відповідно на ліве і праве колесо.

Залежно від значення коефіцієнта блокування диференціала максимальна сила тяги на ведучих колесах буде більша у того автомобіля (за інших рівних умов), у якого коефіцієнт блокування диференціала буде більшим.

У симетричного шестеренчастого диференціала $\kappa_{\phi}=1$, у диференціала з примусовим блокуванням $\kappa_{\phi} = \frac{\phi_{\text{max}}}{\phi_{\text{min}}}$, а у диференціалів з самоблокуванням – $\kappa_{\phi} = 2 \dots 4$ [1; 2; 16].



ЛЕКЦІЯ № 17

Ходова частина тракторів і автомобілів

1. Основні елементи та параметри ходової частини.
2. Несучі системи.
3. Загальні відомості, класифікація та складові підвісок.
4. Колісні та гусеничні рушії.

1. *Ходова частина* передає на опорну поверхню масу трактора (автомобіля) і приводить його в рух. Вона складається з несучої системи, підвіски і рушія.

Несуча система є *остовом* трактора (автомобіля), до якої кріпляться всі агрегати і який сприймає діючі на трактор зусилля.

Підвіска з'єднує несучу систему з рушієм і забезпечує плавність ходу трактора (автомобіля).

Рушій переносить підведену від двигуна через трансмісію потужність на остов і надає трактору (автомобілю) поступового руху.

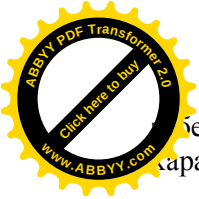
Ходова частина трактора (автомобіля) повинна забезпечувати цілий ряд якісних параметрів, що впливають на ефективність роботи машин. До таких слід віднести:

Прохідність – одна із основних якостей, що дозволяє ефективно використовувати машину (показники прохідності: тягово-зчіпні якості, питомий тиск коліс на ґрунт, захисні зони при русі трактора в міжряддях пропасних культур, колія і просвіт).

Питомий тиск на ґрунт колісних машин залежить від типу шин і тиску повітря в них, навантаження на колеса, величини осідання коліс в ґрунт. В гусеничних тракторів питомий тиск залежить в основному від будови рушія.

Вертикальний просвіт – це віддаль від ґрунту до нижніх точок трактора розміщених, як правило, під переднім і заднім мостами. Розрізняють дорожній і агротехнічний просвіт.

Колія – це відстань між осьовими лініями, проведеними через середини профілів шин або гусениць. Колія трактора загального призначення повинна бути пов'язана з шириною захвату машини, з якою вона агрегатується для забезпечення стійкого руху в горизонтальній площині. Колія задніх коліс універсальних пропасних тракторів залежно від міжрядь (45см, 60, 70, 90 см) може регулюватися.



За принципом дії регулювання колії, механізми забезпечують, ділять на ручні і з застосуванням енергії двигуна, по характеру зміни розміру – на ступеневі і безступеневі.

Важливий фактор забезпечення якісних параметрів ходової частини трактора (автомобіля), на який слід звернути увагу – це *плавність ходу*. При переміщенні машин виникають коливання під дією зовнішніх і внутрішніх збуджувачих сил. Перші – від нерівності шляху, другі – від невірноваження і нерівномірності обертання деталей і механізмів та інших факторів, обумовлених конструкцією машин. Інтенсивність коливань також залежить від кваліфікації водія.

Здатність машини до поглинання коливань і вібрацій характеризується плавністю ходу. Оцінити плавність ходу одним показником не можливо, для цього користуються декількома величинами.

Період коливань T (с) – час, протягом якого здійснюється повний колильний рух.

Частота коливань n (Гц) – число коливань в секунду – величина зворотня періоду.

Амплітуда коливань Z_{max} (м) – найбільше відхилення тіла, що коливається, від положення рівноваги.

Швидкість коливань v (м/с).

Прискорення коливань g (м/с²) – за одиницю якого приймається прискорення вільного падіння 9,81 м/с².

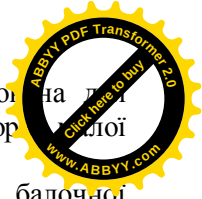
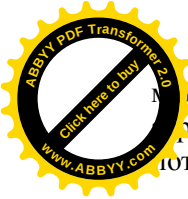
На водія-тракториста діють шкідливі низькочастотні коливання 160...200 кол/хв., які виникають внаслідок дії зовнішніх збуджувачих сил. Для їх усунення сидіння тракториста підресорюють.

2. Розрізняють три типи несучих систем трактора: рамну, піврамну і безрамну.

Рамна несуча система становить зварну або клепану раму, що складається із двох поздовжніх розміщених балок, скріплених литими брусами і балками різного профілю (Т-150, ДТ-75, К-701). Рамний остов має хорошу жорсткість і міцність, доступ до механізмів, але підвищену масу і гірше пристосований до навіски машини.

Піврамна несуча система утворюється з'єднанням литих корпусів агрегатів трансмісії і прикріплених до них балками піврами, на які встановлюють двигун (на всіх універсальних тракторах і Т-130, Т-100М, Т-4А).

Безрамна несуча система складається із жорстко з'єднаних картерів двигуна і трансмісії. Вона має досить високу жорсткість і



меншу масу, ніж рамні і піврамні, але найгірше пристосовані для експлуатації на нерівній місцевості. Застосовується інколи на тракторів з великою потужністю.

На вантажні автомобілі встановлюють раму балочної конструкції, яка складається із двох поздовжніх балок, з'єднаних поперечним. Її називають *лонжеронною*. Легкові автомобілі мають несучий кузов, який виконує функцію несучої системи. У передній частині кузова розміщено підрамник для двигуна.

3. *Підвіскою* називається сукупність пристроїв, які зв'язують несучу систему (раму або кузов автомобіля) з мостами та колесами або з гусеничним рушієм, призначених для зменшення динамічних навантажень, що передаються несучій системі під час руху по нерівностях поверхні дороги і забезпечують передачу всіх сил і моментів, що діють між колесами і рамою (кузовом). Автомобільні підвіски регулюють положення кузова під час руху автомобіля.

Підвіска складається з направляючого пристрою, еластичного елемента (пружинного), вгамовуючого пристрою і амортизатора.

Направляючі пристрої визначають характер переміщення коліс (гусеничних рушіїв) відносно несучої системи трактора (автомобіля).

Пружний елемент підвіски зменшує динамічні навантаження, які діють на машину.

Вгамовуючі пристрої забезпечують необхідне затухання коливань кузова (несучої системи) і коліс (рушіїв) машини.

Пристрої, що гасять коливання найчастіше бувають механічного (фрикційного) і гідравлічного типу.

Амортизатори служать для прискорення затухання коливань кузова автомобіля.

Амортизатори можуть бути односторонньої і двосторонньої дії.

Найбільш поширені гідравлічні амортизатори двосторонньої дії. За конструктивним призначенням амортизатори діляться на важільні і телескопічні.

Підвіска, направляючий пристрій якої має (чи включає) важільний або телескопічний механізм, називається відповідно важільною або телескопічною.

За типом направляючих пристроїв, підвіски гусеничних тракторів ділять на жорсткі, півжорсткі і пружні (еластичні).

Жорстка підвіска не має пружних елементів. Вісі опорних катків жорстко прикріплені до гусеничних візків. Швидкість руху



трактора з такою підвіскою не більше 1,7 м/с (трубопрокідчиків, вантажувачі).

Півжорсткі підвіски виконуються трьох і чотирьох точок. Швидкість руху не перевищує 3,3 м/с.

Пружна (еластична) підвіска застосовується на тракторах, які працюють на підвищених швидкостях – 4,2...5 м/с (ДТ-75).

За типом пружного елемента розрізняють ресорні (листові ресори), пружинні (гвинтові і тарілчасті), торсіонні і резинові підвіски.

Що стосується автомобілів, то їх підвіски можуть бути залежні і незалежні. У залежній підвіски переміщення одного колеса викликає переміщення другого колеса того ж моста, а у незалежній підвіски переміщення коліс одного моста не залежать одне від одного.

Класифікація підвісок показана на рис. 85. Незалежні підвіски, переважно застосовують для легкових автомобілів; залежні автономні – для двовісних вантажних автомобілів і автобусів, рідко для легкових автомобілів, а залежні балансирні – для підресорювання двох близько розташованих мостів, наприклад на тривісних автомобілях.

До конструкції підвіски ставляться такі вимоги:

- забезпечення плавності ходу при будь-якій завантаженості автомобіля;
- забезпечення руху по нерівних дорогах без ударів в обмежувачі;
- обмеження поперечного крену автомобіля і кінематичне узгодження переміщень керованих коліс, яке викликає їх коливання відносно шкворнів;
- забезпечення гашення коливань кузова і коліс;
- незалежність висоти рівня підлоги від завантаженості (для автобусів);
- сталість колії і кутів нахилу коліс;
- сталість кутів нахилу шкворнів;
- надійна передача від коліс до кузова поздовжніх і поперечних сил;
- забезпечення геометричних параметрів прохідності;
- зниження маси невідресорених частин;
- забезпечення мінімальних розмірів і маси;
- простота конструкції і обслуговування;
- технологічність і ремонтпридатність, висока надійність.

Ступінь виконання цих вимог залежить від типу і конструкції підвіски.

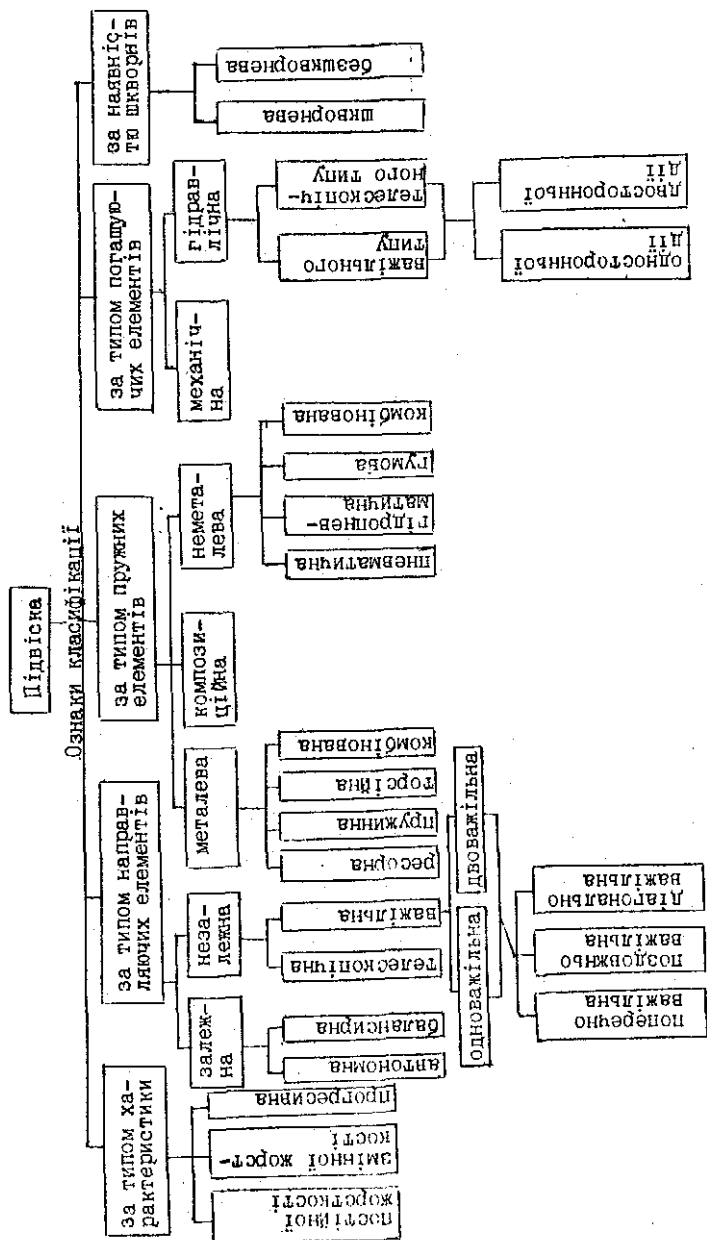


Рис. 85. Класифікація підвісок

Підвіска автомобіля (рис. 86, 87) складається ізправляючого і вгамовуючого пристроїв.

Незалежна підвісна забезпечує незалежність переміщення одного колеса даного моста від переміщення другого колеса.

У важільній незалежній підвісці направляючий пристрій являє собою важільний механізм. Залежно від площини коливання важелів підвіски коліс можуть бути: поперечно-важільні, діагонально-важільні і поздовжньо-важільні.

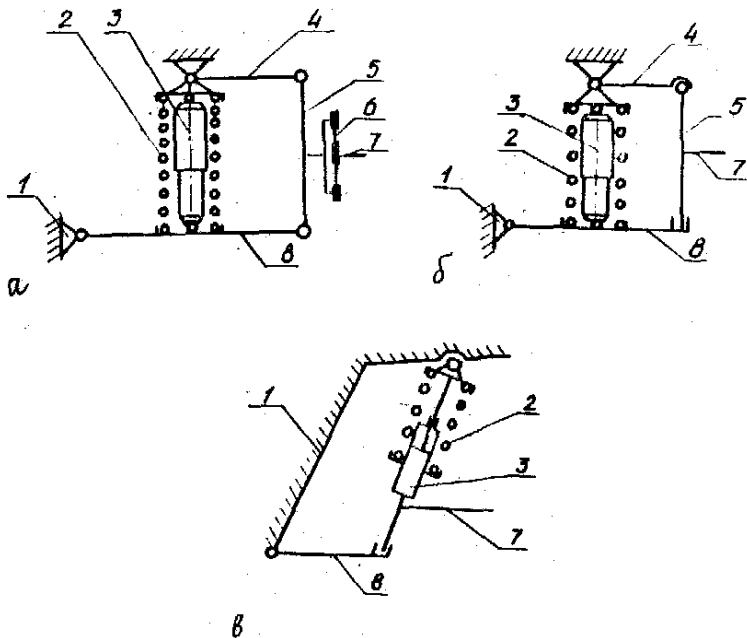


Рис. 86. Схеми незалежних пружинних підвісок: а – важільно-шкворнева; б – важільно-безшкворнева; в – важільно-безшкворнева телескопічна; 1 – балка керованого моста; 2 – пружина; 3 – амортизатор; 4 – верхній важіль; 5 – стояк; 6 – шкворінь; 7 – поворотна цапфа; 8 – нижній важіль

У залежних підвісках легкових автомобілів і автобусів, а також деяких вантажних автомобілів застосовують допоміжний пристрій – стабілізатор поперечної стійкості. Він сприяє зменшенню бічного крену і поперечних кутових коливань кузова автомобіля.

Залежна підвіска характеризується залежністю переміщення одного колеса від переміщення другого колеса. Передаточні моменти від коліс на кузов при такій підвісці може здійснювати безпосередньо пружними елементами (листовою ресорою) або за допомогою штанг.

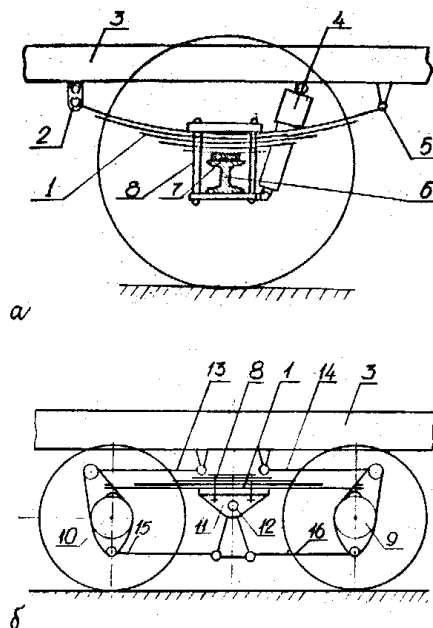


Рис. 87. Схеми залежних підвісок: а – індивідуальна; б – балансірна;
1 – листова ресора; 2 – серга заднього кронштейна; 3 – рама автомобіля; 4 – амортизатор; 5 – кронштейн передній; 6 – передня вісь; 7 – гумова прокладка; 8 – стрем'янка; 9 – середній ведучий міст; 10 – задній ведучий міст; 11 – опора коливна; 12 – вісь опори; 13-16 – реактивні поздовжні штанги

Пружні елементи. Найбільше розповсюдження як на легкових, так і особливо на вантажних автомобілях одержали металеві пружні елементи – листові ресори і спіральні кручені пружини. Зрідка на деяких автомобілях застосовують торсійні вали (торсіони).

Листова ресора являє собою пружний елемент, який складається з набору листів (останнім часом намічається тенденція зменшення кількості листів) і з'єднує підресорну масу автомобіля. Листова ресора

кріпиться посередині до балки моста, а по кінцях – до рами (кузова) автомобіля (рис. 88). Якщо довжина листової ресори ділиться точково на дві частини, то вона називається несиметричною. Якщо ж кріплення на нерівні частини, то вона називається симетричною.

У незалежних підвісках частіше застосовуються циліндричні кручені пружини, які виготовляють, як правило, із сталюго дроту круглого перерізу.

У підвісці кручені пружини сприймають тільки зусилля, прикладені уздовж її осі, тому при їх використанні в підвісці необхідно застосовувати направляючий пристрій. При використанні кручених пружин також необхідні гасильні пристрої, оскільки в пружинах відсутнє тертя.

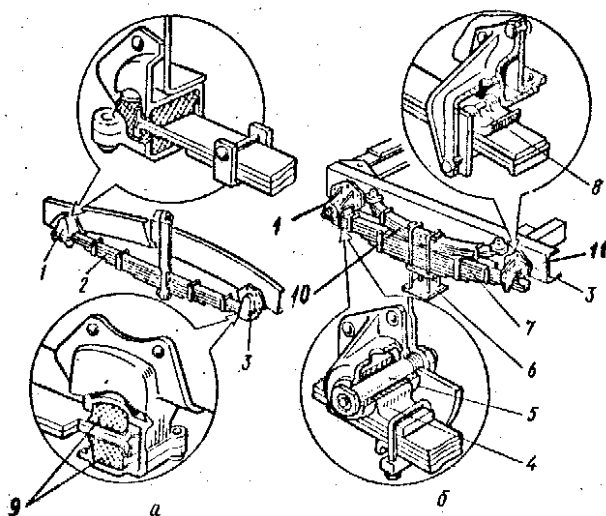
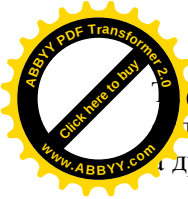


Рис. 88. Способи кріплення листових ресор до рами (кузова) і балки моста: а – ресора передньої підвіски; б – ресора задньої підвіски; 1 – передній кронштейн; 2 – передня ресора; 3 – задній кронштейн; 4 – знімне вушко; 5 – палець; 6 – стрем'янка; 7 – задня ресора; 8 – сухар; 9 – гумові подушки; 10 – додаткова ресора; 11 – лонжерон (рама)

Торсійний вал (торсіон) являє собою сталевий пружний елемент у вигляді стержня, що працює на кручення, один кінець якого кріпиться до рами або до кузова автомобіля, а другий – до важелів підвіски. Дружність зв'язку коліс з рамою забезпечує торсіон.



Торсіони можуть бути суцільними круглого перерізу, складовими з прямокутних пластин. Перші називаються одиничними, а другі – складовими. Найбільш розповсюджені круглі (одиначні) торсіони, як і пружини, у яких відсутнє внутрішнє тертя, потребують використання направляючих і гасильних пристроїв.

Пневматичні пружні елементи являють собою гумово-кордні оболонки, ущільнені по торцях і заповнені повітрям під тиском.

Пневматичні пружні елементи забезпечують пружні властивості підвіски за рахунок стисненого повітря. У теперішній час виготовляють три типи пневматичних пружних елементів: круглі, рукавні і діафрагменні пневмобалони. Круглі пневмобалони виготовляють одно-, дво- і трисекційними.

Найбільше застосування в підвісках сучасних автомобілів одержали двосекційні пневматичні круглі пневмобалони.

Пневматичні пружні елементи забезпечують високу плавність ходу автомобіля. Їх використовують головним чином у підвісках тих автомобілів, у яких корисне навантаження змінюється в широких межах.

Пневматичні пружні елементи також вимагають використання направляючого механізму і вгамовуючих пристроїв.

Резинові пружні елементи використовуються в підвісках сучасних автомобілів як додаткові пружні елементи, які називаються обмежувачами або буферами. Часто в середині буфера вулканізують металеву арматуру, яка призначена для його кріплення і підвищує довговічність. Буфера розділяються на буфер стискний і буфер віддачі. Перший обмежує хід коліс вгору, а другий – вниз. При цьому буфери стиску обмежують деформацію основних пружних елементів підвіски і збільшують її жорсткість. Буфери стиску і віддачі – сумісно використовуються звичайно в незалежних підвісках. В залежних підвісках використовується головним чином буфер стиску.

На деяких автомобілях застосовують комбіновані пружні елементи, які складаються з двох або більше металевих і неметалевих пружних елементів, наприклад ресорно-пружинні, ресорно-пневматичні та ін.

Кінематичні схеми. Від схем підвіски залежить компоновка автомобіля, параметри плавності ходу, стійкості і керованості, маса автомобіля та ін. Характерні кінематичні схеми сучасних автомобілів показані на рис. 89. Залежна (рис. 89, а) й однавжельна незалежна (рис. 89, б) підвіски відрізняються тим, що вертикальне переміщення коліс супроводжується зміною кута λ , що викликає появу

гіроскопічного моменту, який збуджує коливання коліс зворня.

У двоважільних підвісках з важелями рівної довжини (рис. 89, б) кутове зміщення відсутнє, але значне поперечне переміщення $\Delta \ell$ колеса, то приводить до швидкого зносу шин і зменшення бокової стійкості.

У двоважільній підвісці з важелями різної довжини (рис. 89, г) при $\lambda = 5...6^\circ$ і $\rho/\rho_1 = 0,5...0,65$ гіроскопічний момент гаситься моментами сил тертя в системі, а поперечне зміщення $\Delta \ell = 4...5$ мм компенсується потужністю шин.

Важільно-телескопічна підвіска передніх коліс легкових автомобілів – хитна свічка (рис. 89, д) – забезпечує незначну зміну колії, розвалу і сходження коліс, при цьому зменшується знос шин, покращується стійкість руху автомобіля. Важільно-телескопічна підвіска має один поперечний важіль внизу, а основний елемент – амортизаційний стояк, який має верхнє шарнірне кріплення під крилом, що забезпечує більше плече між опорами стояка.

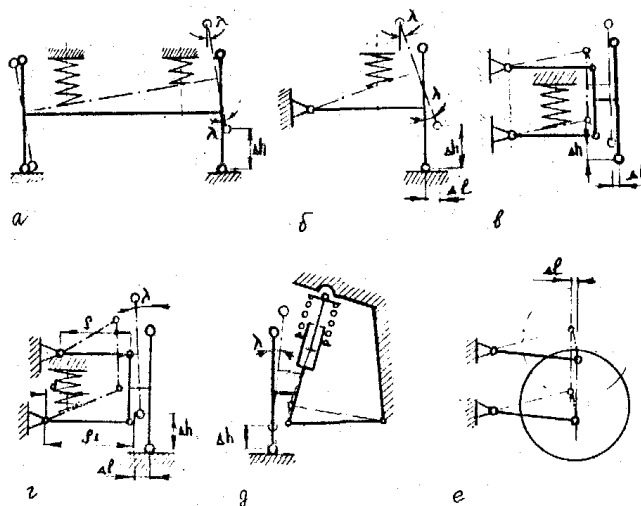


Рис. 89. Кінематичні схеми підвісок автомобілів: а – залежної; б – одноважільної незалежної; в – двоважільної незалежної з важелями рівної довжини; г – двоважільної незалежної з важелями різної довжини; д – незалежної важільно-телескопічної; е – незалежної з важелями поздовжнього хитання



Тенденція розвитку. Для розвитку конструкції характерно значне збільшення числа нових пружних елементів для автомобілів великої вантажопідйомності і автобусів. Вони використовують пневматичну підвіску, яка забезпечує постійність висоти підлоги кузова і зниження маси автомобіля. Часто пневматичні елементи застосовують в поєднанні з листовими ресорами, які виконують також роль направляючого механізму.

На європейські легкові автомобілі починають встановлювати розрізні задні осі. Незалежну підвіску задніх коліс встановлюють також на вантажні автомобілі і автобуси. Крім зменшення невідвісності мас вона дає можливість більш низько розмістити двигун.

Останнім часом все більше стали застосовувати для виготовлення пружних елементів композиційні матеріали. Використання пружних елементів з композиційних матеріалів дозволяє зменшити масу автомобілів, витрати на його виготовлення, а також підвищити довговічність.

Ресори з композиційних матеріалів виготовляються з епоксидної смоли та скловолоконного наповнювача (з металевими елементами кріплення), вони не підлягають корозії, мають високу міцність, а у випадку поломки руйнуються. Головна ж їх перевага – маса на 30-50% менша, ніж у еквівалентних сталейних ресорах [2].

4. *Колісні і гусеничні рушії.* Трактори (автомобілі) розрізняють за числом коліс, а трактори, крім цього, по розмірах передніх і задніх коліс. Загальне число коліс тракторів становить – 4, деколи – 3. Окремі спеціальні моделі виконуються шестиколісними. Автомобілі мають чотири або шість коліс.

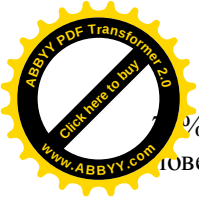
Залежно від призначення, колеса поділяють на ведучі, ведені і керуючі.

Ведучі колеса передають зусилля і моменти, які діють між мостом і опорною поверхнею і крутний момент, що підводиться від двигуна.

Ведені колеса передають зусилля і моменти, які діють тільки між мостом і опорною поверхнею.

Керуючі колеса змінюють напрям руху трактора (автомобіля) з допомогою рульового керування.

На деяких моделях ці функції коліс можуть поєднуватись (МТЗ-80) – передні колеса ведені і керуючі, а на тракторі МТЗ-82 – ведучі, ведені і керуючі.



У тракторах на задні колеса припадає основне навантаження, до 80% від сили ваги, з метою покращення зчеплення коліс з поверхнею.

Трактори з передніми ведучими колесами називаються тракторами підвищеної прохідності.

Колесо складається з металевої пластини (обода, диска) і еластичної гумової шини. Розрізняють колеса дискові і бездискові. Перші знайшли ширше застосування.

Шини бувають камерні і безкамерні. Камерна має покришку, камеру і ободну стрічку.

Розміри шин вказують в дюймах, надписи роблять на бокових поверхнях шин.

Маса гусеничного трактора через рушій розподіляється по значно більшій опорній поверхні, ніж у колісного. Цим забезпечується краще зчеплення з ґрунтом, менше буксування, стабільні тягові властивості, можливість розвивати високі тягові властивості у порівнянні з колісними машинами. Підвищена прохідність по сипких і вологих ґрунтах.

До недоліків гусеничного рушія відноситься: висока вартість, підвищена металоємкість, складність конструкції і більша витрата часу на обслуговування.

До конструкцій ходової частини трактора висуваються такі основні вимоги: еластичність підвіски, надійність зчеплення з ґрунтом, зручність експлуатації, регулювань і заміни ланок, зменшення шуму при русі.

Рушій складається (рис. 90) із гусениці 1, обводу, ведучого колеса 2, опорних катків 3, направляючого колеса з натяжним пристроєм 4 і підтримуючих роликів. 1,2,3,4,5 – утворює гусеничний обвід.

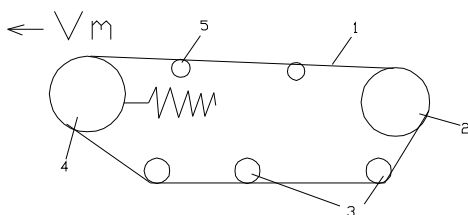
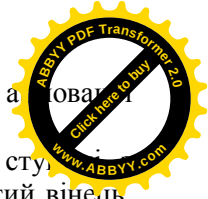
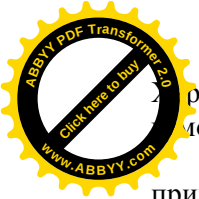


Рис. 90 Схема гусеничного рушія

Гусениці за конструкцією шарнірів поділяють на відкриті і закриті, або захищені. Крім цього, провідні зарубіжні фірми, а також



Львівський тракторний завод пропонують варіанти а ованої гусениці.

Ведуче колесо (зірочка) виготовляється у вигляді ступиці, прикрученими до неї (або відлитими, як одне ціле) зубчастий вінець. Зачеплення ведучого колеса з гусеницею цівкове, тобто зуб ведучого колеса входить у зачеплення з цівкою, утвореною втулкою ланки.

Направляюче колесо може мати кривошипне або повзункове натяжні пристрої, а за способом регулювання їх поділяють на механічні і гідравлічні.

Якщо підвіска гусеничного рушія пружна балансірна, то її конструкція, крім вище перерахованого, включає: опорні котки, амортизатор направляючого колеса, підтримуючий ролик.

ЛЕКЦІЯ № 18

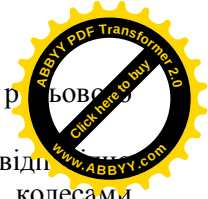
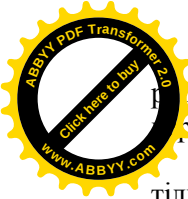
Органи керування тракторами і автомобілями

1. Загальні відомості про керування колісними машинами.
2. Класифікація рульових керувань.
3. Складові рульових керувань.
4. Гальмові системи колісних тракторів і автомобілів.
5. Класифікація гальмових механізмів.
6. Класифікація гальмових приводів.

1. *Рульове керування* – це сукупність пристроїв, які забезпечують поворот керованих коліс автомобіля при дії водія на рульове колесо для забезпечення руху трактора (автомобіля) за заданим водієм напрямком.

Рульове керування повинно бути легким і зручним, для чого зусилля на рульовому колесі і кут його повороту повинні бути обмеженими. Крім цього, необхідно, щоб рульове керування забезпечувало правильну кінематику повороту і безпеку руху, а поворот коліс проходив так, щоб їх кочення не викликало проковзування відносно опорної поверхні.

Конструкція рульового керування повинна забезпечити: легкість керування, яка оцінюється зусиллям на рульовому колесі. Для легкових автомобілів без підсилювача при русі це зусилля становить 50...100 Н, а з підсилювачем – 10...20 Н. Для вантажних автомобілів зусилля на рульовому колесі не повинно перевищувати: 250 Н – для



рульового керування без підсилювача і 120 Н – для рулювання з підсилювачем.

Керування може бути тільки передніми колесами відносно тільки переднього моста, а також передніми і задніми колесами відносно їх мостів.

Залежно від розміщення рульового колеса розрізняють праве і ліве керування (основне). При правосторонньому русі транспорту по дорогах ліве рульове керування дозволяє мати кращий огляд шляху.

2. Класифікація рулевих керувань показана на рис. 91. На більшості автомобілів керування здійснюється поворотом керованих коліс. Такий спосіб керування найбільш доцільний для легкових автомобілів, автобусів і вантажних автомобілів загального призначення, у яких для повороту керованих коліс достатньо простору. Керування за допомогою складання у горизонтальній площині елементів автотранспортних засобів і колісних тракторів з'явилося у зв'язку із прагненням підвищити їх прохідність, застосовуючи колеса великого діаметра.

Керування за допомогою гальмування коліс одного борта або їх обертання в бік, зворотний рухові, застосовуються рідко і тільки на багатоосьових автомобілях.

У двохосьових автомобілях, як правило, керованими є передні колеса. Виняток складають короткобазові спеціальні автотранспортні засоби (автонавантажувачі).

У триосьових автомобілях, які мають зближені осі заднього візка, керування здійснюється передніми колесами. Для підвищення маневреності та прохідності іноді у триосьових автомобілях керованими є колеса передньої і задньої осей.

У чотириосьових автомобілях залежно від призначення автомобіля керованими роблять колеса двох передніх осей або передньої і задньої осей. У рідких випадках застосовують керування колесами всіх осей, що зменшує опір повороту, але значно ускладнює колекцію.

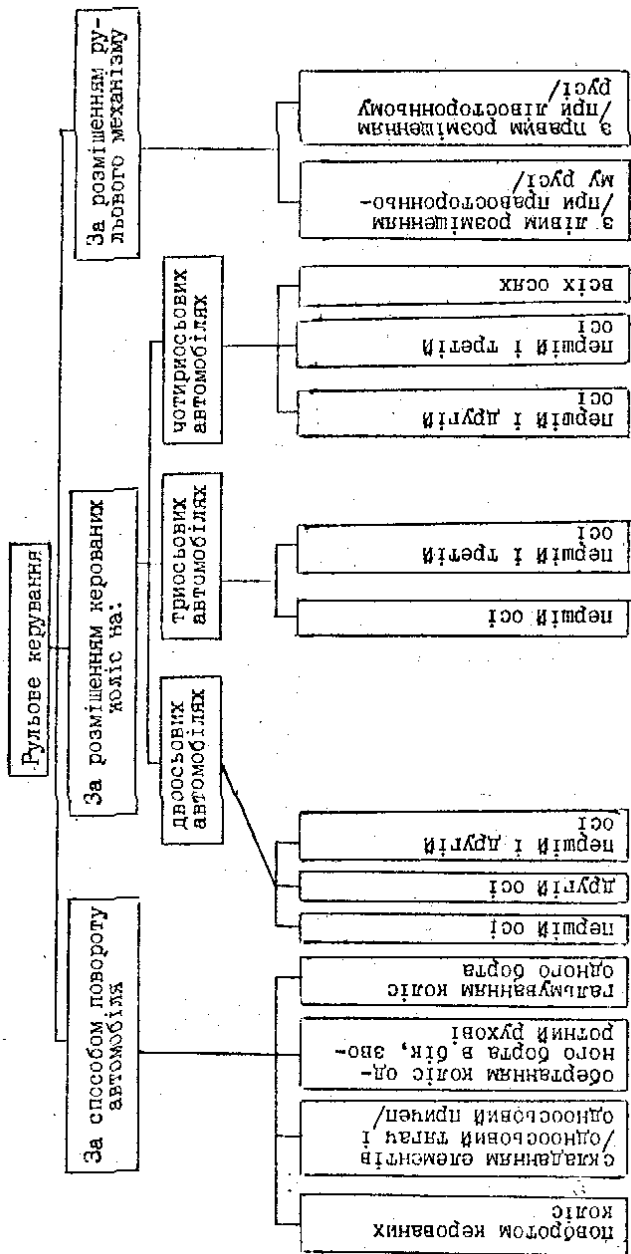


Рис. 91. Класифікація рульового керування

3. В загальному випадку рульове керування складається з рульового механізму, рульового приводу і підсилювача рульового керування (рис. 92).

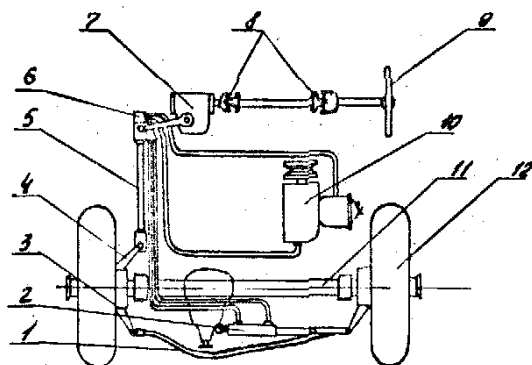


Рис. 92. Схема рульового керування автомобіля: 1 – поперечна тяга; 2 – силовий циліндр гідропідсилювача; 3 – нижній важіль поворотної цапфи; 4 – верхній важіль поворотної цапфи; 5 – поздовжня тяга; 6 – клапан керування; 7 – рульовий механізм; 8 – шарніри рульового вала; 9 – рульове колесо; 10 – насос гідропідсилювача; 11 – передній міст; 12 – керовані колеса

На вантажних автомобілях малої вантажопідйомності, легкових автомобілях середнього і малого класу підсилювачі рулевих керувань можуть не встановлюватися.

За допомогою рульового механізму 7 зусилля, яке прикладається водієм до рульового колеса 9, передається рульовому приводу. Рульовий привод забезпечує передачу зусилля від рульового механізму 7 до керуючих коліс 12 або піврам трактора.

Рульові приводи можуть бути *механічними, гідравлічними й електричними*. У тракторів і автомобілів з передніми керованими колесами, механічний привод передає зусилля сошкою до поворотних важелів 3, 4 рульової трапеції. Рульова трапеція є частиною рульового приводу і призначена для досягнення необхідного співвідношення між кутами повороту керуючих коліс.

Рульові механізми зі змінним передаточним числом не складні, але менш технологічні і тому дорожчі у виробництві. Класифікація рулевих механізмів показана на рис. 93.

У шестерінчастих рульових механізмах рульова передача утворюється циліндричними або конічними шестірнями, до яких відносять передачу типу *шестірна – рейка*. В останніх циліндричних шестірня зв'язана з рульовим валом, а рейка, зачеплена з зубами шестерні, виконує роль поперечної тяги. Рейкові передачі переважно застосовують на легкових автомобілях, оскільки вони забезпечують порівняно невелике передаточне число.

Черв'ячно-роликові механізми. Найбільшого поширення дістали черв'ячно-роликові механізми, які застосовують як на легкових, так і на вантажних автомобілях і автобусах.

У рульовому механізмі з передачею типу *черв'як – ролик* ведучою ланкою є черв'як, закріплений на рульовому валі, а ролик установлений на підшипнику на одному валі з сошкою. Щоб зробити повне зачеплення при великому куті повороту черв'яка, нарізку черв'яка виконують по дузі кола – глобоїду. Такий черв'як називають глобоїдним.

Гвинтові рульові механізми мають різні конструктивні виконання: гвинтоважільні (“гвинт-гайка – важіль”, “хиткий гвинт і гайка”, “гвинт і хитка гайка”) і гвинторейкові.

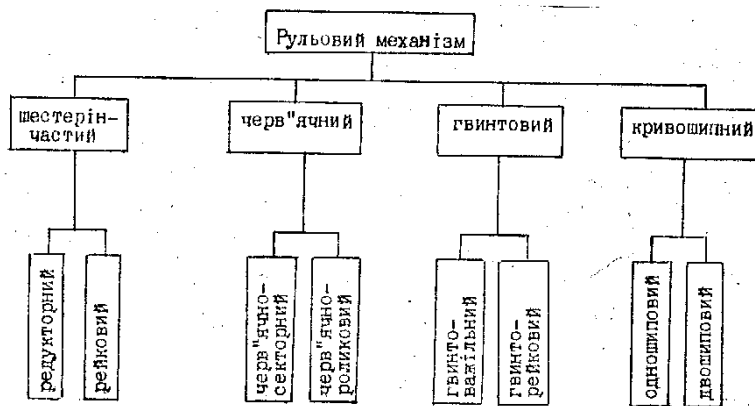
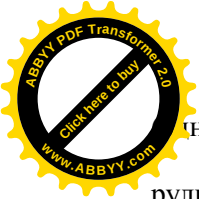


Рис. 93. Класифікація рульових механізмів

Гвинтоважільні рульові механізми у теперішній час застосовуються рідко, оскільки мають низький ККД.

Гвинторейкові рульові механізми широко застосовуються на сучасних середніх і великих вантажних автомобілях і автобусах. Гвинторейкові, рульові механізми складаються з гвинта, гайки-рейки і сектора, виконаного за одне ціле з валом сошки.



Кривошипні рульові механізми. Їх застосовують для підшипові рульові механізми встановлювали на автобусі ЗИЛ-158.

Основними деталями черв'ячного рульового механізму є: рульове колесо, рульовий вал, встановлений у рульовій колонці, і з'єднаний з глобоїдальним черв'яком. Черв'як установлений у картері рульової передачі на двох конічних підшипниках і зачеплений тригребневим роликом, який обертається на шарикопідшипниках на осі.

Рульовий привод призначений для передачі зусиль від рульового механізму (редуктора) до керованих коліс автомобіля і для забезпечення необхідного відношення між кутами їх повороту.

До рульового привода ставляться такі вимоги:

правильне співвідношення кутів повороту керованих коліс;

відсутність автоколивань керованих коліс;

відсутність довільного повороту коліс при коливаннях автомобіля на підвісці.

Конструкція рулевих приводів відрізняється різноманітністю і визначається типом автомобіля, схемою повороту і умовами компоновки.

За місцем розташування рульової трапеції рульові приводи поділяються на рульові приводи з передньою і задньою рульовою трапецією; за конструкцією – на рульові приводи з суцільною і розчленованою рульовою трапецією, яка переважно використовується при незалежній підвісці керованих коліс.

На автомобілях застосовують переважно механічно рульовий привод, який складається з системи важелів і тяг з шарнірами (див. рис. 92).

Як рульові механізми використовуються передачі черв'як-ролик, черв'як-сектор, гвинт з гайкою, рейка із зубчастим сектором, конічні передачі.

Рульові підсилювачі призначені для зменшення зусилля на рульовому колесі при його повороті і для підвищення безпеки руху автомобіля, оскільки підсилювач допомагає водію утримувати керовані колеса в заданому положенні при дії з боку дороги сил, що намагаються повернути ці колеса в іншому напрямку.

Конструкція підсилювача повинна задовольняти таким вимогам:

- володіти кінематичною і силовою слідкуючою дією;

- забезпечувати можливість керування автомобілем у випадку виходу підсилювача з ладу;

- не допускати включення підсилювача від випадковий удару дороги при прямолінійному русі автомобіля;
- мати високу чутливість і мінімальний час спрацювання;
- володіти потрібним запасом динамічної стійкості, яка виражається у відсутності автоколивань керуючих коліс;
- мінімальний вплив на стабілізацію керованих коліс.

Залежно від джерела енергії підсилювачі рульового керування бувають гідравлічними, пневматичними і електричними. У теперішній час пневматичні і електричні підсилювачі застосовують рідко.

На сучасних автомобілях застосовують виключно гідравлічні підсилювачі, які можуть бути виконані по чотирьох схемах (рис. 94). Незалежно від конструкції підсилювач повинен мати у своєму складі такі основні елементи:

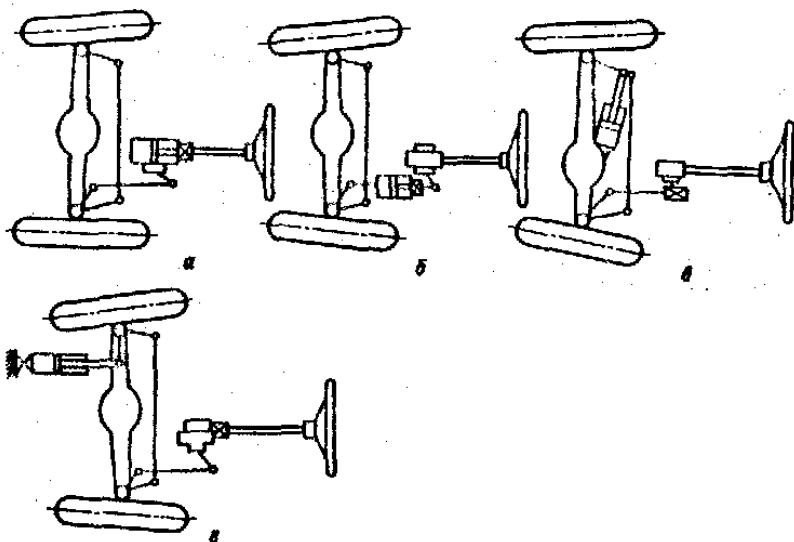


Рис. 94. Схеми компонування гідропідсилювачів: *а* – сумісне розташування розподільника, гідроциліндра і рульового механізму; *б* – сумісне розташування розподільника і гідроциліндра та окреме розташування рульового механізму; *в* – роздільне розташування розподільника, гідроциліндра і рульового механізму; *г* – сумісне розташування розподільника і рульового механізму та окреме розташування гідроциліндра

1. Джерело живлення в гідравлічному підсилювачі – джерело живлення є гідроциліндр насос, у пневматичному – компресор, ресивером, в електричному – акумуляторна батарея і генератор;
2. Силовий циліндр, що перетворює тиск робочого середовища в додаткове зусилля, що діє на рульовий привод;
3. Розподільний пристрій з приводом, який забезпечує наглядову дію.

Зусилля, яке створюється гідравлічним підсилювачем, визначається за формулою:

$$P_n = \frac{\pi(D_n^2 - d_{um}^2)}{4},$$

де D_n – діаметр поршня силового циліндра; d_{um} – діаметр штока поршня.

Рульові підсилювачі застосовують на легкових автомобілях вищого класу, вантажних автомобілях середньої і великої вантажопідйомності, а також на автобусах [1].

Загальною умовою повороту являється кочення коліс без ковзання, так як це затрудняє поворот і прискорює знос шин. Для цього необхідно, щоб геометричні осі всіх коліс перетинались в миттєвому центрі обертання – т. O (рис. 95), який називається центром повороту колісної машини.

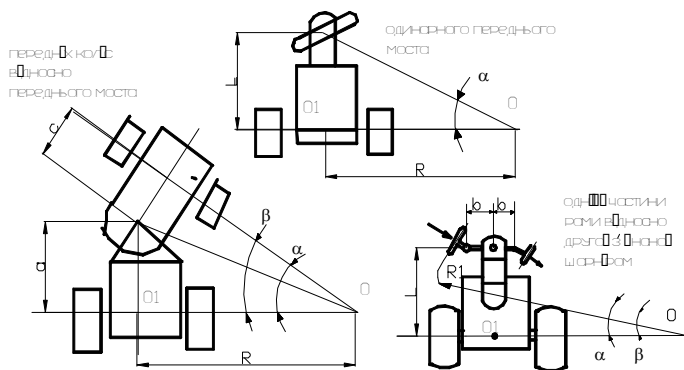
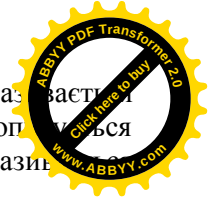


Рис. 95. Кінематика повороту колісних машин

Під час повороту машини навколо т. O , кожне колесо розміщується у площині, дотичної проведеної до кола, а радіус обертання перпендикулярний площині колеса.



Віддаль від центра повороту O до середини моста O_1 називається *радіусом повороту* R . Мінімальний радіус кола R_1 , яке опирається на найбільш віддаленою точкою від центра повороту, називається *радіусом горизонтальної прохідності*.

Радіус повороту для випадку, коли машина має лише передні керуючі колеса – $R = (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta) \cdot L / 2$.

У випадку, коли $\beta = \alpha = 0$, тобто для одного керуючого колеса – $R = L \cdot \operatorname{ctg} \alpha$.

Для шарнірної рами таке значення дорівнює – $R = L / 2 \operatorname{tg} \alpha / 2$.

Радіуси R і R_1 залежать від навантаження на гаку трактора і застосування гальмів.

Для легкого керування необхідно правильно вибрати передатне число рульового керування. Чим більше передатне число, тим на менший кут відхиляються керуючі колеса при повному повороті рульового колеса і тим менше зусилля вимагається для повороту керованих коліс. Відповідно, чим більше навантаження на передні колеса, тим більше потрібно зусилля повороту.

Для рульового керування існує поняття *стабілізації, розвалу і сходження* керуючих коліс. Стабілізація керуючих коліс – це здатність коліс автоматично зберігати положення, яке необхідне для прямолінійного руху трактора (автомобіля). Стабілізація коліс автомобіля досягається з допомогою поперечного і повздовжнього нахилів шворня (рис. 96).

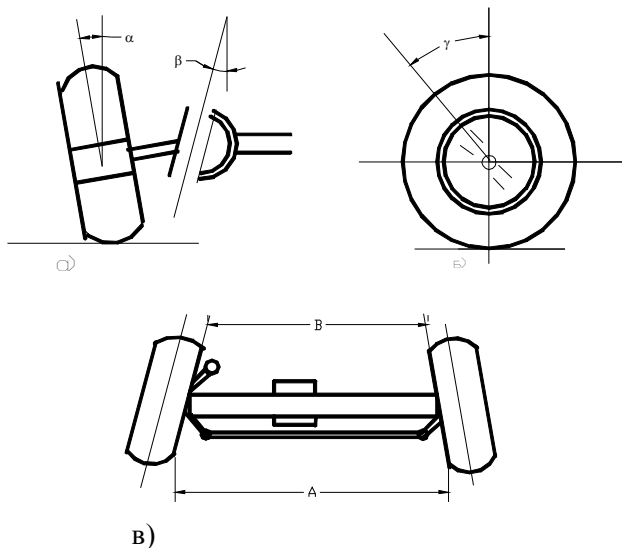


Рис. 96. Схеми встановлення передніх коліс і шворнів



Поперечний нахил шворня (рис. 96, а) визначається кутом β , який лежить у поперечній площині автомобіля. Величина цього кута для автомобілів становить $6...8^\circ$.

Поздовжній нахил шворня (рис. 96, б) визначається кутом γ , який утворений лінією, що перпендикулярна площині кочення колеса і віссю шворня. Залежно від встановлення переднього моста даний кут становить $(0...8^\circ)$.

Величина кутів нахилу шворнів визначається конструкцією опор, кулаків, вилок передніх мостів і в процесі експлуатації машини не регулюються.

Для легкого повороту і кочення керуючих коліс без ковзання, їх встановлюють під деякими кутами. Розрізняють кут розвалу $\alpha=2^\circ$, який лежить у поперечній площині трактора (автомобіля), та сходження керуючих коліс, яке визначається віддальми А і Б (рис. 96, в), причому $A > B$, і знаходиться в межах $2...12$ мм.

Механізм управління гусеничним трактором дещо відрізняється від механізмів керування колісними машинами.

В механізм управління входять: важелі, педалі і тяги, за допомогою яких керують механізмами силової передачі із кабіни трактора. Дві педалі мають зв'язок із гальмами зупинки.

Два важелі (вертикальні) зв'язані з гальмами сонячних шестерень.

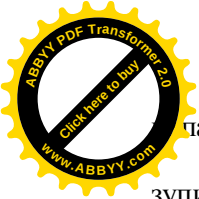
Крім цього у гусеничного трактора може бути педаль або важіль головної муфти зчеплення, а також важіль збільшувача крутного моменту.

Важелі і педалі управління механізмами поворотів у вимкненому положенні фіксуються пружинами розтягу.

4. *Гальмова система* є сукупністю пристроїв для зупинки машини. Гальмове керування автомобіля призначене для сповільнення його руху аж до повної зупинки і утримання автомобіля в нерухомому стані на спусках, підйомах і фіксації автомобіля на рівній дорозі під час зупинок і стоянок.

Згідно з ГОСТ 22895-77, гальмове керування повинно включати до свого складу такі гальмові системи: робочу, запасну, стоянкову і допоміжну.

Робоча гальмова система призначена для надійного і ефективного гальмування рухомого автомобіля (трактора, автопоїзда) у всіх режимах руху і різних дорожніх умовах.



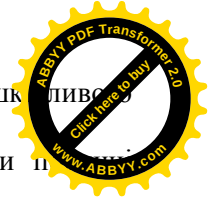
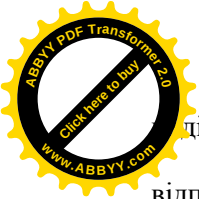
Запасна гальмова система призначена для зупинки автомобіля в разі падку відмови робочої гальмової системи.

Стоянкова гальмова система призначена для утримання зупиненого автомобіля нерухомим у разі відсутності водія на схилі 25% і автопоїзда на схилі 18%.

Деякі автомобілі згідно з тим самим ГОСТ-ом великої вантажопідйомності призначені для експлуатації в гірській місцевості, а міські автобуси великої місткості обладнуються допоміжною гальмовою системою – гальмом-сповільнювачем, що обмежує швидкість руху автомобіля на тривалих спусках. Допоміжна гальмова система виконується незалежно від інших гальмових систем.

У зв'язку з тим, що гальмове керування автомобіля являв собою найважливіший засіб активної безпеки, до нього ставлять підвищені вимоги, які регламентуються ГОСТ 22895-77 та міжнародними правилами (Правила № 13 СЕК ООН):

- відповідність гальмівного шляху вимогам, які сформульовані у нормативних документах;
- раціональне розподілення загальної гальмівної сили між ланками автопоїзда, осями і бортами кожної ланки;
- висока синхронність спрацювання всіх гальмових механізмів;
- збереження стійкості руху автомобіля під час гальмування і стабільності гальмівних властивостей при неодноразових гальмуваннях;
- мінімальний час спрацювання і розгальмування гальмової системи;
- наступна дія привода гальм, тобто пропорційність між зусиллям на педалі і приводним моментом;
- зусилля на педалі гальма залежно від призначення автомобіля повинно бути у межах 500...700 Н (нижча границя для легкових автомобілів);
- хід педалі гальма повинен знаходитись у межах 80...180 мм;
- у гальмовому управлінні повинна бути передбачена сигналізація оповіщення водія про несправність гальмової системи;
- висока параметрична і конструктивна надійність усіх елементів функціональної схеми; достатня енергоємність робочої гальмової системи;
- якомога менша різниця між питомими енергонавантаженнями гальмових механізмів коліс різних осей;
- наявність системи автоматичного регулювання зазорів у деталях пар тертя гальмових механізмів;



- високий ступінь безшумності роботи і відсутність шкідливого ділення при гальмуванні.

Крім того, гальмові системи і їх складові частини повинні відповідати загальним вимогам.

Наведені вимоги стосуються гальмових систем нових автомобілів. Ефективність гальмових систем, які перебувають у експлуатації, внаслідок зміни властивостей гальмових механізмів змінюється в бік зменшення.

Для зменшення швидкості руху машини і її повної зупинки використовують два способи гальмування:

- гальмування з від'єднанням двигуном;
- гальмування з використанням двигуна.

Гальмова система складається з гальмового механізму і гальмового приводу.

5. Гальмовий механізм служить для безпосереднього створення і зміни штучного опору руху машин.

Класифікацію гальмових механізмів показано на рис. 97.

Найбільш широко на всіх типах автомобілів, незалежно від вантажопідйомності, використовують барабанні фрикційні гальмові механізми з внутрішніми колодками: на легкових автомобілях малого і середнього класів – дискові гальмові механізми на передніх колесах і барабанні колодкові на задніх колесах; на легкових автомобілях великого класу – тільки дискові гальмові механізми. Останнім часом у деяких країнах намітилась тенденція застосування дискових гальмових механізмів на вантажних автомобілях і автобусах.

Барабанні стрічкові гальмові механізми у деяких випадках використовуються як стоянкові гальмові механізми. Гідравлічні і електричні гальмові механізми використовують як гальмосповільнювачі. На деяких автомобілях гальмом-сповільнювачем є двигун.

Найбільше поширені фрикційні гальма, які можуть бути дисковими (МТЗ-80), барабанными, шківними (ДТ-75).

За місцем розміщення розрізняють гальма: колісні і трансмісійні (центральні). Перші діють на колесо, другі на один з валів трансмісії (МТЗ – два вали виведені із диференціалу).

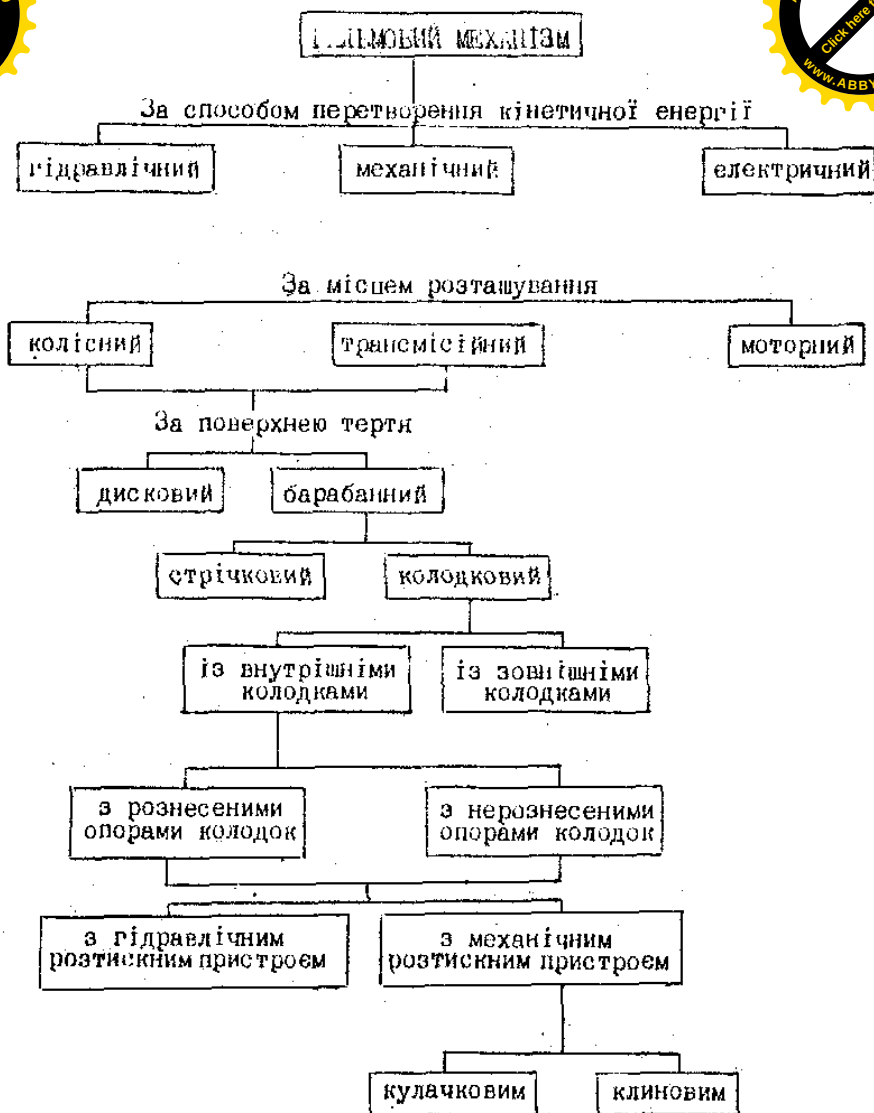


Рис. 97. Класифікація гальмових механізмів

6. Гальмовий *привод* служить для передачі енергії до гальмових механізмів і керування ними в процесі гальмування.

Класифікацію приводів гальм показано на рис. 98.

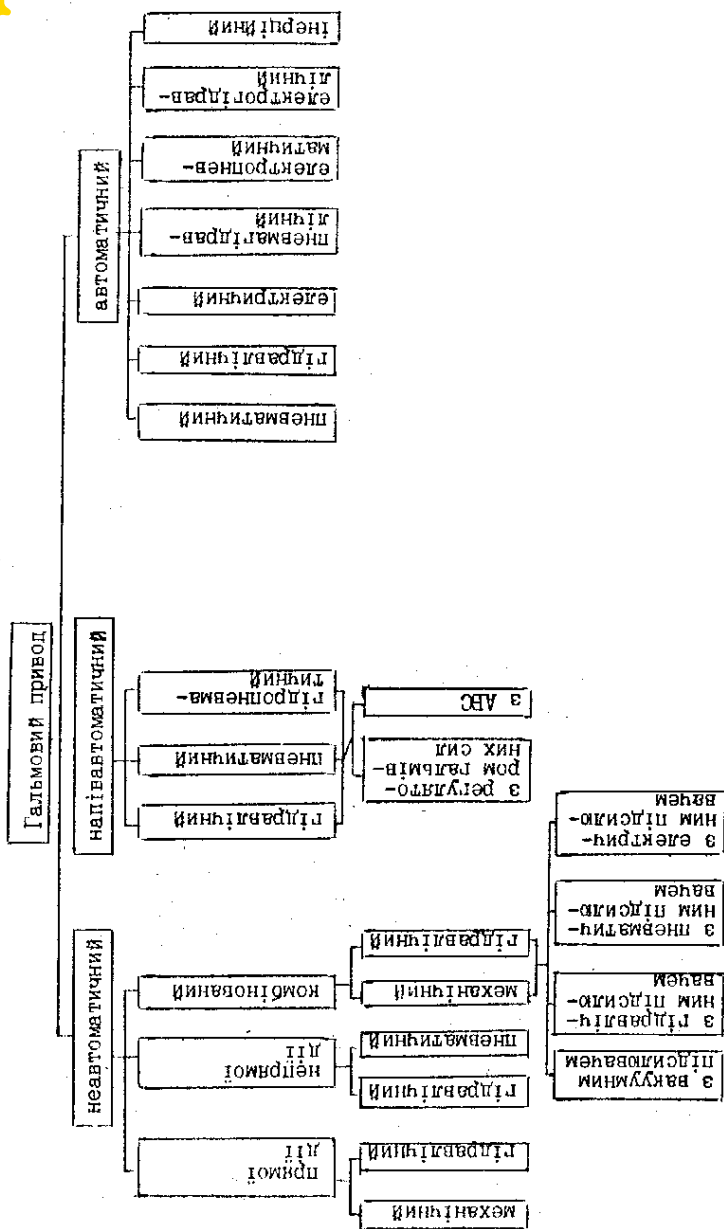


Рис. 98. Класифікація гальмових приводів



За принципом дії розрізняють механічні, пневматичні, гідропневматичні й електричні гальмові приводи. При формі тракторних (автомобільних) поїздів, як правило, застосовують пневматичні гальмові приводи.

Механічний привод гальм використовується як привод стоянкової гальмової системи.

Гідравлічний привод гальм без підсилювача застосовують на легкових автомобілях особливо-малого і малого класів.

Гідравлічний привод гальм робочої гальмової системи з підсилювачами використовують на всіх сучасних легкових автомобілях малого, середнього та високого, класів, автобусах і вантажних автомобілях.

ЛЕКЦІЯ № 19

Пускові двигуни і пристрої

1. Призначення і класифікація систем пуску двигунів.
2. Система пуску основного двигуна допоміжним бензиновим.
3. Конструктивні схеми і призначення трансмісії пускових двигунів (ПД).
4. Підігрівачі та пускові рідини.

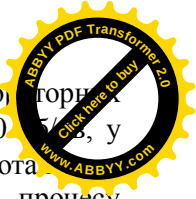
1. Для пуску двигуна внутрішнього згоряння, його колінчастому валу необхідно надати деяку частоту обертання, при якій створювалися б умови, що забезпечують відповідне сумішоутворення, заповнення циліндрів свіжим зарядом, стиск і запалення горючої суміші.

Мінімальну частоту обертання колінчастого вала, при якій відбувається пуск основного двигуна, називають *пусковою*.

У період пуску двигуна необхідні зусилля на переборення:

- опору стиснутого заряду;
- опору тертя між поверхнями;
- для розгону рухомих обертових мас (від стану спокою до пускової частоти).

Ці зусилля великі внаслідок теплового стану двигуна, який впливає на в'язкість мастила в системі мащення. У зв'язку із підвищеним ступенем стиску дизелів, пускове зусилля для них значно вище, ніж для карбюраторних двигунів рівної потужності.



Пускова частота обертання колінчастого вала у карбюраторних двигунів при $t^{\circ}_{п} = 0...-20^{\circ}\text{C}$ повинно бути не менше 40...50 об/хв, у дизелів при $t^{\circ}_{п} = 0...-5^{\circ}\text{C}$ – 150...250 об/хв. При менших частотах двигунів затрудняється, так як сповільнення протікання процесу стиску приводить до тепловіддачі поршням, стінкам і головці циліндрів, збільшуються втрати заряду через нещільності; за цими причинами зменшується тиск і температура заряду в кінці такту стиску.

Для здійснення швидкого і надійного пуску двигунів застосовують спеціальні механізми і пристрої, які утворюють систему пуску.

Розрізняють такі способи пуску двигунів:

- пуск від руки;
- пуск електричним стартером;
- пуск допоміжним бензиновим двигуном.

Пуск від руки. При цьому способі пуску колінчастий вал двигуна приводиться в рух мускульною силою людини. Пуск від руки може використовуватись у карбюраторних двигунах.

Пуск електричним стартером – найбільш поширений спосіб. Він застосовується у всіх автомобільних двигунів, у багатьох тракторних двигунах і у пускових двигунах дизелів.

Пуск основного двигуна за допомогою бензинового застосовується на багатьох дизелях (рис. 99). Ця система пуску надійна в будь яких температурних умовах, але обслуговування її і операції під час пуску складніші, ніж у випадку пуску електричним стартером. У більшості дизелів, при пуску допоміжним бензиновим двигуном в систему пуску включений *декомпресійний механізм*.

У більшості автотракторних двигунів керування механізмами і пристроями системи пуску дистанційні, із кабіни водія.

2. Для запуску основного двигуна використовують пускові бензинові двигуни типу ПД-10У, ПД-8, П-23М.

ПД-10У одноциліндровий, двохтактний, карбюраторний, бензиновий з кривошипно-камерною продувкою.

Паливом служить суміш із 15 частин бензину й однієї частини дизельного масла. Ця суміш є одночасно і мастильним матеріалом поверхонь тертя.

Система запалювання складається з магнето правого обертання, привод якого здійснюється від шестерні колінчастого вала двигуна.

Пусковий одноциліндровий двотактний карбюраторний двигун П-10УД (рис. 99) і його модифікації забезпечують пуск дизелів всіх сільськогосподарських і лісгосподарських тракторів.

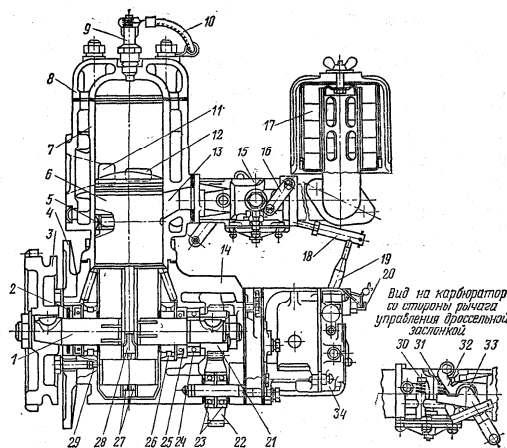


Рис. 99. Пусковий двигун: 1 – колінчастий вал; 2 і 25 – манжети; 3 – маховик; 4 – плита; 5 – поршневий палець; 6 – поршень; 7 – циліндр; 8 – головка циліндра; 9 – свічка; 10 – провід; 11 – випускне вікно; 12 – регулятор; 13 – проміжоточна шестерня; 14 – картер; 15 – карбюратор; 16, 19, 32, 33 – важелі; 17 – очисник повітря; 18 – тяга; 20 – регулювальний болт; 21 і 22 – шестерні; 23, 24, 25, 26 і 29 – підшипники; 27 – ролик; 28 – шатун; 30 і 31 – гвинти; 34 – корпус

Тільки на дизелях тракторів ЧТЗ встановлюють двоциліндровий двотактний двигун.

Характеристики пускових двигунів дані в таблиці 19.1, де також поміщені довідкові дані для трансмісії і стартерам, вживаним на них.

Пускові двигуни по багатьох складальних одиницях уніфіковані. На рисунку 99 показано пристрій пускового двигуна П-10УД. Картер 14 двигуна виконаний роз'ємним, що дозволяє застосовувати підшипники кочення для обох опор колінчастого валу. Колінчастий вал складається з двох півосей, двох щок, виконаних разом з противагами, і пальця кривошипа.

Зібрані воєдино колінчастий вал з шатуном 28 не розбирають.



Торцевий зазор між щоками і шатуном 0,2...0,4 мм. При розточування нижньої головки шатуна використовується як зовнішній обійма роликів, то шатун виготовляють зі сталі 12ХН3А, а після розточування під ролик загартовують після цементації до твердості HRC 58...65.

Табл. 19.1
Технічна характеристика пускових двигунів

Тип пускового двигуна	Тактність	Потужність і відповідна частота обертання		Охолодження	Розміри, мм		Робочий об'єм, л	Степінь стиску ε	Редуктор		Тип електростартера	Дизель
		кВт	с ⁻¹		Діаметр	Хід поршня			Передаточне число	Число ступенів		
П-10УД	2	7,36	01,4	Р	72	85	0,346	7,3	16,8	1	СТ-362	Д-240
П-350	2	9,95	66,5	Р	72	85	0,346	7,5	24,1	1	СТ-362	СМД-60
ПД-10У	2	7,36	58,4	Р	72	85	0,346	6,2	59,3 18,6	2	СТ-352Д	А-41
ПД-8	2	5,15	71,6	В	62	66	0,199	6,6	19,3	1	СТ-367	Д-144
П-23У*	4	12,5	38,3	Р	92	102	1,355	5,6	33,6 10,7	2	СТ-204	Д-108

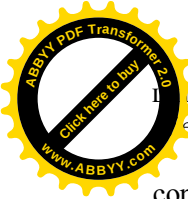
* Двигун двоциліндровий; Р – рідинне охолодження; В – водяне.

У верхню головку шатуна запресована бронзова втулка. В головці і втулці просвердлені отвори для проходу мастила, що мастить поршневий палець.

Підшипники 26 і 29 півосей запресовують при збірці, а ролики шатунного підшипника обточують по розточуванню в шатуні і пальця кривошипа. Останній зроблений із сталі 12ХН3А і загартований після цементації до твердості HR C60...65.

На кінцях півосей колінчастого валу виходів розташовані маховик 3 і шестерня, що веде, 21, а самі півосі ущільнені самопідтискними манжетами (сальниками) 2 і 25. Кінець валу, на якому розташована шестерня, закріплений у додатковому шарикопідшипнику 24, фіксуючому вал в осьовому напрямі і сприймаючому навантаження від шестерень.

Маховик зафіксований на шпонці і затягнутий по конусній поверхні носка гайкою, яку стопорять відгинаючою шайбою по пазу



они. Маховик забезпечений зубчатим вінцем для передатання від електричного стартера.

Циліндр 7 відлив з чавуна СЧ21-40 і має порожнину (під сорочку). В нижній його частині розташовані впускні 13, впускні 11 і продувочні 12 вікна.

Впускні вікна сполучають циліндр через зовнішній фланець з глушником; продувочні з кривошипною камерою; вікна впускні сполучають горизонтальний беспоплавковий карбюратор 15 з кривошипною камерою. Розташування вікон на дзеркалі циліндра забезпечує двотактний робочий процес з фазами газорозподілу, приведеними на рис. 100. Циліндр кріплять болтами до верхньої площини картера. Роз'єм ущільнюють прокладкою.

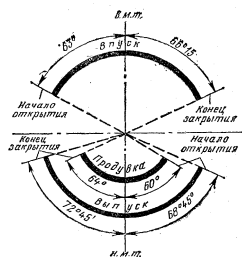
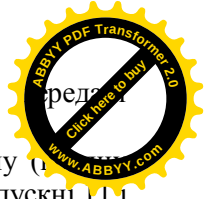


Рис. 100. Діаграма фаз газорозподілу пускового двигуна

Поршень відлив з алюмінієвого сплаву АЛ-10В. У верхній його частині зроблені канали для кілець. Останні виготовляють з чавуна і фіксують від провертання по стиках латунними гвинтами; верхнє кільце, працює в більш напружених термічних умовах, хромують. Фіксація кілець виключає можливість попадання їх кінців на вікна.

Відмінність ПД-8 від ПД-10 полягає у різниці системи охолодження пускового двигуна. ПД-8 охолоджується потоком повітря, що створюється вентилятором. П-23М встановлюється на дизелях Д-160. Він чотирьохтактний, двохциліндровий.

3. Для з'єднання пускового двигуна з основним двигуном передбачена силова передача системи пуску ПД (рис. 101). Вона складається із зчеплення механізму приводу і виключення. Для передачі крутного моменту може використовуватись двохступеневий редуктор.

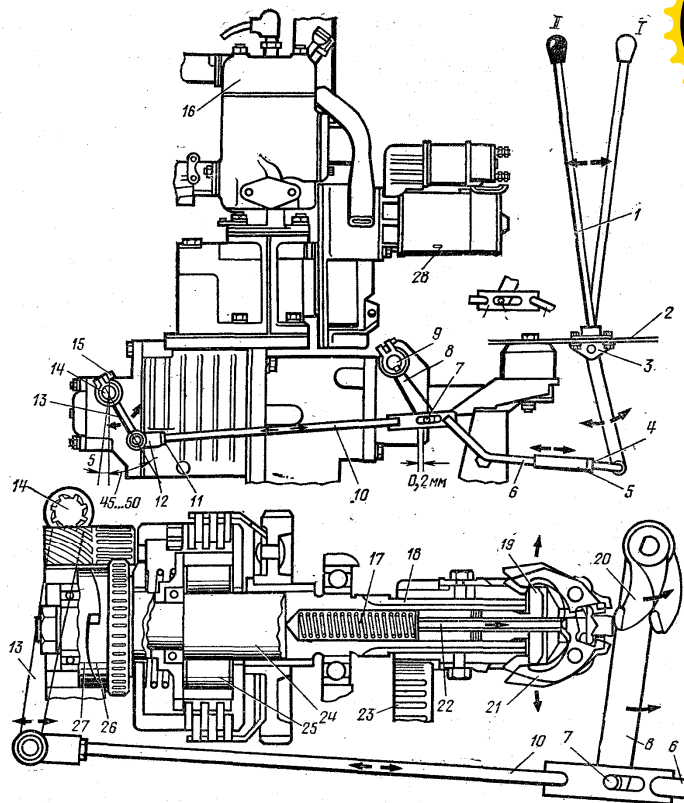
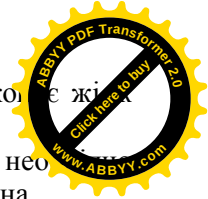
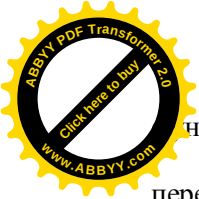


Рис. 101. Механізм дистанційного керування трансмісією пускового двигуна:
1 – важіль; 2 – підлога кабіни; 3 – кронштейн; 4 і 11 – контргайки;
5 – регулювальна муфта; 6 – тяга бендикса; 7 – палець; 8 – важіль
бендикса; 9 – вал; 10 – тяга муфти; 12 – вилка; 13 – важіль;
14 – вал; 15 – болт; 16 – пусковий двигун; 17 – пружини;
18 – шестерня включення; 19 – втулка штовхача; 20 – важіль
включення; 21 – вантажі-фіксатори; 22 – штовхач; 23 – вінець
маховика; 24 – вал редуктора; 25 – ролик; 26 – рухомий упор; 27 –
нерухомий упор; 28 – стартер

Зчеплення призначено для плавного з'єднання колінчастих валів працюючого пускового двигуна і дизеля і роз'єднання їх.

Редуктор дає можливість обертати колінчастий вал дизеля повільно (прогрів двигуна) і з підвищеною швидкістю (пуск дизеля).



Механізм привода і виключення силової передачі виконано за допомогою механізму зчеплення, що і механізм приводу стартера.

Перед пуском тракторного дизеля пусковим двигуном необхідно переконаватися в тому, що передача в коробці передач вимкнена.

На тракторах МТЗ-80Л і МТЗ-80 в коробці передач є спеціальний блокуючий пристрій, що виключає пуск двигуна при будь-якій включеній передачі.

4. *Підігрівачі.* На деяких двигунах для полегшення пуску при низьких температурах навколишнього середовища встановлюють підігрівачі. Вони підігрівають або повітря, яке подається в циліндри двигуна або охолоджуючу рідину чи мастило в системах охолодження і мащення. Наприклад, підігрівач повітря дизеля Д-50 простий за будовою і є двопровідною нерозбірною свічкою накали, яка встановлюється у кожну вихрову камеру дизеля.

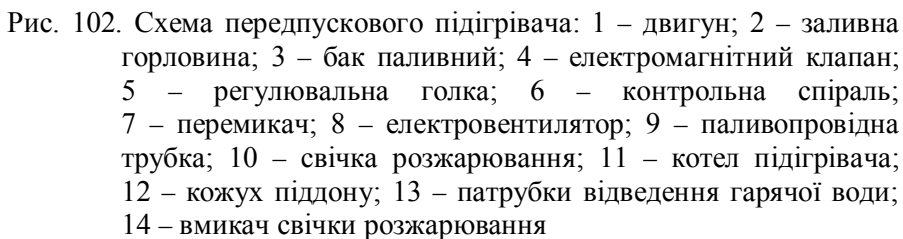
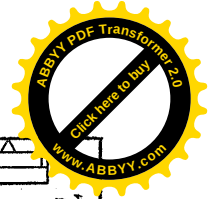
Підігрівач повітря дизеля СМД-14 електрофакельний, тобто в даному випадку повітря у трубопроводі нагрівають полум'ям, яке запалюється внаслідок згоряння палива, воно запалюється електричною спіраллю. Монтується такий підігрівач у впускному трубопроводі. Аналогічно принцип роботи підігрівачів у двигунах Д-240.

Підігрівачі рідини і мастила типу ПЖБ використовують, як у дизельних, так і в карбюраторних двигунах. Конструкція схожа до конструкції котлів-підігрівачів. У такому випадку, передбачена камера згоряння в яку поступає бензин, де він спочатку запалюється свічкою, а потім її відключають. Відпрацьоване тепло направляється на піддон картера для розігріву мастила. Для утворення паливної суміші в камеру згоряння вентилятором нагнітається повітря. При $t^{\circ}=20^{\circ}\text{C}$ забезпечується підігрів двигуна і його пуск за 15 хв.

Моменти опору і частоти обертання колінчастого валу при пуску карбюраторних двигунів не таке велике, як під час пуску дизелів. Тому їх не обладнали спеціальними засобами для полегшення пуску.

Для дизелів застосовують свічки розжарювання і факельні підігрівачі повітря.

Промисловість випускає підігрівачі ПЖБ -200Б (рис 102) для прогрівання дизелів з рідинним охолодженням. Передпусковий підігрівач складається з котла 11, свічки 10 розжарювання, трубки 9 підвода палива до пальника, електровентилятора 8, кожуха 12 піддони, патрубк 13 відведення гарячої води, паливного бака 3, електромагнітного клапана 4 і перемикача 7.



Контрольну спіраль використовують тільки під час розпалювання котла, вона не повинна бути під струмом більше 45 с.



Нагріта в котлі рідина надходить у двигун, як покласти в форсунку стрілками. Після закінчення прогрівання двигуна паливо подається на вимикають переміщенням ручки перемикача в положення І. Після припинення гудіння (приблизно 1...2мин) перемикач переводять у положення 0. Для холодного пуску дизелів застосовують спеціальні рідини "Холод-Д-40".

Емульсія пускової рідини з повітрям подається при пуску в трубу впускання, звідки і поступає в камери згоряє. Подача пускової рідини не виключає уприскування палива форсунками: пускова рідина, запалавши при стисненні повітря в циліндрі, полегшує запалювання дизельного палива.

ЛЕКЦІЯ № 20

Система електричного пуску двигунів

1. Система електричного пуску двигунів.
2. Призначення і конструкція стартерних акумуляторних батарей.
3. Основні характеристики свинцевих акумуляторних батарей.
4. Стартери.

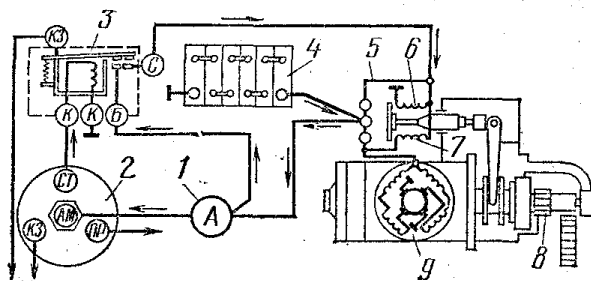
1. Системи пуску призначені для перевodu двигуна із стану спокою в режим стійкої самостійної роботи. У функції системи входять підготовка оптимальних умов для пуску і розкручування колінчастого валу до пускової частоти, що забезпечує утворення і запалювання робочої суміші.

Система пуску складається з акумуляторної батареї стартера, електричного ланцюга (дротів, вимикачів, реле) і засобів, що полегшують пуск.

Мінімальна пускова частота обертання, при якій можливий пуск восьми-циліндрового V-подібного карбюраторного двигуна, при 0 °C складає близько 0,5 с⁻¹, а за температури мінус 30 °C - більше 1,3 с⁻¹. Пускова частота однотипного дизеля рівна 1,3 і 2,8 с⁻¹ відповідно при температурах 0 °C і мінус 15 °C. З пониженням температури момент опору і пускова частота обертання збільшуються, а момент, що розвивається стартером, знижується. Для забезпечення пуску холодних двигунів застосовують підігрівачі пристрої (свічки розжарювання, електрофакельні підігрівачі) і пускові рідини.

Схема системи пуску автомобілів (рис. 103) оснащених генератором змінного струму, складається із стартера 9 з тяговим реле

додаткового реле 3, акумуляторної батарея 4, вимикача 2 з запалення і стартера. При включенні стартера вимикач замикає ланцюг запалення і стартера. Контакти додаткового реле (хвильові стрілки). Контакти стартера замикаються і включають ланцюг втягуючої 7 і утримуючої 6 обмоток тягового реле (суцільні прямі стрілки). Одночасно через контакти додаткового реле (а в деяких автомобілів через додаткові контакти стартера) поступає струм в котушку запалення, минувши додатковий резистор. Струм втягуючої (послідовної обмотки) тече через обмотку збудження і якорь стартера. Схема системи пуску трактора К-701 показана на рис. 104.



До катушки запалення

Рис. 103. Схема системи пуску автомобіля ГАЗ-53А: 1 – показчик струму; 2 – вимикач запалення і стартера; 3 – додаткове реле; 4 – акумуляторна батарея; 5 – тягове реле; 6 – утримуюча обмотка; 7 – втягуюча обмотка; 8 – шестерня приводу стартера; 9 – з'єднання обмоток стартера

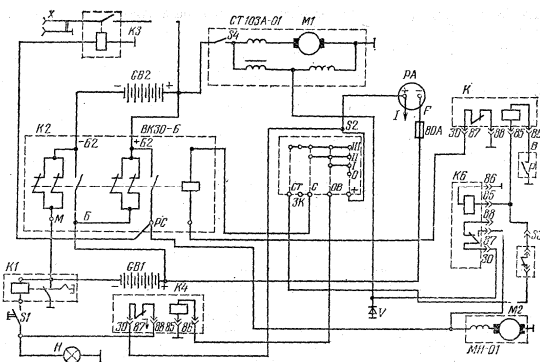


Рис. 104. Схема системи пуску трактора К-701



2. Акумуляторна батарея на тракторах і автомобілях призначена для живлення стартера під час пуску двигуна і інших споживачів, якщо ще не працює генератор.

На вітчизняних тракторах і автомобілях застосовують свинцево-кислотні акумуляторні батареї стартерів. Акумуляторна батарея – це хімічне джерело струму багатократної дії, який необхідно заздалегідь заряджати. В процесі зарядки акумулятори одержують певну кількість електричної енергії від джерела постійного струму. При цьому відбувається перетворення електричної енергії в хімічну. В процесі розрядки відбувається зворотне перетворення, і споживачі одержують електричну енергію.

Найбільш важкий режим роботи акумуляторної батареї – живлення стартера, споживаючого під час пуску струм від 150 до 800 А, а іноді і більш. Тому акумуляторні батареї, здатні віддавати великий струм при незначному падінні напруги, називають стартерними.

Акумуляторні батареї (рис. 105, а) складаються з трьох або шести послідовно сполучених акумуляторів, розміщених в загальному корпусі, – моноблоці 8, який розділений перегородками відповідно на три або шість осередків. У кожному осередку поміщені напівблоки позитивних і негативних пластин. Напівблоки складається з декількох однойменних позитивних 3 або негативних 1 пластин, сполучених між собою паралельно за допомогою бареток 5. До останньої приварений вивідний штир 6, який служить виводом “+” або “-” напівблока. Негативних електродів у напівблоках звичайно на один більше, ніж позитивних. Таким чином, кожний позитивний електрод знаходиться між двома негативними і, працюючи обома сторонами, не окислюється.

Між позитивними і негативними електродами встановлені сепаратори 2, що виготовляються з пористих кислотостійких матеріалів: мікропористої гуми (Р – міпор), мікропористої пластмаси (М – міпласт) або пористого полівінілхлориду. Сепаратори оберігають різнойменні електроди від замикання.

Акумуляторні батареї, призначені для роботи в тяжких умовах, роблять з подвійними сепараторами, що складаються з міпора або міпласта і скловолокна, що укладається до позитивного електрода. Зверху над сепараторами в кожний акумулятор встановлений перфорований щит 4 з ебоніту або пластмаси, який оберігає

Сепаратори від пошкодження під час проб електроліту температури.

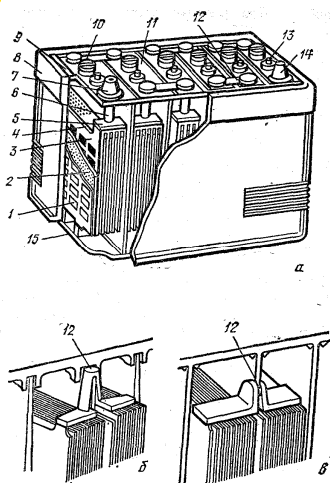


Рис. 105. Акумуляторні батареї: а – із зовнішнім з'єднанням акумуляторів; б – зі з'єднанням через перегородку під загальною кришкою; в – зі з'єднанням крізь отвір в перегородці; 1 – негативні пластини; 2 – сепаратор; 3 – позитивна пластина; 4 – запобіжний щит; 5 – баретка; 6 – вивідний штир; 7 – клемма “+”; 8 – моноблок; 9 – мастика ущільнююча; 10 – пробка; 11 – кришка; 12 – міжелементні перемички акумуляторів; 13 – вентиляційний отвір; 14 – клемма “-”; 15 – опорне ребро

Моноблоки виготовляють з ебоніту або пластичних мас. На дні осередків моноблоку є опорні призми, на які встановлюють блоки електродів. Простір між призмами служить для збору випадального осадку під час роботи осадка і запобігання замикання їм різнойменних електродів. Кожний осередок моноблоку зверху закривають окремою кришкою з ебоніту або пластмаси. В кришках зроблено три отвори: середнє різьбове, що закривається пробкою, служить для заливки електроліту; два крайніх, армованих свинцевими втулками, – для вивідних штирів негативних і позитивних електродів.

Стики кришки зі стінами і перегородками моноблоку герметизують заливальною бітумною мастикою.

Акумулятори в батареї сполучають послідовно свинцевими перемичками 12, які розташовані над кришками і приварені до штирів та свинцевих втулок. В батареях 6СТ-55 сполучні перемички розташовані нижче поверхні кришок і залиті мастикою, при цьому довжина штирів і їх електричний опір зменшений (рис. 105, б).



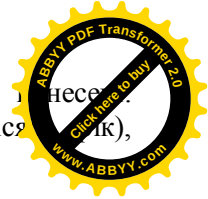
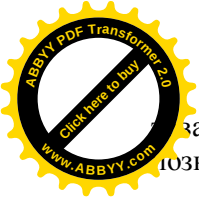
Випускаються також батареї (6СТ-55П) із загальною кришкою і середків полипропиленовою кришкою, яка приварена до кріплення, утворює з ним загальний нерозбірний моноблок. Еластичність поліпропілену дає можливість з'єднати акумулятори між собою через отвори в перегородках моноблоку (рис. 105, в), за рахунок чого зменшено довжину і масу міжелементних з'єднань і майже удвічі знижено їх електричне опір, що забезпечило підвищення розрядної напруги на 0,1... 0,2 В.

Заливні отвори кришок закривають різьбовими пробками 10 з вентиляційними отворами для виходу газів і відбивачами для запобігання вихлюпування електроліту під час руху. В більшості сучасних поліетиленових пробок вентиляційні отвори закінчуються глухим приливом у верхній частині пробки, що забезпечує герметизацію акумуляторів під час зберігання. Перед експлуатацією батареї прилив обов'язково треба зрізати.

На штирі крайніх акумуляторів виходів наварені конусні полюсні висновки стандартних розмірів. Позитивні і негативні електроди є решітками, відлитими із сплаву свинцю (93...95 %) і сурми (5...7 %) і заповнені активною масою. Сурма підвищує міцність і поліпшує ливарні якості. Активна маса позитивних електродів у зарядженому стані – двоокис свинцю (PbO_2) темно-коричневого кольору, а негативних – губчастий свинець (Pb). Перед введенням в дію акумуляторні батареї заливають електролітом, що є розчином сірчаної кислоти (в дистильованій воді).

Конструктивна особливість необслуговуваних батарей – установка електродів у сепараторах (конвертах) на рівне дно моноблоків або на укорочені призми. При цьому виключається замикання різнополярних пластин і збільшується рівень електроліту над верхньою кромкою електродів, що дозволяє подовжити терміни між поповненням води в акумулятори.

У маркуванні батарей включаються: тип батареї, матеріал моноблоку і сепараторів і виконання. Тип батареї визначають за числом послідовно сполучених акумуляторів (3 або 6), що характеризує номінальну напругу (6 або 12 В); за призначенням – стартер (СТ); за номінальною місткістю при 20-вартовому режимі розряду (6СТ-75). Матеріал моноблоку позначають буквою після номінальної місткості: Е – ебоніт, Т – термопласт; матеріал сепараторів – буквами: М – міпласт, Р – міпор, С – стекловолокно; виконання також буквами: А – із загальною кришкою; Н – несухозаряджений (наприклад, 6СТ-75ТМCH).



Окрім умовного найменування, на кожній батареї нанесено заводний знак підприємства-виготівника, дата випуску (місяць і рік), позначення стандарту або технічних умов.

3. *Електрорушійна сила.* Електрорушійною силою (ЕРС) акумулятора називають різницю потенціалів між позитивними і негативними електродами, зміряну при розімкненому зовнішньому ланцюзі. Значення ЕРС можна визначити приблизно за допомогою вольтметра, що має великий внутрішній опір (не менш 300 Ом/В) і акумулятора (або батареї), що підключається до висновків, паралельно.

Електрорушійна сила свинцевих акумуляторів залежить від густини електроліту, від температури (трохи) й абсолютно не залежить від розмірів электродів і кількості активної речовини. Залежність ЕРС спокою від густини електроліту відображає емпірична формула:

$$E_0 = 0,847 + \gamma,$$

де γ – густина електроліту при температурі 25°C, г/см³.

Під час розряді густина електроліту в порах активної маси знижується, а при заряді підвищується порівняно з густиною у спокої внаслідок утворення відповідно води або кислоти. Тому ЕРС акумулятора при розряді (E_p) буде на величину ΔE менше, а при заряді більше, ніж при спокої.

Внутрішній опір акумуляторів проходженню зарядного або розрядного струмів складається з омного опору электродів, сепараторів, електроліту, інших частин, що проводять струм, і опору поляризації, який викликає зміну потенціалів электродів при проходженні струму. В зарядженому стані при позитивній температурі воно невелике і складає тисячні частки ома, а опір розрядженого акумулятора зростає більше ніж в 2 рази.

З пониженням температури електроліту від 30 до –40 °C його питомий опір зростає приблизно в 8 разів.

ЕРС при розряді акумулятора розподіляється на подолання внутрішнього опору й опору споживачів на зовнішній ділянці ланцюга. Втрати на внутрішній ділянці ланцюга називають внутрішнім падінням напруги ($I_p r$), а ту частину ЕРС, яка прикладена до зовнішньої ділянки ланцюга, – напругою розряду (U_p). Напруга акумулятора під час розрядження менше ЕРС розряду на величину внутрішнього падіння напруги:



$$U_p = E_p - I_p r = IR,$$

де r – внутрішній опір акумулятора, Ом; I_p – струм розряду, А; R – опір зовнішньої ділянки ланцюга, Ом.

З наведеної залежності видно, що напруга на клеммах акумулятора залежить в основному від значень зарядного і розрядного струмів і внутрішнього опору. Внутрішній опір залежить від конструкції і розмірів акумулятора. По напрузі, заміряній при певному розрядному струмі, судять про ступінь розрядженості акумуляторів. Напругу заміряють вилкою навантаження або акумуляторними пробниками Е 107 і Е 108.

Ємність акумуляторних батарей – це кількість електрики, яка виражається в ампер-годинах, яке може бути отримане від батареї під час безперервного розряду і заданої температури до практично доцільної кінцевої напруги. Номінальна ємність батарей визначається під час безперервного 20-вартового розряду силою струму, рівної 1/20 номінальної ємності і ($I_p = 0,05C_{20}$ А), до кінцевої напруги на виходах 5,25 В у батареї шестивольтної і 10,5 В у дванадцативольтної. При цьому температура електроліту повинна перебувати в інтервалі від 18 до 27 °С. Отриману розрядну ємність обчислюють за формулою:

$$C = I_p T_p,$$

де I_p – струм розряду, А; T_p – час розряду, год.

Ємність акумуляторних батарей залежить від ряду конструктивних і експлуатаційних чинників: розмірів і числа електродів, товщини і пористості активних матеріалів, конструкції і матеріалу сепараторів, густини і температури електроліту, величин і режимів зарядних і розрядних струмів, ступеня зарядженої і зносу. Збільшення густини електроліту підвищує місткість, але знижує термін служби акумуляторів. Тому густину електроліту збільшують до 1,30 кг/см³ тільки для зимової експлуатації в дуже холодній кліматичній зоні.

Зі збільшенням сили розрядного струму поверхневі шари більш інтенсивно беруть участь в хімічних процесах розряду, а сірчано-кислий свинець, що утворюється, закупорює пори активних мас і ускладнює проникнення електроліту до внутрішніх шарів електродів. Використовування активної маси, а отже, і ємність знижуються. Ось чому важливо дотримувати режими пуску двигуна стартером.

Пониження температури електроліту на один градус в області позитивних температур викликає зниження ємності приблизно на

... 1,0 %, а при негативних температурах і збільшених роботах - до 2 % і більш.

Характеристика заряду акумулятора постійною силою струму I_p рівною 0,1C₂₀, відображає залежність зміни напруги (U_3), ЕРС (E_3) при заряді, густини електроліту (γ) і ЕРС спокою від часу заряду (рис. 106). Для заряду акумуляторної батареї її позитивний висновок сполучають з таким же полюсом зарядного пристрою, а негативний – з негативним. Напруга зарядного пристрою (U_3) повинна перевищувати ЕРС заряду (E_3) акумуляторної батареї на $I_p r$. У міру зарядки лінійно зростають густина електроліту (від 1,11 до 1,27 г/см³) і ЕРС спокою (від 1,95 до 2,11 В). ЕРС заряду перевищує ЕРС спокою на ΔE , обумовлену підвищеною густиною електроліту в порах пластин при зарядці щодо густини в судині. Коли в кінці зарядки велика частина сірчано-кислого свинцю переходить у двоокис свинцю і губчастий свинець, U_3 підвищується до 2,4 В. при цьому починається розкладання води, частина іонів водню і кисню нейтралізується і виділяється у вигляді пухирців газу, викликаючи кипіння електроліту. Незабаром після цього зарядна напруга досягне 2,7 В і припинить збільшуватися, що буде свідчити про закінчення заряду. Після виключення зарядного струму напруга падає до значення ЕДС заряду, а потім поступово, у міру вирівнювання густини електроліту, знижується до ЕРС спокою.

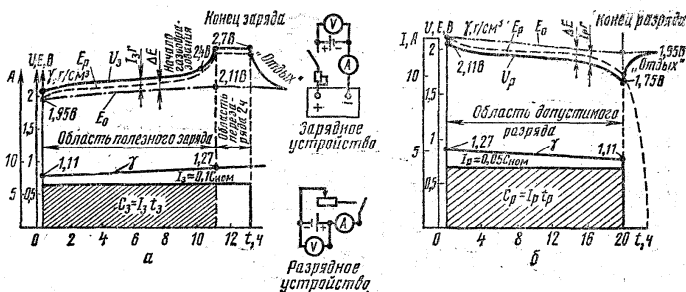


Рис. 106. Характеристики акумуляторів: а – зарядження струмом, рівним 0,1 C₂₀; б – розрядження струмом, рівним 0,05 C₂₀

Віддача акумуляторною батареєю електричної місткості при розряді завжди менше отриманої ним ємності при заряді, оскільки частина енергії витрачається на побічні процеси (нагрів, електроліз води). Відношення ємності (в амперах-година), отриманої під час розряду, до ємності, отриманої під час зарядки, називають



к ефіцієнтом віддачі за ємністю. Він для свинцево-кислотних акумуляторів приблизно рівний 0,85.

Саморозряд. Акумуляторні батареї, поставлені на зберігання без електrolіту, втрачають ємність від саморозряду. Причина саморозряду – неминуха присутність у пластинах сторонніх домішок металів (сурми, срібло, мідь і др.), а також домішок (солі металів), внесених з електrolітом і сепараторами, плівки електrolіту, води та інших забруднень на поверхні акумуляторів.

На саморозряд роблять вплив температура електrolіту, термін служби і ступінь зарядженості акумуляторної батареї. Середньодобовий саморозряд звичайної зарядженої батареї протягом 14 суток при температурі оточуючого повітря $20 \pm 5^\circ\text{C}$ на початку терміну служби не повинен перевищувати 0,7 % ємності, в середині терміну служби – біля 2 %, а в кінці – приблизно 4 %. При температурі -18°C і нижче саморозряд практично відсутній і лише спостерігається в кінці терміну служби (близько 0,2 %).

4. Стартер СТ362 з електромеханічним включенням (рис. 107, а). Основні частини стартера: якір 24 (рис. 107, б) і сталевий циліндровий корпус 25, з внутрішньої сторони якого закріплено чотири полюсні наконечники 23 з котушками обмотки збудження. Якір обертається між полюсами статора в двох бронзових підшипниках ковзання, встановлених у кришках 19 і 27 корпуса. На валу 20 якоря розташовані торцевий колектор 26 і пакет пластин з електротехнічної сталі, в пазах якого укладена обмотка якоря. Дроти (шини) обмотки якоря сполучені з пластинами колектора. В гніздах кришки 27 поміщені щітки 4, притискувані до колектора пружинами 1. Дві щітки “–” сполучено із спеціальним утримувачем, через який відбувається електричний контакт з корпусом (“масою”) стартера, а дві щітки “+” ізольовано від (“маси”) і сполучено з обмоткою збудження.

Муфта вільного ходу складається із зовнішньої обойми 8, що веде, яка жорстко сполучена зі шліцьовою втулкою 1 (рис. 107, в), і веденої обойми 11, яка виконана разом з шестернею приводу. В чотирьох клиноподібних пазах обойми, що веде, встановлено чотири ролики 10. Ролики підтискаються пружинами 14 у вузькі частини пазів між обоймами, ведучою і веденою, через плунжери 13 (в плунжерній муфті) або через Г-подібні штовхачі 16 (в безплунжерній муфті). Якщо після пуску двигуна швидкість обертання веденої обойми перевищить частоту обертання ведучої, обойми

заклинюються, оскільки ведена захоплює ролики в широкій частині.

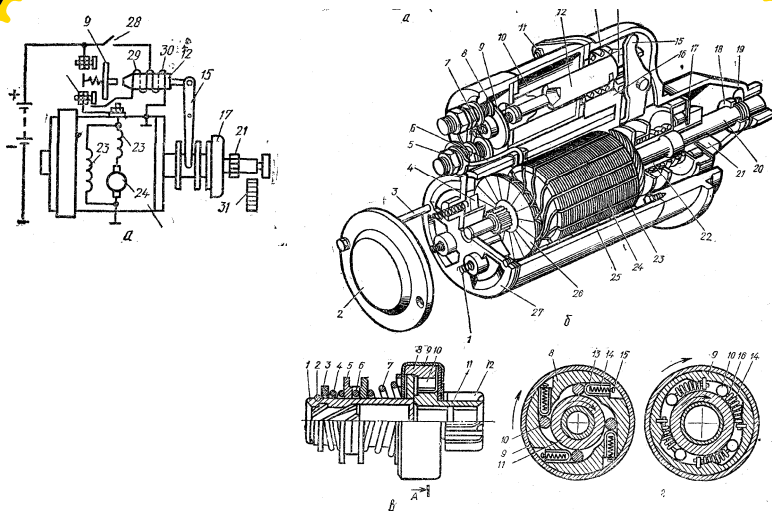
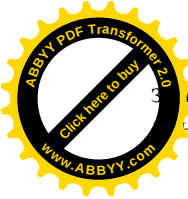


Рис. 107. Стартер СТ362: а – схема включення; б – загальний вигляд; 1 – пружина щітки; 2 – ковпак; 3 – стяжний болт; 4 – щітка; 5 – гайка; 6 – перемичка; 7 і 13 – зворотні пружини; 8 – контакти; 9 – контактний диск; 10 – котушка тягового реле; 11 – тягове реле; 12 – сердечник тягового реле; 14 – сережки; 15 – важіль; 16 – прокладка ущільнююча; 17 – муфта вільного ходу; 18 – кільце; 19 – кришка збоку приводу; 20 – вал якоря; 21 – шестерня приводу; 22 – шліцьова втулка приводу; 23 – обмотка збудження; 24 – якорь стартера; 25 – корпус стартера; 26 – колектор; 27 – кришка збоку колектора; 28 – вимикач; 29 – послідовна обмотка; 30 – паралельна обмотка; 31 – вінець маховика; в – плунжерна муфта вільного ходу: 1 – втулка приводу; 2 – замкове кільце; 3 – опорне кільце; 4 – пружина; 5 – поводкова муфта; 6 і 7 – буферна пружина; 8 – обойма, що веде; 9 – кожух; 10 – ролик; 11 – втулка; 12 – шестерня; 13 – плунжер; 14 – пружина; 15 – упор пружини; г – безплунжерна муфта вільного ходу; 16 – штовхач

Схеми систем пуску, вживані на пускових двигунах тракторних дизелів та на автомобілях «Москвич-2140» і ВАЗ складаються з акумуляторної батареї, вимикача, тягового реле, що розташоване на корпусі стартера і служить для введення шестерні приводу в



з'єднання з вінцем маховика, а також для виключення контактного живлення стартера від батареї.

ЛЕКЦІЯ № 21

Генератори перемінного струму і реле-регулятори

1. Генератори перемінного струму призначення і класифікація.
2. Регулятори напруги.

1. Генератор на тракторі і автомобілі – основне джерело енергії, призначений для живлення всіх споживачів (крім стартера) і підзарядки акумуляторної батареї при працюючому двигуні.

Для зарядки акумуляторної батареї необхідний постійний струм, тому генератори перемінного струму мають вбудовані випрямляючі пристрої, які зібрані на напівпровідникових кремнієвих вентилях (діодах).

Нормальна робота споживачів може бути забезпечена тільки під час живлення їх струмом з оптимальною стабільною напругою. Напруга генератора внаслідок шести-, семи-, восьмиразової зміни частоти обертання ротора і струмового навантаження не залишається постійною. Задана напруга за різних частот обертання підтримується за допомогою регулятора напруги.

Комплект генератора перемінного струму називають генераторною установкою перемінного струму.

Генератори поділяють на: безконтактні індукторні та з обмоткою збудження, яка обертається з контактними кільцями.

Генератори, в яких магнітний потік в статорних обмотках змінюється тільки за значенням за рахунок переміщення феромагнітної маси ротора, називають *індукторними*.

На рис. 108, а наведена струмошвидкісна характеристика генератора з самообмежувачем струму. На характеристиці показана частота обертання (n_o), при якій генератор виробляє номінальну напругу 14 (28) В без навантаження ($I_n=0$) під час живлення обмотки збудження 14 (28) В. характеристику знімають ступінчасто, при збільшенні частоти обертання генератора від початкової (n_o) до розрахункової (n_p) спостерігається швидкий ріст струму до розрахункового значення (I_p). Під час подальшого підвищення частоти обертання ріст струму сповільнюється. Крива струму набуває все більш пологого виду внаслідок дії факторів його самообмеження.

Максимальний струм ($I_{\Sigma, max}$) досягається на великій частоті обертання генератора, при якій генератор добре охолоджується за рахунок збільшеної подачі повітря вентилятором і тому не перегрівається.

Розрахункове значення струму можна отримати графічно, провівши дотичну із початку координат до кривої струму. За точкою дотику визначають розрахункове значення I_p і n_p . В таблицю генератора заносять номінальну напругу і струм $I_{\Sigma, max}$.

Генератор Г306 рис. 108, б (з різними розмірами приводних шківів) встановлюють на двигунах СМД-14, Д-240, Д-37Е і ін. Він представляє собою трьохфазну безконтактну машину з одностороннім електромагнітним збудженням і вмонтованим випрямляючим блоком.

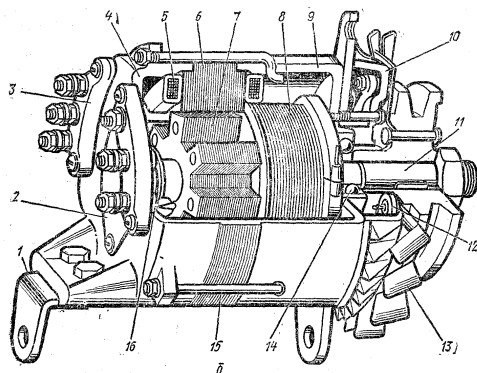
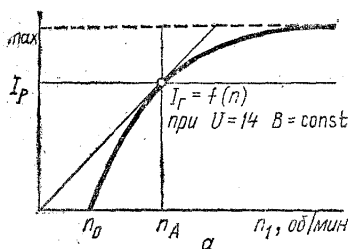


Рис. 108. Генератор змінного струму: а – характеристика генератора з самообмеженням струму; б – генератор Г306; 1 – задня лапа; 2 – кришка підшипника; 3 – панель вивідних клем; 4 – задня кришка; 5 – обмотка статора; 6 – статор; 7 – ротор; 8 – обмотка збудження; 9 – передня кришка; 10 – випрямний блок; 11 – вал ротора; 12 – діод; 13 – шків з вентилятором; 14 і 16 – підшипники; 15 – стяжний фасонний болт

Генератори з обмоткою збудження, що обертається і контактними кільцями. Принципова схема генератора змінного струму з обмоткою збудження, що обертається, живить через щітки і контактні кільця.

Генератор Г250 (з різними розмірами приводних шківів) встановлюють на автомобілях ЗІЛ-130, ГАЗ-53А, ГАЗ-24, УАЗ-469,

“досквич” і ін. Він представляє собою трифазну синхронну електричну машину з електромагнітним збудженням і вбудованим двохнапівперіодним випрямним блоком. Максимальна потужність 630 Вт, номінальна напруга – 14 В. Основні частини генератора: статор 1 (рис. 109, а), ротор 20, передня 22 і задня 3 кришки, шків 19, вентилятор 21 і випрямний блок 4.

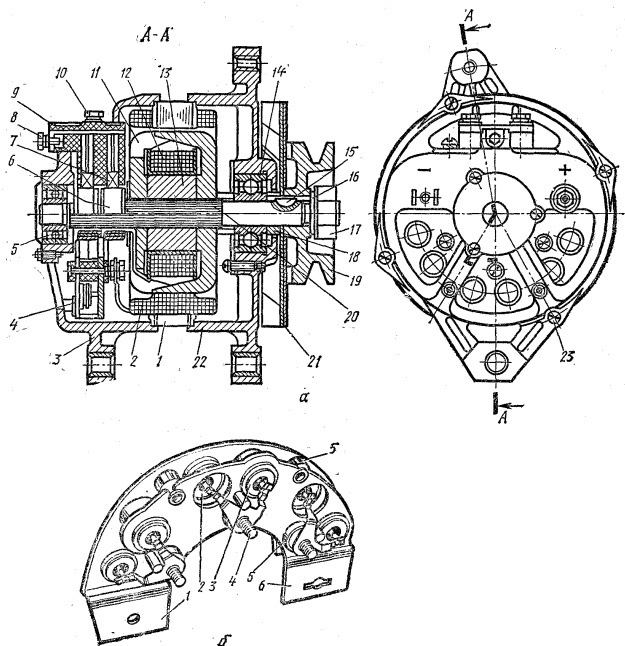
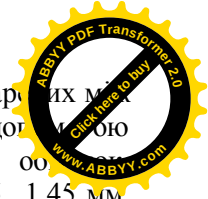


Рис. 109. Генератор Г250-Ж1: а – загальний вигляд: 1 – статор; 2 – обмотка статора; 3 – кришка; 4 – випрямний блок; 5 і 14 – підшипники; 6 – контактні кільця; 7 – щітки; 8 – клемма “Ш”; 9 – щіткотримач; 10 – болт кріплення щіткотримача; 11 – полюсний наконечник; 12 – обмотка збудження; 13 – сталева втулка; 15 – шпонка; 16 – шайба; 17 – гайка кріплення шків; 18 – втулка упорна; 19 – шків; 20 – ротор; 21 – вентилятор; 22 – кришка; 23 – стяжний болт; б – випрямний блок БПВ4-45; 1 – негативна шина (тепловідвід); 2 – діод ВА-20 зворотної полярності; 3 – діод ВА-20 прямої полярності; 4 – затискач для виводу фази генератора; 5 – ізоляційні втулки; 6 – позитивна шина



Статор набраний з пластин електротехнічної сталі, зварених між собою. З внутрішньої сторони в пазах статора за допомогою текстолітових клинів закріплені 18 котушок фазних обмоток. Котушки містять по 13 витків дроту ПЭВ-2 діаметром 1,35...1,45 мм. Фази, що містять по шість котушок, сполучені в “зірку”. Кінці фаз спаяні, а початки сполучені із затискачами кремнієвого випрямного блоку типу БПВ-45 або ВБГ-1.

Ротор генератора, на валу якого розташовані втулка 13 з обмоткою 12 збудження, дзюбоподібні полюсні наконечники 11 і два контактні кільця 6 з ізолюючими втулками, обертається в двох шарикопідшипниках 5 і 14, встановлених в кришках 3 і 22. Обмотка збудження складається з 570 витків дроту діаметром 0,74...0,83 мм. Її опір при температурі 25 °С – $3,7 \pm 0,2$ Ом. Обмотки ротора і статора просочені лаком. Підшипники передньої і задньої кришок ущільнені з двох сторін.

Кришки генератора спільно з кріпильними лапами відлиті з алюмінієвого сплаву. В отвори лап і в місця посадки підшипників для підвищення міцності і довговічності встановлені армуючі сталеві втулки. Друга лапа передньої кришки служить для кріплення натяжної планки. В обох кришках зроблені вентиляційні вікна.

Щітковий вузол складається з щікотримача 9, закріпленого болтом 10 на задній кришці, і двох щіток 7. Одна з щіток сполучена з клемою 8 (Ш), а інша кріпильним гвинтом щікотримача – з корпусом (“–”) генератора. На кришці встановлений також ізольований від корпусу затиск генератора “+”. Клеми “+”, “–” і Ш генератора сполучають з однойменними клемами регулятора напруги. Живлення обмотки збудження подається через міднографітні щітки марки МІ, що притиснуті до контактних кілець із зусиллям 1,8...2,6 Н. Щітки прямокутного січення 6 × 6,5 мм, їх висота 15 мм. В них закладені мідні канати. Перехідний опір в закладці – не більше 5 Ом.

Випрямний блок БПВ-45 складається з двох шин – тепловідводів 1 і 6 (рис. 109, б) із запресованими в них діодами типу ВА20 прямої 3 і зворотної 2 полярності. Тепловідводи скріплюють гвинтовими затискачами 4 через ізолюючі втулки 5. Виводи діодів прямої і зворотної полярностей попарно сполучені між собою і з гвинтовими затисками 4, до яких підключені початки фазних обмоток статора. Випрямні блоки БПВ-4, ВБГ-1 і ВБГ-1Б взаємозамінні.

Генератори Г250, які встановлюються на різні двигуни, розрізняються за буквами в маркуванні (Г250-Г1, Г250-ІІ1, Г250-Ж1 і др.).



2. Для нормальної і довговічної роботи споживачів необхідно, щоб напруга генератора не відхилялася від оптимального значення більш ніж на $\pm 3\%$. Залежно від умов експлуатації воно повинне перевищувати напругу батареї на $12\ldots 25\%$ (для правильного її заряджання). Зменшення напруги генератора нижче за оптимальне приводить до швидкого розряду акумуляторної батареї і утрудняє пуск двигуна. Підвищення напруги вище потрібної на $10\ldots 12\%$ скорочує термін служби акумуляторів і освітлювальних ламп в $2\ldots 2,5$ рази.

Електрорушійна сила (E), що наводиться у фазних обмотках синхронного генератора, пропорційна частоті обертання (n) ротора і магнітному потоку (Φ) збудження. Напруга (U) генератора на холостому ході у разі збудження від зовнішнього джерела струму рівно його ЕРС

$$U = E = C_e n \Phi,$$

де C_e – постійний коефіцієнт для цього типу генератора.

Із збільшенням струмового навантаження напруга генератора знижується на величину падіння його в якорі:

$$U = E - I r_a = C_e n \Phi - I r_a.$$

З наведених рівнянь видно, що для підтримки постійної напруги генератора магнітний потік необхідно змінювати обернено пропорційно до частоти обертання. Магнітний потік при різних частотах обертання і навантаженнях генератора автоматично змінюється регулятором напруги, який коректує середнє значення струму в обмотці збудження включенням в її ланцюг живлення додаткових резисторів або шунтуванням їх при збільшенні частоти обертання і зниженні навантаження. Додаткові резистори знижують струм і магнітний потік обмотки збудження, а отже, і напруга генератора нижче необхідного рівня, тому вони включаються на короткі проміжки часу, різні при різних частотах обертання ротора. Широко застосовуються електромеханічні, електронні (безконтактні) і комбіновані (контактно-транзисторні) регулятори напруги.

Існує два види електромеханічних вібраційних реле-регуляторів: одноступінчаті і двоступінчаті.

Використовувані регулятори напруги: контактно-транзисторні, безконтактні електронні, інтегральні (ІРН).

Генератори змінного струму Г306 і Г250 працюють з контактно-транзисторними регуляторами напруги, які забезпечують відносно

вимогу надійність, довговічність і точність регулювання, підвищену потужність генераторних установок.

Реле-регулятори РР362 призначені для роботи з автомобільними, а РР362Б – з тракторними генераторами змінного струму, розрахованими на номінальну напругу 14 В.

Модернізовані контактнотранзисторні реле-регулятори РР362А і РР362Б містять в собі два електромеханічних вібраційних реле-регулятора напруги (РН), реле захисту (РЗ), транзистор V , два діоди V_r , V_s і резистори (рис. 110). В регуляторі РР362Б, крім того, є резистор R_{cp} і перемикач після сезонного регулювання ППР “Зима-літо”. Регулятор напруги і реле захисту розташовані на панелі в ущільненому корпусі приладу.

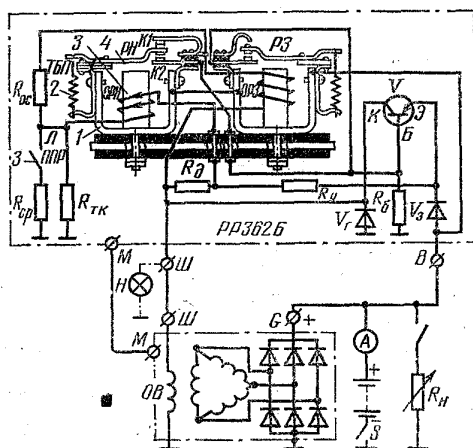


Рис. 110. Контактнотранзисторний реле-регулятор РР362:

РН – регулятор напруги; 1 – ярмо; 2 – пружина; 3 – сердечник; 4 – якор; Р – реле захисту; Δ – транзистор П217; V_r – діод вгамовуючий КД202В; V_s – замикаючий діод Д242; R_d – додатковий резистор; $R_{o.c.}$ – резистор зворотнього зв’язку; ТБП – пластина термоміталева; В і Ш – затискачі; ППР – перемикач післясезонного регулювання; $R_{c.p.}$ – резистор сезонного регулювання; R_n – опір навантаження споживачів; S – вимикач маси; Н – контрольна лампа

Регулятори напруги з електромеханічними реле вимагають частого регулювання, оскільки пружність пружин, форма контактів і

ор між ними з часом змінюються. Вони також не витримують довго- і середньочасові навантаження, вживочні і надійні внаслідок зношування і забруднення контактів. За принципом регулювання напруги електронні (безконтактні) регулятори напруги ідентичні з контактними-транзисторними регуляторами, але в них електромеханічні реле замінені електронними приладами.

Принципова схема безконтактного регулятора напруги РР350А, вживаної для регулювання напруги генераторів Г250-И1, Г250-Е1 і Г250-Н1 на автомобілях ЗИЛ-130, УАЗ-469 і ГАЗ-24, приведена на рис. 111. В неї включено декілька функціональних каскадів.

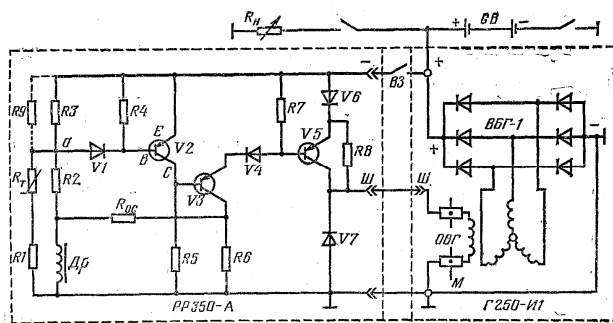


Рис. 111. Схема безконтактного регулятора напруги РР350-А з генератором Г250

Розвиток сучасної мікроелектроніки дозволив створити інтегральні регулятори напруги (ИРН), розміри і маса яких дозволяють вбудовувати їх в генератори. Інтегральні регулятори напруги ЯША, Я120АТ і Я112В широко використовують на автомобільних генераторах, а ЯП2Б—на тракторних. Схема регулятора закрита пластмасовою кришкою для захисту від механічних пошкоджень. Вільний простір під кришкою заповнений герметизуючим топливоводотривким компаундом. Виводи ИРН (контактні площини) ізолювані закріплені на корпусі і позначені на кришці буквами “В”, “Ш” або “В”, “Ш”, “Д”, “С”. Розбиранню і ремонту схема не підлягає.

Генераторну установку 15.3701 з ИРН номінальною потужністю 1000 Вт і напругою 14 В (рис. 112) застосовують на тракторах Т-150К і ДТ-175С і комбайнах, що мають споживачі підвищеної потужності. Установка створена на базі генератора Г309. Вона представляє собою безконтактну, індукторну, п’ятифазну, однойменно-полюсну машину

одностороннім електромагнітним збудженням, вбудованим інтегральним регулятором напруги ЯП2Б схема установки (рис. 112), основним і додатковим випрямлячами (блоком БПВ 12-100).

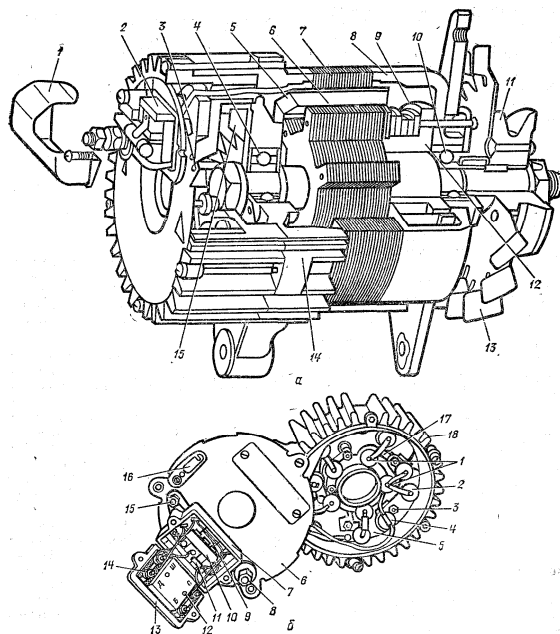


Рис. 112. Генераторна установка 15.3701: а – пристрій генератора: 1 – кришка регулятора; 2 – регулятор напруги; 3 – випрямляч; 4 і 10 – підшипники; 5 – обмотка статора; 6 – пакет ротора; 7 – статор; 8 – передня кришка; 9 – обмотка збудження; 11 – шків; 12 – втулка фланцева; 13 – вентилятор генератора; 14 – задня кришка; 15 – вентилятор випрямляча; б – випрямний блок БПВ 12-100 з інтегральним регулятором напруги ЯП12Б: 1 – діод ВА20 зворотної полярності; 2 – діод ВА20 прямої полярності; 3 – болт кріплення тепловідводу; 4 – діод додаткового випрямляча; 5 – тепловідвод діодів прямої полярності; 6 – кришка випрямного блоку; 7 – корпус ИРН конденсатора фільтра і двох резисторів; 8 – вивідний болт “В”; 9 – резистор ППР; 10 – конденсатор; 11 – резистор підживлення обмотки збудження; 12 – ИРН; 13 – кришка корпусу ИРН; 14 – гвинт кріплення ИРН; 15 – вивід „Д” додатково з випрямляча; 16 – ППР; 17 – сполучна пластина діодів; 18 – корпус випрямного блоку



Системи освітлення та сигналізації тракторів і автомобілів

1. Система освітлення і світлової сигналізації.
2. Контрольно вимірювальні прилади.

1. Трактори і автомобілі обладнали наступними обов'язковими освітлювальними і світлосигнальними приладами: фарами з дальнім і ближнім світлом; ліхтарями покажчиків поворотів оранжевого світла; сигналами гальмування червоного світла; передніми габаритними вогнями білого світла, задніми червоного світла; ліхтарями освітлення номерного знака; задніми світловідбиваючими (катафотами) червоного світла, передніми (тільки для причепів) білого світла, бічними (для транспортних засобів, що мають довжину більше 6 м) оранжевого світла; пізнавальними знаками автопоїзда – жовтий трикутник або три ліхтарі оранжевого світла, встановлені над кабіною в лінію. Окрім вказаних приладів, для полегшення управління в скрутних метеорологічних умовах, інформації учасників руху про присутність, габаритах і стані автомобіля застосовуються додаткові прилади: противотуманні фари і противотуманні задні ліхтарі, стояночні вогні, контурні вогні, сигнали аварійного стану транспортного засобу.

На транспортному засобі, швидкість руху якого більше 20 км/год, для освітлення шляху руху повинно бути встановлено дві або чотири фари з дальнім і ближнім світлом (білим або жовтим, але

Світло зв'язково однаковим). Дальнє світло повинне освітлювати шлях у стані більше 100 м, а ближній – не менш 30 м.

Фари головного освітлення. Сучасні трактори і автомобілі комплектують фарами з європейським і американським асиметричним розподілом ближнього світла. Обидві ці системи мають як двухфарне, так і чотирьохфарне виконання.

Вітчизняні колісні трактори і автомобілі в основному комплектуються фарами з європейським світлорозподіленням ближнього світла цих фар, направлене на вертикальний екран, має різку межу між світлом і тінню (рис. 114, б). Лівише вертикальної площини, що проходить через вісь фар, ця межа горизонтальна, а правіше – направлена вгору під кутом 15° . Таке світлорозподілення забезпечується за рахунок конструкції лампи і розсіювача. Спіраль ближнього світла (рис. 114, а) розташована перед ниткою дальнього світла, а остання поміщена у фокусі параболічного відбивача. Під спіраллю знаходиться екран (рис. 114, а і в). Передня кромка екрану заломлена вгору, щоб пряме світло не потрапляло в очі водіїв. З правої сторони екран доведений до горизонтальної площини, що проходить через вісь фар, а зліва він не доходить до площини на кут 15° . Таким чином, проміння із спіралі ближнього світла потрапляє тільки на верхню половину відбивача в секторі 15° – на ліву нижню частину відбивача. Відображене проміння прямує з нахилом вниз і вправо вгору під кутом 15° .

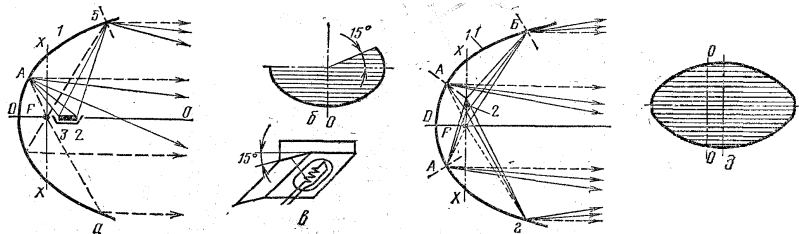


Рис. 114. Хід проміння ближнього світла (суцільні лінії) і дальнього (штрихові лінії) у фарах: а – європейського світлорозподілення; б – форма освітлюваної поверхні ближнім світлом на екрані європейською фарою; в – екран європейської лампи; г – американського світлорозподілення; д – форма освітлюваної поверхні ближнім світлом американської фари



Нитки дальнього світла як європейської, так і американської лампи перебувають у фокусі відбивача і проміння з поверхні в напрямку до розсіювача паралельним пучком. Останній розподіляє проміння так, що на вертикальному екрані створюється освітлена поверхня еліптичної форми.

Спіраль ближнього світла американської лампи розташована над ниткою дальнього світла з невеликим зсувом вліво (рис. 114, з). В результаті проміння, відображене від поверхні лівої фокальної площини х-х, прямує із зсувом вниз-управо (рис. 114, д). Хід іншого проміння від відбивача, направлено дещо Вверх, змінює розсіювач.

Лампи A12-45+40, A24-55+50, A12-35+35 призначені для фар європейського асиметричного ближнього світла. В маркуванні перше число після букви означає напругу, друге і третє, – потужність у ватах, споживану нитками відповідно дальнього і ближнього світла. Для фар старого зразка (американського світлорозподілення) випускаються лампи A12-50+21, A12-60+40, A24-60+40 і ін. Для них у маркуванні після риски приведена сила світла в канделах.

Фари двухфарної системи випускають круглими з діаметром світлового отвору 170 мм і прямокутними з розмірами по горизонталі 210 мм. Прямокутні фари мають світловий потік з великим кутом розсіяння в горизонтальній площині і мало у вертикальній при кращій освітленості дороги.

Фари чотирьохфарної системи діаметром світлового отвору 136 мм дозволяють збільшити дальність і якість освітлення як при дальньому, так і при ближньому світлі. Зовнішні фари (або верхні) в чотирьохфарній системі забезпечені двухнитковими лампами, а внутрішні (або нижні) – однопнитковими. Сумарна потужність ниток ближнього світла – 90 Вт, дальнього – 170 Вт.

Прямокутна фара складається з корпусу 7 (рис. 115, а), оптичного елемента, регулювального пристрою і обода 2. Оптичний елемент складається з відбивача 11 (рефлектора), розсіювача 5 і лампи 4. Розсіювач (переднє скло) за допомогою лінз і призм, розташованих на внутрішній стороні, розподіляє проміння в потрібному напрямі для освітлення необхідної ділянки шляху. Кут розсіювання в горизонтальній площині складає від 18 до 24° в обидві сторони від осі, а у вертикальній площині 5...9° (залежно від типу фари). Асиметричне ближнє світло фар освітлює ліву частину дороги до 30 м, а праву до 70 м. Фари з асиметричним ближнім світлом застосовують на тракторах МТЗ-80 і К-701, автомобілях ГАЗ 53А, КамАЗ і ін.

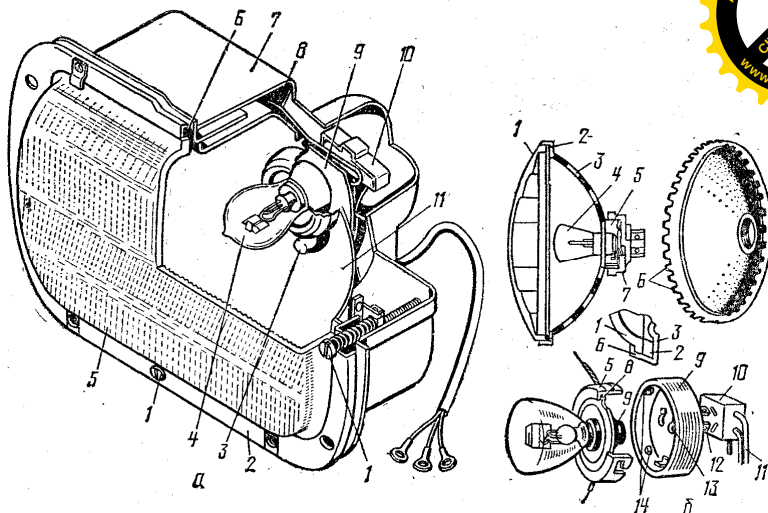


Рис. 115. Фари: *a* – прямокутна фара європейського світлорозподілення: 1 – регульовальні гвинти; 2 – обод; 3 – лампа габаритного світла; 4 – основна лампа; 5 – розсіювач; 6 – прокладка ущільнювача; 7 – корпус; 8 – пружина, що кріпить фланець основної лампи в патроні; 9 – фланець лампи; 10 – з'єднувальна колодка; 11 – відбивач; б – оптичний елемент круглої фари американського світлорозподілення: 1 – розсіювач; 2 – гумова прокладка; 3 – відбивач; 4 – лампа; 5 – втулка відбивача; 6 – зубці відбивача; 7 – патрон; 8 – фланець; 9 – цоколь; 10 – колодка; 11 – дроти; 12 – контактні виводи патрона; 13 – пружинчасті контакти

В круглій фарі ФГ 122-Б асиметричного ближнього світла застосовують лампи А12-50+40 з екраном 4 (рис. 116), що відображає сліпуче проміння спіралі ближнього світла. Призми і лінзи розсіювача таких фар змінюють хід проміння ближнього світла, відображеного в вгору-вліво і направляють їх вниз-вправо. Але розрахунок розсіювача тільки на поліпшення світлорозподілення ближнього світла погіршує розподіл дальнього світла. Лампу вставляють всередину рефлектора фари з тильної сторони.

Протитуманні фари призначені для освітлення дороги при русі в тумані, в дощ або в сильнозапиленій атмосфері з одночасним

призначенням габаритів автомобіля. Протитуманні фари (жовтого світла) дають вузький світловий пучок у вертикальній площині і широкий (до 70°) в горизонтальній площині. Це досягається за допомогою особливого пристрою розсіювача фар і установці перед лампою металевого відбивача світла. Протитуманні фари доцільно застосовувати в місті і на гірських дорогах для освітлення крутих поворотів.

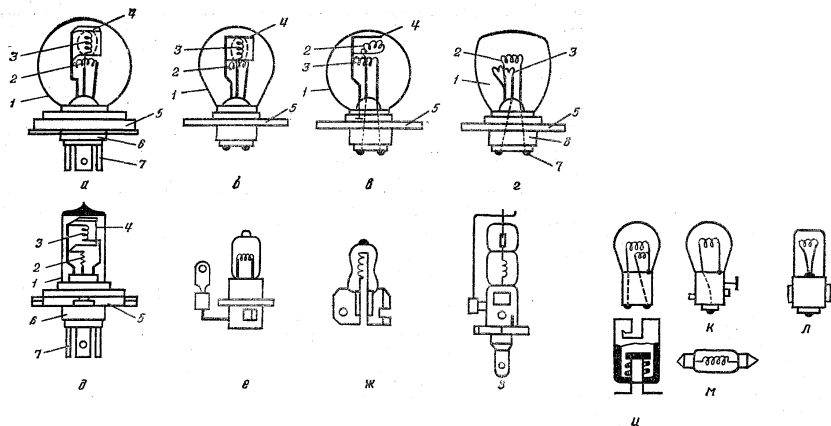
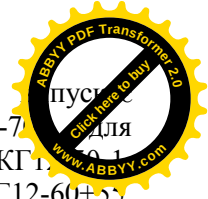


Рис. 116. Автомобільні лампи: а – для фар “Європейське асиметричне світло” з цоколем P45t/41; б – для фар з європейським симетричним світлом; в і г – з цоколем 2ФД-42 для американського світлорозподілення; д, е, ж і з – галогенові лампи Н4, Н3, Н2 і Н1 (для противотуманних фар); лампи, вживані в ліхтарях: и – штифтова двохниткова; к – штифтова одностиктова; л – пальчикова; м – софїтна: 1 – колба; 2 – нитка дальнього світла; 3 – нитка ближнього світла; 4 – екран; 5 – фіксуєчий фланець; 6 – цоколь; 7 – виводи

Лїхтарї заднього ходу (бїле світло) служать для освїтлення шляху при маневруванні і русї заднім ходом. Лїхтарї заднього ходу легкових автомобїлїв запалюютьсѧ автоматично вмикачем ВК403 при вклученнї задньої швидкостї в коробцї передач.

Фари робочого освїтлення на тракторах і комбайнах призначенї для освїтлення робочих органїв лїсогосподарських та сїльськогосподарських машин і оброблюваних дїлянок лїсу чи поля.



Галогенові лампи. Вітчизняна промисловість галогенові лампи типів Н1 (АКГ12-55, АКГ24-70-1); противотуманних фар і прожекторів (рис. 116, з); Н3 (АКГ12-55, АКГ24-70-1); двониткові (рис. 116, д) лампи Н4 (АКГ12-60+55, АКГ24-75+70) для головних фар з європейським світлорозподілом. Їх світлова віддача – 22...25 лм/Вт, тоді як в звичайних автомобільних ламп вона складає 14...18 лм/Вт. Такого збільшення світлової віддачі вдалося досягти завдяки підвищенню робочої температури нитки накала до 2700...2900 °С (тобто приблизно на 500 °С) і галогеновому циклу, що повертає вольфрам, який випарувався, назад на нитку. Колба галогенової лампи малого розміру виготовлена з тугоплавкого кварцового скла і заповнена сумішшю інертних газів з деякою кількістю парів йоду або броду. В процесі роботи колба нагрівається до температури не менш 327...427 °С. За цієї температури галогени утворюють з випаруванням і осівшим на стіни колби вольфрамом газоподібне з'єднання, яке в районі тіла накалу при температурі 2700...2900 °С розпадається, і вольфрам осідає на розжареній нитці. В результаті колба зберігає свою прозорість, а нитка – свою масу. Але внаслідок нерівномірності зворотного осаду частинок вольфраму на нитці утворюються витончені місця і вона працює не довше за звичайну лампу.

Крім того, промисловість випускає противотуманні фари з галогеновими лампами ФГ 152 для КамАЗів і інших вантажних автомобілів і 11.3743 – для легкових автомобілів. Противотуманні фари з галогеновими лампами дозволяють підвищити безпечні швидкості руху в тумані на 10...20 %. Вони також полегшують рух на поворотах завдяки розширеній зоні освітлення і збільшеному світловому потоку.

Застосування галогенових ламп (Н4) у фарах головного світла і (Н1) у фарах-прожекторах вантажних автомобілів збільшує дальність їх дії на 30... 40 % порівняно з фарами і фарами-прожекторами із звичайними лампами. В той же час ближнє світло галогенових ламп викликає підвищений порівняно зі звичайними лампами ступінь засліплення.

Не можна встановлювати галогенові лампи в звичайні фари: це викликає підвищену засліплюючу дію на водіїв зустрічного транспорту. При заміні ламп потрібно стежити за їх чистотою: сліди масла і броду, залишені на колбі, запікаються і ослаблюють світлову віддачу.

Сигналізатор аварійного стану автомобіля (рис. 117)

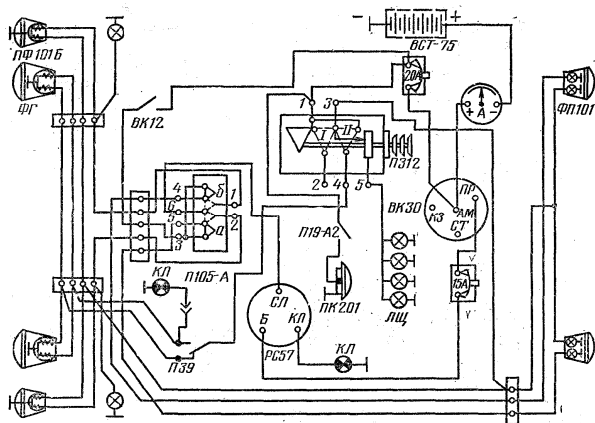


Рис. 117. Схема системи освітлення і сигналізації автомобіля ГАЗ-53А.

2. Контрольно-вимірювальні пристрої забезпечують водіям можливість стежити за станом і роботою механізмів, систем і агрегатів машин.

За характером передаваної інформації всі пристрої можна розділити на вказуючі (покажчики) і сигналізуючі (сигналізатори).

Вказуючі пристрої забезпечені шкалою і стрілкою, що приблизно показує значення параметра, що вимірюється. Сигналізатори попереджають водіїв звуком і (або) світлом про аварійний стан контрольованої системи, резерв палива, що залишився або конкретний стан механізму (включений або вимкнений).

На старих моделях тракторів і автомобілів застосовувалися електромагнітні, електротеплові імпульсні пристрої. На сучасних моделях використовуються магнітоелектричні пристрої, що не мають рухомих контактів і пружин для повернення стрілок в початковий стан. Вони не створюють радіоперешкод і забезпечують підвищену точність вимірювання.

Контрольно-вимірювальний пристрій складається з датчика, встановленого в контрольованому середовищі, і сполученого з ним показчика або сигналізатора (лампи, звукового сигналу), поміщеного на щиті в кабіні водія.

Датчики показчиків перетворюють зміну параметрів (температури, частоти обертання і др.), що вимірюється, у проміжні електричні сигнали, які дротами передаються в приймальні пристрої показчика і відхиляють стрілку на кут, відповідний сигналам, що поступають.

Датчики сигналізаторів при певному стані контрольованого середовища замикають ланцюги контрольної лампи або звукового сигналу.

Показчики сили струму. На автомобілях і тракторах для контролю зарядного режиму акумуляторної батареї застосовують показчики сили струму з рухомими і нерухомими магнітами (рис. 118).

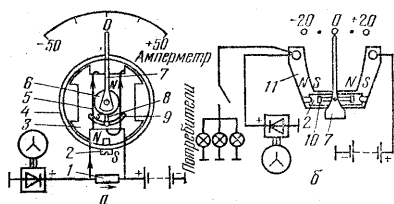


Рис. 118. Показники струмів:

- а – з рухомим магнітом;
- б – з нерухомим магнітом

Показчики напруги – магнітоелектричного типу, випускаються для 14- і систем електропостачання 28-вольтів. Їх встановлюють на автомобілі МАЗ-6422, ВАЗ-2105 і ін. Показчики відрізняються шкалами і значенням опору резисторів (рис. 119). Шкала показчика 28-вольта розбита на три зони: червону, зелену і жовту, а шкала показчика 14-вольтів – на чотири зони: дві червоних (ліва 8...11 В і права 15...16 В), біла (11...12 В), відповідно несталий режим заряду-розряду батареї, і зелену (12...15 В). Стрілка в лівій червоній і правих червоній або жовтій зонах вказує відповідно на низький і високий рівні регульованої напруги (розряд або перезаряд батареї). Стрілка в зеленій зоні шкали свідчить про справність генераторної установки.

Сигналізатори аварійної температури охолоджуючої рідини попереджають водіїв про неприпустиме підвищення температури в системі охолодження. Сигналізатор складається з датчика, встановленого у верхньому бачку радіатора (рис. 120, а), і контрольної лампи 5, розташованій на щиті приладів. На корпусі датчика 3 ізольованого від "маси" розташована біметалічна пластина 2, закрита латунним патроном 1. Закріплений кінець пластини сполучений з вивідною клемою, а до рухомого збоку неактивного шару прикріплений контакт. Нерухомий контакт припаяний до

регулювального гвинта 4, сполученому з корпусом ("масою"). При підвищенні температури охолоджуючої рідини в радіаторі залишається встановленої межі, контакти сигналізатора розімкнені і лампа не горить. З підвищенням температури біметалічна пластина деформуючись, зближує контакти. За температури, на яку відрегульований датчик, контакти замикаються і включають сигнальну лампу.

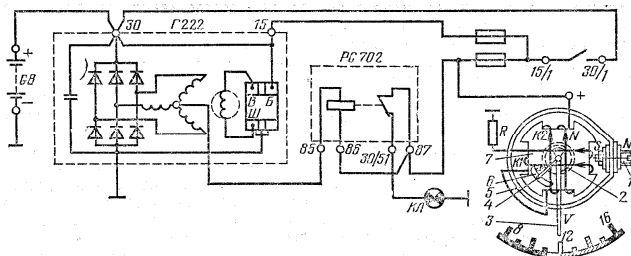


Рис. 119. Схема включення показника напруги і контрольної лампи заряду акумуляторної батареї до генератора змінного струму з нульовим виводом

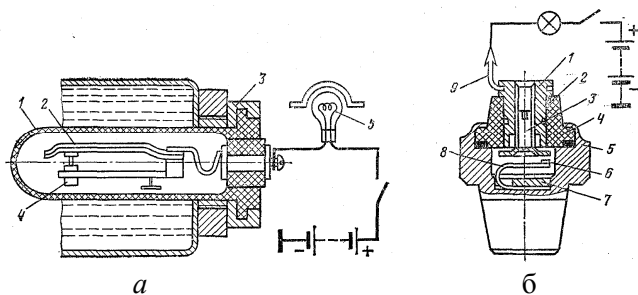


Рис. 120. Сигналізатор аварійної температури охолоджуючої рідини:
а – схема включення; б – датчик ТМ111; 1 – вивід; 2 – ізолятор; 3 – регулювальний гвинт; 4 і 6 – контакти; 5 – корпус; 7 – притискна шайба; 8 – біметалічна пластина; 9 – штекерний вивід

Датчики ТМ104-Т (на автомобілі ГАЗ-53А), ТМ29 (ЗИЛ-130) включають лампу відповідно при 105... 108, 112...118 °С, а ММ7, ТМ111 (КамАЗ) і ММ7-Т – при 92...98 і 104...107 °С. Датчик РС403, встановлюваний в четвертій головці циліндра двигуна Д-37М

повітряного охолодження, включає сигнальну лампу при температурі 160...175 °С. Якщо при перевірці виявиться, що температура включення не відповідає вказаній, датчик розбирають і регулюють зазор.

Магнітоелектричні показчики тиску мастила і повітря складаються з реостатного давача ММ350 або ММ352 і логометричного приймача УК110 (для показчика тиску мастила в змащувальній системі) або УК111 (для показчика тиску повітря в пневматичному приводі гальм). В корпусі давача показчика тиску (рис. 121, а) знаходиться діафрагма 1 і механізм важеля. Під дією тиску масла (або повітря) діафрагма прогинається і через механізм важеля переміщає повзунки по обметуванню реостата 2, змінюючи його опір.

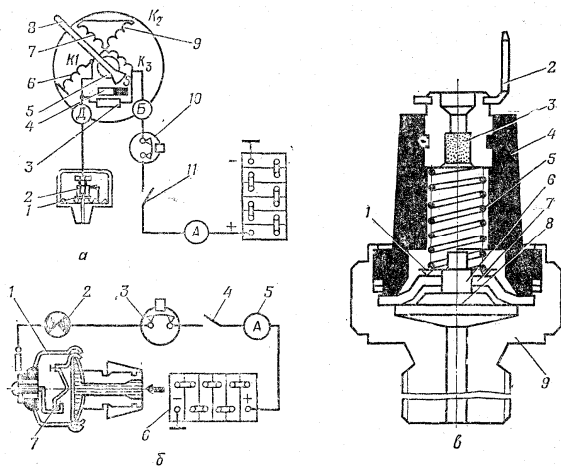


Рис. 121. Показчики і сигналізатори тиску: а – схема показчика тиску мастила: 1 – діафрагма давача; 2 – перемінний резистор; 3 – термокомпенсаційний резистор; 4 – постійний магніт; 5, 6, 7 і 9 – обмотки катушок; 8 – стрілка; 10 – запобіжник; 11 – вимикач запалювання; б – сигналізатор аварійного тиску мастила: 1 – давач; 2 – контрольна лампа; 3 – запобіжник; 4 – вимикач запалювання; 5 – показник струму; 6 – акумуляторна батарея; 7 – контакти; в – давач ММ124-Б сигналізатора тиску повітря гальмівної системи автомобіля КамАЗ: 1 і 7 – рухомий і нерухомий контакти; 2 – штекерний вивід; 3 – фільтр; 4 – ізолятор; 5 – пружина; 6 – штовхач; 8 – діафрагма; 9 – корпус



Будова приймачів і робота показчиків тиску мастила і повітря подібні будовою і роботою показчика температури і рівня палива. Шкали приймачів вказівників тиск мастила має напис “Масло”, а показчиків тиску повітря – “Повітря”. Струм, що протікає через приймач в комплекті з давачом, не перевищує 0,2 А. Покази приладів при необхідності звіряють по контрольному манометру. Погрішність не повинна перевищувати $\pm 0,02$ МПа.

Сигналізатор аварійного тиску мастила попереджає водія про неприпустиме пониження його в змащувальній системі двигуна. Давач 1 (рис. 121, б) сигналізатора встановлюють на корпусі двигуна (або масляному фільтрі), а сигнальну лампу 2 з написом “Масло” розташовують на щиті приладів. При нормальному тиску в системі мастило, діючи на діафрагму, розмикає контакти 7 давача, і сигнальна лампа не горить. З пониженням тиску в двигунах автомобілів ГАЗ нижче 0,04...0,08 МПа або за відсутності його контакти давача замикаються і лампа спалахує.

Датчики сигналізаторів в дизелях відрегульовані на тиск 0,13...0,28 МПа. Заданий тиск включення сигнальної лампи встановлюють підгином пластини нижнього контакту. Інші давачі мають спеціальний гвинт для регулювання моменту включення сигнальної лампи на заданий тиск в змащувальній системі.

Сигналізатор тиску повітря в гальмівній системі автомобілів КамАЗ містить давач ММ124-Б (рис. 121, в) і сигнальну лампу. Між корпусом 9 давача й ізолятором 4 затиснені нерухомий контакт 7 і еластична (з поліефірної плівки) діафрагма 8. Повітря, проходячи через свердлення корпусу тисне на діафрагму, а через неї штовхач 6 і рухомий контакт 1 стискають таровану пружину 5. Контакти розмикаються. В порожнині над діафрагмою через фільтр 3 підтримується атмосферний тиск.

При зниженні тиску нижче норми пружина відтискає діафрагму і замикає рухомий і нерухомий контакти, сигнальна лампа включається через штекерний вивід 2, пружину 5, контакти 1 і 7 і “масу”. До водія надходить інформація про критичний стан контролюваного середовища.

Рівень палива в баку контролюють за допомогою електромагнітних або магнітоелектричних показчиків. Останнім типом показчиків забезпечено більшість сучасних автомобілів.

Показчик рівня палива складається з реостатного давача, закріпленого в баку, і показчика, поміщеного на щиті приладів. Давач

Рис. 122, а) складається з пластмасового корпусу 12, зміцненого на металевій основі 11 з обмежувальними упорами 3 і 6, важеля поплавок 4 і реостата 1 з ніхромового дроту, намотаного на пластмасовий ізолятор. При зміні рівня палива по обмотці реостата ковзає контакт повзунка 2, переміщуваний поплавком через важіль і втулку. Давач підвішений на кронштейні 10 до штекерного роз'єму 8. Реостати давачів різних магнітоелектричних показників мають однаковий опір (90 Ом), але різні важелі і поплавки.

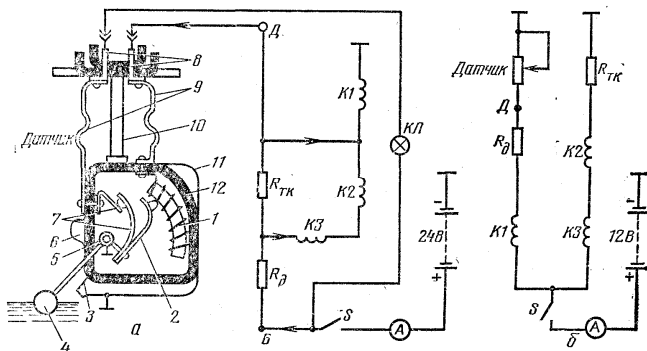


Рис. 122. Схеми магнітоелектричних показників рівнів палива а – для 24-вольтової системи: 1 – реостат давача; 2 – повзун реостата; 3 і 6 – упори рычага поплавка; 5 – втулка рычага; 7 – контактні пластини; 8 – штекерні виводи; 9 – струмоведучі пластини; 10 – кронштейн підвіски давача; б – для 12 вольтової системи

Показчик рівня палива влаштований аналогічно показчику температури. Але котушки і резистори сполучені тут інакше. Схема з'єднань показчика для системи електропостачання 24-вольта приведена на рис. 122, а. Показчик складається з трьох котушок. Магнітні потоки котушок K1 і K2 направлені назустріч один до іншого, а котушка K3 – перпендикулярно їм. Сумарний магнітний потік котушок K1 і K2 залежить від сили струму в котушці K1.

Якщо паливний бак заповнений повністю, то весь реостат введений в електричний ланцюг показчика, при цьому струм і магнітний потік котушки K1 будуть максимальні і результуючий магнітний потік трьох котушок оберне рухомий магніт із стрілкою



Схема включення обмоток і резисторів показчика рівня палива 12-вольтна наведена на рис. 122, б.

Тахометр вказує частоту обертання колінчастого валу двигуна. Застосовують спідометри з механічним і електричним приводами.

Магнітний шунт 4 зменшує погрішність приладу, що викликається зміною температури. Зі збільшенням температури опір котушки зростає, і вихрові струми зменшуються, в той же час магнітний опір шунта збільшується, і велика частина магнітного потоку замикається через котушку, чим компенсується зменшення вихрових струмів і показів приладу.

226

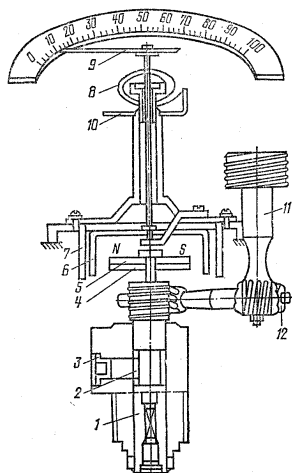


Рис. 123. Схема спідометра з механічним приводом.
12 – вали; 2 – заглушка; 3 – магнітний шунт; 4 – постійний магніт; 5 – котушка; 6 – кільцевий екран; 7 – спіральна пружина; 8 – стрілка; 9 – важіль

Автомобілі МАЗ, КамАЗ, ЗІЛ з дизелем і інші оснащують спідометрами і тахометрами з електричним приводом.

ЛЕКЦІЯ № 23

Робоче обладнання тракторів і автомобілів

1. Гідравлічні начіпні системи.
2. Робоче і допоміжне обладнання тракторів та автомобілів.
3. Напрямки розвитку мобільних енергетичних засобів.

1. Для з'єднання начіпної машини з трактором і керування її роботою служить *начіпна система*.

Трактор, начіпна система і лісогосподарська машина утворюють *начіпний агрегат*. Начіпні агрегати мають ряд переваг перед причіпними: хороша маневреність, у них більш висока продуктивність, менша витрата палива на одиницю виконаної роботи, відносно мала металомісткість, для обслуговування необхідно менша кількість персоналу.

Можливі різні варіанти розміщення начіпних машин і відносно їх навіски в тракторному агрегаті: задня, передня, фронтальна, бокова, ешелонна, шеренгова, комбінована (наприклад, фронтальна і задня).

Навісна система складається з двох основних частин: начіпного пристрою і гідравлічної системи.



Навісний пристрій служить для приєднання до навісних сільськогосподарських машин і являє собою гідралічну систему, розміщену позаду трактора. Основне призначення *гідралічної навісної системи* – управління навісними машинами (їх підйом і опускання, фіксація в певному положенні, регулювання глибини обробітку ґрунту, висоти розміщення маніпулятора та інше).

У найпростішому вигляді гідралічна система включає в себе насос, розподільник, силовий циліндр, трубопроводи з арматурою.

Процес в управлінні гідралічних машин повинен займати певний, обмежений час, наприклад, підйом насінневої машини в кінці гону – не більше 2...3 с, піднімання стріли маніпулятора і т.д. Тому насос гідросистеми повинен подати в силовий циліндр, в одиницю часу, певну кількість робочої рідини під тиском. В гідралічних системах тракторів застосовують шестерінчасті насоси постійної продуктивності.

Насос складається з корпусу з розміщеними в ньому ведучої і веденої шестерень. В маркуванні насосів перші дві букви означають, що насос шестерінчастий, а число після них, теоретичну подачу робочої рідини за один оберт вала (см³). Якщо марка насоса НШ-32-2, який встановлюється на тракторах типу МТЗ 80/82, то його продуктивність 45 л/хв., при обертах $n=2200$ об/хв.

Розподільник виконує такі основні функції: розподіляє потік робочої рідини, яку нагнітає насос, між виконавчими механізмами, силовими циліндрами й іншими споживачами; автоматично переключає гідралічну систему на холостий хід – перепускає робочу рідину в бак, коли всі виконавчі механізми відключені; обмежує тиск в гідралічній системі.

На тракторах використовують розподільники клапано-золотникового типу, де основними робочими елементами, які керують рухом рідини в гідросистемі, є перепускний клапан і золотники.

Силовий циліндр становить собою гідралічний двигун, який перетворює енергію потоку рідини в механічну енергію поршня, що здійснює зворотньо-поступальний рух.

Циліндри ділять на виносні і основні. Основні встановлюються на навісних пристроях, виносні безпосередньо на напівнавісні і причіпні гідралічні машини.

За напрямком примусового руху поршня розрізняють циліндри двосторонньої і односторонньої дії.

Бак гідросистеми з'єднують з гідронасосом з допомогою втягуючого трубопроводу, а з розподільником – зливною трубою.



ем бака, як правило, складає не менше половини теоретичної продуктивності насоса. На магістралі встановлюють фільтри для перепуску масла в бак, при забрудненні масла перед кульковий запобіжний клапан, який відкривається, коли тиск масла в корпусі фільтра досягає 0,35 Мпа.

Для з'єднання агрегатів гідросистем застосовують трубопроводи, які є сталевими трубками або гумовими шлангами. До арматури також відносять запірні клапани та розривні муфти.

Навісні пристрої – це система важелів. Бувають двохточкові, трьохточкові та універсальні.

Регулятори глибини обробітку ґрунту. Розрізняють висотне, силове, позиційне і комбіноване регулювання глибини обробітку ґрунту. Силове, позиційне і комбіноване регулювання глибини обробітку ґрунту здійснюється спеціальними регуляторами, включеними у гідравлічну навісну систему.

Одним з ефективних методів підвищення тягових якостей тракторів, шляхом збільшення зчіпної ваги, є застосування довантажувачів ведучих коліс (ДВК). Довантажувачі ведучих коліс бувають механічного і гідравлічного типів.

Їх дії ґрунтовані на перенесенні частини маси знаряддя на ведучі колеса трактора. Принцип дії аналогічний принципу дії основних гідроциліндрів навісних машин, але зусилля для розміщення робочих органів у необхідне положення недостатнє, тому машина перебуває тільки під навантаженням “підйому”.

До робочого обладнання трактора відносяться в основному причіпні пристрої і гаки, ВВП, але інколи й гідравлічну систему.

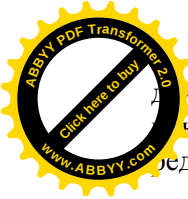
Причіпний пристрій служить для транспортування причіпних машин і встановлюється, як правило, на навісному пристрої трактора.

Для роботи з одновісними причепами трактори обладнуються причіпними гідрофікованими крюками.

Приводні шківні можуть встановлюватись у колісних універсально-пропашних тракторах на ВВП.

ВВП призначений для приводу робочих органів стаціонарних, або будь-яких інших лісогосподарських машин. За місцем розташування на тракторі ВВП може бути заднім, боковим і переднім. Найбільш поширені задні (крім Т-16М – у нього передній ВВП). За швидкісним режимом ВВП розрізняють з постійною і змінною частотою обертання (синхронні).

Постійна частота обертання є стандартизованою $n=540\pm 15$ об/хв і 1000 об/хв (К-400, К-701) при номінальній частоті обертання



двигуна. Передачу обертання до ВВП і управління його приводом виконує привод, який об'єднує вали, підшипники, шестерні, редуктори та інші пристрої.

Приводи ВВП поділяють на залежні, незалежні і частково залежні. Якщо ВВП приводиться від одного з валів трансмісії, які передають рух до ведучих коліс, то робота ВВП залежить від дії зчеплення. Такий привод називається залежним. Якщо ВВП приводиться в рух безпосередньо від колінчастого вала, тобто має свою трансмісію, незалежну від коробки передач, то його називають незалежним.

Частково залежні ВВП відрізняються від незалежних тим, що можуть вмикатися і вимикатися при зупиненому тракторі, та не допускають перемикання на ходу.

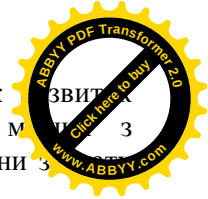
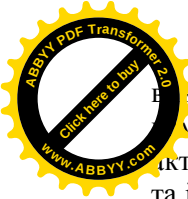
2. До допоміжного обладнання автомобілів відносять опорнозчіпний пристрій, трособлочну систему, засоби підвищення прохідності та інше. До допоміжного обладнання тракторів та автомобілів також відносять кабіни. Вони мають бути просторими, зручними, шумоізольовані. Сидіння водія мати амортизатори і добре поглинати вібрації, місце водія забезпечувати хорошу обзорність, бути обладнаною сонцезахисним козирком, дзеркалом заднього виду, аптечкою, термосом, вогнегасником та склоочисниками переднього і заднього скла.

3. Подальший розвиток лісогосподарського виробництва неможливий без його забезпечення високоякісними енергетичними засобами, до яких відносяться трактори й автомобілі. Широке застосування знайдуть мобільні машинні агрегати (ММА) (рис. 124).

У загальному продуктивність мобільних машинних агрегатів повинна зрости на 50...60%, передбачається також зниження металоемності основних н/г машин на 18...20%.

Структура зайнятості трактора визначається багатьма факторами, найважливішими з яких є природно-виробничі умови, технологія механізованих лісогосподарських робіт, структура і склад МТП.

Найбільш універсальними є трактори класів 1,4 і 2, з допомогою яких можна виконувати основну долю н/г операцій. Тобто, головним резервом підвищеної енергонасиченості і продуктивності слід вважати, як вдосконалення енергозасобів, так і способів агрегування їх із машинами, які використовуються у народному господарстві, створення ММА, які добре пристосовуються до різних умов



використання. Позитивний результат можуть дати також комбінованих агрегатів, більш широке застосування машин з активними робочими органами, з можливістю зміни ширини захвату та інше.

Істотним фактором підвищення техніко-експлуатаційних характеристик ММА є також застосування на важких операціях із змінним навантаженням двигунів з високим запасом крутного моменту (в тому числі двигунів постійної потужності), гідротехнічних трансмісій, засобів автоматизації режимів роботи ММА і ін.

Ефективність використання потужності трактора може бути підвищена за рахунок використання приводу не тільки робочих органів, але й і ходового агрегату причіпних робочих машин, таких як, коліс-моторів типу фірми “ПАРТЕК”. При масі 85 кг вони мають невеликі габаритні розміри 312×345 мм, розвивають номінальний крутний момент 5,985 кНм. При потужності 50 кВт, з діаметром коліс 1,0...1,2 м забезпечує робочі швидкості пересування ММА 1...2,5 м/с. Складається: аксіально-поршневий насос, масляний бак, розподільник, два гідромотори.

Система працює в автоматичному режимі. Пропонується створення ряд мотор-колес в межах 30...80 кВт.

Передбачено використання інтегральних тракторів, найпростіше рішення якого може бути реалізовано у вигляді традиційного самохідного шасі із заднім розміщенням двигуна. Такий тип легко реалізується технічно і перспективний для вирощування лісових саджанців, пропашних овочевих культур із знаряддями відносно невеликої ширини захвату (3,6..8 м), де в першу чергу вимагається застосування швидкозмінних комбінованих агрегатів, точне водіння і виконання інших операцій. Його модулі: 1 – передній міст (можливо приводний); 3 – П-подібний брус; 5 – енергетичний модуль з приводними колесами 4; 6,7,8 – робочі машини і технологічні ємкості.

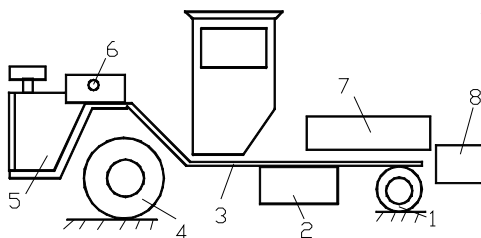
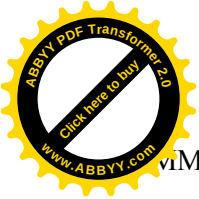


Рис. 124. Схема мобільного машинного агрегату



Але через громіздкість і ріст металоконструкцій, створення ММА високої енергонасиченості обмежено.

Спеціальною технологічною вимогою до конструктивно-компоновочного параметра інтегрального трактора є центральне і зміщене в напрямку руху розміщення кабіни, яке забезпечує зручність контролю за ходом технологічного процесу.

Фірма “Дойц” (ФРН) створила модель інтегрального трактора “Интрак-6.030”, “Интрак-6.60” з двигуном потужністю відповідно 73,84 і 110 кВт.

Фірма “Даймлер-Бенц” (ФРН) створила покращену конструкцію інтегрального трактора “МБ-Трак” різних моделей потужністю 92 і 110 кВт. Їх особливістю є розміщення та розподілення маси: 60% на передню і 40% на задню осі.

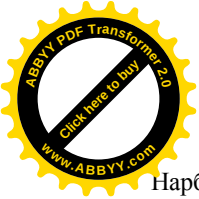
Привод на чотири колеса однакового розміру та підвищена навантажувальність задньої і передньої навісних систем дає можливість створювати агрегати типу “тягни-штовхай”.

Перспективним напрямом створення ММА є використання одного енергетичного модуля, який може включати в себе двохвісний короткий базовий енергозасіб і власне робочий агрегат в цілому, а також його одновісну систему із технологічним колесом, яке ховається. Принцип енергетичних модулів закладений у “Штойер-860” (Австрія).

Одним із альтернативних напрямків розвитку ММА, є також створення автоматизованих мостових агросистем.

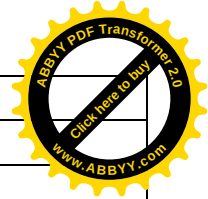
При розробці гусеничних тракторів, необхідно звернути увагу на рушії. Так, фірма “Катерпиллер” (США), створила модель трактора сільськогосподарського призначення – Челенджер-65, у якому вперше використані гумові армовані гусениці шириною 622 мм. Їх довговічність у 1,5 – 2 рази вища, ніж у звичайних (є значні переваги і у інших показниках). Аналогічні гусеничні рушії проходять випробування також на Харківському тракторному заводі.

Поряд з розвитком потужної енергетики, з метою створення малої механізації, необхідно розробляти міні трактори потужністю 2...10 кВт, а також спеціальні трактори гірської та лісової модифікацій.



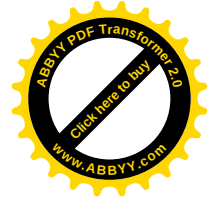
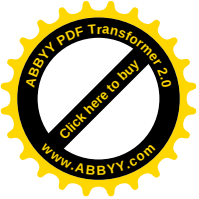
Література

1. Автомобиль. Основы конструкции / Н.Н. Вишняков, В.К. Вахламов. – М.: Машиностроение, 1986. – 303 с.
2. Анахин В.И. Отечественные автомобили. – М.: Машиностроение, 1977. – 592 с.
3. Артамонов М.Д., Михайловский Ю.В. Тракторы на лесозаготовках. – М.: Лесная промышленность, 1969. – 352 с.
4. Білоконь Я.Ю., Окоча А. Трактори і автомобілі: Підручник. – К.: Урожай, 2002. – 318 с.
5. Гапоненко В.С. та ін. Трактори, сільськогосподарські машини з кормовиробництва. – К.: Вища шк., 1988. – 295 с.
6. Гельман Б.М. Москві М.В. Сільськогосподарські трактори і автомобілі. Кн. 2. Шасі і обладнання. – К.: Урожай, 1991. – 368 с.
7. Гуревич А.М., Сорокин Е.М. Тракторы и автомобили. – М.: Колос, 1978. – 479 с.
8. Конструкції автомобілів і тракторів: Лабораторний практикум / А.М. Кірман. – К.: ІСДО. – 488 с.
9. Мельников Д.И. Тракторы М. Агропромиздат, 1990. – 367 с., 1982. – 335 с.
10. Практикум по будові, технічному обслуговуванню і ремонту автотранспорту / В. М. Токаренко, В. І. Сирота, К.М. Колмаков та ін.; Пер. з рос. Т. А. Сиратенко. – К.: Урожай, 1992. – 320 с.
11. Райков И.А., Рытвинский Г.Н. Конструкция автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высш. шк., 1986. – 352 с.
12. Рубенц Д.А., Шухов О.К. Система питания автомобильных карбюраторных двигателей. – М.: Транспорт, 1974. – 335 с.
13. Родичев В.А., Родичева Г.Н. Тракторы и автомобили. – М.: Агропромиздат, 1987. – 351 с.
14. Скотников В.А. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. – М.: Агропромиздат, 1986. – 383 с.
15. Тракторы / Под. Ред Я.Е. Белокопя. – К.: Урожай, 1987. – 504 с.
16. Тракторы и автомобили / Под ред. В.А. Скотникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 440 с.
17. Тракторы / Потапенко А.Т., Рябченко П.Г. – К.: Урожай, 1970. – 384 с.
18. Шевчук Р.С. Теория, основы розрахунку і аналіз роботи тракторів та автомобілів. Навчальний посібник. Львів, 1993. – 175 с.
19. Конспект лекцій з дисципліни “Трактори і автомобілі” / Частина І/ для студентів спеціальності 7.090219 “Обладнання лісового комплексу” Л.М. Дацюк, С.І. Пустюльга, В.Ф. Довгополок. – Луцьк: ЛДТУ, 2005. – 108 с.
20. Конспект лекцій з дисципліни “Трактори і автомобілі” / Частина ІІ/ для студентів спеціальності 6.090200 “Обладнання лісового комплексу” Л.М. Дацюк – Луцьк: ЛДТУ, 2006. – 136 с.



Для нотаток

This image shows a blank sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. A vertical red margin line runs down the left side. In the top right corner, there is a yellow starburst graphic with the word "WABBY" written in black capital letters. The rest of the page is empty, with no handwriting or other markings.



Д 21

Трактори і автомобілі [текст]: Навчальний посібник для студентів
напряму підготовки 6.050503 “Машинобудування” денної та заочної
форм навчання / уклад. Л.М. Дацюк, М.В. Вржеш. Луцьк: Луцький НТУ,
2017. – 236 с.

Комп’ютерний набір
Редактор:

Дацюк Л.М.
Вржеш М.В.

Підп. до друку 2017 р.
Формат 60×84/16. Папір офс. Гарн. Таймс.
Ум. друк. арк. 14,5. Обл.-вид. арк. 14,75
Тираж 50 прим. Зам.

Редакційно-видавничий відділ
Луцького національного технічного університету
43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – РВВ Луцького НТУ

