

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

В.І. Кубіч, Г.І. Слинько

**ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ
МАШИН З ДВИГУНАМИ
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

Запоріжжя ЗНТУ 2018

УДК 629.023
К88

*Рекомендовано до видання вченою радою
Запорізького національного технічного університету
(протокол № 2 від 10.10.2017 р.)*

Рецензенти:

Кіндрацький Б. І., зав.кафедри «Експлуатація та ремонт автомобільної техніки» НУ «Львівська політехніка», д.т.н., професор;
Біліченко В. В., зав.кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького НТУ, д.т.н., професор;
Панченко А. І., зав.кафедри «Мобільні енергетичні засоби» Таврійського Державного Агротехнологічного Університету, д.т.н., професор.

К88 Особливості конструкції машин з двигунами
внутрішнього згорання /Навчальний посібник [Кубіч В. І.,
Слинько Г. І.] – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 246 с.

ISBN 978-617-529-198-6

У навчальному посібнику наведені систематизовані данні про особливості виконання окремих елементів конструкції складових частин автомобілів, тракторів, вертольотів, суден за відповідними ознаками їх класифікації та порядку загального здійснення робочих процесів в деяких з них.

Посібник призначений для студентів спеціальностей транспортного та машинобудівного напрямку «Двигуни внутрішнього згорання», «Колісні та гусеничні транспортні засоби». Посібник можуть використовувати в процесі навчання студенти інших спеціальностей.

УДК 629.023

ISBN 978-617-529-198-6

© Запорізький національний
технічний університет (ЗНТУ), 2018
© Кубіч В. І., Слинько Г. І., 2018

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	8
1. Поняття про машини з двигунами внутрішнього згорання	10
Контрольні питання до розділу	12
2. Області застосування двигунів внутрішнього згорання малої потужності	13
2.1 Ручні моторні інструменти	15
2.2 Пересувна (рухлива) і стаціонарна міні-техніка	20
Контрольні питання до розділу	22
3. Загальна будова, класифікація автомобілів і тракторів, вертольотів і тепловозів	23
3.1 Класифікація автомобілів і тракторів	23
3.2 Принципи класифікації	23
3.3 Класифікація легкових автомобілів	24
3.4 Класифікація автобусів	25
3.5 Класифікація вантажних автомобілів	26
3.6 Класифікація тракторів	27
3.7 Індексція автомобілів	29
3.8 Класифікація, схеми вертольотів (гелікоптерів)	31
3.9 Загальна будова механічної установки судна, класифікація малих туристичних моторних суден	33
3.10 Схеми компоновки автомобілів і тракторів	36
3.10.1 Легкові автомобілі	36
3.10.2 Автобуси	42
3.10.3 Вантажні автомобілі	42
3.10.4 Трактори	44
3.11 Тепловози	49
3.11.1 Класифікація, позначення тепловозів	49
3.11.2 Основні вузли тепловоза	50
3.11.3 Установка дизеля на рамі тепловоза	55
3.12 Розміщення силових установок в конструкціях вертольотів	56
3.13 Підвіска ДВЗ в конструкції автомобіля	59
Контрольні питання до розділу	63
4. Загальна будова, схеми трансмісії автомобілів, тракторів, суден	64
4.1 Типи трансмісій	64
4.2 Компонувальні схеми трансмісій легкових автомобілів	65
4.3 Компонувальні схеми трансмісій вантажних автомобілів	69
4.4 Кінематичні схеми трансмісій тракторів	72

4.5	Компонувальні схеми передачі крутного моменту у валопроводах суден	81
4.6	Електричні передачі тепловозів	82
4.7	Гідравлічні передачі тепловозів	84
4.7.1	Пристрій трьохциркуляційної гідропередачі	87
4.7.2	Керування гідравлічними передачами	89
4.8	Трансмісія одногвинтового вертольота	91
4.8.1	Елементи конструкції трансмісії	92
4.8.2	Загальна конструкція втулки несучого гвинта	95
4.9	Передача крутного моменту до колісних пар тепловозів	96
4.9.1	Привід колісних пар при електричній передачі	96
4.9.2	Привід колісних пар при гідравлічній передачі	101
	Контрольні питання до розділу	103
5.	Механізми і агрегати трансмісії автомобілів: зчеплення; гідротрансформатори	105
5.1	Зчеплення	105
5.2	Зчеплення спеціальних типів (відцентрове, гідромуфта, електромагнітне)	110
5.3	Зчеплення механічної установки малотонажних промислових суден	115
5.4	Гідротрансформатори	116
	Контрольні питання до розділу	119
6.	Механізми і агрегати трансмісії автомобілів: коробки передач, роздавальні, додаткові коробки, карданні та головні передачі, диференціали	121
6.1	Коробки передач	121
6.2	Роздавальні коробки	126
6.3	Додаткові коробки	128
6.4	Карданні передачі	129
6.5	Головні передачі	134
6.6	Диференціали	139
	Контрольні питання до розділу	143
7.	Ходова частина машин	145
7.1	Ходова частина автомобіля	145
7.1.1	Підвіска автомобіля	145
7.1.2	Автомобільні шини	154
7.1.3	Несуча система	158
7.1.4	Міст автомобіля	159
7.1.5	Автомобільне колесо	159
7.2	Ходова частина тепловозів	162
7.2.1	Класифікація візків	162

7.2.2	Схеми передачі навантажень від рами тепловоза на візки	163
7.3	Шасі вертольота одногвинтової схеми	168
7.3.1	Головна нога шасі	170
7.3.2	Передня нога шасі	171
7.3.3	Хвостова опора	174
7.4	Ходова частина колісного трактора	175
7.4.1	Ведучі і направляючі колеса	176
7.4.2	Передні осі колісного трактора	176
7.4.3	Підвіска передньої вісі трактора	178
	Контрольні питання до розділу	182
8.	Рульове керування автомобілів і тракторів. Механізми й підсилювачі	183
8.1	Рульові механізми	184
8.2	Рульовий привід	187
8.3	Принцип роботи активного гідропідсилювача	193
8.4	Принцип роботи електромеханічного підсилювача	194
8.5	Диференційні механізми повороту гусеничних машин з подвійним потоком потужності	196
8.6	Кінематичні схеми механізмів повороту гусеничних тракторів	199
8.6.1	Механізми повороту з муфтами	199
8.6.2	Диференційні механізми повороту	202
8.6.3	Планетарні механізми повороту	203
8.7	Способи повороту колісного трактора	203
8.8	Загальні відомості про керування вертольотом	208
8.8.1	Види керування	208
8.8.2	Автомат перекоосу	213
	Контрольні питання до розділу	214
9.	Гальмівне керування автомобіля: механізми, підсилювачі, приводи	215
9.1	Критерії оцінки конструктивних схем	222
9.2	Елементи конструкції механізмів гальма	222
9.3	Гідравлічний гальмівний привід	224
9.4	Пневматичний гальмівний привід	230
9.5	Загальні відомості про регулятори гальмівних сил	236
9.6	Загальні відомості про АБС (антиблокувальна система)	237
9.6.1	Типи антиблокувальних систем	
9.6.2	Антиблокувальна система гальм автомобіля Fiat Uno (Turbo)	
	Контрольні питання до розділу	239
10.	Методика узгодження параметрів ДВЗ і	

електромеханічної трансмісії колісного трактора	241
Література	248
Додаток А. Класифікація легкових кузовів	250
Додаток Б. Схеми вертольотів	252
Додаток В. Енергетичні установки суден	254
Додаток Д. Маломірні судна	256
Додаток Е. Схеми машинних установок катерів з стаціонарними двигунами	265
Додаток Ж. Розташування механізмів в машинному відділені	267
Додаток І. Кінематичні схеми гвинта з поворотними лопатями	269

ВСТУП

Використання двигунів внутрішнього згорання у складі машин різноманітного призначення супроводжує достатньо велику кількість сфер діяльності людини. Це розповсюджено від використання додатково створюваної механічної енергії у пристроях повсякденної діяльності (бензопили, моторизовані плуги, газонокосарки), до машин, які безпосередньо забезпечують здійснення виробничого процесу у промисловості, сільському, житлово-комунальному господарстві, здійсненні перевезень та інші. Перші машини з двигунами внутрішнього згорання почали з'являтися на початку XIX століття. Це були експериментальні зразки з двигунами, що працюють на газовій суміші. Наприклад, двигун швейцарського інженера Франсуа Ісаака де Ріва функціонував на суміші водню і кисню. На початку XX ст. почали з'являтися судові двигуни внутрішнього згорання. Перше в світі данське судно «Зеландія» з дизельною установкою, побудоване в 1912 р, мало два дизеля потужністю по 147,2 кВт, які приводили в рух безпосередньо по одному гребному гвинту.

Двигун внутрішнього згорання як енергетична установка сумісно з побудованими силовими зв'язками у трансмісіях автомобілів, тракторів, вертольотів, у валопровадах механічних установок суден, передачах крутного моменту до колісних пар локомотивів є джерелом потоку потужності, яка передається рушіям їх ходової частини. При цьому функціональна ефективність тієї, чи іншої машини визначається особливостями будови та взаємодії складових частин. А можливі зміни кінематичних та динамічних характеристик потоку потужності, що реалізується на робочих органах, опорних поверхнях, середовищах при керуванні машинами – обумовлюють характер прояву їх експлуатаційних властивостей.

Сучасні підходи до визначення призначень складних машин, обладнаних двигунами внутрішнього згорання пропонують використання більш розгорнутого трактування їх назв. Наприклад, у сільському господарстві за старою назвою це трактор, а на підставі впровадження блоково-модульної будови тракторів – це вже тлумачиться, як мобільний енергетичний засіб, який складається з енергетичної та технологічної частин. Для цього виробу сумісно з експлуатаційними властивостями вже більш значимими будуть його агротехнічні якості. Більш того, заміна класичних поршневих двигунів внутрішнього згорання в існуючих транспортних засобах, на думку деяких вчених, на альтернативні енергетичні установки не втрачає актуальності. Але при всьому цьому, знання основ доцільного

конструктивного виконання частин машин, які забезпечують, по-перше, – високі потужності, економічні та екологічні показники, по-друге – безпосереднє використання за призначенням, по-третє – визначає подальші напрямки вдосконалення конструкції – є основою для підтвердження відповідного рівня кваліфікації за освітньою програмою навчання.

В навчальному посібнику наведені данні про ознаки класифікації, конструктивні особливості виконання складових частин трансмісії, ходової частини, систем керування базових представників найбільш широкого кола машин, які використовуються при рухах по шляхам, по рейковим коліям, у повітрі та по воді. Це стосується колісних автомобілів, колісних та гусеничних тракторів, вертольотів одновинтової схеми, тепловозів, малих туристичних моторних суден. Для кращого розуміння особливостей конструктивного виконання того, чи іншого вузла у межах порівняльної оцінки в посібнику наведено велику кількість блок-схем, рисунків, графіків тощо.

Посібник призначений для студентів, які навчаються за напрямком підготовки Галузеве машинобудування («Двигуни внутрішнього згорання», «Колісні та гусеничні транспортні засоби»). Посібник можуть використовувати в процесі навчання студенти інших спеціальностей транспортного профілю та машинобудування.

Автори будуть вдячні усім, хто знайде можливість висловити свої зауваження і побажання щодо викладеного матеріалу.

1 ПОНЯТТЯ ПРО МАШИНИ З ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Машина – механізм або комплекс механізмів, призначений для виконання необхідної корисної роботи, пов'язаної з процесом виробництва або транспортування або ж з процесом перетворення енергії.

Розрізняють:

– машини-двигуни, в яких той, чи інший вид енергії перетворюється в механічну енергію валу, що обертається або поршня, що рухається прямолінійно;

– робочі машини (машини-знаряддя), за допомогою яких проводиться зміна властивостей, стану, форми або положення оброблюваного об'єкта;

– перетворювачі, в яких механічна енергія перетворюється в який-небудь інший вид енергії, наприклад, генератори електричного струму; машини-автомати, в яких всі робочі операції виконуються без людини і які потребують тільки контролю з боку людини за їх роботою.

Під **агрегатом** розуміють складальну одиницю машини, яка має повну взаємозамінність, можливість окремої зборки і здатність виконувати окремі певні функції (ДВЗ, КП - коробка передач, РК - розподільна коробка).

Механізм – кінематичний ланцюг, призначений для здійснення певних доцільних рухів.

Механізм – з'єднання вузлів і деталей, що забезпечує певні кінематичні і силові зв'язки, зазвичай необхідні для виконання частини робочого процесу машини (зчеплення, ГП - головна передача, Д - диференціал).

При заданих рухах одного або декількох ланок всі інші ланки механізму мають цілком певні рухи.

Розрізняють механізми:

– з однією, двома і більше ступенями свободи. У механізмах з одним ступенем свободи для визначеності руху всіх ланок потрібно задати закон руху однієї ланки. У механізмах з двома ступенями свободи (наприклад, в диференціалах) потрібно задати закони руху двох ланок;

– за структурно-конструктивними ознаками (шарнірні, зубчасті, кулачкові, фрикційні та ін.);

– за функціональним призначенням (із зупинками, блокувальні, для математичних операцій тощо).

Під вузлом розуміють з'єднання декількох деталей, прийняте у виробництві за самостійну складальну одиницю.

Під деталлю розуміють частину виробу, в якій немає роз'ємних та нероз'ємних з'єднань.

Автомобіль – машина з різним типом рушія для перевезення пасажирів, вантажів або спеціального обладнання безрейковими дорогами, що приводиться в рух власною енергетичною установкою – двигуном.

Трактор – колісний або гусеничний самохід, призначений для виконання різноманітних технологічних операцій в сільському господарстві, промисловості, в житлово-комунальному господарстві за допомогою навісних, напівнавісних або причіпних машин, при цьому механізми машин, що навішуються або буксируються приводяться в дію через спеціальний вал відбору потужності (ВВП).

Вертоліт (гелікоптер) – літальний апарат, важчий за повітря, який здійснює політ за допомогою одного або декількох великих несучих гвинтів. Останні зазвичай мають лопати, схожі на тонкі крила. Гвинти розташовані над фюзеляжем і приводяться в обертання двигуном (двигунами).

Локомотиви – транспортні машини, призначені для створення рушійної сили (сили тяги), під дією якої по рейкових шляхах залізних доріг переміщуються поїзди з вантажами і пасажирями.

Судно – плавуча споруда для перевезення вантажів і пасажирів, водного промислу, видобутку корисних копалин, спортивних змагань тощо, а також для військових цілей. Розрізняють судна самохідні (теплоходи, пароплави, газотурбоходи, електроходи, атомоходи) і несамохідні (буксировані, вітрильні, гребні), надводні (водовиміщуючі, гліссіруючі, на підводних крилах і на повітряній подушці) і підводні. Основні характеристики: морехідні якості, головні розміри (довжина, ширина, висота борту на середині довжини тощо), дедвейт, живучість та інш. Найбільші судна - танкери (довж. понад 350 м, дедвейт 500 тис. т). У відкритому морі судна плавають під прапором держави порту їх приписки.

Катер

1. Катер гребний – тип корабельної шлюпки на 10-16 весел з рангоутом для вітрил.

2. Катер паровий або моторний – невелике самохідне судно, що служить для сполучення з берегом або іншими кораблями при стоянці корабля на рейді.

Катер – (англ. Cutter) – загальна назва невеликих суден або кораблів (пасажирські, вантажні, рятувальні, туристичні, ракетні,

сторожові тощо). Головна відмінність малих катерів від човнів - наявність мотора в якості силової установки, а від моторних човнів - його стаціонарна установка. Спочатку катерами називалися легкі однощоглові судна. Втім, є широко поширені катери з каютами зі спальними місцями з гальюном. При цьому розраховані на установку декількох саме підвісних моторів нерідко загальною потужністю в кілька сотень к. с. (кінських сил).

Контрольні питання до розділу

1. Що розуміється під поняттям «машина» у цілому?
2. За якими ознаками розрізняють механізми, що входять до складу агрегатів машин?
3. У чому полягає принципова різниця між автомобілем та трактором?
4. У чому полягає принципова різниця між судном та катером?
5. Які складові визначають поняття «автомобіль»?
6. Які складові визначають поняття «локомотив»?
7. Які складові визначають поняття «вертоліт»?
8. Які складові визначають поняття «судно»?
9. У чому полягає різниця між агрегатом та механізмом машини?

2 ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ

У машинах і агрегатах самого різного призначення широко застосовуються в якості приводу поршневі ДВЗ. Діапазон їх потужності становить від 0,2 кВт для мотоцикла-іграшки до 200 кВт на легкових автомобілях і понад 1000 кВт на великовантажних автомобілях, літаках та інших машинах. У табл. 2.1 представлені відомості про споживачів таких двигунів. Відомості, наведені в табл. 2.1 показують, що потреба в малогабаритних двигунах вельми велика і разом з тим вимоги до них за основними техніко-економічними показниками специфічні для кожного конкретного призначення.

Таблиця 2.1.

Деякі споживачі двигунів малої потужності

Область застосування двигунів	Машина і агрегати	Діапазон потужності, кВт	Підвищені вимоги за показниками ¹
Сільське господарство	Малогабаритні трактори (мотоблоки)	1 ... 5	ПЕ, МР
	Садово-городні та виноградникові машини: – для обробки ґрунту (борони, культиватори, плуги та ін.); – по догляду за рослинами (розкидачі добрив, обпилювачі, обприскувачі); – для обробки виноградних кущів та лози (пневматичні секатори, обрізувачі лози, косарки); – для збирання фруктів і винограду	2,5 ... 33	ПЕ, МР, В
	Сільськогосподарські машини: – збиральні комбайни;	9 ... 18	ПЕ, МР
	– пересувні мотопилки;	5	
	– жнивні машини;	2,5	
– рисопосадкові машини;	2 ... 6		
– рисо очищувачі	2 ... 6		
Комунальне господарство і будівництво	Моторізчики: – для різки сталевих труб, балок або листової	1,5 ... 5,0	В, Ш, ПЕ, ТВГ

	сталі; – для розрізання міді, алюмінію та ін., де не може бути використана газова горілка; – для розрізання каміння, бетону, залізобетону, цегли, мармуру, асфальту Пересувні електростанції Мотонасоси Пересувні компресорні установки Трамбувальники і вібратори Мотобури (для свердління отворів в ґрунт та для інших цілей) Мотосвердла (для свердління отворів в деревині, металі тощо) Снігоочисники Конвеєри Мотолебідки Катки	0,5 ... 20 1 ... 3 1 ... 6 1,5 ... 5 1,0 ... 4 0,5 ... 1,5 5 ... 10 2 ... 5 6 ... 20	ПЕ, МР, В, Ш ПЕ, МР ПЕ, МР, ТВГ ПЕ, МР, ТВГ В, М, ТВГ В, М, ТВГ ПЕ, МР ПЕ, МР ПЕ, МР, ТВГ
Лісова промисловість	Лісозаготовчі моторні інструменти: – ланцюгові мотопили; – сучкорізки; – кущорізи; – мотоококорочник (для окорки хлестів і колод) Мотолебідки	0,25 ... 6 2 ... 5	В, Ш, ПЕ, ТВГ ПЕ, МР
Водний транспорт	Моторні човни Катера Спортивно-гоночні моторні судна Малотоннажні судна на підводних крилах Малотоннажні судна на повітряній подушці Допоміжні двигуни на середніх і великих судах (для приводу електрогенераторів, компресорів та ін.)	0,8 ... 25 7,5 ... 150 7,5 ... 100 7,5 ... 200 9 ... 200 20 ... 40	М, В, ПП М, В, ПЕ ПП, В М, ПП, В М, ПП ПЕ, МР, В, Ш
Мото-транспортні	Велодвигуни Мопеди	0,74 ... 16 1,2 ... 32,5	М, В, Ш, ПЕ М, В, Ш, ПЕ

засоби	Мотоцикли Моторолери Снігоходи Автомобілі	2 ... 100 2 ... 60 15 ... 25 22 ... 200	ПП, В, Ш, ПЕ, ТВГ ПП, В, Ш, ПЕ, ТВГ М, В, ПЕ, МР ПЕ, В, Ш, ТВГ, МР
Інші області застосування	Пускові двигуни для тракторів	5 ... 10	МР, ПЕ
	Мотокосарки (для скошування трави, дрібних заростей та кущів).	1 ... 3	В, Ш, ТВГ, ПЕ
	Моторні садові ножиці (для підстригання газонів і декоративних рослин)	0,6 ... 1,7	В, Ш, ТВГ, ПЕ
	Автомобілі-іграшки	0,5 ... 5	М, ПП, В, Ш, ТВГ
	Мотоцикли-іграшки	0,3 ... 2	М, ПП, В, Ш, ТВГ
¹ Тут позначають: В – вібрація; М – маса; МР – моторесурс; ТВГ – токсичність відпрацьованих газів; ПЕ – паливна економічність; ПП – питома потужність; Ш – шум.			

2.1 Ручні моторні інструменти

В даний час широко застосовують ручні мотоінструменти на лісозаготівлях для виконання ремонтно-будівельних і господарських робіт і в інших сферах діяльності людини. До цієї групи інструментів з приводом від ДВЗ можна віднести: ланцюгові пили, сучкорізки, кущорізи, мотокосарки, садові ножиці, мотобури і мотосвердла, ранцеві обприскувачі-обпилювачі, повітродувки, а також моторізки - машини для розрізування бетону, металу та ін.

На всіх ручних мотоінструментах встановлюють майже виключно бензинові двотактні одноциліндрові двигуни повітряного охолодження. Як правило, ручні моторні інструменти створюються на базі ланцюгової пили, найбільш типова конструкція якого показана на рис. 2.1.

Ланцюгові моторні пили (рис. 2.2), що випускаються багатьма вітчизняними та зарубіжними фірмами, знаходять застосування для валки дерев, обрізки сучків і розкряжування хлестів на сортаменти. Вони з успіхом використовуються також для індивідуального користування в приватному господарстві, наприклад, на дачі.

Компонування мотопили в цілому визначається взаємним положенням двигуна і пильного апарату. На більшості інструментів до останнього часу двигун встановлюють вертикально (рис. 2.2, а).

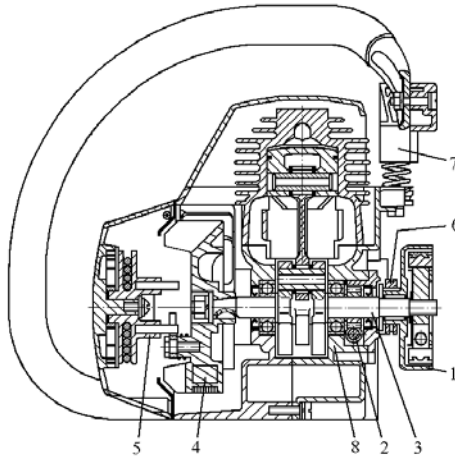


Рисунок 2.1 – Бензиновий двигун ланцюгової пили:

- 1 – муфта зчеплення; 2 – масляний насос; 3 – вал колінчастий;
- 4 – маховик-вентилятор; 5 – стартер; 6 – зірочка ведуча;
- 7 – система демпфірування вібрацій; 8 – картер

З метою отримання більш компактної конструкції двигуна і мотопили, а також з міркувань зменшення вібрації на рукоятках пили в останні роки на багатьох ланцюгових пилах циліндр розташовують похило (рис. 2.2, б) або горизонтально (рис. 2.2, в, д).

Однією з головних проблем мотопил є зниження маси пили, підвищення питомої потужності двигуна, зниження вібрації і шуму. З метою зменшення вібрації виключно всі мотопили мають досить складну систему віброзахисту, яка підвищує масу і порушує керованість пилою при пилянні. Слід зауважити, що рівні вібрації пил досі не задовольняють повною мірою вимогам стандартів.

Моторізчики (або шліфувальні машини, як їх ще називають) служать для розрізання кам'яних плит, асфальту і металів і знаходять застосування в надземному і підземному, а також автодорожньому будівництві. Вони особливо необхідні при аваріях літаків і інших транспортних засобів, у випадках, коли потрібно терміново розрізати метал, залізобетон тощо.



a



б



в



г

Рисунок 2.2 – Ланцюгові моторні пили:

a – Husqvarna 42 (Швеція); *б* – STIHL 028 AVEQ (Німеччина);
в – Мотор Січ 475 (Україна); *г* – Shindawa 500 (Японія)

Для проведення аварійно-рятувальних робіт під час землетрусів і інших стихійних лихах. На рис. 2.3 показані бензомоторні різьники деяких зарубіжних фірм.



a



б

Рисунок 2.3 – Ручні бензомоторні різьники:

a – Мотор Січ МБА-300 (Україна); *б* – STIHL 25 (Німеччина)

Моторізьники в даний час виробляють багато фірм, що спеціалізуються з випуску ручних моторних інструментів. Так, наприклад, німецька фірма Stihl пропонує цілу гаму бензомоторних шліфувальних машин – STIHL TS200 AVSE1 потужністю $N_e = 1,7$ кВт і масою $m = 6,7$ кг; STIHL TS350, $N_e = 2,5$ кВт, $m = 10,7$ кг і STIHL TS510 AVE, $N_e = 4$ кВт, $m = 13,7$ кг. Машини забезпечуються абразивним кругом на бакелітовій зв'язці для різання кам'яних плит, асфальту і сталі і алмазним кругом для різання каменю та асфальту.

У Швеції, крім моторізок Partner, випускаються інструменти Husqvarna 268K і Husqvarna 272, які оснащені потужними двигунами і забезпечені спеціальними двоступінчатими фільтрами.

Ручні бурові машини (рис. 2.4) застосовуються в найрізноманітніших галузях народного господарства для буріння ям з метою встановлення стовпів, буріння шпурів при вибухових роботах, буріння льоду в річках і озерах для лову риби, а також для всіх інших можливих бурових робіт в сільському господарстві і при інженерно-геологічних дослідженнях.



Рисунок 2.4 – Мотобур моделі BT 309 фірми STIHL:
потужність двигуна – 2,5 кВт; маса машини без бура – 11,6 кг

Бензиномоторні садові ножиці фірми STIHL показані на рис. 2.5.



Рисунок 2.5 – Садові ножиці моделі HS60 AVE фірми STIHL:
довжина ріжучого органу – 60 см; маса – 5,2 кг;
потужність двигуна – 0,66 кВт.

Бензиномоторні ножиці випускають багато фірм світу. Вони забезпечують зручність при догляді за рослинами площ і парків, а також використовуються в садівництві та лісовому господарстві. Більшість великих фірм в якості приводного агрегату для різних ручних моторних інструментів використовують базовий бензиновий двигун. Рівні вібрацій в ручних мотоінструментах зведені до мінімуму шляхом відділення блоку рукояток від блоку двигуна.

2.2 Пересувна (рухлива) і стаціонарна міні-техніка

Міні-трактори (рис. 2.6) застосовуються в сільському господарстві, на присадибних ділянках та інших областях, де велика механізація не може бути використана.



Рисунок 2.6 – Малогабаритні двоколісні трактори з пішохідним керуванням (мотоблоки) моделі Т фірми Kubota (Японія)

Портативні електрогенератори мають привід від бензинового або дизельного двигуна і використовуються в якості автономного освітлення і джерела електроживлення побутових споживачів електроенергії, різних об'єктів в польових умовах, сільськогосподарських і будівельних машин невеликої потужності тощо. Вони служать також для заряду акумуляторних батарей автомобілів, мотоциклів та інших транспортних засобів.

Міні-електростанції випускаються в багатьох країнах світу. На рис. 2.7 показані деякі з портативних генераторів, вироблених японськими фірмами Honda і Kubota.



а



б

Рисунок 2.7 – Електрогенератори з приводом від одноциліндрових чотиритактних бензинових двигунів: Kubota (а) і Honda (б)

Малогабаритні комбайни, а також молотарки і жатки представляють певний інтерес для фермерів України та країн СНД. Найбільші в світі заводи з виробництва таких сільськогосподарських машин знаходяться в Японії в м. Сакаї і м. Уцуномія.

Один з збиральних комбайнів фірми Kubota показаний на рис. 2.8.

Слід зауважити, що всі, без винятку, малогабаритні машини, що випускаються відомими зарубіжними фірмами, мають добре продуманий ергономічний дизайн. Наприклад, корпус ланцюгової мотопили виконується вузьким і тому є можливість тримати її ближче до тіла, що полегшує роботу. За дизайном цих малогабаритних машин стоїть багаторічний досвід фірм на професійному ринку.



а



б

Рисунок 2.8 – Збиральний міні-комбайн моделі RX1450 фірми Kubota

а – загальний вигляд; б – під час роботи

У нашій країні, на жаль, відсутні спеціалізовані заводи з випуску перспективної міні-техніки з приводом від ДВЗ. На великих

машинобудівних заводах вже робляться спроби створення двигунів для малогабаритної техніки. Так, на Харківському гіганті «Серп і молот» розроблений карбюраторної двигун потужністю 8,8 кВт для міні-трактора, на моторобудівному заводі «Мотор Січ» (м. Запоріжжя) виготовляють ручні бензиномоторні пили, мотоблоки, розроблено малогабаритні двигуни багатоцільового призначення.

Однак на сьогодні порівняно великий розвиток отримали саморобні конструкції малогабаритних машин, що розробляються в основному аматорами-умільцями.

Такими чином, малорозмірні двигуни знаходять найрізноманітніше застосування в багатьох областях техніки. Вони отримали великий розвиток в промислово розвинених країнах таких, як США, Німеччина, Японія, Швеція та ін.

У США, наприклад, є близько 900 фірм тільки сільськогосподарського машинобудування, заводи яких в основному зосереджені в штатах Огайо, Іллінойс, Індіана, Айова і Вісконсін. Крім того, в США є ще ряд автомобільних і моторобудівних фірм, які виготовляють на замовлення спеціальні малопотужні двигуни.

Можна сподіватися, що і в нашій країні в недалекому майбутньому будуть відомі малогабаритні машини з новітніми двигунами, здатними вирішити проблеми охорони навколишнього середовища, збереження природних багатств і зниження рівнів вібрації, що впливає на організм людини.

Контрольні питання до розділу

1. Назвіть області застосування двигунів.
2. Який діапазон потужностей двигунів характерний для мото-транспортних засобів?
3. Який діапазон потужностей двигунів є характерним для виробів, які використовуються у лісовій промисловості?
4. Наведіть масові та енергетичні показники ручних бензомоторних різаків.
5. З яких основних частин складається двигун ланцюгової пили?
6. За якими ознаками визначається компонування мотопили в цілому?
7. За якими показниками висуваються вимоги до споживачів двигунів малої потужності?

ЛІТЕРАТУРА: [17], С.5–27.

3 ЗАГАЛЬНА БУДОВА, КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ, ВЕРТОЛЬОТІВ І ТЕПЛОВОЗІВ

3.1 Класифікація автомобілів і тракторів

Під класифікацією розуміють систему понять, які застосовуються в галузях знань, як засіб для встановлення зв'язків між поняттями або класами об'єктів. Звичайно, крім упорядкування уявлень про яку-небудь сукупність об'єктів, класифікація вирішує і деякі додаткові задачі. Це в повній мірі відноситься і до класифікації транспортних засобів: автомобілів, тракторів. Класифікація може віддзеркалювати деякі аспекти технічної політики, наприклад, сприяти забезпеченню створення доцільного, з суспільної точки зору, типу транспорних засобів (типажем називають систематизовані і згруповані по основним ознакам параметри транспортних засобів).

Організації, що займаються створенням нормативних документів і контролем їх виконання, класифікують транспортні засоби відповідно до особливостей технічних вимог, що пред'являються до них. Так, відповідно до СЕК ООН механічні транспортні засоби, призначені для перевезення пасажирів і які мають, принаймні, чотири колеса відносяться до категорії М, механічні транспортні засоби, призначені для перевезення вантажів – до категорії N, а причеи і напівпричеи – до категорії – О.

3.2 Принципи класифікації

Головна складність класифікації полягає у виборі критеріїв оцінки за ознаками. Так, наприклад, податок з власників транспортних засобів у деяких країнах стягується в залежності від максимальної потужності їх двигунів. Але ця характеристика для класифікації автотранспортних засобів не прийнятна, хоч би тому, що на один і той же автомобіль можуть бути встановлені двигуни різної потужності. Використання в якості класифікаційних ознак масових характеристик також не підходить для всіх типів автомобілів. Дійсно, не досконалий з точки зору конструкції легковий автомобіль може бути віднесений до більш високого класу, тільки тому, що в нього закладена надмірна маса.

Класифікація за призначенням є найбільш прийнятною для транспортних засобів. Аналіз існуючих методик і тенденцій розвитку систем класифікації транспортних засобів дозволяє сформулювати наступні вимоги до них:

– система класифікації повинна охоплювати все різноманіття конструкцій (не повинно бути транспортних засобів, які не вписуються в прийнятну систему класифікації);

– класифікаційні ознаки різних за призначенням транспортних засобів можуть різнитися;

– крайні значення діапазонів зміни класифікаційного параметра, які характеризують різні класи транспортних засобів повинні вибиратись таким чином, щоб приналежність до того, або іншого класу віддзеркалювала б помітну зміну споживчих властивостей;

– ширина діапазонів зміни класифікаційного параметра автомобілів, що відносяться до різних класів, повинна вибиратись такою, щоб розподіл відомих конструкцій по класах був в певній мірі рівномірним (щоб не трапилося такого, що для половини класів можна знайти тільки по одному представнику);

– система класифікації повинна бути доступною для розуміння не тільки спеціалістам (для цього число класів не повинно бути дуже велике, а їх позначення повинно підкорятися загальній ідеології).

3.3 Класифікація легкових автомобілів

Оскільки всі легкові автомобілі, незалежно від їх розмірів і особливостей конструкції повинні задовольняти однаковим технічним вимогам, по класифікації ЄЕК ООН всі вони відносяться до однієї категорії М1. З точки зору споживача, легкові автомобілі можуть мати між собою вельми істотні відмінності. У зв'язку з цим, європейський досвід класифікації пропонує за основний класифікаційний параметр легкового автомобіля застосовувати його габаритну довжину. При цьому автомобілі загального призначення поділяються на шість основних класів, що визначаються буквами латинського алфавіту.

Встановлюється наступний розподіл автомобілів по класах:

- Клас А – габаритна довжина до 3,5 м;
- Клас В – габаритна довжина від 3,5 до 3,9 м;
- Клас С – габаритна довжина від 3,9 до 4,3 м;
- Клас D – габаритна довжина від 4,3 до 4,6 м;
- Клас Е – габаритна довжина від 4,6 до 4,9 м;
- Клас F – габаритна довжина понад 4,9 м.

У разі збігу габаритної довжини з верхньою межею діапазону, автомобіль відноситься до більш високого класу. У звичних нам термінах автомобілі класу А відносяться до особо малого, класу В – малого, класів С і D – середнього, класу Е – великого, класу F – вищого класів.

Існують, однак, легкові автомобілі більш вузького призначення, використання для яких прийнятого критерію класифікації недоцільне, оскільки не відображає особливостей їх споживчих якостей. Ці автомобілі прийнято виділяти в окремі класи.

Специфіка спортивних автомобілів враховується виділенням їх в два класи G і H, в яких вони розрізняються вже в залежності не від довжини, а від вартості.

До окремого класу, що не має поки загальноприйнятого буквенного позначення, прийнято відносити автомобілі підвищеної прохідності.

У ряді випадків до окремого класу відносять і автомобілі підвищеної місткості, що з'явилися останнім часом, звані мінівеннами.

У відповідності до національної класифікації легкові автомобілі розділяють на класи в залежності від робочого об'єму (в літрах) циліндрів двигуна таким чином: особо малий – до 1,2; малий – 1,3 – 1,8; середній – 1,9 – 3,5; великий – більше 3,5; вищий – не регламентується.

3.4 Класифікація автобусів

За своїми функціональними можливостями автобуси відрізняються розрахунковим числом пасажирів. Однак, при практично однакових розмірах і масі число пасажирів залежить від призначення автобуса: міський автобус розрахований на більшу кількість пасажирів, ніж туристичний, проте останній забезпечує їм більш комфортні умови. Тому в якості класифікаційної ознаки автобусів доцільно прийняти не місткість, а так само, як і у випадку з легковими автомобілями загального призначення, їх габаритну довжину.

У основі національної класифікації автобусів лежить їх габаритна довжина (в метрах): особо малий – до 5,0; малий – 6...7,5; середній – 8,0...9,5; великий – 10,5...12,0; особо великий – 16,5 і більше. Прийняті в нашій країні діапазони можливих довжин автобусів різних класів мають прогалини, оскільки відносились тільки до типуажу вітчизняної продукції. Усунення цих прогалин призводить до наступного розподілу автобусів на класи, в залежності від їх довжини:

- особо малий – габаритна довжина до 5 м;
- малий – габаритна довжина від 5 до 7,5 м;
- середній – габаритна довжина від 7,5 до 9,5 м;
- великий – габаритна довжина від 9,5 до 12 м;
- особо великий – габаритна довжина більше за 12 м.

У разі збігу габаритної довжини з верхньою межею діапазону, автобус відноситься до більш високого класу.

Особо великий автобус може бути тільки зчленованим. Під цим терміном мається на увазі транспортний засіб, який складається з двох або більше жорстких секцій, шарнірно зчленованих одна з одною, причому пасажирські салони кожної секції взаємно сполучені таким чином, що пасажирів можуть вільно переміщатися між ними.

ЄЕК ООН з точки зору наявності різниці в технічних вимогах визнала необхідним розділити автобуси всього на дві категорії: М2 – автобуси повною масою менше за 5 т (маломісні) і М3 – автобуси повною масою понад 5 т.

3.5 Класифікація вантажних автомобілів

Основним параметром, що визначає функціональні можливості вантажного автомобіля, є його вантажопідйомність. Однак на одному і тому ж шасі вантажного автомобіля можуть встановлюватися кузови різної власної маси, тому в якості класифікаційного параметру більш доцільно прийняти повну масу автомобіля. Класифікація ЄЕК ООН передбачає розподіл вантажних автомобілів на три категорії:

- категорія N1 – повна маса до 3,5 т;
- категорія N2 – повна маса від 3,5 т до 12 т;
- категорія N3 – повна маса більше за 12 т.

У нашій країні розподіл вантажних автомобілів по цьому параметру більш докладний, але категорії, не мають спеціальних позначень:

- 1 – повна маса до 1,2 т;
- 2 – повна маса від 1,2 т до 2 т;
- 3 – повна маса від 2 т до 8 т;
- 4 – повна маса від 8 т до 14 т;
- 5 – повна маса від 14 т до 20 т;
- 6 – повна маса від 20 т до 40 т;
- 7 – повна маса понад 40 т.

Потрібно відмітити існуючий в нашій країні розподіл вантажних автомобілів на дві категорії в залежності від осьового навантаження: до 6 т на вісь і до 10 т на вісь. З цього слідує, що дорожній автомобіль першою з цих категорій повною масою, наприклад, 13 т не може бути двовісним, а двовісний автомобіль повною масою понад 20 т є позашляховим.

3.6 Класифікація тракторів

За галуззю застосування трактори розрізняють, як сільськогосподарські, промислові, лісопромислові і лісгосподарські.

За призначенням і спеціалізацією трактори розрізняють, як сільськогосподарські загального призначення: пропашні, універсально-пропашні, спеціалізовані за видами культур і умовами експлуатації; промислові загального і спеціального призначення; лісопромислові спеціалізовані за призначенням, видами робіт та умовами експлуатації; лісгосподарські загального і спеціального призначення.

За типом рушія трактори розділяють на колісні, гусеничні, колісно-гусеничні.

Складовою частиною до сукупності державної або зональної системи машин для комплексної механізації промислового або сільськогосподарського виробництва входить типаж тракторів – оптимальна сукупність моделей для виконання всього комплексу робіт.

Типаж тракторів включає базові моделі, їх модифікації та трактори спеціального призначення і представляє ряд машин за головною класифікаційною ознакою: тяговому класу або категорії (табл. 3.1). Базова модель – найбільш універсальна машина, а модифікація – машина на її основі пристосована відповідно до умов застосування.

Таблиця 3.1

Примірний типаж сільськогосподарських тракторів

Параметри, моделі	Тяговий клас						
	0,2	0,6	0,9	1,4	2	4	6
Потужність двигуна <i>N_e</i> , кВт	до 9	18	37/44	55/74	110/132	130/147	221/294
Вага трактора <i>G_{мп}</i> , кН	до 5	18	25	34/36	44/45	84/85	132/125
Моделі у розв'язку	ХТЗ-12	ХТЗ-7 ДТ-14 ДТ-20 Т-25	ЛТЗ-40 Т-40М ЛТЗ-60	МТЗ-2 МТЗ-50/52 МТЗ-80/82	Т-70С ЛТЗ-155	Т-150К Т-150КМ	К-700 К-701 К-701М

За тяговим класом, у відповідності до номінального тягового зусилля, як класифікаційного признаку національної класифікації, розрізняють:

– сільськогосподарські і лісгосподарські трактори тягових класів (ГОСТ 27021-86) 0,2 (1,8-5,4 кН) – малогабаритні трактори, важкі мотоблоки; 0,6 (>5,4-8,1 кН) – самохідне шасі Т-16М; 0,9 (>8,1-12,6 кН) – Т-40; 1,4 (>12,6-18 кН) – МТЗ-80; 2 (>18-27 кН) – ЛТЗ-155; 3 (>27-36

кН) – ДТ-75 ДЕС-4; 4 (>36-45 кН); 5 (>45-54 кН) – К-700, К-701, Т-250, Т-501; 6 (>54-72 кН); 8 (>72-108 кН) – К-745;

– промислові трактори тягових класів (ГОСТ 27474-87) – 3; 4; 6; 10 (гусеничні Б10М, Б11); 15 (гусеничні Б12); 25 (гусеничні ДСТ-320, Т-330) бульдозер ДСТ-250М2Б1Р1); 35; 50; 75 (Т-800).

Номінальне тягове зусилля $P_{тр.н}$ (ГОСТ 4.40-84) трактор повинен розвивати на стерні колосових при твердості ґрунту 1-1,5 МПа, вологості ґрунту 8-22% в зоні максимального значення тягового ККД при експлуатаційній масі, яка передбачена технічною характеристикою при граничному коефіцієнті буксування рушіїв: 18% – для тракторів колісної формули 4К2 та 3К2; 16% – для 4К4; 5% – для гусеничних тракторів.

За категорією, в залежності від тягової потужності, яку розвиває трактор на гладкій горизонтальній і сухій бетонованій поверхні або на горизонтальній поверхні покритій травою за міжнародною класифікацією: 1 (35 кВт), 2 (30...75 кВт), 3 (70...135 кВт), 4 (135...300 кВт).

3.7 Індексція автомобілів

У відповідності до національної класифікації в індекс моделі входить скорочена назва (аббревіатура) заводу-виробника, наприклад, ЗАЗ – Запорізький автомобільний завод, потім через тире вказується чотири-шестизначний номер самої моделі, в якому закладено клас автомобіля за головною класифікаційною ознакою і його вид. Чотиризначний номер означає, що модель базова, тобто основна. Все сімейство автомобілів розбите на класи. Перша цифра вказує клас автомобіля. Друга цифра означає вид автомобіля: 1 – легковий; 2 – автобус; 3 – вантажний; 4 – тягач; 5 – самоскид; 6 – цистерна; 7 – фургон; 8 – резерв; 9 – спеціальний. Третя та четверта цифри означають порядковий номер базової моделі. Наступні цифри означають модифікації моделі.

Новий індекс дається не кожній новій моделі автомобіля, а тільки тій, у якій оновлюється хоч би один з основних класифікаційних параметрів. Зміна робочого об'єму циліндрів двигуна у легкового автомобіля, габаритної довжини у автобуса, повної маси, типу кузова і призначення у вантажного автомобіля впливають на індекс моделі. У ньому міняються тільки третя і четверта цифри. Додаткові цифри можуть визначати модифікації і комплектації автомобіля.

Наприклад.

ЗАЗ-1102: 1 – автомобіль з $V_h \leq 1,2$ л (робочий об'єм); 1 – легковий;

0 – базова модель; 02 – модифікація моделі.

КамАЗ-43101: 4 – автомобіль з $m_0=8-14$ т (загальна маса); 3 – вантажний, бортовий; 10 – базова модель; 1 – модифікація моделі.

За міжнародною класифікацією в індекс моделі пасажирського транспортного засобу входять означення у відповідності до приведеного на рис. 3.1.

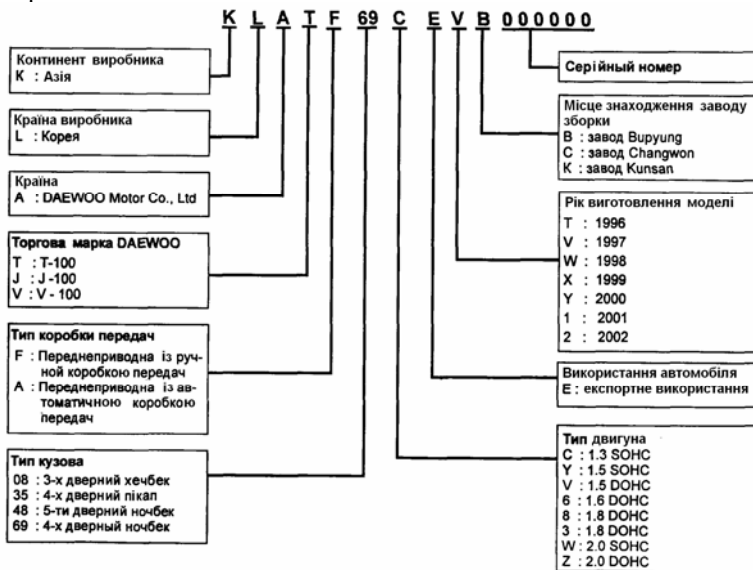


Рисунок 3.1 – Індекс моделі пасажирського транспортного засобу

3.8 Класифікація, схеми вертольотів (гелікоптерів)

Розрізняють такі повітряні судна, принцип переміщення яких в повітряному просторі заснований на використанні аеродинамічних сил при застосуванні несучих гвинтів і крил (додаток Б.1):

- вертоліт;
- вертоліт з крилом;
- гвинтокрили;
- вертольоти-літаки.

У **вертольотів** несучий гвинт приводиться в обертання трансмісією від турбогвинтових (поршневих) двигунів. Способи врівноваження реактивного крутного моменту несучого гвинта вертольота з механічним приводом визначають схеми вертольотів.

Несучий гвинт при обертанні сприймає дію реактивного моменту $M_{реак.}$, який є реакцією повітря і дорівнює $M_{кр.}$, де $M_{кр.}$ – крутний момент

на валу несучого гвинта. Реактивний момент намагається обернути фюзеляж вертольота в сторону, зворотню обертанню несучого гвинта.

Вертольоти **одногвинтової схеми** з механічним приводом мають рульовий гвинт, який вносився на довгій хвостовій балці за площину обертання несучого гвинта. Створювана рульовим гвинтом тяга дозволяє врівноважити реактивний крутний момент. Змінюючи величину тяги рульового гвинта, здійснюють шляхове керування – поворот вертольота щодо вертикальної вісі.

У **двогвинтовій схемі** урівноваження реактивного моменту проводиться у всіх випадках наданням гвинтам протилежного обертання.

Співвісну схему розглядають як граничний випадок двогвинтової схеми, коли вісі обох несучих гвинтів збігаються. У такій схемі вал верхнього несучого гвинта проходить через порожнистий вал нижнього. Гвинти обертаються в різні боки з однаковою кількістю обертів і їх реактивні моменти взаємно врівноважуються. Шляхове керування забезпечується диференційною (зменшенням у одного і збільшенням у іншого гвинта) зміною кута установки лопатей верхнього і нижнього несучих гвинтів. Різниця крутних моментів на гвинтах, що виникає при цьому, викликає поворот в потрібну сторону. Поздовжнє і поперечне керування здійснюється одночасним нахилом площини обертання обох несучих гвинтів. У вертольотів з перехресними гвинтами несучі гвинти розташовані під кутом один до одного. Обертання синхронізовано так, що в будь-якому положенні лопаті одного гвинта проходять над лопатями іншого. Через поперечний нахил несучих гвинтів їх втулки розміщуються на більшій висоті, ніж, наприклад, у одноосових з метою забезпечення безпеки експлуатації при стоянці з гвинтами, що обертаються.

У **поздовжній схемі** гвинти встановлюються на кінцях фюзеляжу. Гвинти обертаються в протилежних напрямках і синхронізовані так, що лопаті одного несучого гвинта завжди проходять між лопатями іншого.

У **поперечній** двогвинтовій схемі несучі гвинти розташовані в одній площині з боків фюзеляжу і обертаються в різних напрямках з однаковим числом обертів. З точки зору аеродинаміки поперечна схема є найбільш доцільною, але консолі (крила), що сприймають навантаження від несучих гвинтів, обтяжують конструкцію вертольота.

Вертольоти багатогвинтової схеми не набули широкого розвитку, так як це призводить до більш складної і громіздкої їх конструкції.

Вертольоти з крилом. Для збільшення швидкості вертольота крім несучого гвинта встановлений другий несучий елемент – крило. При польоті в горизонтальному напрямку створюється підйомна сила на

крилі, в результаті чого несучий гвинт розвантажується на величину підйомної сили крила. За рахунок цього необхідний кут атаки лопатей зменшується, а зрив потоку на набігаючі лопаті проявляється на великій швидкості польоту.

Гвинтокрили. Внаслідок зменшення потрібної підйомної сили на несучому гвинті вертольота з крилом і збільшення опору від крила несучий гвинт потрібно нахилити вперед на більший кут. Так як величина нахилу вперед несучого гвинта обмежена з аеродинамічних і конструктивних міркувань, то для досягнення ще більш високих швидкостей вертольота додатково встановлюють двигуни з тягнучими або штовхаючими гвинтами. Вертолiт з несучим гвинтом, крилом і тягнучими (штовхаючими) гвинтами називається комбiнованим або гвинтокрилом. Гвинтокрил злітає як вертолiт. При зльоті потужність від двигунів майже вся передається на несучий гвинт, який створює вертикальну тягу, а тягнучі гвинти використовуються лише для врівноваження реактивного крутного моменту від несучого гвинта. Для переходу до горизонтального польоту несучий гвинт за допомогою керування циклічним кроком нахилиється вперед, створюючи горизонтальну тягу. Горизонтальна тяга створюється і за допомогою тягнучих гвинтів. У сталому горизонтальному польоті вся потужність двигунів передається на тягнучі гвинти, а несучий гвинт від'єднується від трансмісії і вільно обертається під дією набігаючого потоку повітря, створюючи вертикальну тягу.

При вертикальному зльоті у тягнучих гвинтів встановлюється «нульовий крок», щоб вони не створювали горизонтальної тяги і споживали мінімальну потужність. У цьому випадку всю потужність споживають допоміжні компресори. Повітря в компресорах стискається і відводиться по каналах в розподільні пристрої втулки несучого гвинта. На кінцях лопатей несучого гвинта є пальники, куди разом з повітрям подається паливо. Несучий гвинт приводиться в обертання силою реакції газів, які виходять з пальників. Після зльоту несучий гвинт під дією керування циклічним кроком нахилиється вперед, в результаті чого виникає горизонтальна складова тяги, і вертолiт рухається вперед.

Привід за допомогою реактивних двигунів – двигуни ТРД, ПВРД, ПуВРД, що встановлюються на кінцях лопатей.

Вертолiт-літак. Літальний апарат, який здійснює зліт і посадку подiбно вертольоту, а горизонтальний політ – подiбно літаку. За кордоном - конвертоплан.

3.9 Загальна будова механічної установки судна, класифікація малих туристичних моторних суден

Механічна установка судна – сукупність пристроїв і механізмів, що забезпечують його рух. Вимоги до механічної установки маломірного судна полягають в максимальній потужності при його найменших масі, габариті і витраті палива. Основні складові частини механічної установки судна: рушій; валопровід; роз'єднувальний механізм; реверсивний механізм; реверсивно-роз'єднувальні муфти; редуктор; реверс-редуктор.

Рушій перетворює механічну енергію, що виробляється двигуном, в **упор** – силу, що рухає судно.

Валопровід передає механічну енергію від двигуна до рушія. На маломірних судах застосовують тільки двигуни внутрішнього згорання, а рушіями в переважній більшості випадків служать гребні гвинти.

У деяких умовах плавання (холостому ході при пуску, прогріві, маневруванні, аварійному відключенні) потрібно, щоб гребний гвинт був нерухомий при працюючому двигуні.

Роз'єднувальний механізм забезпечує від'єднання гребного валу від валу двигуна.

Вал ДВЗ завжди обертається в одну й ту ж саму сторону, а для заднього ходу судна потрібно, щоб гребний гвинт обертався у зворотний бік. **Реверсивний механізм** валопроводу забезпечує реверсування обертання гребного валу. Обидва механізми можуть бути об'єднані в одному корпусі **реверсивно-роз'єднувальної муфти**.

Як правило, у ДВЗ вал обертається швидше, ніж потрібно для ефективної роботи гребного гвинта. Тому в валопроводі маломірного судна повинен бути понижуючий оберти механізм – **редуктор**. Механізм, в якому об'єднані в одному корпусі редуктор з реверсивно-роз'єднувальною муфтою, називають **реверс-редуктор**.

Упор гребного гвинта передається на корпус судна через гребний вал і спеціальний упорний підшипник, який знаходиться в опорі гребного валу або в корпусі одного з механізмів валопроводу.

На маломірних судах в більшості випадків застосовуються карбюраторні двигуни внутрішнього згорання. Серед них розрізняють чотири- і двотактні двигуни «автомобільного» і «мотоциклетного» типів.

На катерах у більшості випадків встановлюють чотиритактні бензинові двигуни, рідше дизельні.

Малі туристичні моторні судна класифікуються за такими ознаками.

За призначенням:

- для денних екскурсій;
- для тривалих походів;
- для дальніх спортивних плавань;
- для спеціального туристичного використання (рибна ловля, полювання, красзнавчі експедиції).

За районом плавання:

- для малих недосліджених річок;
- для великих річок, озер, водосховищ;
- для морських плавань.

За конструктивною ознакою:

- моторні байдарки;
- малі відкриті човни;
- відкриті катера;
- катера з каютами;
- плавучі дачі;
- моторно-парусні судна.

За типом головних двигунів:

- з підвісними моторами;
- зі стаціонарними двигунами.

За типом рушійв:

- з гребними гвинтами;
- з водометами;
- з гребними колесами;
- з повітряними гвинтами.

За характером руху:

- в режимі плавання (водовиміщуючі судна);
- в перехідному режимі (напівковзні судна);
- в режимі гліссерування;
- на підводних крилах;
- на повітряній подушці.

За типом обводів:

- плоскодонні;
- з плавними закругленими обводами;
- з поздовжніми уступами на днище;
- з поперечними уступами на днище;
- катамарани (тримарани) – багатокорпусні судна.

За матеріалом корпусу:

- дерев'яні;
- фанерні;
- сталеві;

- з легких сплавів;
- з пластикових і синтетичних матеріалів; з тканини;
- композиційні.

За конструкцією набору корпусу:

- з поперечним набором;
- з поздовжнім набором;
- зі змішаним набором;
- безнабірні.

Водовиміщуючі судна – розраховані на рух в режимі плавання, коли судно на поверхні води утримується тільки архимедовою силою, пропорційною масі витісненої судном води. Залежно від значення швидкості руху розрізняють тихохідні, середньошвидкісні, швидкохідні.

Гліссеруючі судна – в нерухомому стані утримуються на плаву архимедовою силою, але при русі їх підтримує на поверхні в основному гідродинамічна підйомна сила, пропорційна швидкості судна.

Загальний вигляд деяких суден наведено у додатку Д [22]. Схеми моторних установок туристичних катерів наведено у додатку Е. Розташування механізмів в машинному відділенні наведено у додатку Ж.

3.10 Схеми компоновки автомобілів і тракторів

3.10.1 Легкові автомобілі

Компоновочну схему легкового автомобіля визначають: за розташуванням силового агрегату; числу і розташуванню ведучих мостів; типу кузова, числа дверей, розташуванню багажника.

За розташуванням силового агрегату і ведучого моста встановлюють три характерні компоновочні схеми (рис. 3.2-3.3):

- класична схема – двигун, зчеплення, коробка передач розташовані попереду, ведучий міст задній (рис. 3.3, а);
- передньопривідна схема – двигун, коробка передач, головна передача, диференціал розташовані попереду, ведучий міст – передній (рис. 3.3, в);
- схема задньомоторна – із заднім розташуванням двигуна, ведучий міст задній.



Рисунок 3.2 – Принципові схеми гібридних установок автомобіля Toyota

a – паралельна схема передачі крутного моменту M_k , *б* – послідовна схема передачі крутного моменту M_k ; 1 – електромотор, 2 – акумулятор, 3 – паливний бак, 4 – трансмісія, 5 – двигун внутрішнього згорання

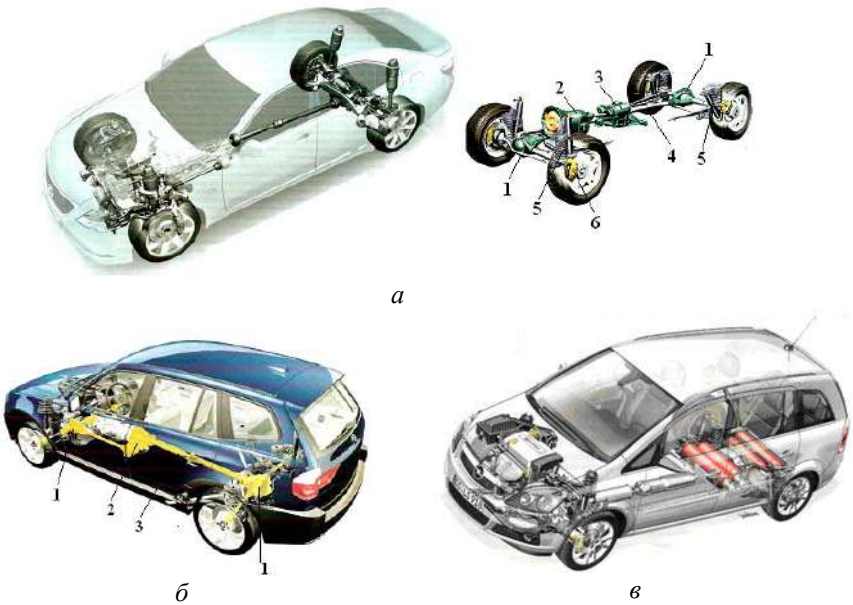


Рисунок 3.3 – Компонувки легкових автомобілів:
a – повнопривідний Mercedes-Benz G класу: 1 – редуктори передньої й задньої вісей, 2 – коробка зміни передач, 3 – роздавальна коробка, 4 – карданна передача, 5 – елементи підвіски,
б – гальмівні механізми; *б* – повнопривідний BMW X5:
 1 – редуктори передньої й задньої осей, 3 – карданна передача;
в – повнопривідний Opel Zafira

Кузова легкових автомобілів можуть бути класифіковані по кількості зримих об'ємів (рис. 3.4): однооб'ємні, двооб'ємні, триоб'ємні.

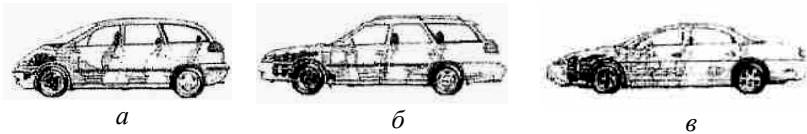


Рисунок 3.4 – Кузова легкових автомобілів
а – однооб'ємний, б – двооб'ємний, в – триоб'ємний

В залежності від наявності (або відсутності) жорсткого даху легкові кузова класифікуються на закриті, відкриті, трансформовані; за видом силової схеми – на несучі і рамні. Можлива також класифікація за іншими ознаками (рис. А.1, додаток А).

Седан – чотиридверний триоб'ємний пасажирський кузов з двома або трьома рядами сидінь і середньою стійкою між бічними вікнами; є перегородка, що відокремлює пасажирський салон від багажного відділення. Часто є базовою моделлю для багатьох типів кузовів.

Седан дводверний – дводверний триоб'ємний пасажирський кузов з двома рядами сидінь; є перегородка, яка виокремлює пасажирський салон від багажного відділення.

Седан хардтоп – дво- або чотиридверний триоб'ємний пасажирський кузов з двома рядами сидінь (можливий додатковий ряд відкидних або стаціонарних сидінь), середня стійка між боковими вікнами відсутня; є перегородка, що відокремлює пасажирський салон від багажного відділення.

Седан фастбек – чотиридверний пасажирський кузов з двома рядами сидінь; дах жорсткий, такий, що плавно спускається в задній частині; є середня стійка між бічними вікнами; жорсткої перегородки між пасажирським салоном і багажним відділенням немає, але є нерухома полиця; багажник (або двигун) закривається кришкою.

Седан хетчбек – пасажирський кузов з двома або чотирма боковими дверима і двома рядами сидінь (сидіння другого ряду складаються); дах жорсткий, такий, що плавно спускається в задній частині; є середня стійка між боковими вікнами; жорсткої перегородки між пасажирським салоном і багажним відділенням немає, але є полиця, що прибирається; у задній частині є двері.

Універсал – пасажирський кузов з двома або чотирма боковими дверима і двома або трьома рядами сидінь (сидіння другого і третього ряду складаються); загальне число місць від 4 до 9; дах жорсткий; є

середня збільшена стійка між бічними вікнами; перегородок в кузові немає; складені сидіння дозволяють перевозити вантажі.

Мінівен – однооб’ємний пасажирський кузов з двома або чотирма бічними дверцями і двома або трьома рядами сидінь (сидіння другого і третього ряду складаються); загальне число місць 4...9; задня частина салону зазвичай виконується аналогічно кузову типу «універсал», але має більше число трансформацій крісел і обладнання.

Лімузин – пасажирський кузов (зазвичай триоб’ємний) з чотирма або шістьма бічними дверима, з двома або трьома рядами сидінь і заскленою перегородкою, що відокремлює пасажирський салон від місця водія. Великий внутрішній простір між першим і третім рядами сидінь. При компоновці трирядного салону другий ряд сидінь або збирається, або розташований спиною до напрямку руху. Є стійки між бічними вікнами.

Лімузин брoгхам – пасажирський кузов (зазвичай триоб’ємний) з чотирма або шістьма бічними дверима, з двома або трьома рядами сидінь і заскленою перегородкою, що відокремлює пасажирський салон від місця водія. Великий внутрішній простір між першим і третім рядами сидінь. При компоновці салону другий ряд сидінь або збирається, або розташований спиною до напрямку руху. Є стійки між бічними вікнами. М’який верх над переднім сидінням відчиняється.

Лімузин ландо – те ж, що і «лімузин брoгхам», але над переднім сидінням – жорсткий дах, а над задніми – м’який верх, який складається.

Купе – дводверний пасажирський кузов з одним – двома рядами сидінь, перший ряд – відкидні; дах жорсткий, короткий; кузов зазвичай двооб’ємний, іноді трьохоб’ємний; є середня стійка між бічними вікнами; є перегородка, яка відокремлює салон від багажного відділення (або двигуна), і відповідно кришка багажника або моторного відсіку. Другий ряд сидінь може бути з обмеженими посадочними розмірами (схема 2+2).

Купе хардтоп – дводверний пасажирський кузов з одним – двома рядами сидінь, перший ряд – відкидні; дах жорсткий, короткий; кузов зазвичай двооб’ємний, іноді триоб’ємний; середня стійка між бічними вікнами відсутня; є перегородка, яка відокремлює салон від багажного відділення (або двигуна), і відповідно кришка багажника або моторного відсіку. Другий ряд сидінь може бути з обмеженими посадочними розмірами (схема 2+2).

Купе хетчбек – пасажирський кузов з двома боковими дверима і з одним – двома рядами сидінь, перший ряд сидінь – відкидні, другий – складаються; дах жорсткий, короткий, плавно переходить із зниженням

в задній частині; є середня стійка між бічними вікнами; перегородок в кузові немає, є полиця, що відкидається або знімна, за спинкою задніх сидінь; є задні двері.

Фургон – вантажопасажирський кузов з одним рядом сидінь, дводверний; у задній частині кузова широкі двері, які відчиняються або піднімаються, іноді двостулкові; є перегородка між пасажирським і вантажним відсіками кузова (може не бути); багажне відділення велике за рахунок збільшеної задньої частини кузова; дах багажного відділення може бути вище за кабінку водія.

Тарга – дводверний пасажирський кузов з одним рядом сидінь; дах жорсткий над сидіннями, знімається, ззаду жорсткий; є перегородка за спинкою сидінь; задня частина даху може бути ступінчатою або такою, що плавно спускається; є кришка багажного відділення (або моторного відсіку); є жорстка дуга над спинкою сидінь.

Седан кабриолет – дво-, чотиридверний пасажирський кузов з двома рядами сидінь (можливий третій ряд відкидних або стаціонарних сидінь); м'який складний тент; є середня стійка між бічними вікнами; є перегородка між пасажирським салоном і багажником; є кришка багажника (або моторного відсіку); жорсткі замкнуті отвори дверей.

Седан фаетон – дво-, чотиридверний пасажирський кузов з двома рядами сидінь (можливий третій ряд відкидних або стаціонарних сидінь); м'який складний тент; середня стійка між боковими вікнами відсутня; є перегородка між пасажирським салоном і багажником; є кришка багажника (або моторного відсіку).

Лімузин кабриолет – чотиридверний (іноді шестидверний) пасажирський кузов з двома-трьома рядами сидінь, середній ряд може бути складним; перегородка за спинкою переднього ряду сидінь; м'який складаний тент; є середня стійка між бічними вікнами; є перегородка між пасажирським салоном і багажником; мається кришка багажника; жорсткі замкнуті пройми дверей.

Лімузин фаетон – чотиридверний (іноді шестидверний) пасажирський кузов з двома-трьома рядами сидінь, середній ряд може бути складним; перегородка за спинкою переднього ряду сидінь; м'який складаний тент; стійки між бічними вікнами відсутні; мається перегородка між пасажирським салоном і багажником; мається кришка багажника.

Родстер – двомісний пасажирський кузов з м'яким складним тентом або жорстким знімним дахом; середньої стійки між боковими вікнами немає; форма задньої частини даху ступінчата; є перегородка за спинкою сидінь; є кришка багажника або моторного відсіку; вікна знімні.

Купе кабріолет – дводверний пасажирський кузов з одним-двома рядами сидінь, перший ряд – відкидний; м'який складаний тент; є середня стійка між бічними вікнами; є перегородка, що відокремлює пасажирський салон від багажного відділення (або моторного відсіку); жорсткі замкнуті отвори дверей.

Пікап – комбінований кузов з пасажирською кабіною і вантажним відсіком з жорсткими бортами, задній борт може бути відкидним; пасажирська кабіна з одним або двома рядами сидінь, дво- або чотиридверна; жорсткий дах над кабіною; кабіна відокремлена від вантажної платформи; уздовж бортів вантажної платформи можуть бути встановлені сидіння; можлива установка м'якого тенту над вантажною платформою.

3.10.2 Автобуси

Для автобусів існують наступні конструктивні варіанти по формі та архітектурі корпусу (рис. 3.5): капотний, вагонний, зчленений, півтора- і двоповерховий.

Компоновочні схеми автобусів по розташуванню двигуна бувають трьох варіантів: двигун попереду, представник Богдан А091; двигун під підлогою в межах колісної бази, представник – Ікарус-260; двигун позаду, представник – ЛАЗ-4202, Yutong.

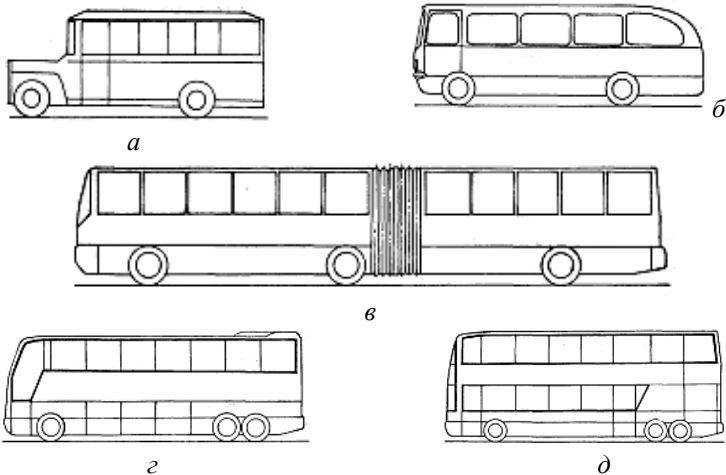


Рисунок 3.5 – Конструктивні варіанти автобусів:
а – капотний, *б* – вагонний, *в* – зчленений, *г* – півтораповерховий,
д – двоповерховий

3.10.3 Вантажні автомобілі

У вантажних автомобілів найбільш поширені чотири варіанти компонованих схем (рис. 3.6):

– капотне компонування (двигун розташований над переднім мостом, кабіна за двигуном); представники – КрАЗ-65055, ГАЗ-3307;

– короткокапотне компонування (двигун розташований над переднім мостом, кабіна частково насунена на двигун); представник – ЗИЛ-5301 («Бичок»); ГАЗ-3302;

– безкапотне компонування (двигун розташований над переднім мостом, кабіна над двигуном); представник – Volvo FL614, МАЗ-5432;

– компонування з двигуном за кабіною (двигун позаду переднього моста, кабіна максимально зсунута уперед); представник – автомобіль – МАЗ-543, МАЗ-547, КЗКТ-7428.

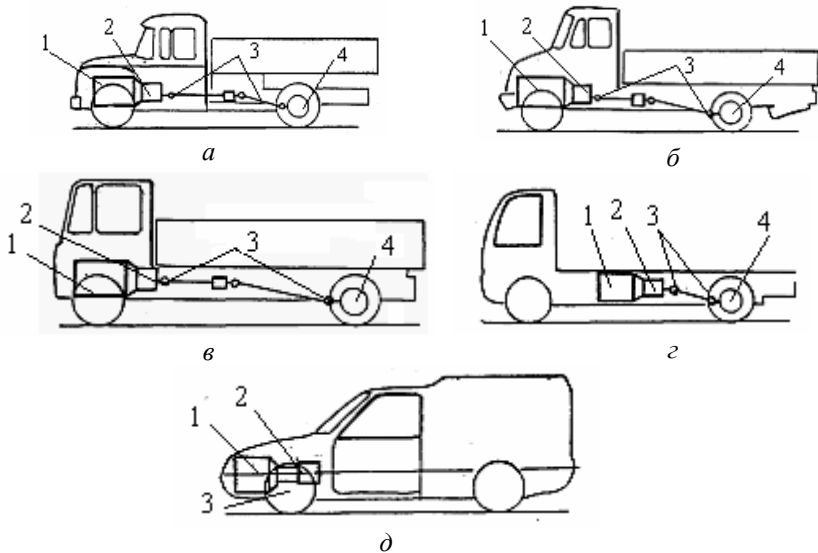


Рисунок 3.6 – Компоновальні схеми вантажних автомобілів загального призначення:

а – капотна, *б* – напівкапотна, *в* – безкапотна (кабіна над двигуном),

г – з двигуном посередині колісної бази, *д* – на базі конструкції легкового автомобіля (ЗАЗ-Пікап 110557, Lanos-фургон); 1 – двигун,

2 – зчеплення, коробка змінних передач,

3 – вали і шарніри карданної передачі, 4 – ведучий міст (головна передача, диференціал; піввісі)

3.10.4 Трактори

Загальна компоновка і конструктивні схеми тракторів різного призначення визначаються (рис. 3.7-3.13):

- взаємним розташуванням двигуна і робочого місця водія по відношенню до колісної бази;
- конструктивного виконання трансмісійної установки;
- наявністю контакту провідного колеса з опорною поверхнею, ґрунтом (для тракторів з гусеничним рушієм).

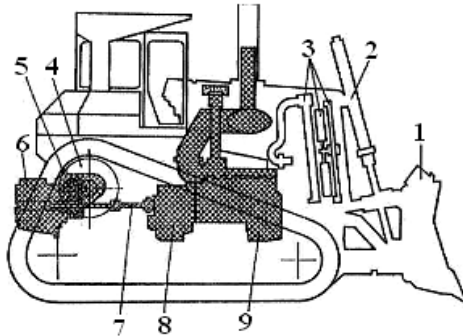


Рисунок 3.7 – Компоновальна схема гусеничних тракторів загального призначення D8L, D9L, D10:

- 1 – відвал бульдозера, 2 – гідравлічний циліндр, 3 – радіатори і вентилятор, 4 – механізми повороту і кінцеві передачі, 5 – центральна передача, 6 – коробка передач, 7 – з'єднувальний вал, 8 – гідротрансформатор, 9 – двигун

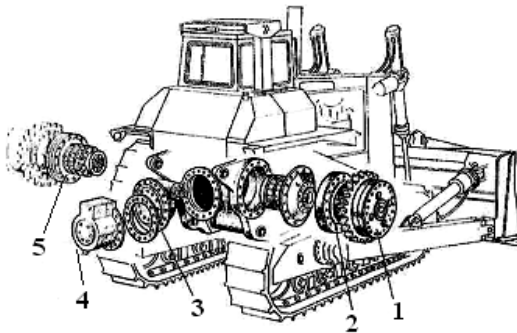


Рисунок 3.8 – Конструктивна схема тракторів D8L, D9L, D10 (США):
1 – кінцева передача, 2, 5 – механізми повороту, 3 – центральна передача, 4 – коробка передач

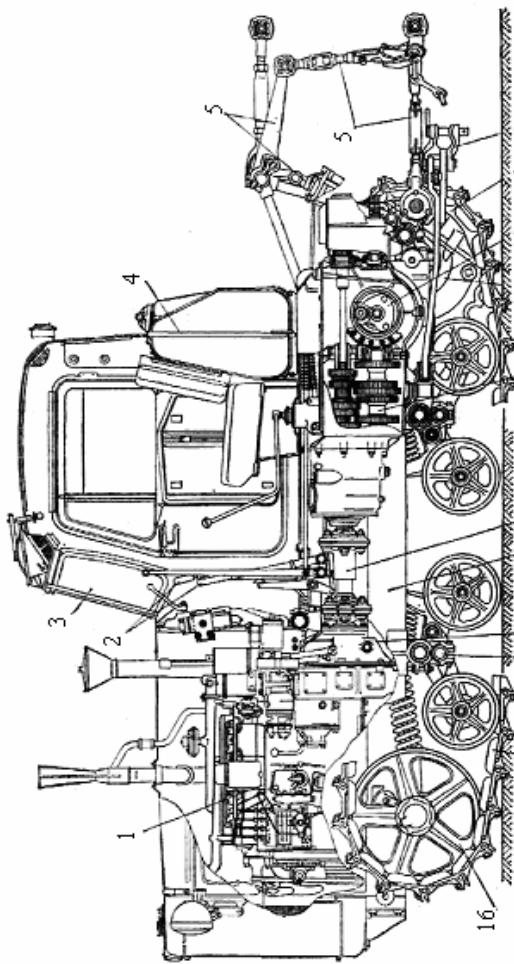


Рисунок 3.9 – Розміщення основних частин, їх механізмів й деталей гусеничного трактора ДТ-75М

- 1 – двигун, 2 – важелі керування, 3 – кабіна, 4 – бак для палива,
- 5 – гідравлічна навісна система, 6 – причіпний пристрій, 7 – ведуче колесо (зірочка),
- 8 – планетарний механізм, 9 – кінцева передача, 10 – коробка передач,
- 11 – з'єднувальний вал, 12 – рама, 13 – зчеплення, 14 – передня каретка підвіски з опірними катками, 15 – гусеничний ланцюг, 16 – направляюче колесо

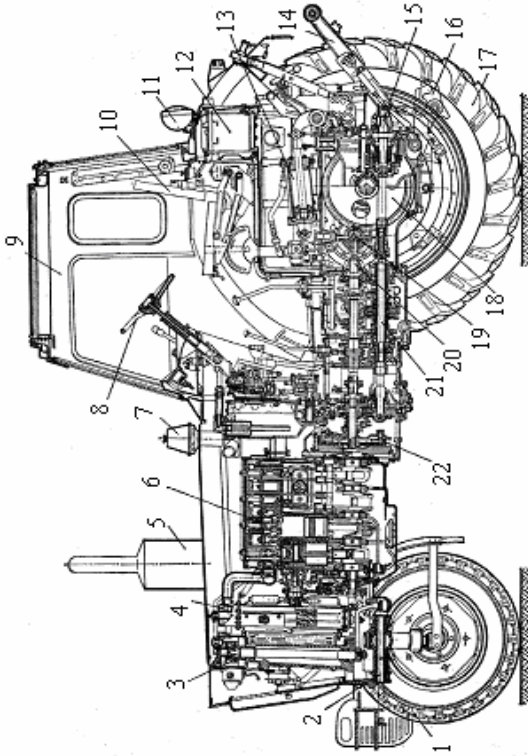


Рисунок 3.10 – Розміщення основних частин, їх механізмів і деталей колісного універсально-пропашного трактора МТЗ-80:

- 1 – кероване колесо, 2 – передній міст, 3 – гідропідсилювач рульового управління,
- 4 – водяний радіатор, 5 – глушник, 6 – двигун, 7 – повітряочисувач, 8 – рульове колесо,
- 9 – кабіна, 10 – сидіння, 11 – задня фара, 12 – акумуляторна батарея,
- 13 – основний силовий циліндр гідравлічної навісної системи, 14 – механізм навіски,
- 15 – задній вал відбору потужності, 16 – причіпний пристрій, 17 – ведуче колесо,
- 18 – кінцева передача, 19 – диференціал, 20 – головна передача,
- 21 – коробка передач, 22 – зчеплення

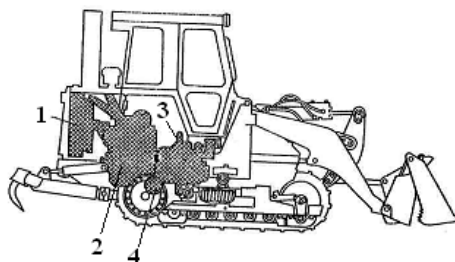


Рисунок 3.11 – Компонувальна схема гусеничних тракторів-навантажувачів з гідрооб’ємною трансмісією:

1 – радіатори, 2 – двигун, 3 – блок гідронасосів,
4 - гідромотори рушія

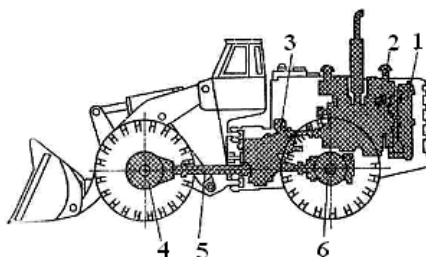


Рисунок 3.12 – Компонувальна схема потужного колісного трактора-навантажувача:

1 – радіатори і вентилятор, 2 – двигун, 3 – коробка передач,
4, 6 – головні передачі і колісні редуктори, 5 – карданний вал

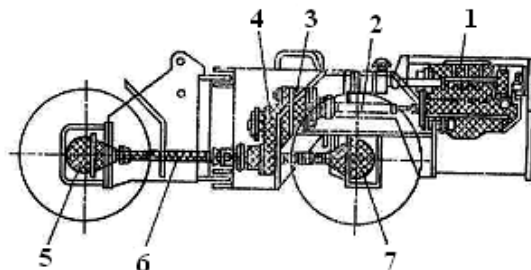


Рисунок 3.13 – Компонувальна схема колісного підземного трактора:

1 – двигун, 2, 6 – карданні вали, 4 – коробка передач, 5, 7 –
головні передачі та колісні редуктори

3.11 Тепловози

3.11.1 Класифікація, позначення тепловозів

Тепловози можуть бути класифіковані за рядом ознак.

За родом служби розрізняють:

- вантажні;
- пасажирські;
- універсальні (призначені для виконання різної роботи, наприклад, вантажопасажирські, маневрово-вивізні тощо);
- маневрові;
- промислові.

Призначення тепловоза відображається на його характеристиках, конструкції передачі і екіпажної частини.

За типом передач розрізняють тепловози:

- з механічною передачею (тепловози малої потужності);
- з електричною передачею;
- з гідравлічною передачею.

Електричні передачі можуть бути:

- постійного струму;
- змінно-постійного струму;
- змінного струму.

За пристроєм ходових частин розрізняються тепловози:

- візкового типу (2ТЭ10В, 2ТЭ116, ТЭМ2);
- тепловози з жорсткою рамою (безвізкові).

Майже всі сучасні тепловози – візкового типу.

За шириною рейкової колії тепловози діляться:

- на тепловози нормальної (або широкої) колії -1520 (1524) мм в країнах СНД і 1435 мм у багатьох зарубіжних країнах;
- на вузькоколійні (ширина колії від 600 до 1000-1100 мм).

За кількістю секції тепловози діляться на одно-, дво- і багатосекційні.

Односекційні тепловози часто мають дві кабіни керування, двосекційні – по одній на секцію. У багатосекційних тепловозів проміжні секції взагалі можуть не мати кабін машиніста, так як управляються з головних секцій.

Серії тепловозів, тобто групи тепловозів, побудованих за одними і тими ж проектами, на залізницях прийнято позначати поєднанням заголовних букв кирилицею і цифр. У більшості випадків позначення починається з букви Т («тепловоз»). Друга буква, як правило,

характеризує тип передачі (Э – електрична, Г – гідравлічна); третя – зазвичай говорить про призначення тепловоза

(П – пасажирський, М – маневровий, у вантажних тепловозів третя буква в серії відсутня). Цифри позначають номер серії тепловоза, для поїзних локомотивів зазвичай вказує також і на завод-виготовлювач. Номери серій від 1 до 49 відведені магістральним тепловозам, спроектованим Харківським заводом транспортного машинобудування ім. В.А. Малишева. Номери від 50 до 99 присвоюються тепловозам розробки Коломенського тепловозобудівного заводу ім. В.В. Куйбишева, а номери вище 100 входять в серії локомотивів Луганського тепловозобудівного заводу.

Наприклад, позначення деяких тепловозів розшифровується таким чином.

ТЭЗ – вантажний тепловоз з електричною передачею третьої серії, спроектований Харківським заводом.

ТГ102 – тепловоз з гідравлічною передачею, вантажний 102-й серії Луганського заводу.

ТЭП70 – тепловоз з електричною передачею, пасажирський споруди Коломенського заводу.

ТГМ3 і ТЭМ5 – тепловози маневрові відповідно з гідравлічною і електричною передачами (в серіях маневрових і вузькоколіїних тепловозів цифра позначає тільки порядковий номер моделі).

3.11.2 Основні вузли тепловоза

Основними структурними частинами тепловоза є (рис. 3.14):

- первинний двигун-дизель;
- передача;
- екіпажна частина;
- допоміжне обладнання;
- паливна система дизеля;
- системи охолодження дизеля;
- система змащування дизеля;
- система подачі повітря;
- пісочна система екіпажу;
- повітряна (гальмівна) система тепловоза;
- система пожежогашіння.

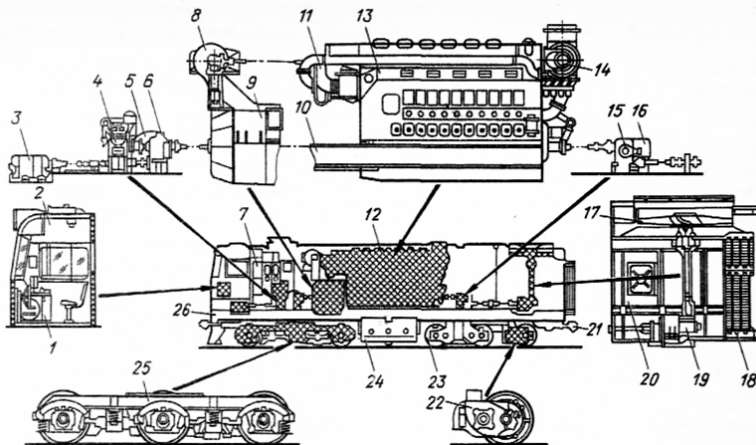


Рисунок 3.14 – Схема розміщення основних вузлів на секції тепловоза 2ТЭ10В (двосекційний тепловоз з електричною передачею, магістральний, вантажний):

- 1 – пульт керування; 2 – кабіна машиніста; 13 – дизель; 9 – тяговий генератор; 10 – піддизельна рама; 26 – головна рама; 23 – колісні пари; 25 – тривісні візки; 22 – тяговий електродвигун; 6, 15 – передній і задні редуктори; 4 – гальмівний компресор; 3 – двомашинний агрегат; 15 – гідроредуктор; 17 – вентилятор охолоджувального пристрою; 18 – секції радіаторів; 20 – холодильник; 7 – високовольтні камери; 24 – паливний бак; 14 – турбокомпресор; 11 – відцентровий нагнітач; 5, 16 – вентилятори

Дизель перетворює внутрішню хімічну енергію палива в механічну енергію обертання колінчастого валу. Властивості дизеля, як двигуна не відповідають вимогам тягової служби, він погано пристосований до змінних режимів роботи. Його потужність прямо пропорційна частоті обертання колінчастого валу (при незмінній подачі палива). Для дизеля більш вигідна робота на постійному режимі – зазвичай при максимальній (або близькою до неї) частоті обертання колінчастого валу, коли дизель розвиває найбільшу потужність. Щоб забезпечити можливість роботи дизеля з постійною частотою обертання валу, його енергія передається рушійним колісним парам, частота обертання яких при русі повинна змінюватися, не безпосередньо, а через спеціальні проміжні пристрої, які називаються передачею. Передача пристосовує дизель до умов роботи на локомотиві. На тепловозах застосовується, головним чином, електрична або гідравлічна передача.

При електричній передачі (рис. 3.15, *a*) механічна енергія обертання колінчастого валу дизеля *1* передається електричному тяговому генератору *2*, який перетворює її в електричну. Електрична енергія тягового генератора надходить в тягові електричні двигуни *3*, які пов'язані з рушійними колісними парами *4* і приводять їх в обертання.

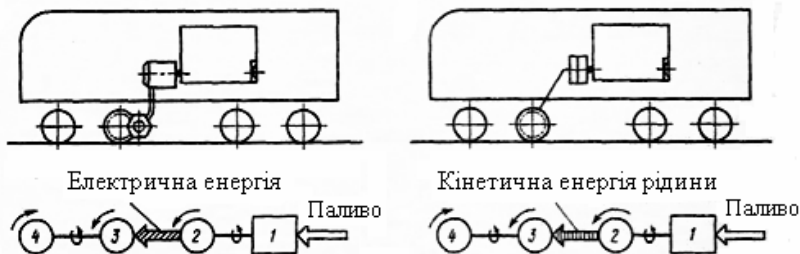


Рисунок 3.15 – Схеми розташування обладнання і перетворення енергії на тепловозах:

a – з електричною передачею; *б* – з гідравлічною передачею

На тепловозах з гідравлічною передачею (рис. 3.15, *б*) енергія дизеля *1* витрачається на привід гідравлічного насоса *2*, який передає енергію рідини. Поступаючи в гідравлічну турбину *3*, рідина обертає її, а разом з нею і колісні пари *4* тепловоза.

Крім дизеля і передачі, до основних частин тепловоза можна віднести екіпажну частину і допоміжне обладнання.

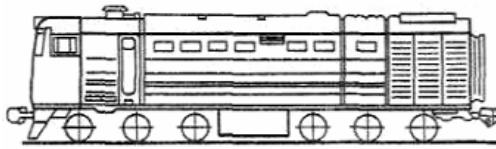
До екіпажної частини тепловоза відносяться:

- кузов;
- головна рама з ударно-зчіпними пристроями (автозчепами);
- візки з колісними парами і пружним ресорним підвішуванням.

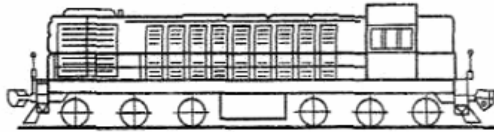
Головна рама тепловоза – це підстава для розміщення силової установки та допоміжного обладнання. Крім того, рама передає поздовжні тягові зусилля від провідних осей до поїзду. Кузов розміщений також на рамі і захищає обладнання тепловоза від зовнішніх впливів.

Кузови тепловозів бувають двох типів (рис. 3.16): вагонного або закритого (зазвичай у магістральних тепловозів) і капотного (у маневрових тепловозів). У першому випадку кузов утворює машинне приміщення з внутрішніми проходами для обслуговування силової установки, а в другому – капот просто накриває обладнання тепловоза, доступ до якого зовні забезпечується через бокові дверцята. Для проходу обслуговуючого персоналу на тепловозі з капотним кузовом

влаштовують поздовжні (по обидва боки) і поперечні (по кінцях рами) площадки.



a



b

Рисунок 3.16 – Тепловози з кузовами
a – вагонного типу; *b* – капотного типу

Колісні пари більшості сучасних тепловозів розміщені у візках дво- або тривісних, які можуть повертатися відносно головної рами, що спирається на них. Такий пристрій екіпажної частини полегшує проходження тепловозом кривих ділянок колії. У деяких промислових тепловозів малої потужності рушійні колісні пари з'єднуються безпосередньо з головною рамою (екіпаж в жорсткій рамі).

Допоміжне обладнання забезпечує нормальну роботу дизеля, передачі і екіпажної частини, а також тепловоза в цілому.

Паливна система забезпечує живлення дизеля рідким паливом. У систему входять паливні баки, допоміжні підкачувальні насоси, паливні фільтри, паливопідігрівачі, основні паливні насоси і форсунки, що розпилюють паливо в циліндрах дизеля.

Система водяного охолодження дизеля служить для відводу тепла від його циліндрів і включає в себе циркуляційний водяний насос і радіатори, в яких тепло від води передається атмосферному повітрю. Для більш інтенсивного відводу тепла від радіаторів повітря через них проганяється спеціальним вентилятором.

Система мащення дизеля, що складається з насосів, фільтрів для очищення оливи і охолоджувальних пристроїв (радіаторів або теплообмінників), служить для подачі оливи до тертьових частин дизеля, а також і для відводу тепла від них, а в деяких випадках, і від поршнів.

Повітряна система тепловоза (гальмівний компресор, головні і запасні резервуари стислого повітря та ін.) забезпечує роботу гальмових

засобів усього поїзда, а також ряду допоміжних пристроїв тепловоза. Системи подачі повітря і повітряного охолодження складаються з агрегатів, призначених для подачі повітря (повітрорудки і нагнітачі – для дизеля, вентилятори – для охолодження електричних машин), повітрозабірних пристроїв (вікна, жалюзійні решітки), очисників повітря і повітроводів.

3.11.3 Установа дизеля на рамі тепловоза

У конструкції тепловоза 2ТЭ10В дизель з генератором, що встановлені на загальній піддизельній рамі, являють собою єдиний силовий агрегат – дизель-генератор (рис. 3.14). Дизель-генератор, як найбільш важка частина тепловоза, розташований в середній частині головної рами. Цим досягається більш рівномірний розподіл навантажень на колісні пари тепловоза, які об'єднані в дві однакові тривісні візки.

Особливість конструкції дизеля тепловоза полягає в тому, що основу його конструкції являє остов. До основних елементів остову відносяться: рама; картер; блок циліндрів; кришка циліндра; втулка циліндра; вкладиші корінного підшипника; піддон.

Уздовж рами з обох сторін розташовані лапи і упори, які служать для установки і кріплення її до рами тепловоза.

Ці елементи жорстко пов'язані між собою в єдину систему, навантажену силами тиску газів і силами інерції рухомих частин. Конструкція остова забезпечує жорсткий зв'язок дизеля, зручність розбирання, збирання та огляду деталей КШМ, а також вагові та габаритні вимоги до дизелю. Достатня жорсткість остова – основна умова надійної і довговічної роботи дизеля.

Основні елементи остова можуть різним чином об'єднатися в єдині конструкції, які представлені на рис. 3.17.

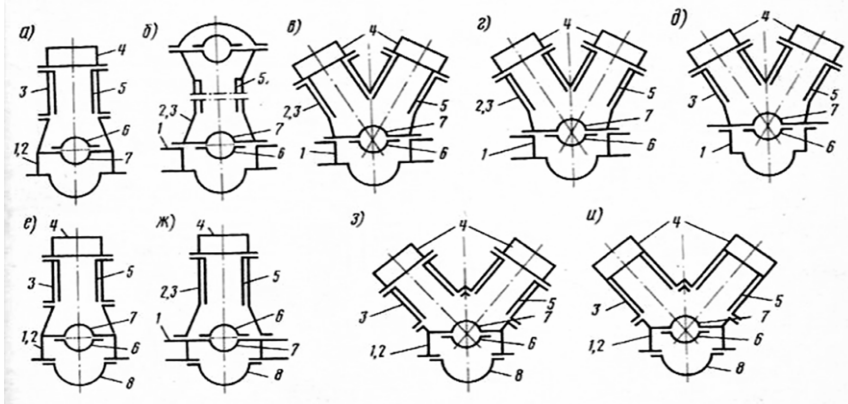


Рисунок 3.17 – Схеми тепловозних дизелів:

a – Д50; *б* – 2Д100; *в* – 14Д45; *г* – Д70; *д* – 12VFE; *е* – 1Д6;
ж – К6S310DR; *з* – 1Д12; *и* – М-756; 1 – рама; 2 – картер; 3 – блок
циліндрів; 4 – кришка циліндра; 5 – втулка циліндра; 6, 7 – вкладиші
корінного підшипника; 8 – піддон

На дизелях типу Д50 (рис. 3.17, *a*) рама, картер, піддон і нижня половина корінного підшипника об'єднані в єдиній конструкції – фундаментній рамі, кришка корінного підшипника встановлена зверху.

Дизелі типу Д100, Д40, Д49, Д70, 12VFE (рис. 3.17, *б*, *в*, *г*, *д*) мають єдиний блок-картер. У цих конструкціях кришка корінного підшипника (підвіска) встановлена знизу. Рама і піддон утворюють єдину конструкцію – піддизельну раму.

У дизелях типів 1Д6, 1Д12, М753 9 (рис. 3.17, *з*, *е*, *и*) основою остова є картер, до якого знизу на підвісці кріпиться нижня половина корінного підшипника. Піддон виконаний окремо.

Елементи остова в залежності від конструкції виготовляються литими з чавуну, алюмінію або звареними зі сталі.

3.12 Розміщення силових установок в конструкціях вертольотів

Розміщення силових установок визначається експлуатаційним міркуваннями, вимогами центрування і компоновання. Силові установки розташовуються усередині фюзеляжу (у середній або носовій частині) і поза ним, коли двигуни поміщаються в окремих гондолах або над фюзеляжем.

Розміщення силової установки передбачає раціональне розташування всіх агрегатів, систем і пристроїв, що забезпечують нормальну роботу силової установки в цілому.

У вертольотів з поршневиими двигунами передбачається на режимі висіння і вертикального підйому примусовий обдув повітрям головок циліндрів за допомогою спеціального вентилятора, так як на цих режимах відсутній природній обдув його повітрям за рахунок швидкісного напору, створюваного при поступальному русі вертольота.

Кріплення двигунів

Турбогвинтові двигуни кріпляться до конструкції вертольота за двома поясами (рис. 3.18).

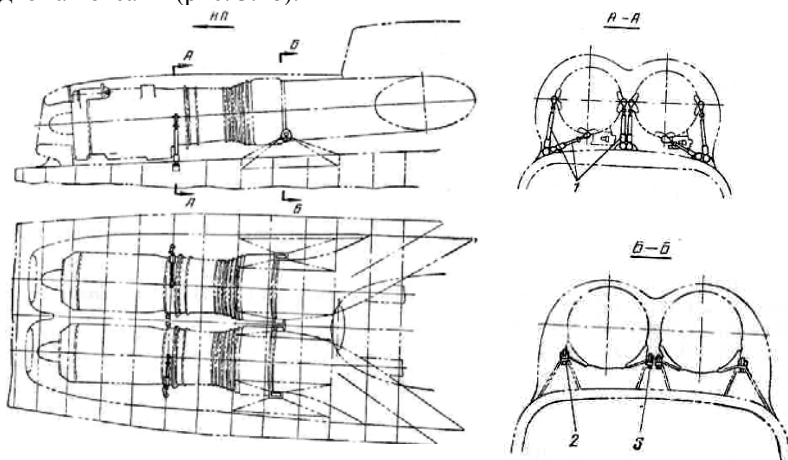


Рисунок 3.18 – Схема кріплення двигунів на вертольоті:
1 – регульовані стійки; 2 – кронштейн кріплення двигуна з зовнішнього боку; 3 – кронштейн кріплення двигунів з внутрішнього боку

Передній пояс кріплення (переріз А – А) розташований на корпусі компресора. Передня підвіска дає можливість двигуну переміщатися вперед щодо задньої опори при тепловому його розширенні.

З цією метою стійки кріплення двигуна мають кульові самоустановлювальні опори в точках кріплення до переднього поясу і до кронштейнів фюзеляжу.

При такому кріпленні двигуна осьові сили сприймаються тільки задньою опорою (переріз Б – Б). Крутний момент сприймається

передньою і задньою опорами. Сили інерції сприймаються передньою і задньою опорами пропорційно відстані до центра ваги двигуна.

Переднє кріплення складається з трьох однакових за конструкцією регульованих стійок з гумовими амортизаторами (рис. 3.19, *a*), які виключають передачу коливань двигуна на фюзеляж.

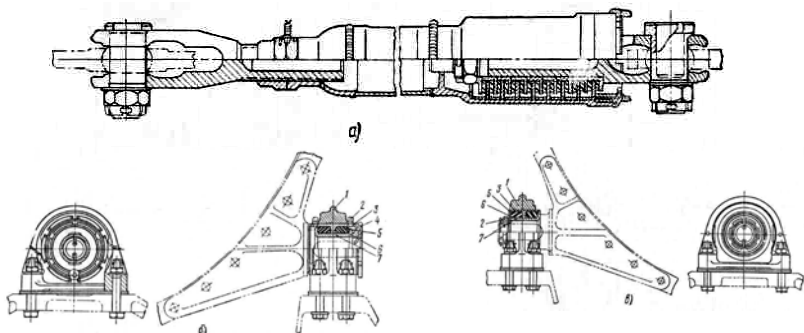


Рисунок 3.19 – Вузли кріплення двигуна

a – регульована стійка кріплення двигуна по передньому поясу;
б, в – кронштейни кріплення двигуна по задньому поясу з зовнішнього і внутрішнього боків; 1 – корпус; 2 – регульована гайка; 3 – обойма; 4 – фасонна гайка; 5 – амортизаційне кільце; 6 – шайба; 7 – втулка

Шляхом зміни довжини тяг є можливість регулювати установку двигуна у вертикальній площині. Кріплення двигуна по задньому поясу виконується у вигляді опор, що складаються з двох кронштейнів (рис. 3.19, *б*). У кронштейнах на амортизаційних кільцях 5 встановлені втулки 7, в яких за допомогою гайок 2 кріпляться цапфи двигуна. Гайками можна регулювати установку двигуна в горизонтальній площині. Для регулювання установки двигуна по висоті передбачені спеціальні прокладки під кронштейни.

Друга опора заднього кріплення має «плаваючу» обойму, що не фіксована відносно корпусу кронштейна (рис. 3.19, *в*). Завдяки такій конструкції опори не створюються додаткові осьові навантаження в опорах при термічному розширенні двигуна в районі заднього пояса кріплення. Амортизаційні кільця 5 виконують ту ж роль, що і гумові амортизатори стійок переднього кріплення.

3.13 Підвіска ДВЗ в конструкції автомобіля

При роботі двигуна виникають:

- неврівноважені сили інерції;
- моменти сил інерції;
- реактивний момент.

Внаслідок періодичної зміни інерційних сил і, особливо з огляду на нерівномірність крутного моменту, двигун коливається в просторі.

При жорсткому кріпленні силової установки її вібрації будуть передаватися на раму, значно погіршуючи комфортабельність машини і негативно впливаючи на її довговічність. Тому в сучасних машинах, як правило, застосовується пружна підвіска силового агрегату, ізолююча раму від вібрації двигуна і в той же час виключає його пошкодження від ударів при русі по нерівній дорозі. Підвіска сприймає вагу силової установки і реактивний момент двигуна, а також компенсує неточності виготовлення рами і її деформації при роботі.

Виходячи з розглянутого призначення підвіски, її конструкція повинна відповідати таким основним вимогам:

- мати міцність, достатню для сприйняття ваги двигуна і його реактивного моменту;
- надійно ізолювати раму від вібрацій;
- сприяти зменшенню амплітуди вібрацій за рахунок поглинання енергії і виключення резонансу;
- не допускати значних переміщень двигуна відносно рами.

Віброізоляційні властивості підвіски двигуна визначаються розміщенням опор і конструкцією пружних елементів.

В результаті спільної дії змушуючих сил і моментів двигун отримує вертикальні і горизонтальні поступальні переміщення, а також може обертатися у всіх трьох площинах. У сучасних двигунах сили інерції основних порядків і їх моменти в достатній ступені врівноважені. Тому основними низькочастотними коливаннями, які повинна поглинати пружна підвіска, є кутові коливання двигуна під впливом змінної складової пульсуючого реактивного моменту. Ці коливання особливо помітні в малоциліндрових двигунах при великому навантаженні і малих числах оборотів.

Пульсуючий реактивний момент змушує двигун обертатися щодо деякої природної осі гойдання ($a - a$) (рис. 3.20, a), яка зазвичай проходить через його центр ваги і розташовується похило до осі колінчастого валу. Якщо поєднати опори підвіски з цією віссю, то можна зовсім виключити передачу кутових коливань двигуна на раму.

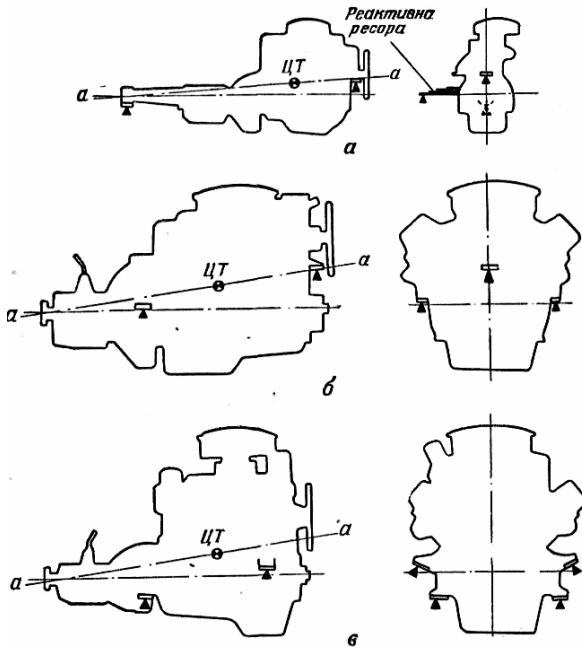


Рисунок 3.20 – Схема підвіски двигунів:

- a* – підвіска двигуна в двох точках реактивною ресорою;
- б* – підвіска двигуна в трьох точках, розташованих на рівні природної вісі гойдання;
- в* – підвіска двигуна в чотирьох точках, розташованих нижче природної вісі гойдання;
- (*a – a*) – природна вісь

Однак така підвіска не забезпечить необхідної кутової фіксації силової установки щодо підмоторної рами. Тому практично для сприйняття постійної складової реактивного моменту опори розводять в горизонтальній площині і в той же час розташовують їх на рівні природної вісі гойдання для мінімальної передачі кутових коливань на раму. Зазначене розташування опор, як правило, застосовується в двигунах з невеликим числом циліндрів або при нерівномірному чергуванні спалахів.

У зв'язку з тим, що високе розташування передньої опори менш зручно з конструктивної точки зору, в багаточиліндрових двигунах, що мають досить високу рівномірність крутного моменту, опори частіше розміщують нижче природної вісі гойдання на рівні вісі колінчастого валу або роз'єму картера.

Розміщення опор по довжині силової установки визначається компонованням двигуна, наявністю і розташуванням його навісних агрегатів, а також конструкцією підмоторної рами машини. Слід мати на увазі, що зближення опор до центру тяжіння знижує частоту власних коливань агрегату.

Підвіска силової установки може проводитися в двох, трьох і чотирьох точках.

Двоточкова, або плаваюча підвіска (рис.13.20, *а*), в якій опори розташовуються на природній вісі гойдання, найбільшою мірою поглинає енергію змінної складової крутного моменту, застосовувалася вона в двигунах легкових автомобілів з малим числом циліндрів. Постійна складова реактивного моменту в цій підвісці передається на раму за допомогою поперечної ресори.

У сучасних двигунах найбільшого поширення набула триточкова підвіска. При цьому на легкових автомобілях найчастіше використовуються дві високі рознесені опори в передній частині блоку двигуна, які зв'язуються безпосередньо з балкою передньої вісі машини і не навантажують підмоторну раму. Задня опора виконується на картері коробки передач. У двигунах вантажних автомобілів рознесеними в горизонтальній площині зазвичай є задні опори, утворені припливами картера маховика (рис. 3.20, *б*). Передня опора в цих випадках розміщується на передній кришці розподільних шестерень і конструктивно може виконуватися у вигляді шипа або циліндричного бугеля.

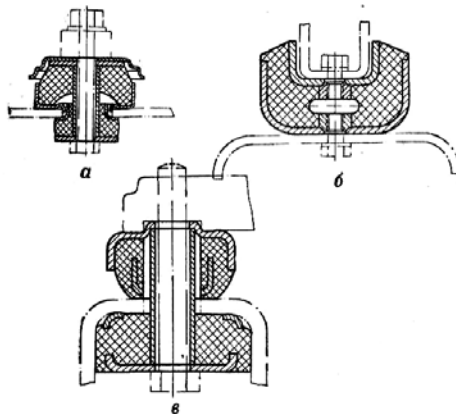


Рисунок 3.21 – Конструкція пружних елементів опор двигунів:
а – пружний елемент для поглинання вертикальних коливань;
б і *в* – пружні елементи з підвищеною жорсткістю в горизонтальній площині

У чотириточкових схемах (рис. 3.20, в) задні опори розташовуються так само, як і в триточкових, а дві передні утворюються спеціальними кронштейнами, укріпленими на бічних поверхнях передньої частини блок-картера.

Пружні елементи підвіски двигунів зазвичай виконуються у вигляді масивних гумових втулок або черевиків (рис. 3.21), привулканізованих до каркасу. Для максимального поглинання енергії коливань силового агрегату їх виготовляють зі спеціальної гуми з великими втратами на гістерезис.

Для обмеження неприпустимих повздовжніх переміщень двигуна каркасні деталі пружних елементів орієнтують таким чином, щоб в напрямку дії поздовжніх сил гумовий вкладиш мав найбільшу жорсткість (рис. 3.21 б, в). Якщо цього зробити не вдається, то застосовують спеціальні тяги, які пов'язують блок-картер з підмоторною рамою машини і не допускають їх відносного зсуву.

Контрольні питання до розділу

1. За якими ознаками та як класифікуються легкові автомобілі?
2. За якими ознаками та як класифікуються вантажні автомобілі?
3. За якими ознаками та як класифікуються трактори?
4. Шасі автомобіля: визначення і складові частини.
5. Трактор: визначення і складові частини, класи тракторів.
6. За якими ознаками розділяються типи легкових кузовів?
7. Дайте характеристику кузову легкового автомобіля (на вибір викладача) згідно рис. А.1 додатку А.
8. У чому полягають особливості кріплення двигунів на вертольоті?
9. Чим визначаються віброізоляційні властивості підвіски двигуна в конструкції автомобіля?
10. Що відноситься до основних елементів остову тепловозного дизеля?
11. За якими ознаками класифікуються тепловози?
12. Чим визначаються загальна компоновка і конструктивні схеми тракторів різного призначення?
13. Які елементи конструкції тепловоза з гідравлічною передачею беруть участь у процесі перетворення енергії руху?
14. З яких елементів складається екіпажна частина тепловоза?
15. Через які умовні точки проходить природна вісь гойдання автомобільного двигуна?

Література: [1], с. 25–37; [2], с. 32–38; [3], с. 1–20; [4], с. 366–371, [6], с. 5; [9], с. 46–54, [11], с. 5; [12], с. 4–6, [23], с. 65–76

4 ЗАГАЛЬНА БУДОВА, СХЕМИ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛІВ, ТРАКТОРІВ, СУДЕН

4.1 Типи трансмісій

В конструкції автомобілів (легкових, вантажних), тракторів, тепловозів, суден в залежності від їх призначення, умов використання, від застосованого способу передачі та трансформації крутного моменту, який передається від двигуна до елементів рушя, і сукупності застосованих механізмів, агрегатів, приладів (машин), можуть бути виконані наступні типи передач, які й обумовлюють тип їх трансмісій (рис. 4.1):

- механічна;
- гідравлічна (гідростатична, гідродинамічна);
- гідромеханічна;
- електромеханічна;
- електрична.

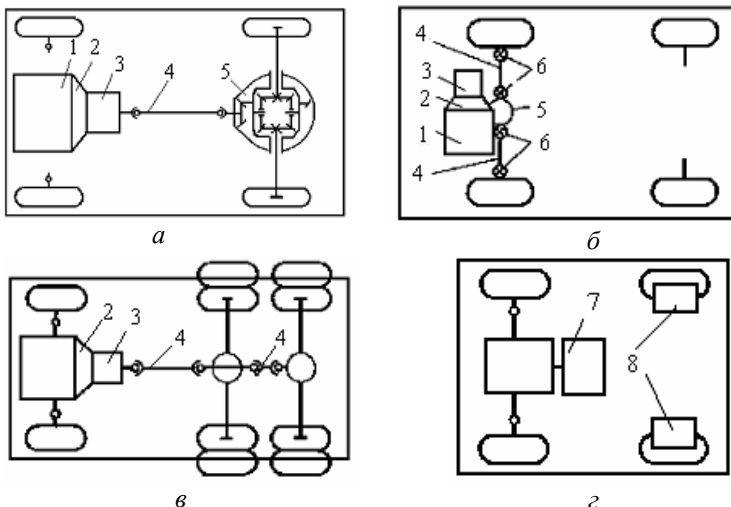


Рисунок 4.1 – Типи трансмісій:

а, б – механічна трансмісія автомобіля з колісною формулою 4x2,
в – механічна трансмісія автомобіля з колісною формулою 6x4 з прохідним мостом, *г* – гідравлічна або електрична трансмісія автомобіля з колісною формулою 4x2 з мотор-колесами; 1 – двигун, 2 – зчеплення, 3 – коробка передач, 4 – карданна передача, 5 – механізми ведучого моста (головна передача, диференціал), 6 – карданна передача привода керованих коліс з шарнірами рівних кутових швидкостей, 7 – генератор (гідравлічний насос), 8 – електродвигун (гідравлічний мотор)

4.2 Компонувальні схеми трансмісій легкових автомобілів

Класифікаційні варіанти розподілення потужності між ведучими мостами сучасних повнопривідних легкових автомобілів наведено на рис. 4.2, принципові кінематичні схеми трансмісій наведено на рис. 4.3, компонувальні – на рис. 4.4.

Наприклад, постійний повний привід виконано у наступних сучасних легкових автомобілях групи SUV (Sport Utility Vehicle – корисний спортивний транспортний засіб):

- з примусовим блокуванням електрогідравлічної муфти, 6-ти ступінчата АКП (Kia Sportage);

- з автоматичним підключенням заднього моста, 6-ти ступінчата АКП (Opel Antara);

- з демультіплікатором і блокувальним автоматично або примусово міжосьовим та заднім диференціалами (Mercedes-Benz M-Klasse (W164), GL – 7-ми ступінчата АКП);

- з пониженою передачею, електронним блокуванням заднього міжколісного диференціала, 5-ти ступінчата АКП (Jeep Grand Cherokee);

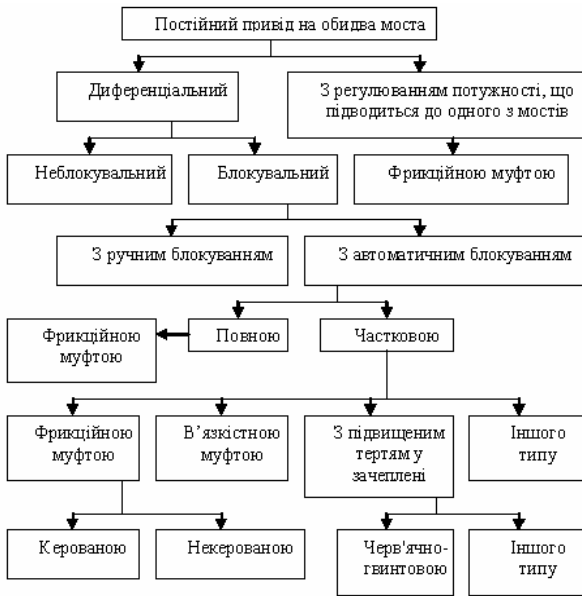
- жорстке блокування диференціала і знижений ряд, 7-ми ступінчата АКП (Nissan Patrol).

- функції блокувань виконує електроніка, 5-ти ступінчата АКП (Toyota Highlander);

- з міжосьовим диференціалом, з автоматичним або примусовим блокуванням, демультіплікатором, за замовленням – блокування заднього диференціала, 5-ступінчата АКП (Toyota LC Prado).



a

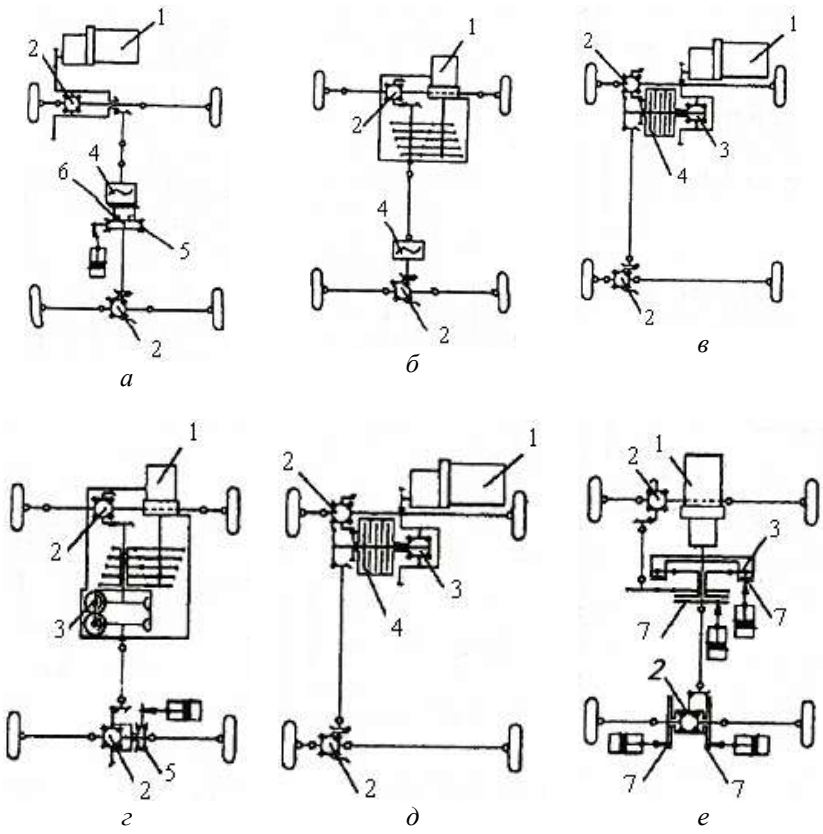


b

Рисунок 4.2 – Класифікаційні варіанти приводів повнопривідних легкових автомобілів:
a – постійний привід на один міст; *b* – постійний привід на обидва моста

Повний привід, що автоматично підключається, виконано у наступних легкових автомобілях:

- з електромагнітною муфтою, 6-ти ступінчата АКП (Chevrolet Captiva);
- з керованою електронікою електромагнітною муфтою, варіатор CVT (Toyota RAV4);
- з електромагнітною муфтою і можливістю блокування, варіатор CVT (Nissan X-Trail);
- з демультіплікатором, 6-ти ступінчата АКП (Kia Sorento);
- з електромагнітною муфтою і демультіплікатором, 5-ти ступінчата МКП (Nissan Pathfinder).



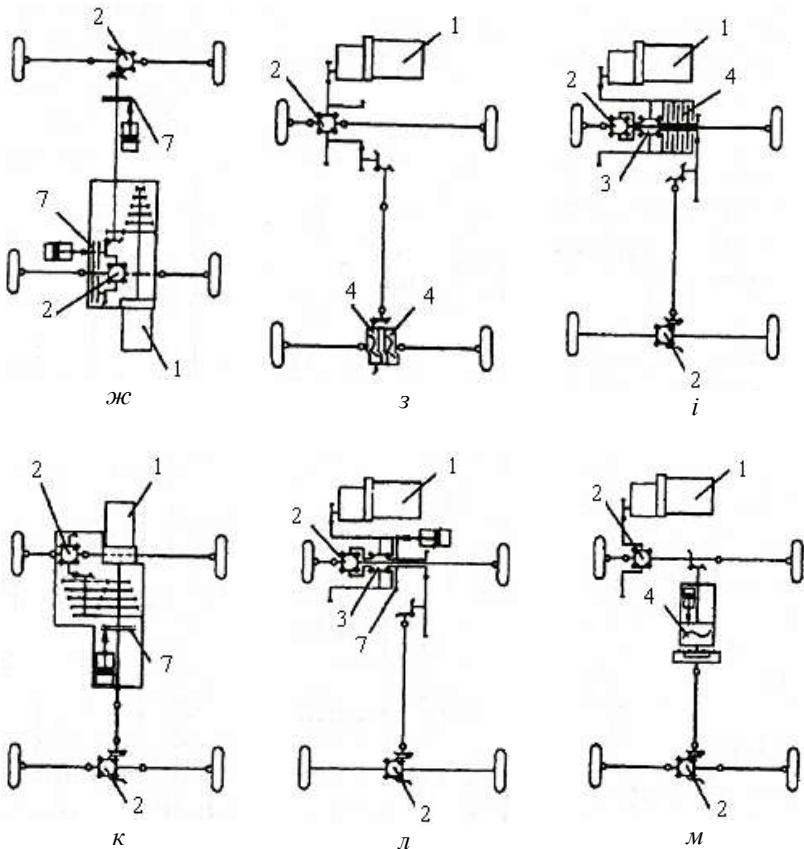


Рисунок 4.3 – Принципові кінематичні схеми трансмісії повнопривідних легкових автомобілів:
а, в, д, з, і, л, м – поперечне розміщення двигуна; *б, г, е, к* – поздовжнє розміщення двигуна; 1 – двигун та гідромеханічна передача, 2 – міжколісний диференціал, 3 – міжосевий диференціал, 4 – в'язкісна муфта, 5 – зубчаста муфта, 6 – муфта вільного ходу, 7 – фрикційна муфта

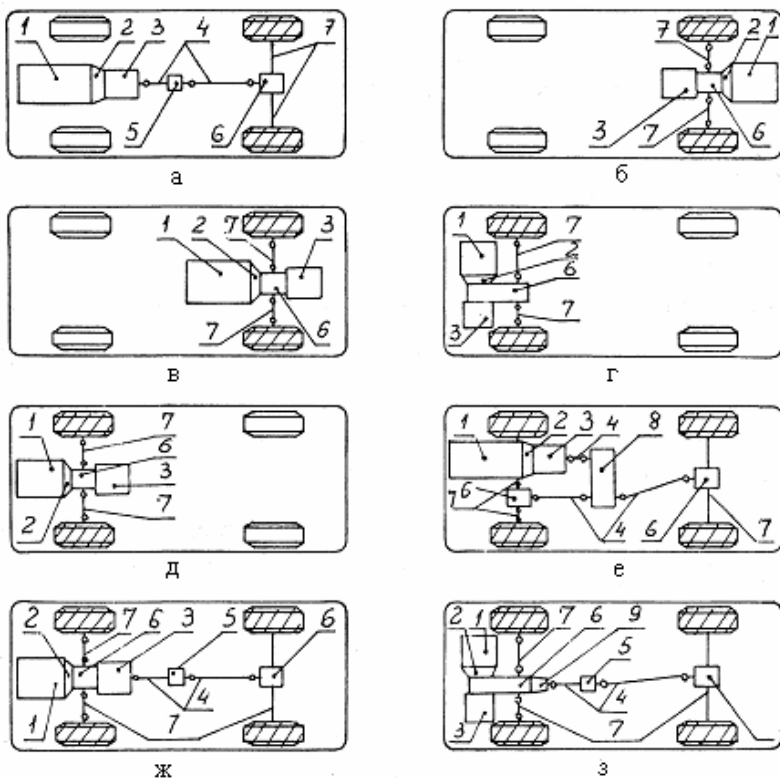


Рисунок 4.4 – Компонувальні схеми легкових автомобілів:
а – класична, *б* – задньомоторна, *в* – центрально-моторна,
г, д – передньопривідна, *е, ж, з* – повнопривідна; 1 – двигун,
 2 – зчеплення, 3 – коробка передач, 4 – карданна передача,
 5 – проміжна опора карданної передачі, 6 – головна передача,
 7 – привід ведучих коліс, 8 – роздавальна коробка, 9 – коробка
 відбору потужності

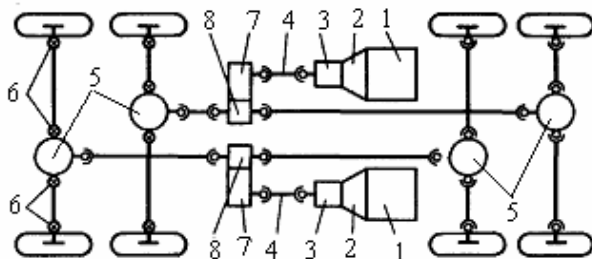
4.3 Компонувальні схеми трансмісій вантажних автомобілів

За способом підведення потужності від двигуна до коліс, агрегати і механізми трансмісій можуть бути виконані (рис. 4.5, 4.6):

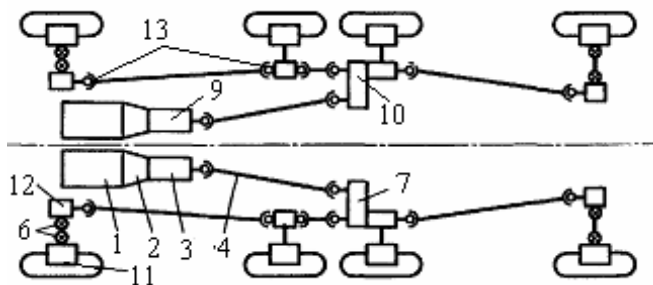
- за бортовою схемою;
- за мостовою схемою;
- з індивідуальним підведенням потужності колесу;
- комбіновано.

За типом зв'язків між вісями (мостами) або бортовими редукторами розрізняють силові передачі:

- з блокувальним приводом;
- з диференційним приводом.



a



б

Рисунок 4.5 – Схеми трансмісій чотиривісних автомобілів:

a – мостова механічна трансмісія автомобіля з колісною формулою

8x8, *б* – бортова механічна трансмісія автомобіля з колісною

формулою 8x8: 1 – двигун, 2 – зчеплення, 3 – коробка передач, 4 – карданна передача, 5 – головна передача і міжколійний диференціал, 6 – шарніри рівних кутових швидкостей, 7 – роздавальна коробка, 8 – міжосьовий диференціал, 9 – насос або генератор, 10 – гідродвигун або електродвигун борта (наведено як варіант компонування передачі), 11 – колісний редуктор, 12 – бортова передача, 13 – шарніри нерівних кутових швидкостей

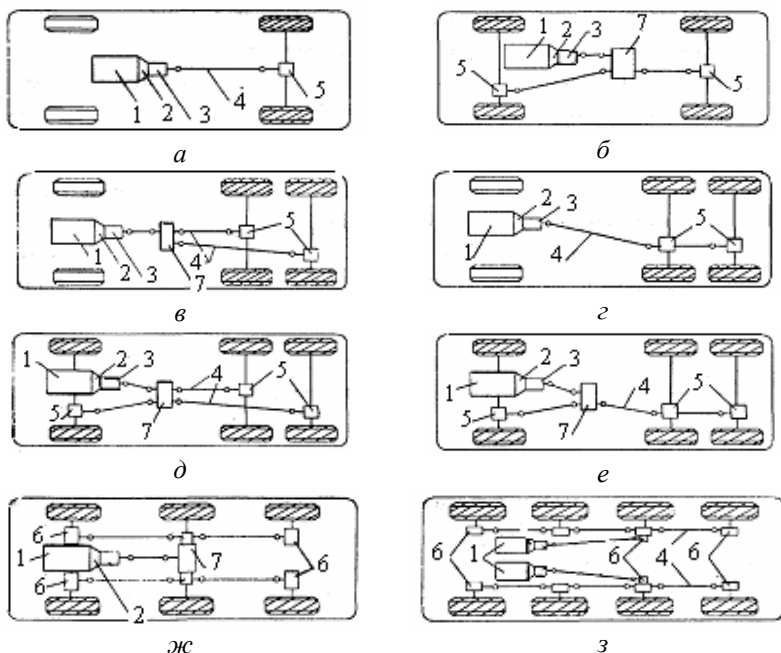


Рисунок 4.6 – Схеми трансмісій вантажних автомобілів з різними колісними формулами:

$a - 4 \times 2$, $б - 4 \times 4$, $в, г - 6 \times 4$, $д, е, ж - 6 \times 6$, $з - 8 \times 8$; 1 – двигун, 2 – зчеплення, 3 – коробка передач, 4 – карданна передача, 5 – механізми ведучого моста (головна передача, диференціал), 6 – бортовий редуктор, 7 – роздавальна коробка

4.4 Кінематичні схеми трансмісій тракторів

Трансмісії тракторів мають наступні особливості, які враховуються при створенні компоновальних і кінематичних схем:

- переважне використання гідромеханічних передач;
- зменшене число передач коробок передач (3-4 для гідромеханічних і 4-6 для механічних трансмісій);
- реалізація збільшеного загального передавального числа;
- відбір потужності через незалежний вал відбору потужності для приводу гідравлічних насосів керування трактором і робочим обладнанням;
- модульна конструкція, тобто виконання різних вузлів в знімних сепаратних блоках для зручності монтажу при ремонті і обслуговуванні;

- підвищені статичні і динамічні навантаження в силовій передачі;
- гідрофіковане керування перемиканням передач, поворотом і гальмами; швидкодіючий реверсивний механізм;
- застосування обох ведучих мостів для колісних тракторів.

В якості прикладу на рис. 4.7, 4.8 наведено типи трансмісій гусеничних тракторів, на рис.4.9, 4.10 – колісних тракторів.

Традиційні схеми мають переважно трансмісії гусеничних тракторів загального призначення Т-130, тракторів D6, D7G (США), а також D155, D355 (Японія).

У кінематичну схему трактора D7G (рис. 4.7) з гідромеханічною трансмісією включені:

- двопоточна передача з диференціалом на виході і підсумовуванням потужності на водилі планетарного ряду;
- центральна передача;
- механізм повороту, що складається з бортового фрикційного механізму і гальм;
- двоступенева кінцева передача з нерухомими вісями валів.

Коробка передач забезпечує три передачі переднього і заднього ходів при включенні дискових гальм.

При використанні механічної трансмісії на даний трактор замість блоку гідротрансформатора і планетарного редуктора встановлюють муфту зчеплення, а замість планетарної коробки передач (КП) – КП з нерухомими вісями і перемиканням передач зубчастими муфтами при зупинці трактора, яка забезпечує п'ять передач переднього ходу і чотири передачі заднього ходу (рис. 4.7.1).

В результаті застосування муфти зчеплення, поряд з індивідуальними муфтами в КП, можна при відсутності гідротрансформатора зменшити втрати на буксування індивідуальних фрикційних механізмів, виконавши їх більш компактними, менш вимогливими до охолодження і змащення.

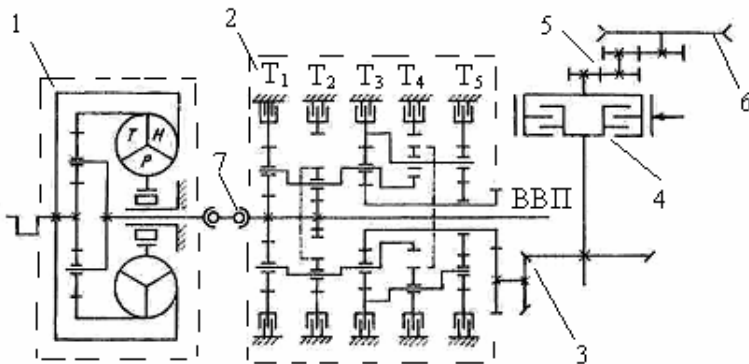


Рисунок 4.7 – Кінематична схема гідромеханічної трансмісії гусеничного трактора D7G (США):

T, Н, Р – турбінне, насосне колесо, реактор; T₁ - T₂ дискові гальма; 1 – двопотокова передача з диференціалом на виході і підсумовуванням потужності на водилі планетарного ряду,
 2 – планетарна коробка передач, 3 – центральна передача,
 4 – фрикційний механізм повороту, 5 – кінцева передача,
 6 – ведуче колесо, 7 – карданна передача; ВВП – вал відбору потужності

Для трансмісії всіх кінематичних схем використовують механізм повороту, в який включають бортові фрикційні механізми і гальма. У кінематичних схемах першого типу такий механізм повороту широко застосовують для тракторів всіх класів зважаючи на його значну простоту, надійність і достатню ефективність. У них використовують також планетарні механізми повороту (ПМП), як одноступеневі, так і двоступеневі.

Двоступеневий ПМП наприклад використовується в трансмісії вітчизняного дизель-електричного трактора ДЭТ-250М (рис. 4.8).

За кінематичною схемою другого типу виконують трактори легких класів з потужністю двигуна до 100 кВт або важкі трактори з потужністю двигуна понад 250 кВт.

Особливістю схем другого типу є неможливість чіткого розмежування коробок передач і механізмів повороту і виконання одним агрегатом суміщених функцій. Прикладом кінематичної схеми другого типу є вітчизняний трактор Т-330 (рис. 4.7.1) з потужністю двигуна 250 кВт.

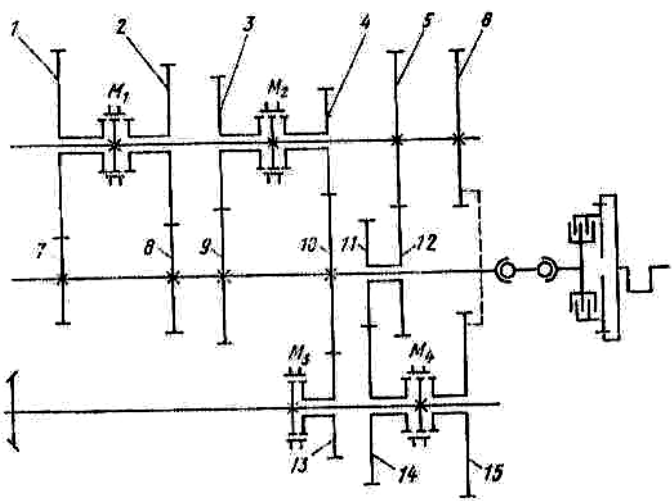


Рисунок 4.7.1 – Кінематична схема коробки передач з нерухомими всіма валів механічної трансмісії трактора D7G (США): M_1 - M_2 – зубчасті муфти

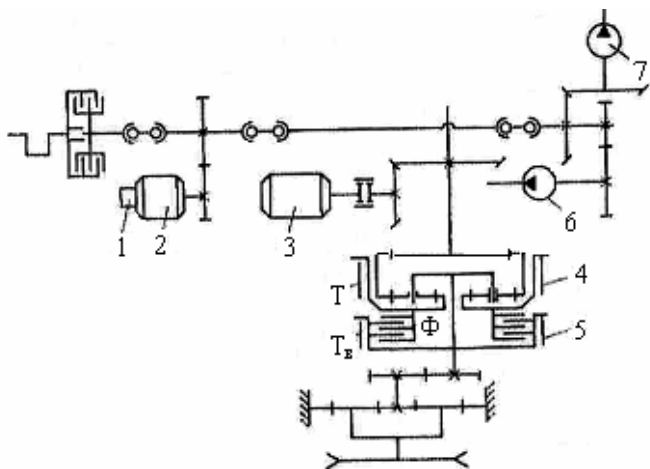


Рисунок 4.8 – Кінематична схема електричної трансмісії трактора ДЭТ-250М

- 1 – збудник тягового електродвигуна, 2 – силовий генератор,
- 3 – тяговий електродвигун, 4 – гальмо ПМП, 5 – стоянчне гальмо,
- 6, 7 – гідронасоси

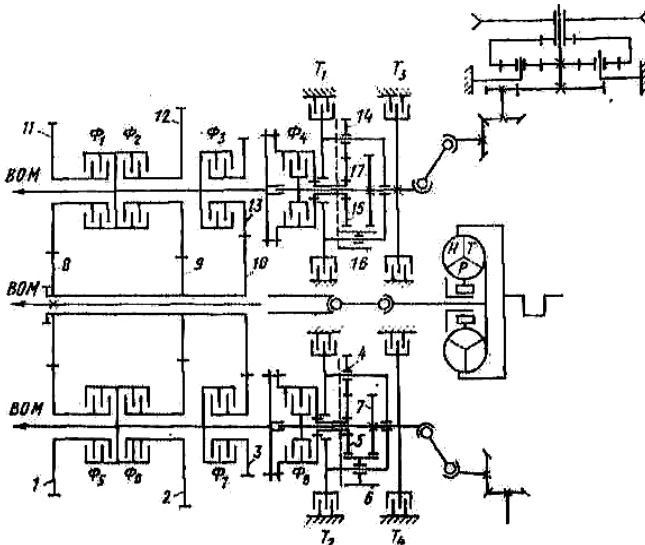


Рисунок 4.8.1 – Кінематична схема ГМТ трактора Т-330

Схема трактора Т-330 також дозволяє при включенні будь-якої з трьох бортових передач по бортах здійснювати роздільне реверсування.

За другим типом виконана трансмісія трактора фірми J.I. Case – Case 450 (рис.4.8.2). У схемі МТУ цих тракторів застосований:

- на вході в КП двоступеневий редуктор, в якому за допомогою зубчастої муфти включається пряма і нижча передачі;
- реверсивний механізм, який діє на обидва проміжних валу КП;
- і двоступеневі бортові КП з перемиканням передач на ходу трактора.

Для тракторів з потужністю двигуна від 50 до 100 кВт застосовують трансмісію, в якій фрикційні механізми, які здійснюють реверсування, перенесені на проміжні валу з відповідним збільшенням загальної їх кількості на два. Така схема дозволяє забезпечити як роздільне реверсування, так і включення різних передач на кожній гусениці.

Для тракторів легких і середніх тягових класів найбільш доцільні кінематичні схеми першого типу, що забезпечують найменшу металоємність, мінімальне число зубчастих коліс і елементів керування. Для потужних тракторів при виборі типу схеми слід враховувати можливість їх уніфікації з тракторами більш низьких тягових класів.

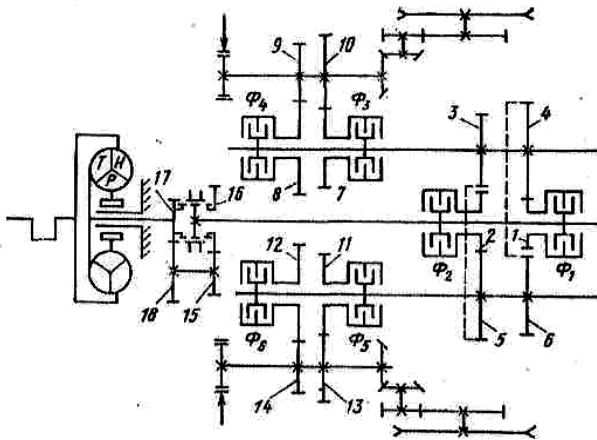


Рисунок 4.8.2 – Кінематична схема ГМТ гусеничного трактора Case 450 (США)

Схеми кінцевих передач практично повністю залежать від маси трактора. На найлегших тракторах (2-8 т) використовують одноступінчаті редуктори. Зі збільшенням маси трактора збільшується загальне передавальне число трансмісії, яке реалізується в кінцевій передачі. У зв'язку з цим на тракторах з масою понад 10 т використовують двоступеневі редуктори:

- на більш легких – з двома ступенями з нерухомими осями валів;
- на більш важких – перший ступінь з нерухомими всіма валів і друга – планетарна.

На надважких тракторах застосовується триступенева кінцева передача:

- дві ступені – з нерухомими осями валів (перша і друга);
- одна – планетарна (третя).

Структурна схема електромеханічної трансмісії колісного трактора: дизель – генератор – електродвигун – узгоджувачий редуктор – ведучі мости дозволяє зберегти діючі ведучі мости, а узгодження параметрів електродвигуна і тягової характеристики трактора здійснюється узгоджувачим редуктором, рис. 4.9.

Схема включає двигун внутрішнього згорання 1, мотор-генератор 2, електричний струм якого передається на силовий перетворювач 3, який з'єднаний з силовим перетворювачем 4 тягового електродвигуна 5 шиною постійного струму. Крутний момент з ротора електродвигуна передається на узгоджувачий редуктор 7, який з'єднаний із заднім

ведучим мостом 8 і переднім ведучим мостом 9. Редуктор 7 може бути одноступінчатим, багатоступінчатим з переключенням ступеней, як при зупинці трактора, та і під час руху під навантаженням в залежності від вимог, які висуваються до тягового засобу. Редуктор одночасно виконує функцію розподілення потужності по мостам. Ця схема має найбільш простий алгоритм керування, так як основні функції розподілення потужності і крутного моменту між колесами здійснюються стандартними механічними диференціальними механізмами, а підключення переднього ведучого моста здійснюється тими ж механізмами, що і в механічній трансмісії.

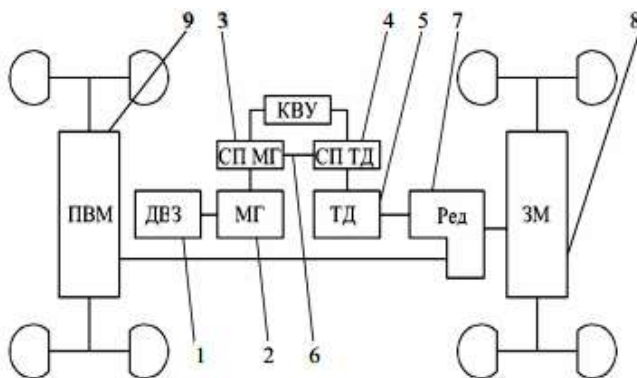


Рисунок 4.9 – Структурна схема електромеханічної трансмісії колісного трактора з послідовним розміщенням електромашин:

ПВМ – передній ведучий міст; ДВЗ – двигун внутрішнього згорання; МГ – мотор-генератор; ТД – тяговий електродвигун; Ред – узгоджувач редуктор; ЗМ – задній міст; СП МГ – силовий перетворювач мотор-генератора; СП ТД – силовий перетворювач тягового електродвигуна; КВУ – контролер верхнього рівня

Останніми роками все більшого поширення набувають безступінчаті двопотокові трансмісії. При чому на тракторах потужністю 110-192 кВт їх частка в 2013 р. досягла майже 46%, а на тракторах потужністю 192-295 кВт склала 50%.

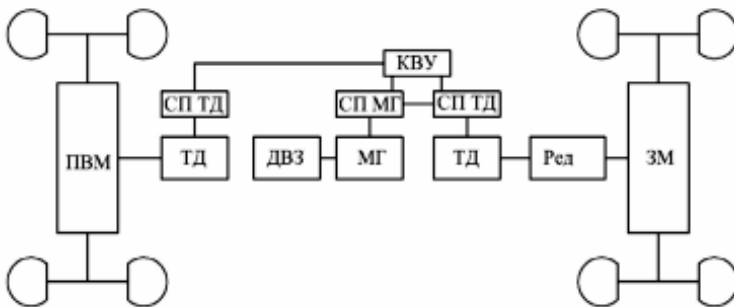


Рисунок 4.10 – Структурна схема електромеханічної трансмісії колісного трактора з приводом кожного моста окремим електродвигуном:

ПВМ – передній ведучий міст; ДВЗ – двигун внутрішнього згорання; МГ – мотор-генератор; ТД – тяговий електродвигун; Ред – узгоджуючий редуктор; ЗМ – задній міст; СП МГ – силовий перетворювач мотор-генератора; СП ТД – силовий перетворювач тягового електродвигуна; КВУ – контролер верхнього рівня

Останніми роками істотні зміни торкнулися лише сегменту високотехнологічних безступінчатих коробок передач. Безступінчата трансмісія з гіперболічною залежністю між швидкістю руху трактора і вихідними моментом на колесі найкращим чином підходить для роботи на тракторі. На сучасному етапі вона може бути створена шляхом застосування електричного варіатора або гідрооб'ємних машин.

Практично всі провідні компанії (Fendt, New Holland, Steyr, John Deere) приступили до виробництва тракторів з безступінчатыми трансмісіями. Основна їх частина приходить на діапазон потужності 110-185 кВт. Наприклад, фірма Fendt – єдина на сьогоднішній день, яка відмовилась від виробництва ступінчатих коробок перемикачів передач. Трансмісія, яка представлена нею ще у 1996 р. залишається єдиною, у якій зміна швидкості руху в діапазоні 0-60 км/год забезпечується тільки за рахунок гідравлічної складової потоку потужності, що можливо за рахунок використання спеціально розробленої спільно з фірмою Sauer Danfoss аксіально-поршневої гідромашини з кутами повороту 45° в обидві боки. Всі трансмісії тракторів Fendt потужністю 100кВт і більше характеризуються сумісним керуванням двигуна і трансмісії завдяки оригінальному

програмному забезпеченню і можуть управлятися тільки однією педаллю.

Використання ГОМН (гідрооб'ємно-механічних) трансмісій обумовлене:

- плавним регулюванням передавального відношення від двигуна до ведучих коліс;
- підвищенням керованості;
- підвищенням надійності роботи двигуна;
- підвищенням тягової динаміки;
- підвищення ергономічних властивостей при виконанні різноманітних технологічних операцій.

Недоліками ГОМТ є:

- нижчий коефіцієнт корисної дії в порівнянні із ступінчастими механічними трансмісіями (на 3–5%);
- необхідна висока кваліфікація персоналу для проведення технічного обслуговування при експлуатації;
- вища вартість і складність виготовлення (на 20% дорожче за трактор зі звичайною механічною трансмісією).

Перше дослідження в області гідростатичної трансмісії було виконано в Національному інституті сільськогосподарського машинобудування Великобританії, де розроблявся прототип на основі гідростатичного керування (рис. 4.11).

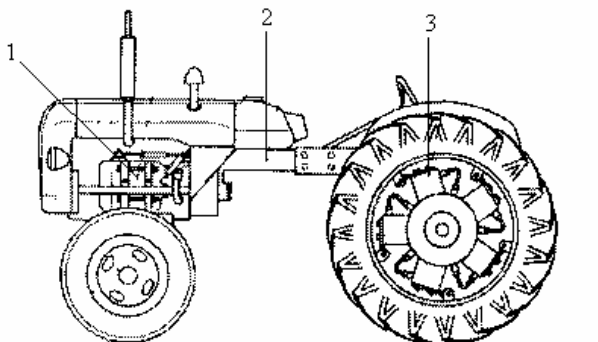


Рисунок 4.11 – Прототип трактора на основі гідростатичного керування (Великобританія, 1954 р.):

1 – регульований аксиально-поршневий насос; 2 – рама трактора, скрізь яку проходять трубопроводи; 3 – радіально-поршневий мотор

Кінематична схема гідрооб'ємно-механічної трансмісії експериментального трактора International Harvester приведена на рис. 4.12.

У подальшому, у 1996 р. компанія Fendt представила ГОМТ типу Vario для найбільшого трактора Fendt 926 Vario (191 кВт). Це стало першою серійно виготовленою ГОМТ, яка встановлювалася на стандартні трактори. На даний час є 6 сімейств тракторів Fendt: 200, 300, 400, 700, 800 и 900, які обладнаються трансмісіями Vario.

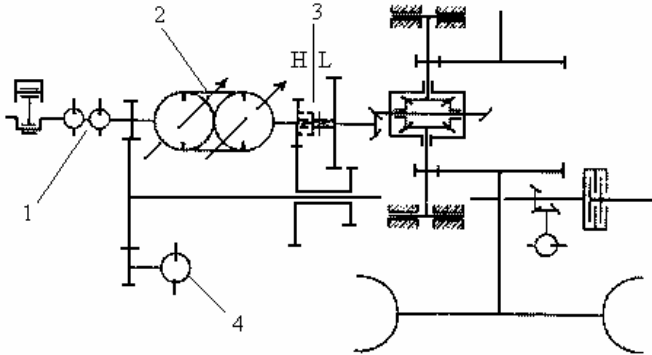


Рисунок 4.12 – Кінематична схема трактора International Harvester (1967 р.):

- 1 – здвоєні насоси для циркуляції рідини в гідросистемі;
- 2 – гідростатична передача з регульованими гідроагрегатами;
- 3 – керування діапазонами

4.5 Компонувальні схеми передач крутного моменту у валопроводах судів

Класична схема судового валопроводу наведено на рис. 4.9, а варіанти передачі потужності від двигуна до гребного гвинта наведено на рис. 4.10. Схеми енергетичних установок судів наведено у додатку В.1.

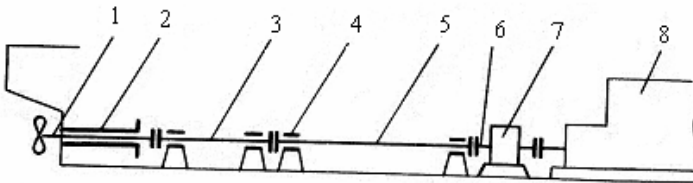


Рисунок 4.9 – Схема судового валопроводу:

- 1 – гребний вал, 2 – дейдвуд, 3, 5 – проміжні вали, 4 – опірний підшипник, 6 – упорний вал, 7 – упорний підшипник, 8 – головний двигун

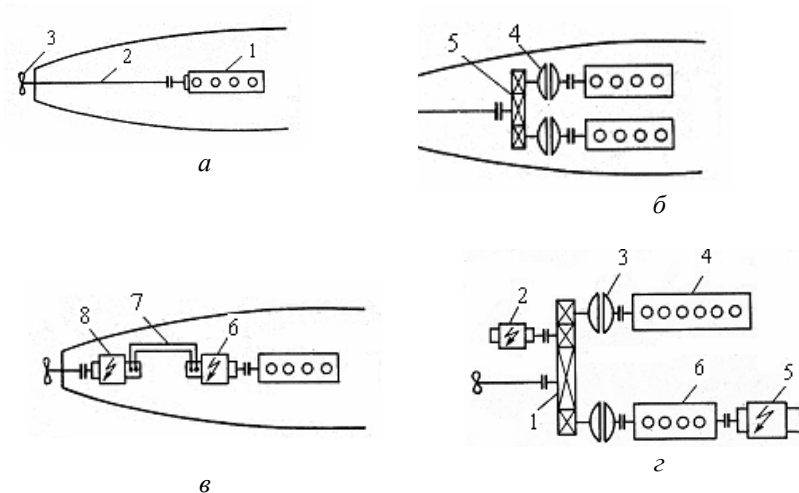


Рисунок 4.10 – Схеми передачі потужності від двигуна судна до його гребного гвинта:

- а* – пряма, *б* – редукторна, *в* – електрична: 1 – головний двигун, 2 – валопровід, 3 – гребний гвинт, 4 – еластична муфта, 5 – понижуюча зубчаста передача, 6 – генератор, 7 – електропровідники, 8 – електродвигун; *г* – комбінована 1 – редуктор, 2 – генератор, 3 – гідромуфта, 4 – головний двигун «батько» – реверсивний, 5 – генератор живлення електродвигуна лебідки, 6 – двигун «син» – нереверсивний

Розташування механізмів в машинному відділенні, наприклад в конструкції траулерів наведено у додатку Ж. Кінематичні схеми

4.6 Електричні передачі тепловозів

На тепловозах застосовують електричні передачі трьох видів.

Передача постійного струму (рис. 4.11, *а*) складається з наступних елементів:

- тяговий генератор Г у вигляді машин постійного струму;
- тягові двигуни ЕД у вигляді машин постійного струму.

Такі передачі найбільш прості, не мають проміжних ланок, мають високі ККД і регульовальними якостями. Однак при зростанні секційної потужності тепловозів знижується надійність тягових генераторів. Тому такі передачі застосовуються тільки при секційній потужності до 2210 кВт (тепловози ТЭ1, ТЭ2, ТЭМ2, ТЭЗ, ТЭ10 та ін.).

Передача змінно-постійного струму (рис. 4.11, б) складається з наступних елементів:

- тяговий генератор Г виконаний у вигляді синхронного генератора змінного струму,
- тягові двигуни ЕД виконані у вигляді машин постійного струму;
- випрямна установка ВУ.

Для перетворення змінного струму в постійний між генератором і двигунами включена випрямна установка ВУ, в зв'язку з чим дещо знижується загальний ККД. Однак в експлуатації це зниження економічності компенсується зниженням експлуатаційних витрат за рахунок більшої надійності тягового синхронного генератора. Такі передачі застосовуються на тепловозах з секційною потужністю 1470-4400 кВт тепловози ТЭМ7, ТЭ116, ТЭП70 і ін.). При подальшому збільшенні потужності лімітуючим стає тяговий електродвигун.

У передачах змінного струму (рис. 4.11, в) генератор і тягові двигуни виконані у вигляді машин змінного струму. Для нормальної роботи таких двигунів потрібно одночасне регулювання напруги і частоти змінного струму. Тому між генератором і двигунами включається перетворювач частоти ПЧ. Такі передачі будуть встановлені на тепловозах потужністю 4400 кВт в секції і більше.

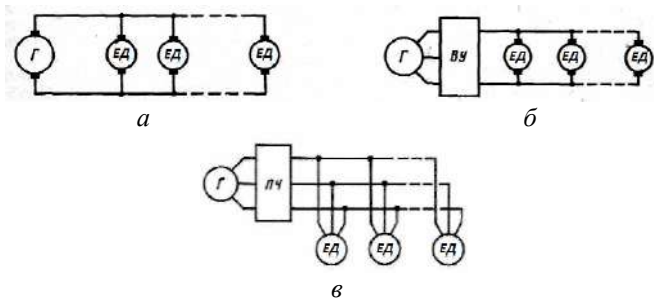


Рисунок 4.11 – Електричні передачі тепловозів
а – постійного струму; *б* – змінно-постійного струму; *в* – змінного струму

4.7 Гідравлічні передачі тепловозів

На тепловозах з гідравлічною передачею потужність дизеля передається рушійним колісним парам через рідину, яка циркулює в замкнутому просторі. Дизель передає енергію гідравлічному насосу, який передає її рідині, подаючи її під тиском до гідравлічних двигунів (гідромоторів або гідротурбін), пов'язаних з колісними парами тепловоза.

Від двигунів рідина повертається до насоса. Жорсткий механічний зв'язок між залом дизеля і колесами тепловоза відсутній.

Таким чином, в гідравлічних передачах відбувається подвійне перетворення енергії (рис. 3.15, б): спочатку механічна енергія обертання колінчастого валу дизеля в гідравлічному насосі передається рідині, а потім в гідравлічних двигунах енергія, яка отримана рідиною, знову перетворюється в механічну енергію, але вже у енергію обертання колісних пар тепловозу.

В цьому відношенні можна провести певну аналогію з електричною передачею (рис. 3.15, а). У ній енергія також перетворюється двічі: тяговий генератор за рахунок механічної енергії дизеля виробляє електричну енергію, яка в свою чергу тяговими електродвигунами перетворюється в механічну і передається рушійним колесам. Отже, рух рідини в гідравлічній передачі грає роль електричного струму в електричній передачі. Відсутність в обох випадках безпосереднього зв'язку між валом дизеля і колісними парами тепловоза полегшує регулювання передавального відношення між ними в дозволяє змінювати його в певних межах плавно.

Гідравлічні передачі можуть бути двох типів: гідростатичні (об'ємні) і гідродинамічні.

У гідростатичних передачах робота передається за рахунок високого тиску рідини при незначних її витратах (швидкостях). Гідравлічні насоси і мотор виконуються в таких передачах у вигляді поршневих або роторно-лопатевих машин, в яких об'єм змінюється примусово. Гідростатичні передачі не знайшли застосування в якості силових передач тепловозів через різні технічні труднощі (великі втрати на тертя, наявність витоків при високому тиску і т.д.). Однак такі передачі невеликої потужності використовуються для приводу допоміжних агрегатів тепловозів (наприклад, вентилятора холодильника на тепловозах ТЭП60, ТЭП70, ТГ16).

На тепловозах майже виключно застосовують гідродинамічні передачі, в яких використовується кінетична енергія рідини, що циркулює в замкнутому постійному об'ємі. Ці передачі складаються з відцентрового насоса і турбіни, в яких має місце не зміна об'ємів, а зміна швидкостей течії рідини. Розрізняють гідродинамічні передачі, в яких потужність передається тільки через гідравлічні елементи на всіх режимах роботи тепловоза (наприклад, на тепловозах ТГМ1, ТГМ3А і ТГМ3Б, ТГМ23, ТГМ6, ТГ16), і гідравлічні передачі, в яких потужність частково або повністю на окремих режимах передається, мінаючи гідравлічні елементи, через коробку швидкостей (механічну передачу) – тепловози ТГМ2, ТГМ3, дизель-поїзд Д1. Перші зазвичай називаються просто гідравлічними, а другі – гідромеханічними.

Гідравлічні передачі мають ряд переваг, які сприяють їх застосуванню в тепловозобудуванні. Основними їх перевагами в порівнянні з електричною передачею є менші габаритні розміри, маса і вартість на одиницю потужності, а також малі витрати кольорових металів. У той же час перетворення енергії в гідропередачах відбувається з дещо більшими втратами, що призводить до підвищеної витрати палива тепловозом (приблизно на 5% в середньому).

Ні гідротрансформатора, ні гідротрансформатора не можуть окремо забезпечити більш-менш істотний діапазон економічного регулювання швидкості руху, і, отже, кожен з апаратів не може окремо бути передачею для тепловоза.

Однак використання в гідропередачі двох апаратів значно розширює можливу область економічної роботи, при якій ККД передачі буде вищою заздалегідь заданого мінімально допустимого значення ККД $\eta_{зад}$.

$$\eta_{зм} = \frac{N_m}{N_n} \frac{M_m n_m}{M_n n_n} = k i .$$

На рис. 4.12 показано, що при використанні в передачі гідротрансформатора і гідромуфти діапазон передавальних відносин, в якому ККД вище заданого $\eta_{зад}$, ширше, ніж відповідний діапазон для кожного апарату окремо. Тому гідропередачі тепловозів зазвичай складаються не менше ніж з двох (найчастіше трьох) гідроапаратів (гідротрансформаторів і гідромуфт), тобто виконуються дво- або трохциркуляційними.

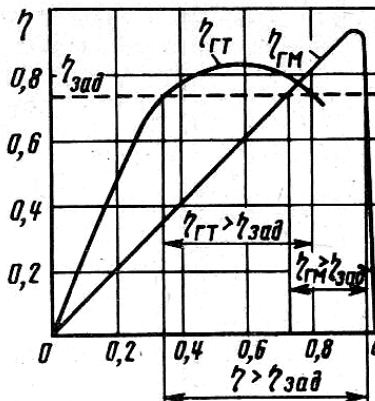


Рисунок 4.12 – Поєднана характеристика ККД гідротрансформатора $\eta_{ГТ}$ і гідромуфти $\eta_{ГМ}$

Можливі такі поєднання гідроапаратів і трьохциркуляційної передачі:

- гідротрансформатор і дві гідромуфти;
- два гідротрансформатора (один розрахований на роботу при рушанні з місця і на малих швидкостях руху, коли потрібна висока трансформація моменту – це *пусковий* гідротрансформатор; другий використовується при русі із середніми і високими швидкостями руху – це *маршовий*, і гідромуфта;
- три гідротрансформатора.

У тепловозних передачах в якості пускових гідроапаратів іноді застосовують багатоступінчаті гідротрансформатори, що мають по дві турбінних ступені і більше і по кілька напрямних апаратів. В останніх, створюваний насосним колесом натиск реалізується не на одній ступені турбіни, а рівномірно розподіляється по декількох турбінних колесах (ступенях). Такі гідротрансформатори, як правило розраховуються на знижені передавальні відносини ($i = 0,3-0,45$ і мають великі коефіцієнти трансформації моменту k при стоповою режимі ($i = 0$)).

4.7.1 Пристрій трьохциркуляційної гідропередачі

У конструкціях декількох серій тепловозів (ТГМЗА, ТГ102К, ТГМ10) застосована уніфікована гідропередача УГП 750-1200 в трьох модифікаціях УГП 750, УГП 1000, УГП 1200.

Гідравлічна передача складається з таких елементів (рис. 4.13):

- двох гідротрансформаторів 6, 7;
- однієї гідромуфти 4;
- реверсивний дворезимний редуктор.

У передачі тепловозів ТГ16 і ТГМЗБ гідромуфти немає.

Насосні колеса всіх гідроапаратів сидять на одному валу, який приводиться в обертання від вхідного валу 1 через підвищуючу зубчасту пару 3-2.

При рушанні тепловоза з місця включається пусковий гідротрансформатор 7, турбінне колесо якого через зубчасту пару 8-9 обертає вал 10.

При середніх швидкостях руху включений гідротрансформатор 6, при високих – гідромуфта 4. В обох випадках вал 10 приводиться через зубчасту пару 5-11.

Ступені перемикаються шляхом почергового спорожнення і заповнення окремих гідроапаратів.

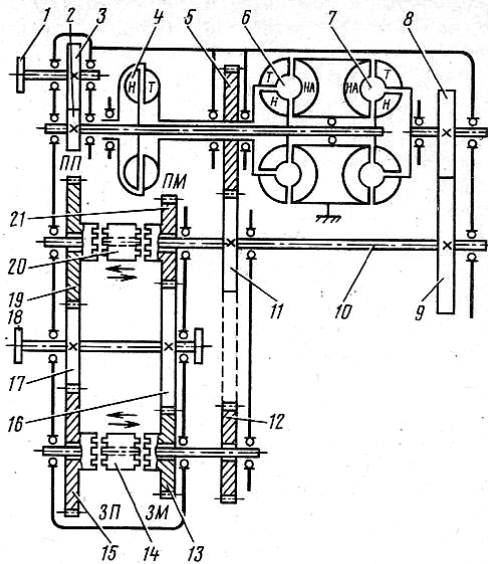


Рисунок 4.13 – Кінематична схема уніфікованої тепловозній гідропередачі потужністю 200-880 кВт (УГП 750-1200):

- 1 – вхідний вал; 3-2 – підвищуюча зубчаста пара;
- 4 – гідромуфта високих швидкостей руху; 5-11 – зубчаста пара; 8-9 – зубчаста пара; 6 – гідротрансформатор середніх швидкостей руху; 7 – гідротрансформатор пусковий; 10 – проміжний вал;
- 14 – кулачкова муфта включення заднього ходу; 18 – вихідний вал передачі; 20 – кулачкова муфта включення переднього ходу

Для передачі обертання від валу 10 на вихідний вал служить реверсивний дворежимний редуктор. Модифікація УГП 1000 не має режимного пристрою.

Реверсування передачі здійснюється перемиканням кулачкових муфт 20 (передній хід) і 14 (задній хід). Поїзний режим передачі забезпечується переміщенням вліво кулачкових муфт 20 (при русі вперед) і 14 (для руху назад). Переміщення муфт 20 і 14 вправо забезпечує маневровий режим передачі.

Вихідний вал 18 передачі може отримати обертання від валу 10 наступними різними шляхами:

– через зубчасті колеса 19 і 17 (муфта 20 включена вліво) – поїзний режим, рух вперед;

- через зубчасті колеса 21 і 16 (включена муфта 20 вправо) – маневровий режим, рух вперед;
- через зубчасті колеса 11 і 12 (вони знаходяться в постійному зачепленні). На рис. 4.13 цей зв'язок показаний штриховими лініями, 15 і 17 (включена муфта 14 вліво) – поїзний режим, рух назад;
- через зубчасті колеса 11, 12, 13 і 16 (включена муфта 14 вправо) – маневровий режим, рух назад.

Пристаювання уніфікованої гідропередачі до конкретного дизелю по частоті обертання здійснюється підбором потрібного передавального відношення зубчастої пари 2-3, а зміна швидкісного діапазону тепловоза – зміною шестерень реверсивного редуктора.

На базі конструкції гідропередачі УГП 750-1200 розроблені її модифікації УГП 820 (для тепловоза ТГ16 і УГП 1200 для ТГМ5 і ТГМ6).

4.7.2 Керування гідравлічними передачами

Керування гідравлічними передачами зводиться до перемикання режимів передачі в залежності від зміни умов її роботи і здійснюється автоматично спеціальною системою.

Система автоматичного керування перемиканням ступенів швидкості (САУ) може бути:

- однокоординатною (перемикання здійснюється в залежності від зміни однієї координати – швидкості руху тепловоза);
- двокоординатною (моменти перемикання пов'язані і зі зміною другої координати – частоти обертання валу дизеля).

У першому випадку найвигідніша тягова характеристика тепловоза досягається лише на номінальному режимі роботи дизеля, у другому – на всіх режимах.

Будь-яка САУ складається з (рис. 4.14):

- вимірювальних пристроїв – датчиків швидкості (можуть бути механічними – відцентровий; електричний – реостат-резистор зі змінним опором;
- виконавчі органи, що переключають гідроапарати.

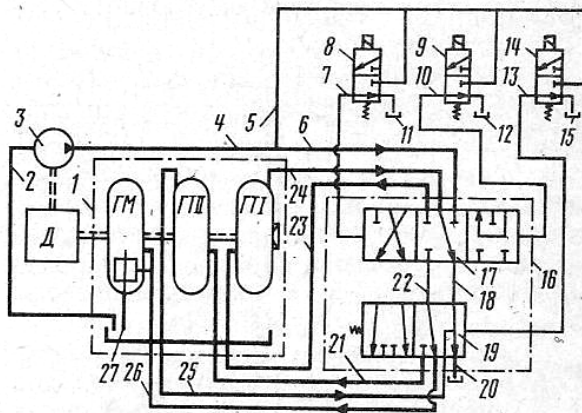


Рисунок 4.14 – Принципова гідравлічна схема системи автоматичного керування уніфікованої гідропередачі:

- 1 – блок гідравлічних апаратів (ГМ – гідромуфта; ГТІ – перший гідротрансформатор; ГТІІ – другий гідротрансформатор);
- 2, 25-27 – трубопровід; 3 – живильний насос; 5, 6 – нагнітальний трубопровід; 8, 9, 14 – електрогідравлічні вентилялі; 16 – розподільний пристрій; 17 – трьохпозиційний золотник; 19 – двопозиційний золотник; 18, 22 – канали

Гідропередача УГП 750-1200 (рис. 4.14, 4.15) має двокоординатну електрогідравлічну САУ. Її електрична частина є вимірювальною і складається з таких пристроїв:

- датчика швидкості тепловоза – тахогенератора трифазного змінного струму, кінематично пов'язаного з вихідним валом передачі;
- двокоригувальних реостатів, повзуни яких пов'язані з рукояткою контролера машиніста (ці реостати грають роль датчиків частоти обертання колінчастого валу дизеля).

При нейтральному положенні органів керування дизель приводить в обертання вал насосних коліс гідроапаратів, однак гідропередача відключена, так як гідротрансформатори і гідромуфта спорожнені. При цьому тепловоз нерухомий і електрична частина знеструмлена. У такому режимі живильний насос 3 приводиться в обертання дизелем і засмоктує оливу з картера по трубопроводу 2, проте його нагнітальні трубопроводи перекриті: 6 – золотником 17; 5 – вентилями 8, 9 і 14. Вентилі в знеструмленому стані сполучають порожнини під поршнями золотників 17 і 19 через трубопроводи 7, 10, 13 і 11, 12, 15 з картером.

Для включення передачі в електричній схемі замикається ланцюг живлення котушок вентилів 8 (для ГТІ) і 9, 14 (для ГТІІ). При замиканні ланцюга вентилів 9, 14 ланцюг живлення вентиля 8 розмикається. Для переходу на режим роботи гідромуфти вентиль 9 залишається увімкненим, а 8 і 14 вимкненими.

Перший (пусковий) гідротрансформатор ГТІ використовується для зрушення з місця і розгону (на тепловозі ТГМЗА до швидкості 13,2 км/год на маневровому режимі і 27 км/год на поїзному). Другий гідротрансформатор ГТІІ використовується для руху зі середніми швидкостями (на ТГМЗА відповідно 13,2-26,8 і 27-55 км/год). Це основний робочий режим передачі.

Гідромуфта служить для роботи на швидкостях вище зазначених меж.

4.8 Трансмісія одновинтового вертольота

Призначення трансмісії вертольотів полягає в тому, щоб передавати крутний момент від двигуна до несучих і хвостових гвинтів і допоміжних агрегатів.

Вали трансмісії розраховуються на згинальні і крутильні коливання для всіх режимів роботи двигуна з метою усунення можливості резонансу.

Трансмісія випробовується на динамічну міцність. При ресурсних випробуваннях перевіряється міцність всіх елементів трансмісії на знос.

У трансмісії повинні бути передбачені відповідні компенсатори, що виключають додаткове навантаження на її елементи. Додаткове навантаження може виникнути при деформації частин конструкції, на якій змонтовані опори валів і редуктора.

Розміщення трансмісії має забезпечувати зручний монтаж і демонтаж її агрегатів, а також кращий доступ до них для огляду і обслуговування під час експлуатації.

4.8.1 Елементи конструкції трансмісії

Трансмісія вертольота складається з наступних основних агрегатів і вузлів (рис. 4.15):

- головний редуктор, на низькообертовому валу якого кріпиться втулка несучого гвинта;
- проміжні редуктори для зміни напрямку приводу або передачі потужності двигуна за двома і більше напрямкам;

- хвостовий редуктор, на носу валу якого кріпиться втулка хвостового гвинта;
- муфта вільного ходу;
- гальмо несучого гвинта;
- вали: головний, хвостовий, синхронізаційні;
- з'єднання валів: шліцьові і еластичні муфти, кардани;
- опори валів;
- підредукторна рама.

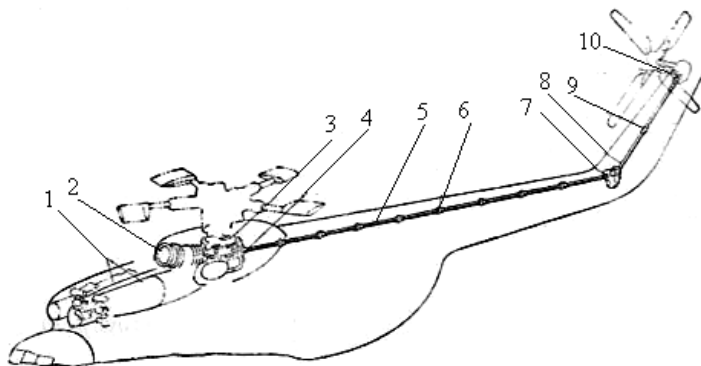


Рисунок 4.15 – Трансмісія одnogвинтового вертольота:

- 1 – двигуни; 2 – вентилятор; 3 – головний редуктор; 4 – гальмо трансмісії; 5 – хвостовий вал; 6 – проміжна опора хвостового валу; 7 – проміжний редуктор; 8 – кінцева частина валу; 9 – проміжна опора кінцевої частини валу; 10 – хвостовий редуктор

Потужність двигуна через головний вал передається в головний редуктор. Головний редуктор прикріплений до фюзеляжу за допомогою редукторної рами. У головному редукторі відбувається розгалуження потужності: велика частина потужності надходить до несучого гвинта, а менша передається на задній вивід головного редуктора, призначений для приводу хвостового гвинта. На задньому виводі головного редуктора розташоване гальмо трансмісії, що приводиться в дію з кабіни льотчика.

На вході в головний редуктор встановлена муфта вільного ходу. При зупинці двигуна в польоті муфта вільного ходу відключає трансмісію від двигуна до несучого гвинта і останній переходить на режим самообертання.

Хвостовий гвинт з'єднаний з головним редуктором за допомогою хвостової трансмісії. Хвостова трансмісія включає в себе проміжний і

хвостовий редуктори, з'єднані між собою і з головним редуктором за допомогою хвостового валу.

Хвостовий вал кріпиться переднім кінцем до виводу головного редуктора.

У зв'язку з тим, що при виготовленні і збірці фюзеляжу і хвостової балки можливі перекося і тим, що деформація корпусу вертольота в польоті і на землі викликає деформацію хвостового валу, окремі частини хвостового валу з'єднуються між собою і з редукторами за допомогою шліцьових муфт, що допускають зміну кутового і лінійного розташування одного з редукторів щодо іншого.

Проміжний редуктор 7 зв'язаний за допомогою похилої кінцевої частини хвостового валу з хвостовим редуктором 10, на валу якого укріплений хвостовий гвинт.

Хвостовий редуктор забезпечує зміну напрямку передачі крутного моменту від кінцевої частини хвостового валу до хвостового гвинта і зміну числа обертів. Крім того, хвостовий редуктор має механізм керування кроком хвостового гвинта.

Головний редуктор призначається для передачі крутного моменту від двигуна на вали несучого і хвостового гвинтів (рис. 4.16).

Сили і моменти, які сприймаються картером редуктора, передаються на фюзеляж рамою.

Редуктор має велику ступінь редукції, обумовлену малими оборотами несучого гвинта і великими оборотами вільною турбіною двигуна.

У конструкцію редуктора входять:

- муфта вільного ходу;
- привід до хвостового гвинта;
- приводи до агрегатів: регулятору обертів, гідронасосам основної і дублюючої гідросистем керування вертольотом і з лічильником обертів.

Потужність від валу турбіни кожного двигуна через муфти вільного ходу передається на циліндричне зубчасте колесо.

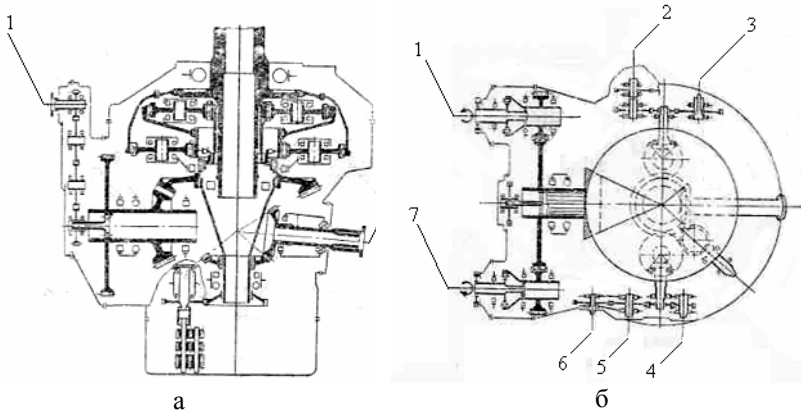


Рисунок 4.16 – Кінематична схема головного редуктора:

а – вигляд збоку: 1 – привід вентилятора; 2 – привід хвостового валу; б – вигляд зверху: 1 – вісь правого двигуна; 2 – привід насосів; 3 – привід компресора; 4 – привід генератора; 5,6 – приводи насосів; 7 – вісь лівого двигуна

За допомогою валу потужність передається на конічну пару зубчастих коліс. Через ведоме конічне зубчасте колесо потужність передається на верхню частину редуктора, що складається з двох ступенів планетарних передач. З другої планетарної ступені потужність передається на вал несучого гвинта.

З метою безпеки на вертольотах застосовується система відключення трансмісії від двигунів для вільного обертання несучого гвинта в разі відмови двигунів.

Вся потужність для несучого і хвостового гвинтів, а також для приводу допоміжних агрегатів передається через муфту вільного ходу (обгінну муфту).

Подача оливи в редуктор на мащення та охолодження деталей, що труться здійснюється масляним насосом, розташованим всередині масловідстійника. Масляний насос має дві секції: нагнітаючу і відкачуючу.

4.8.2 Загальна конструкція втулки несучого гвинта

При механічному приводі лопатей несучого гвинта через втулку передається крутний момент від двигуна. Втулка сприймає аеродинамічні і інерційні сили і моменти, що виникають на лопатях несучого гвинта, і передає їх на фюзеляж.

Найбільш поширеною схемою втулок є втулки з шарнірним кріпленням лопатей (рис. 4.19).

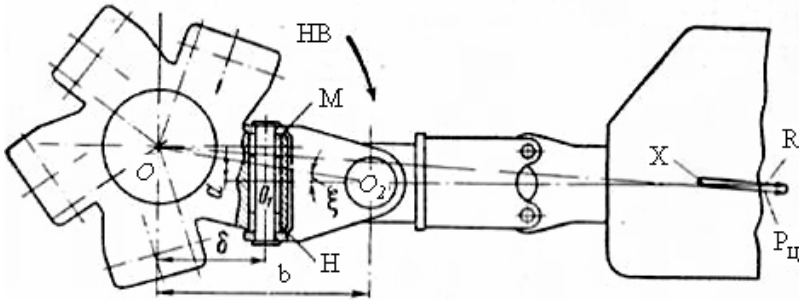


Рисунок 4.19 – Схема розташування шарнірів втулки:

O – вісь обертання; O_2 – вісь вертикального шарніра; a – зміщення середини вушка корпусу втулки від осі обертання; δ – винос горизонтального шарніра; b – винос вертикального шарніра; M, H – голчасті підшипники; ξ – кут повороту горизонтального шарніра щодо радіального напрямку; R – рівнодіюча сила; $P_{\text{ц}}$ – відцентрова сила; X – сила лобового опору

Втулка має рознесені горизонтальні шарніри, а також вертикальні і осьові шарніри. Подібне зчленування лопатей з втулкою дасть їм можливість коливатися відносно горизонтальних і вертикальних шарнірів.

Горизонтальні шарніри дозволяють лопатям здійснювати маховий рух (коливання у вертикальній площині) під дією змінних по азимуту аеродинамічних сил.

Вертикальні шарніри дають можливість лопатям здійснювати коливання в площині обертання. Ці коливання відбуваються під дією змінних сил лобового опору і сил інерції Коріоліса.

Завдяки шарнірному кріпленню лопатей з корпусом втулки значно знижуються змінні напруження в елементах несучого гвинта.

Колівання лопатей щодо вертикального шарніра демпфуються гідравлічними демпферами.

Осьові шарніри втулки призначені для зміни кутів установки лопатей.

4.9 Передача крутного моменту до колісних пар тепловозів

4.9.1 Привід привідних колісних пар при електричній передачі

Привід може бути індивідуальним або груповим. Тепловози з електричною передачею майже виключно мають індивідуальний привід колісних пар, тобто кожна колісна пара має окремий тяговий електродвигун, що приводить її в обертання. Деякі електровози і тепловози, побудовані переважно у Франції, мають груповий привід - один двигун, розміщений на візку, призводить все колісні пари (мономоторний візок). Така схема має деякі переваги щодо динамічних дій при високошвидкісному русі, а також у використанні зчіпної ваги (див. нижче). При груповому приводі значно зменшується можливість буксування колісних пар. Однак на тривісних візках схема з одним двигуном вимагає складної системи зубчастих коліс для передачі моменту на колісні пари. Тому у вітчизняному тепловозобудуванні застосовується тільки індивідуальний привід.

Крутний момент від тягового електродвигуна до колісної пари при індивідуальному приводі передається за допомогою одноступінчатого тягового редуктора, що складається з циліндричної зубчастої пари:

- привідної шестерні - на валу тягового двигуна;
- ведомого зубчастого колеса - на осі колісної пари.

У тепловозобудуванні зубчата передача через обмежені габаритні розміри для розміщення тягового електродвигуна виконується, як правило, односторонньою, несиметричною відносно поздовжньої осі тепловоза і тому складається з прямозубих коліс. В електровозобудуванні застосовується і двостороння передача - привідні шестерні розміщуються на обох кінцях валу тягового двигуна. Така схема робить передачу моменту симетричною щодо поздовжньої осі локомотива і дозволяє застосовувати косозубі передачі, що відрізняються більш плавною роботою.

При односторонній передачі неминучі деякі зміщення осей шестерень і перекоси зубів в зачепленні, які призводять до їх нерівномірного зносу. Для усунення шкідливого впливу перекосів у зубів ведучої шестерні одна зі сторін виконується з невеликим скосом (на 0,20-0,24 мм). Таким чином, зуби виявляються заздалегідь скошеними на кут $5-6^\circ$ в сторону, протилежну перекосу під навантаженням, тому в процесі роботи контакт між зубами обох шестерень стає більш рівномірним по їх довжині. Передавальне число тягового редуктора залежить від призначення тепловоза: у вантажних і

маневрових воно більше (зазвичай $4,41 = 75/17$) у пасажирських менше (наприклад, $2,32 = 72/31$ у тепловоза ТЭП60).

Підвішування тягових електродвигунів на візку при індивідуальному приводі колісних пар повинно забезпечити передачу крутного моменту при одночасному підресорюванні маси двигуна. Справа в тому, що обертання від валу двигуна до колісної пари може передаватися тільки, якщо корпус двигуна буде закріплений. Однак якщо закріпити корпус на рамі візка, то при її коливаннях буде порушуватися зачеплення між шестернями тягового редуктора. Тому корпус двигуна, пов'язаний з рамою візка, повинен одночасно бути пов'язаним і з колісною парою, щоб не змінювалась міжцентрова відстань редуктора. Це можна забезпечити, якщо двигун буде мати з одного боку опору на раму візка, а з іншого - на колісну пару.

Таку систему підвішування тягових електродвигунів (двигун жорстко спирається на вісь колісної пари і через пружні ланки – на раму візка) називають *опорно-осьовою*. При обпиранні двигуна на колісну пару на неї жорстко передається приблизно половина його ваги. Якщо двигун повністю закріпити на рамі візка, отримаємо *опорно-рамне* підвішування. В цьому випадку тяговий привід повинен бути пружним (еластичним).

Перша схема застосовується на серійних вантажних і маневрових тепловозах, друга (конструктивно складніша) – на пасажирських і потужних вантажних (2ТЭ121) тепловозах.

Опорно-осьове підвішування тягових електродвигунів отримало найбільше поширення в радянському тепловозобудуванням (тепловози 2ТЭ10В, ТЭЗ, 2ТЭ116, ТЭМ2 та ін.). Тяговий електродвигун 1 (рис. 4.20) має три опорні точки. Він спирається на спеціальні опорні шийки середній частині осі 4 колісної пари двома моторно-осьовими підшипниками 15. Розміщення підшипників валу тягового двигуна і осі колісної пари в одному корпусі гарантує сталість міжцентрової, відстані зубчастієї передачі 2–3 (без урахування зносу моторно-осьових підшипників).

Третя опора (підвіска до рами візка) виконана пружною – через пружинний комплект, що складається з чотирьох пружин 7. Пружини, що працюють паралельно, стиснуті між двома обіймами 6, скріпленими на кінцях двома болтами 12. Пружинний комплект встановлений між виступами (верхніми 8 і нижніми 5) литого кронштейна підвіски, привареного до рами візка. По осі крайніх пружин комплекту через створени в виступах і обіймах від низу до верху пропускаються два стержня 9, що скріплюють комплект з рамою. Стержні 9 вживають запобіжних засобів від випадання вниз валиками 13. Попередньо

стиснений болтами 12 пружинний комплект охоплюється виступами 10 корпусу двигуна і після прослаблення гайок на болтах 12 до упору в шплінти пружини в розпір притискають обойми 6 до виступів 10 (робочі поверхні обойм посилені наварюванням змінних пластин 11).

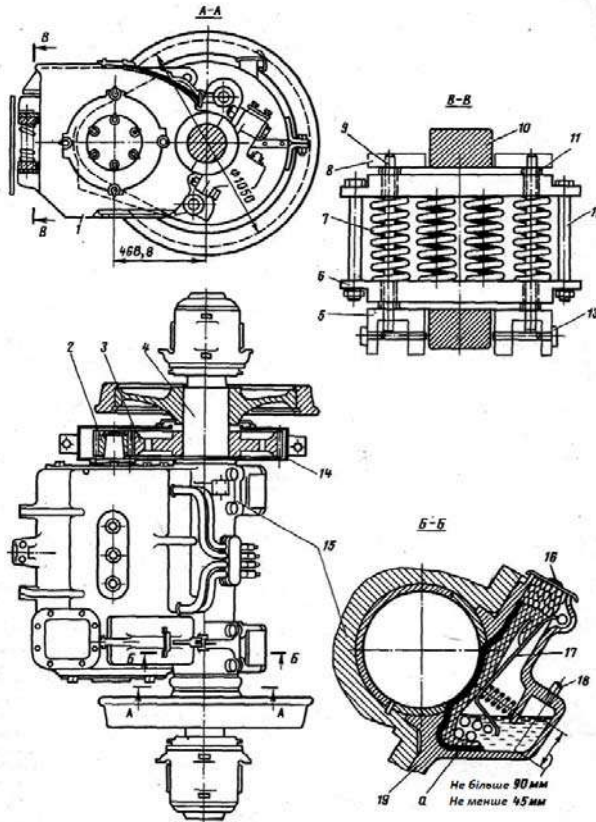


Рисунок 4.20 – Опорно-осьове підвішування тягового електродвигуна:
 1 – електродвигун; 2-3 – зубчата передача; 4 – вісь колісної пари; 5,8 – виступи литого кронштейна; 6 – обойми; 7 – пружини;
 15 – моторно-осьовий підшипник; 16 – маслянка; 17 – відбивач; 18 – щуп; 19 – корпус резервуара

Моторно-осьові підшипники ковзання складаються кожен з двох вкладишів з свинцювистої бронзи ОЦ 4-4-17. На тепловозах 2ТЭ10Л, ТЭЗ з тяговими електродвигунами ЕД107 і ЕДТ200Б (відповідно)

шийки змащуються контактним способом за допомогою набивки з напівбавовняної пряжі. Олива заливається в масляну ванну в корпусі резервуару 19 через верхню маслянку 16 в кришці.

Опорно-рамне підвішування тягових електродвигунів відрізняється від опорно-осьового тим, що вся вага тягового електродвигуна повністю передається на раму візка, тобто двигун повністю підресорений. Це значно знижує масу непідресорених частин локомотива, а отже, його вплив на залізничну колію. Існують різні конструкції тягового приводу при опорно-рамному підвішуванні. Одним з поширених є привід за допомогою полого валу і шарнірно-повідкової муфти. Такий привід застосовувався французькою фірмою Альстом, тому його іноді називають «привід Альстом». Такий тип приводу з опорно-рамним підвішуванням застосований на тепловозах ТЕП60 (рис. 4.21) і ТЭП70 (до № 008).

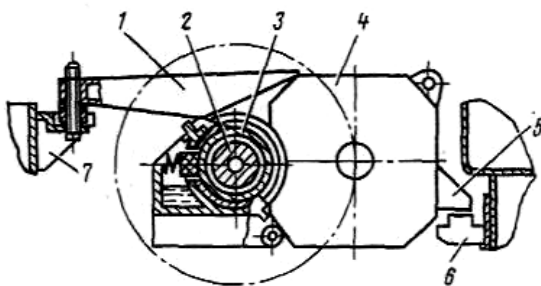


Рисунок 4.21 – Схема опорно-рамного підвішування тягового електродвигуна:

- 1 – кронштейн; 2 – вісь колісної пари; 3 – порожнистий вал;
4 – електродвигун; 5 – лапа-прилив; 6 – кронштейн

Тяговий електродвигун 4 двома лапами-приливами 5 на бічній стороні його остова – спирається на кронштейни 6, які укріплені на поперечній балці рами візка. На іншій стороні остова двигуна в середині шістьма болтами закріплений сталевий литий кронштейн 1, який спирається на кронштейн 7 на іншій поперечній балці рами візка. Таким чином, кожен двигун має три точки опори на раму візка, що забезпечують його правильну установку.

Опорно-рамне підвішування тягового двигуна вимагає пружного тягового приводу і відбивається на пристрої колісної пари такого тепловоза.

Крутний момент від тягового двигуна до колісній парі передається через еластичні муфти, розміщені на обох колесах.

Розрізняються і інші схеми тягового приводу при опорно-рамному підвішуванні тягових електродвигунів (рис. 4.22).

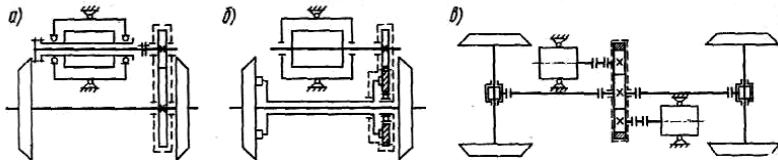


Рисунок 4.22 – Схеми тягового приводу з карданними валами при опорно-рамному підвішуванні:

- а* – з порожнистим валом тягового електродвигуна;
- б* – з порожнистим карданним валом; *в* – з поздовжніми карданними валами

4.9.2 Привід привідних колісних пар при гідравлічній передачі

Крутний момент від вихідного валу гідропередачі до рушійних осей тепловоза може бути переданий або за допомогою дишлового (шатунно-кривошипного) механізму, аналогічного паровозному, або карданним приводом, що складається з системи телескопічних валів, з'єднаних так званими шарнірами Гука (або карданними муфтами), і осьових редукторів. Телескопічні шліцьові з'єднання валів допускають в деяких межах зміни відстаней між вихідним валом передачі і пристроями приводу на осях, які неминучі при русі і коливаннях локомотива. Шарніри допускають також виникаючі при цьому перекоси валів.

Дишловий механізм (рис. 4.23, *а*) складається з відбійного валу 3, що одержує обертання від дизеля 1 через гідропередачу 2, і системи дишел, що зв'язують його з рушійними осями 6.

Відбійний вал привідним дишлом 4 пов'язаний з однією з колісних пар і приводить її в обертання. Всі ведучі колісні пари з'єднані між собою зчпними дишлами 5. Передача руху до колісних пар за допомогою відбійного валу і дишлого механізму застосовується на дво- і тривісних маневрово-промислових тепловозах, осі яких розміщені в загальній жорсткій рамі (ТГМ1, ТГМ23). Простий і надійний дишловий механізм має в той же час істотні недоліки.

Розміщення безпосередньо на колісних парах ексцентрично розташованих масивних дишел і кривошипів призводить до невірноваженості механізму і до значних динамічних впливів на шлях,

особливо при високих швидкостях руху. Необхідність з'єднання всіх осей дишлами не дозволяє використовувати такий привід на візкових локомотивах. На малопотужних і порівняно тихохідних локомотивах зазначені недоліки виявляються несуттєво, а простота конструкції окупає себе. Це і визначає сферу застосування дишлового механізму.

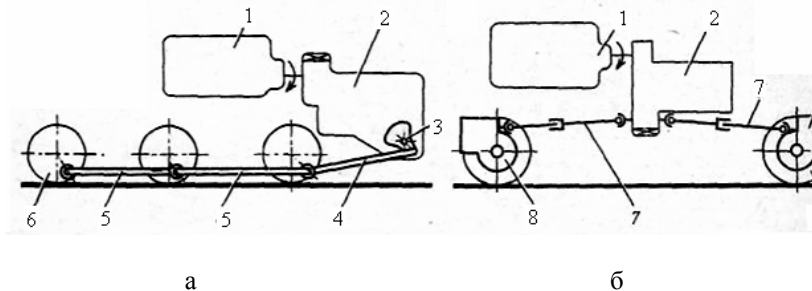


Рисунок 4.23 – Типи приводних пристроїв тепловозів з гідропередачею:

- 1 – дизель; 2 – гідропередача; 3 – відбійний вал; 4 – провідне дишло;
 5 – зчіпні дишла; 6 – рушійні осі; 7 – карданний вал;
 8 – осьовий редуктор

Карданний привід (рис. 4.23 б) складається з карданних валів 7 і осьових редукторів 8 на приводних осях. Такий привід, як правило, застосовується на візкових тепловозах. При будь-якому типі рушійного механізму привід приводних осей на тепловозах з гідропередачею є груповим на відміну від індивідуального приводу осей при електричній передачі.

Груповий привід дозволяє реалізувати більш високі коефіцієнти зчеплення між колесами і рейкою. Іншими словами, екіпаж з груповим приводом володіє меншою схильністю до боксування, що особливо важливо для вантажних і маневрових локомотивів. Ці переваги групового приводу використані на дослідному тепловозі ТЭМ12, що має електричну передачу. Два його тягових електродвигуна підвішені під рамою тепловоза уздовж її осі; через редуктор їх потужність розподіляється по приводним осям системою карданних валів.

Осьові редуктори радянських тепловозів – двоступеневі. Редуктор (рис.24) складається з двох зубчастих пар: конічної 1-4 і циліндричної 3-6, розміщених в сталевому корпусі 5. Обертання системою карданних валів передається через фланець ведучого валу 2. Ведоме конічне зубчасте колесо 4 насаджено безпосередньо на подовжену цапфу циліндричної шестерні 3. Ведоме зубчасте колесо 6 сидить

безпосередньо на середній частині осі 7 привідної колісної пари. Підшипники редуктора роликів і кулькові. Кулькові підшипники сприймають осьові зусилля.

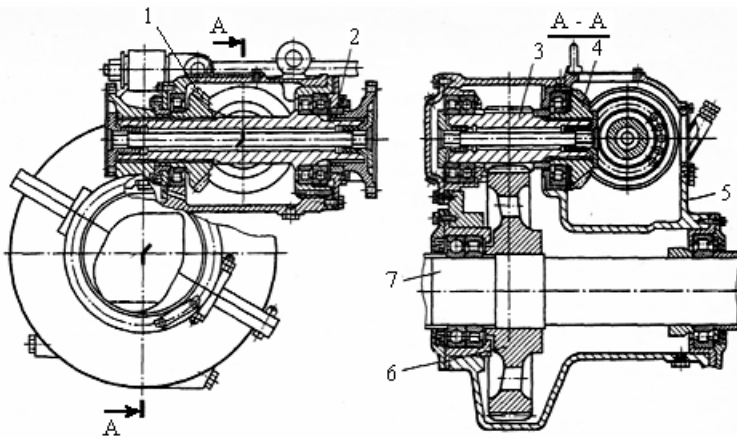


Рисунок 4.24 – Осьовий редуктор тепловозів ТГМЗ, ТГ102:
1,4 – конічна зубчаста пара; 2 – привідний вал; 3,6 – циліндрична
зубчаста пара; 5 – корпус; 7 – вісь привідної пари

Контрольні питання до розділу:

1. Які механізми та агрегати можуть входити до складу механічної трансмісії легкового автомобіля? Яке призначення кожного з них?
2. В чому полягає принципова відмінність між мостовою та бортовою схемами підведення потужності до коліс вантажних автомобілів?
3. Приведіть послідовниць передачі крутного моменту від двигуна до коліс згідно схеми, наведеної на рис. 4.5, б. Поясніть призначення кожного з елементів трансмісії.
4. З яких механізмів та агрегатів складається трансмісія гусеничного трактора, наведеного на рис. 4.7? Приведіть їх у послідовності передачі крутного моменту від двигуна до ведучих коліс.
5. У чому полягає різниця передачі крутного моменту у схемах, наведених на рис. 4.9 б, г?

Література: [3], с.79-81, с.97-99; [4], с.303-304; [5], с.243-245; [6], с.105-109; [9], с.46-54; [11], с.309-310; [18], с.42-46; [20,22]; [23], с.94-103.

5 МЕХАНІЗМИ І АГРЕГАТИ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ: ЗЧЕПЛЕННЯ, ГІДРОТРАНСФОРМАТОРИ

5.1 Зчеплення

До зчеплення як механізму трансмісії машин пред'являються наступні специфічні вимоги:

- надійна передача крутного моменту від двигуна до трансмісії;
- плавність і повнота включення;
- чистота виключення;
- мінімальний момент інерції ведомих елементів;
- хороше відведення теплоти від поверхонь тертя;
- захист трансмісії від динамічних навантажень;
- підтримка натискного зусилля в заданих межах в процесі експлуатації;
- мінімальні витрати фізичних зусиль на керування;
- хороша врівноваженість.

Крім того, до зчеплення, як і до всіх механізмів автомобіля, трактора, механічної установки судна, пред'являються загальні вимоги:

- забезпечення мінімальних розмірів і маси;
- простота пристрою і обслуговування;
- технологічність;
- ремонтпридатність;
- низький рівень шуму.

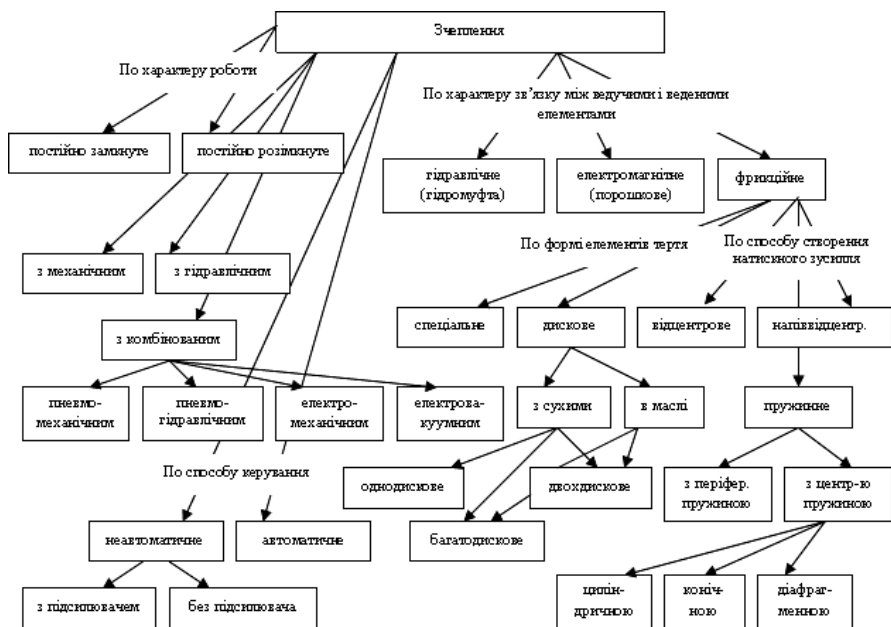
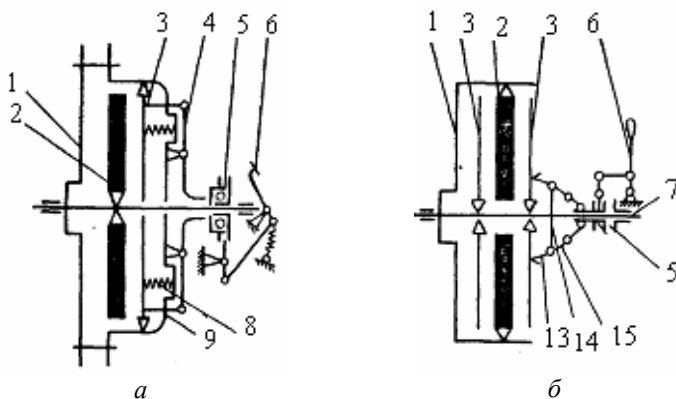


Рисунок 5.1 – Класифікація зчеплень



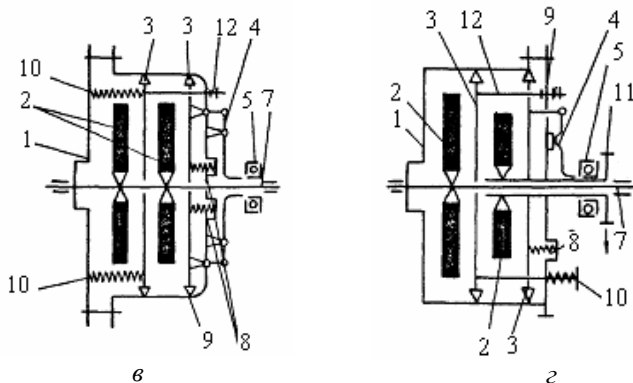


Рисунок 5.2 – Схеми типів зчеплень за характером роботи та форми елементів тертя:
а – постійно замкнуте одно-дискове, *б* – змінно замкнуте дводискове,
в – постійно замкнуте дводискове, *г* – постійно замкнуте двопоточне:
 1 – маховик, 2 – ведомий диск, 3 – натискний диск, 4 – важіль виключення, 5 – підшипник, 6 – педаль (важіль) приводу, 7 – вал коробки передач, 8, 10 – пружини, 9 – кожух зчеплення, 11 – вінець приводу, 12 – направляюча руху; 13-15 – важелі приводу натискного диска

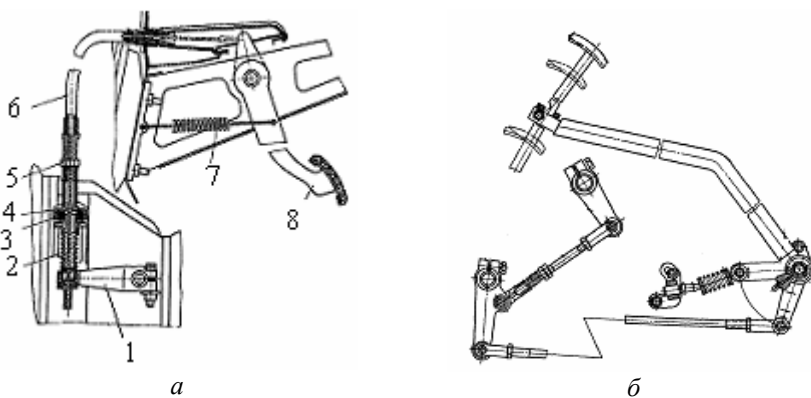


Рисунок 5.3 – Механічні приводи зчеплення:
а – тросовий: 1 – важіль вилки виключення зчеплення, 2 – трос, 3 – гумовий демпфер, 4 – накінецьник, 5 – регульовальна гайка, 6 – оболочення троса з внутрішнім поліетиленовим шаром, 7 – пружина повернення педалі, 8 – педаль; *б* – важільний тракторів МТЗ-80/82

Для гасіння крутильних коливань в трансмісії (пікові, періодичні навантаження при зміні частот обертання валів) встановлюють гасителі крутильних коливань. В теперішній час широко застосовують гасителі крутильних коливань пружно-фрикційного типу (рис. 5.4). Такі гасителі призначені для поглинання енергії коливань трансмісії при здійсненні роботи тертя фрикційних елементів, які розміщені в гасителі. Ступиця ведомого диска і сам ведомий диск зв'язані між собою у тангенціальному напрямку пружинами гасителя. Коливання, що виникають в трансмісії, викликають відносне кутове переміщення ведомого диска та його маточини за рахунок деформації пружин гасителя, які супроводжуються тертям фрикційних елементів гасителя.

Робота тертя гасителя визначається зусиллям, що стискає його фрикційні кільця, коефіцієнтом тертя, середнім радіусом тертя фрикційних кілець, відносним кутом переміщення (кутом буксування), числом пар тертя. В зчеплення автомобілів МАЗ момент тертя регулюється затяжкою болтів.

В зчепленнях ГАЗ-3102 момент тертя підтримується в заданих межах центральною пружиною. В зчепленні автомобіля ЗИЛ-411, 410 момент тертя встановлюється при збірці.

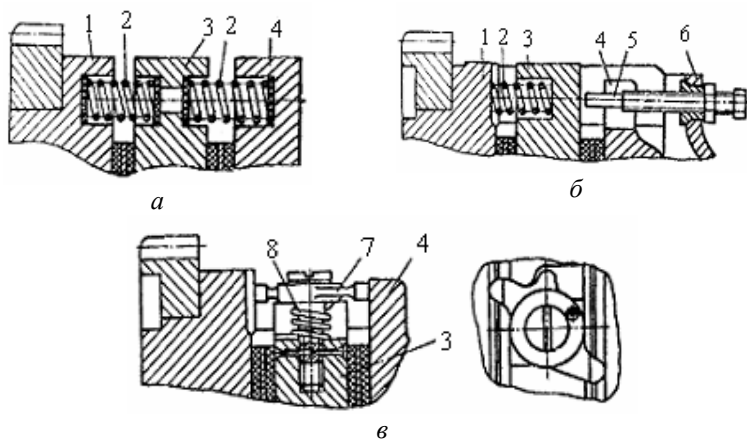


Рисунок 5.4 – Пристрої для чистоти виключення дводискового зчеплення:

а – двосторонніми пружинами, *б* – пружиною і упором, *в* – двоплечим важелем; 1 – маховик, 2 – пружина, 3 – середній (проміжний) ведучий диск, 4 – натискний диск, 5 – упор, 6 – кожух зчеплення, 7 – двоплечий важіль, 8 – гвинтова пружина

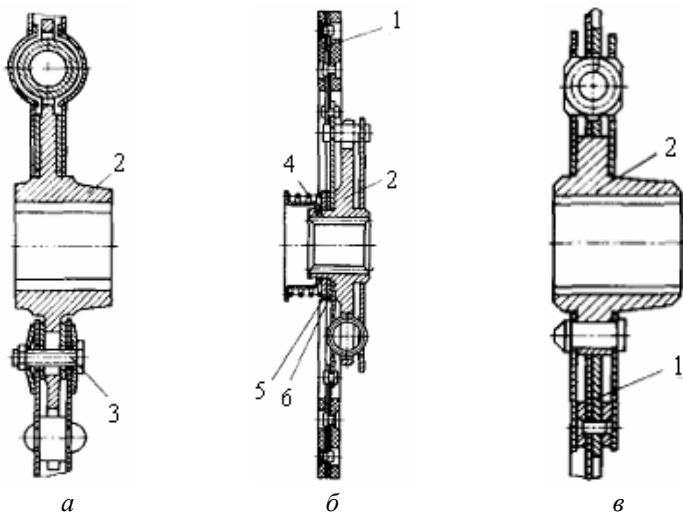


Рисунок 5.5 – Конструкція демпферів крутильних коливань:
а – автомобілі марки МАЗ, *б* – легковий автомобіль ГАЗ-3102, *в* –
 вантажний автомобіль ЗІЛ-43410: 1 – ведомий диск, 2 – ступиця
 веденого диска, 3 – болт кріплення, 4 – центральна пружина, 5 –
 ізолююче кільце, 6 – фрикційне кільце

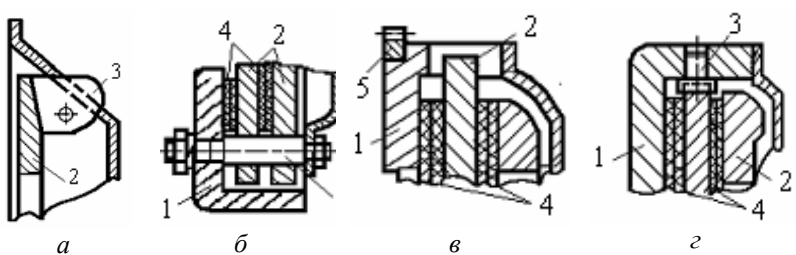


Рисунок 5.6 – Варіанти з'єднання ведучих дисків з маховиком:
а – виступами диска і вікнами в кожусі, *б* – направляючими пальцями,
в – виступами диска і упорами маховика,
г – прорізами диска і направляючими штифтами; 1 – маховик,
 2 – натискний диск, 3 – з'єднувальний елемент, 4 – ведомий диск, 5 –
 зубчатий вінець

5.2 Зчеплення спеціальних типів (відцентрові, гідромуфта, електромагнітне)

Відцентрові зчеплення

У таких зчепленнях тиск на натискний диск створюється відцентровими грузиками. Відцентрові зчеплення нормально розімкнуті, тобто при малій кутовій швидкості обертання колінчастого валу, а також при непрацюючому двигуні зчеплення виключено. Схема і конструкція одного з відцентрових зчеплень показані на рис. 5.7.

У вимкненому стані зчеплення реактивний диск 2 зафіксовано в осьовому напрямі в положенні, показаному на схемі. Фіксація обумовлена тим, що цей диск утримується важелями 5 виключення, кінці яких упираються в підшипник муфти 6 виключення. Переміщенню вправо самого підшипника разом з натисною муфтою перешкоджає упор 7 (на рис. 5.7 не показаний). Натискний диск 1 віджимними пружинами 8 підтягається до реактивного диска 2, що забезпечує необхідний зазор між ведомими і ведучими елементами зчеплення.

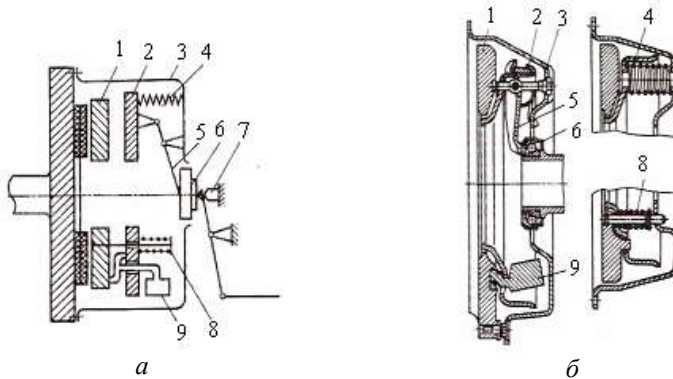


Рисунок 5.7 – Відцентрове зчеплення:

a – схема, *б* – конструкція; 1 – натискний диск, 2 – реактивний диск, 3 – картер, 4, 8 – пружини, 5 – важелі, 6 – муфта з підшипником, 7 – упор, 9 – відцентрові вантажі

У міру збільшення кутової швидкості колінчастого валу двигуна відцентрові вантажі 9 під дією відцентрових сил розходяться і, упираючись п'ятами в натискний диск 1 і реактивний диск 2, заставляють натискний диск переміщатися вліво, створюючи при цьому тиск на ведомий диск. При невеликій деформації пружин 4, що має місце навіть при малому збільшенні кутової швидкості, важелі

виключення 5 повертаються на опорах і між кінцями важелів і підшипником муфти виключення 6 створюється необхідний зазор.

Гідравлічне зчеплення (гідромуфта).

Гідромуфта має ряд позитивних якостей в порівнянні з фрикційною муфтою (рис. 5.8):

- гідромуфта менше зношується;
- допускає плавніше зрушення машини з місця;
- полегшує керування машиною і покращує його динамічні якості;
- знижує динамічні навантаження в силовій передачі;
- значно знижує шум силової передачі машини.

До конструкції гідромуфти пред'являються наступні вимоги:

- при передачі розрахункового моменту гідромуфта повинна мати проковзування не більше 3%;
- при малих обертах двигуна на стоянці машини «стоянковий момент» повинен бути незначним;
- гідрозчеплення повинно забезпечувати запуск двигуна з буксира і гальмування машини двигуном.

Порівняльна оцінка фрикційних і гідродинамічних муфт

Гідродинамічні муфти, в порівнянні з фрикційними, володіють наступними позитивними якостями:

– значно знижують динамічні навантаження трансмісії і двигуна при різких змінах режиму роботи, що підвищує надійність і довговічність конструкції. За даними деяких дослідників, при використанні гідродинамічних муфт динамічні навантаження трансмісії знижуються при різкому зрушенні з місця в 1,5-4,5 рази, розгоні машини – в 3 рази, наїзді на нерівності – в 2-3 рази;

– допускають тривалу роботу з великою пробуксовкою ведомих елементів;

– не вимагають регулювань в процесі роботи, оскільки деталі муфти практично не зношуються;

– спрощують керування машиною;

– підвищують прохідність тракторного агрегату.

Проте разом з перевагами гідродинамічні муфти володіють і недоліками:

– гідродинамічні муфти не забезпечують «чистоту» виключення; муфта завжди «веде», що ускладнює переключення передач;

– навіть на найвигідніших режимах муфта завжди працює з буксуванням (ковзанням) 2-4%, що знижує економічність і продуктивність роботи.

Не дивлячись на істотні недоліки, застосування гідродинамічних муфт, виправдовується на машинах, що постійно працюють при змінних

режимах, коли потрібно часто міняти напрям руху, перемикаючи передачі при різкому зміні робочого опору (бульдозери, дорожно-будівельні машини, трельовочні трактори тощо).

Електромагнітне зчеплення

Електромагнітні зчеплення розділяються на дві групи:

- без феронаповнювача;
- з феронаповнювачем.

Принципова схема електромагнітного зчеплення без феронаповнювача представлена на рис. 5.9, а.

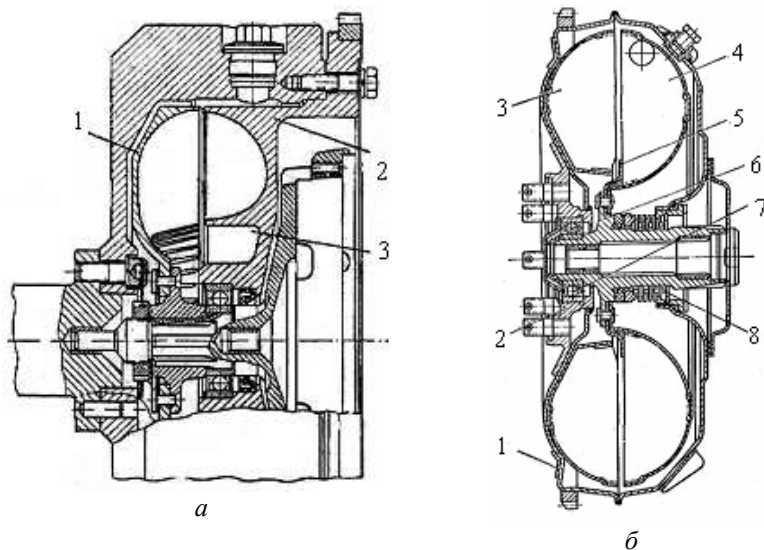


Рисунок 5.8 – Гідравлічні муфти:

a – гідродинамічна муфта трактора «Альгайер»: 1 – колесо турбіни, 2 – колесо насоса, 3 – порожнина, *б* – гідравлічна муфта автомобіля: 1 – корпус, 2 – ступиця, 3 – колесо насоса, 4 – колесо турбіни, 5 – порогова шайба, 6 – вал турбіни, 7 – шарикопідшипник; 8 – ущільнення

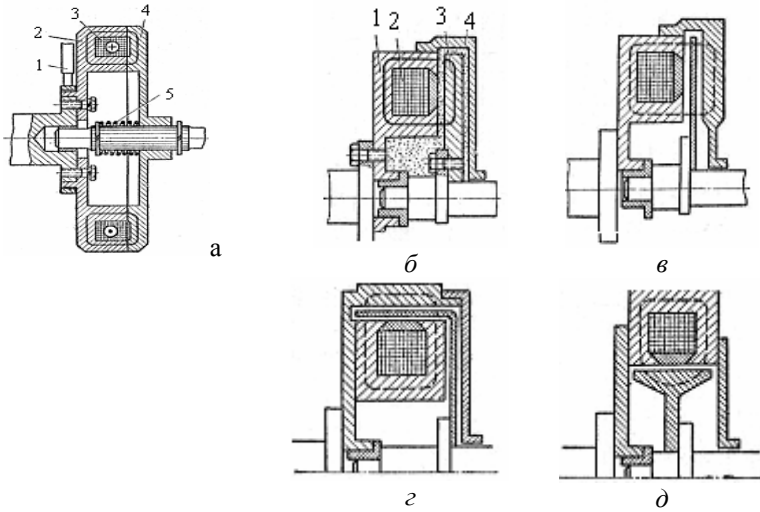


Рисунок 5.9 – Схема електромагнітного зчеплення:

а – без феронаповнювача: 1 – рухомий контакт, 2 – сердечник, 3 – обмотка збудження, 4 – яркі; *б, в, г, д* – з феронаповнювачем: *б, в* – з вертикальним диском, *г* – з циліндровим диском, *д* – порошок розташовується по колу; 1 – сердечник, 2 – обмотка збудження, 3 – ведомий диск, 4 – кожух

Зчеплення має сердечник 2 електромагніту, яркі 4 і обмотку збудження 3, яка вставлена в кільцеву виточку сердечника. Сердечник електромагніту і яркі пов'язані відповідно з двигуном і коробкою передач. При проходженні струму через рухомий контакт 1 і обмотку збудження 3 навколо неї утворюється магнітне поле, внаслідок чого яркі притягується до сердечника і за рахунок сили тертя, яка виникає між ярком і сердечником, забезпечується передача крутного моменту, від двигуна до коробки передач. При відключенні струму яркі під дією пружини 5 відходить від сердечника і зчеплення вимикається.

Схема електромагнітного зчеплення з феронаповнювачем показана на рис. 5.9, *б-д*. Зчеплення складається з сердечника 1 з обмоткою збудження 2, ведомого диска 3 і кожуха 4. Простір між сердечником, ведомим диском і кожухом заповнене феронаповнювачем (феромагнітним порошком). При проходженні електричного струму через обмотку виникає магнітне поле, яке замикається через сердечник, ведомий диск і феронаповнювач. При певній величині струму частинки наповнювача стають нерухомими і зчеплення блокуються, тобто може

передавати крутний момент. Для виключення зчеплення необхідно вимкнути струм обмотки обурення.

5.3 Зчеплення механічної установки малотонажних промислових судів

На судах цього типу головними двигунами являються бистрохідні нереверсивні дизелі потужністю від 7 до 110 кВт з частотою обертання до 1500 хв^{-1} . Для можливості здійснення маневрів ці двигуни виготовляють сумісно з реверсрідукторами, за допомогою яких можливо змінювати напрямок обертання гребного гвинта та зменшувати його частоту обертання.

На рис. 5.10 приведена схема дводискового реверсрідуктора, в конструкцію якого входить також і роз'єднувальний пристрій. Рухомі і нерухомі контактуючі диски, що контактують по всій поверхні розглядаються як кероване зчеплення.

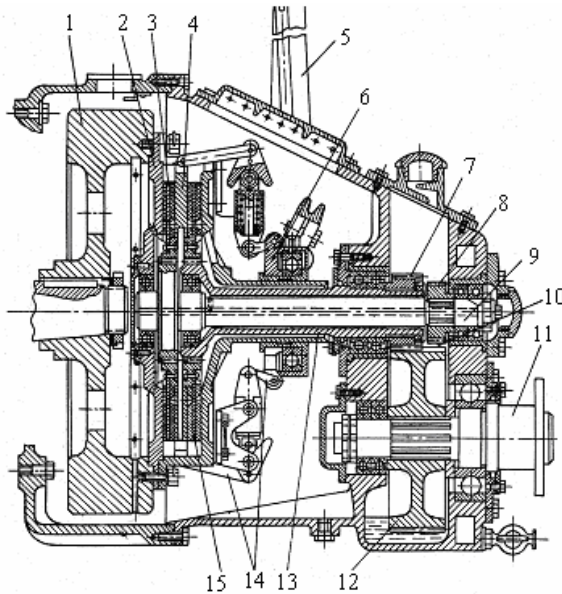


Рисунок 5.10 – Дводисковий реверс рідуктор малотоннажних промислових суден:

1 – фланець для з'єднання з колінчастим валом, 2 – корпус, 3, 4, 15 – диски, 5 – важіль переключення, 6 – муфта переключення, 7, 8, 10, 12 – шестерні, 9, 11, 13 – вали, 14 – важільний механізм

При переміщенні вправо диск 4 входить у фрикційне зчеплення з диском 15 і приводить його до обертання, а разом з ним через шестерню 12 та вал 11 – передній хід судна.

При переміщенні вліво диск 4 входить у фрикційне зчеплення з диском 3 і разом з ним приводить до обертання вал 9. Обертання валу 9 передається відомому валу 11 через шестерні 8 та 10. Напрямок руху буде таким, як і валу 9, тобто зворотним напрямку обертання шестерні 12 – задній хід судна.

При серйозному положенні диска 4 – «стоп». При цьому колінчастий вал двигуна продовжує обертатися, а гребний вал буде зупинений.

5.4 Гідротрансформатори

Гідротрансформатори є складовими частинами гідромеханічних передач (ГМП), виконують функцію безперервної і автоматичної трансформації силового потоку двигуна залежно від відносно вузького діапазону дорожніх опорів, що зустрічаються на шляху руху автомобіля (трактора).

Гідротрансформатори, що застосовуються в гідромеханічних передачах автомобілів і інших машин, можна класифікувати за наступними ознаками (рис. 5.11).

Схеми компоновок елементів конструкції гідротрансформаторів представлені на рис. 5.12 - 5.14.

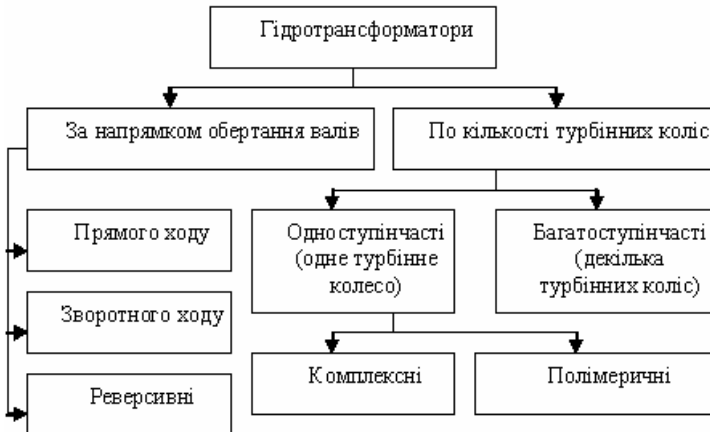


Рисунок 5.11 – Класифікація гідротрансформаторів

У трансформаторів прямого ходу колеса направляючого апарату (реактора) встановлюються зазвичай перед насосним колесом, якщо дивитися по напрямку циркуляції робочої рідини. Рідина, що виходить з насосного колеса обертає турбінне коло в сторону насосного колеса.

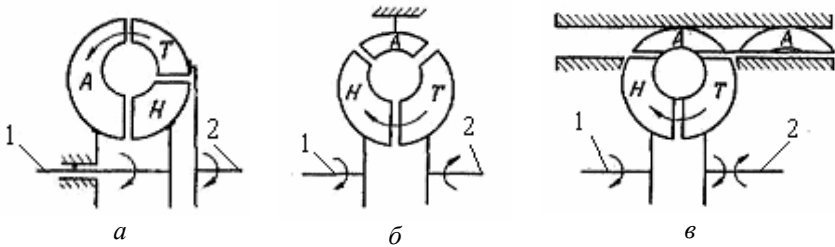


Рисунок 5.12 – Схеми круга циркуляції гідротрансформаторів:

а – прямого ходу, *б* – зворотного ходу, *в* – реверсивний;
1 – вал насосного колеса, 2 – вал турбінного колеса

У трансформаторів зворотного ходу колеса направляючого апарату встановлюються за насосним колесом. В цьому випадку потік робочої рідини при відповідному виборі кутів нахилу лопаток реактора може отримати за реактором напрям, протилежний потоку до реактора, у наслідку чого турбіна отримує зворотне обертання.

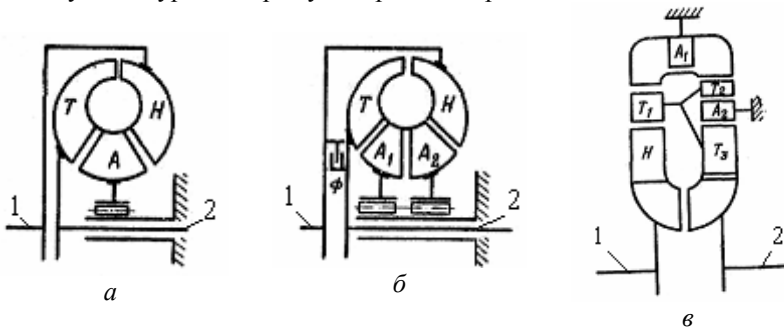


Рисунок 5.13 – Схеми компоновки елементів гідротрансформаторів:
а – комплексний, *б* – полімеричний з блокувальним фрикціоном,
в – трьохступінчатий: T_1, T_2, T_3 – колеса турбін, A_1, A_2 – колеса направляючого апарату

Реверсивні трансформатори мають два зв'язаних між собою направляючих апарати з різним профілем лопаток. Направляючі апарати

можуть зрушуватися, і один з них вводиться в коло циркуляції; виходить пряме або зворотне обертання турбінного колеса по відношенню до насосного.

У ГМП вітчизняних автомобілів застосовуються тільки трансформатори прямого ходу, що мають вищий ККД, ніж трансформатори зворотного ходу. Реверсивні трансформатори не застосовуються, оскільки в ГМП реверс здійснюється простіше – зубчастим механізмом.

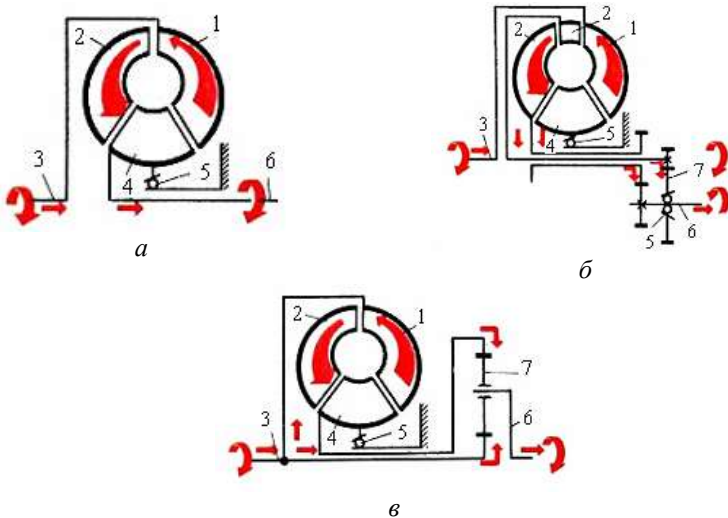


Рисунок 5.14 – Схеми гідротрансформаторів:

а – гідротрансформатор, який послідовно з'єднується з коробкою передач, *б* – з внутрішнім розгалуженням силового потоку, *в* – з зовнішнім розгалуженням силового потоку; 1 – насосне колесо, 2 – турбінне колесо, 3 – вхідний вал (від двигуна), 4 – реактор, 5 – муфта вільного ходу, 6 – вихідний вал (на коробку передач), 7 – механізм, що поєднує потоки потужності

У комплексному трансформаторі направляючий апарат встановлено на муфті вільного ходу. При передавальному числі, близькому до одиниці, крутний момент на реакторі стає рівним нулю (муфта виключається) і трансформатор перетворюється на гідромufту. ККД його різко підвищується і може досягати 0,95–0,96.

Полімеричний трансформатор має два колеса направляючого апарату, кожне з яких встановлене на муфті вільного ходу. У міру

підвищення передавального числа відключається спочатку одно колесо і трансформатор з режиму 1 переходить на режим 2. Після відключення другого колеса трансформатор переходить на режим 3 гідромумфи. Це те ж саме, начебто трансформатор був з'єднано з коробкою передач на дві ступені.

У триступінчатому гідротрансформаторі між колесами турбіни T_1 , T_2 і T_3 розташовуються колеса направляючого апарату A_1 і A_2 . Колеса турбіни жорстко зв'язані між собою, а колеса направляючого апарату загальмовані.

Контрольні питання до розділу

1. За якими ознаками класифікуються зчеплення автомобілів (тракторів)?
2. З яких груп деталей складається фрикційне зчеплення та який між ними конструктивний зв'язок?
3. В чому полягає принцип дії гасителів крутильних коливань?
4. Як розрізняють фрикційні зчеплення за характером роботи, в чому різниця між ними?
5. Для чого забезпечувати чистоту виключення дводискового зчеплення?
6. В чому полягає принцип дії відцентрованого зчеплення?
7. В чому полягає принцип дії електромагнітного зчеплення?
8. Як класифікуються гідротрансформатори?
9. За якими ознаками розрізняють схеми компоновання елементів гідротрансформаторів?
10. Які функції та як виконують елементи фрикційного зчеплення у реверс редуктор малотоннажних промислових судів?
11. Яка принципова різниця між фрикційною та гідравлічною муфтами?
12. З яких елементів складаються гідротрансформатори?
13. У чому полягає різниця між комплексним та полімеричним гідротрансформаторами?
14. За рахунок якого елемента конструкції гідротрансформатора забезпечується його багатоступеневість?
15. З яких елементів конструкції складається дводисковий реверс редуктор малотоннажних промислових суден?

Література: [2], с.109-120; [3], с.21-50, 86-87; [5], с.250-252; [6], с.109-120, 130, 168; [9], с.84-87, 140-147, 243-267; [11], с.310-331, 363.

6 МЕХАНІЗМИ І АГРЕГАТИ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛІВ, ТРАКТОРІВ: КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ, РОЗДАВАЛЬНІ, ДОДАТКОВІ КОРОБКИ

6.1 Коробки передач

До КП висуваються наступні вимоги:

– забезпечення оптимальних тягово-швидкісних та паливно-економічних властивостей машини при заданій зовнішній характеристиці двигуна;

– безшумність при роботі та переключенні передач;

– легкість керування;

– високій коефіцієнт корисної дії.

Класифікація КП приведено на рис. 6.1, 6.2



Рисунок 6.1 – Загальна класифікація КП

У більшості ступінчатих КП перемикання передач виконує водій. Є конструкції ступінчатих КП де процес перемикання автоматизоване на підставі застосування мікропроцесорної техніки.

Безступінчаті передачі фрикційного типу – варіатори з гнучким зв'язком.

Гідродинамічні передачі (гідротрансформатори, див. лабораторна робота № 3) як правило застосовують у сполученні з автоматично керованою ступінчатою коробкою – гідромеханічні передачі.

Гідрооб'ємні передачі мають ряд переваг: високий ККД; реверсивність; великий діапазон передач. Такі передачі застосовують на дорожно-будівельних машинах, гусеничних спеціальних машинах та ін.

Електромеханічні передачі застосовують в основному на автомобілях, тракторах великої вантажопідйомності. В останній час принцип побудовання таких передач застосовують в гібридних автомобілях.

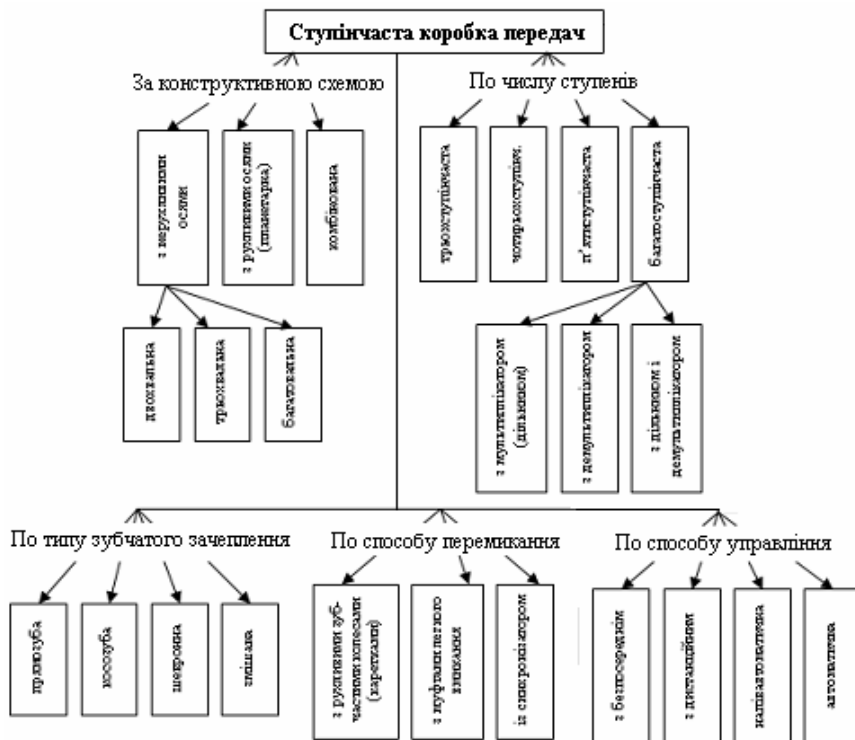


Рисунок 6.2 – Класифікація ступінчатих КП

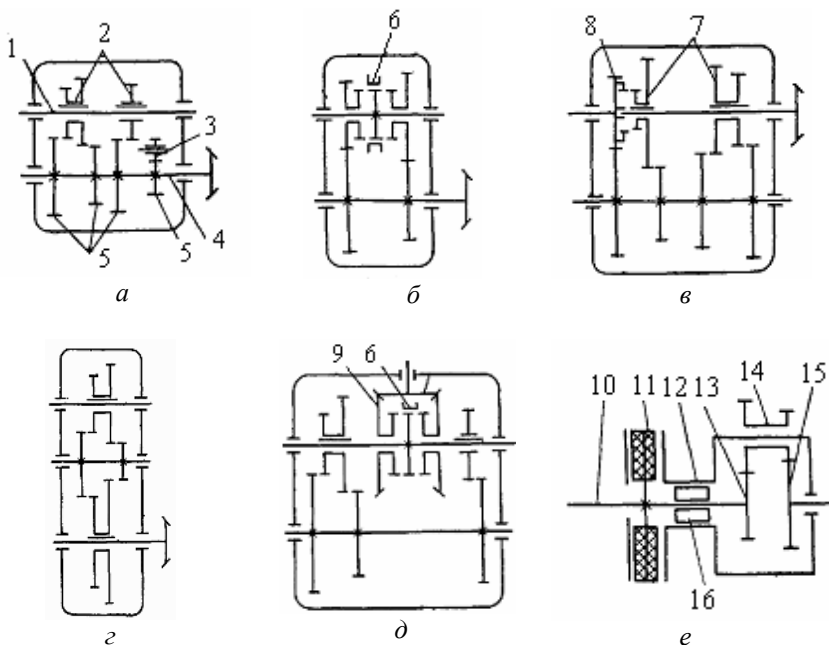


Рисунок 6.3 – Принципові схеми шестеренних редукторів:
a – двовальний з рухомими шестернями, *б* – двовальний з постійним зачепленням шестерень, *в* – трьохвальний зі співвісними первинними і вторинними валами, *г* – трьохвальний з неспіввісними валами, *д* – редуктор з реверсом, *е* – планетарний редуктор; 1 – вал рухомих шестерень, 2 – рухомі шестерні, 3 – блокування шестерні, 4 – вал з нерухомими шестернями, 5 – нерухома шестерня, 6 – муфта включення, 7 – рухома блокувальна шестерня, 8 – нерухома шестерня з блокуючим зубчатим вінцем, 9 – шестерні диференціала, 10 – вал сонячної шестерні, 11 – фрикційний диск, 12 – водило, 13 – сонячна шестерня, 14 – здвоєні сателіти, 15 – шестерня вихідного валу, 16 – ролики муфти

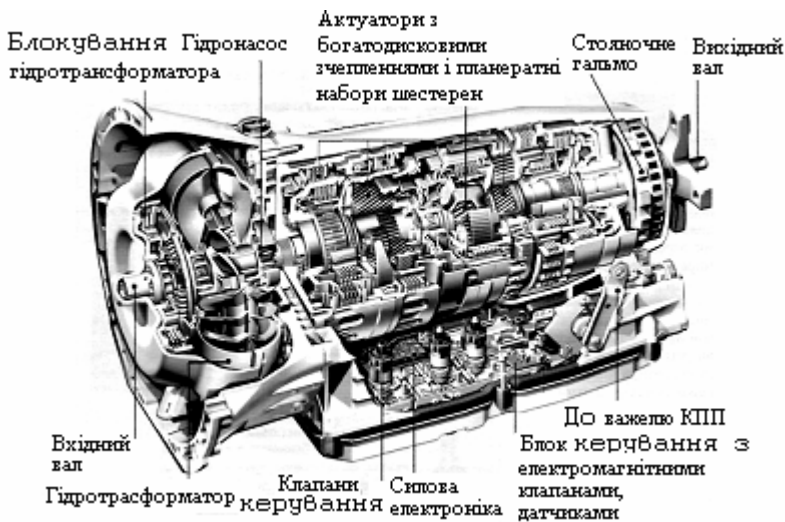


Рисунок 6.4 – Семиступінчата автоматична КПП Mercedes-Benz

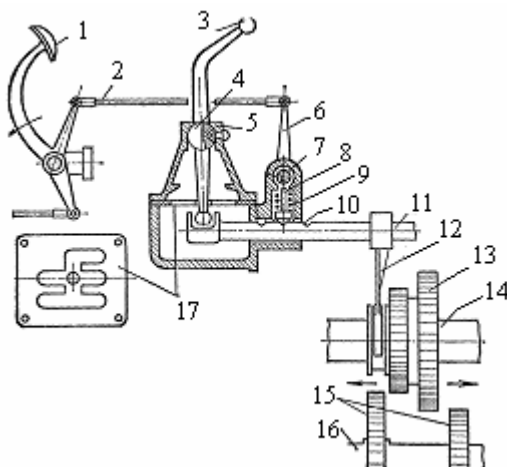


Рисунок 6.5 – Схема механізму переключення передач:

1 – педаль зчеплення, 2 – тяга, 3 – важіль перемикання передач, 4 – шарова опора важеля, 5 – кришка, 6 – важіль, 7 – блокуючий валик, 8 – фіксатор, 9 – пружина, 10 – виточка на повзуні, 11 – повзун, 12 – вилка, 13 – подвійна рухома шестерня, 14 – вал, 15 – нерухома шестерня, 16 – вал, 17 – кришка з пазами

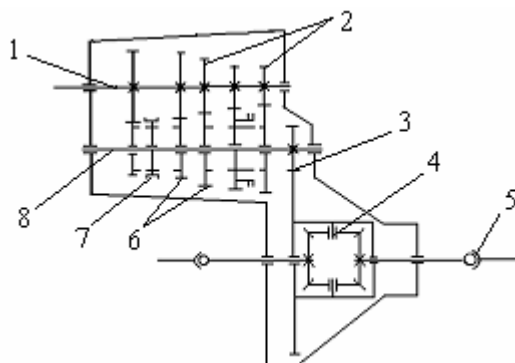


Рисунок 6.6 – Двовальна коробка передач передньопривідного автомобіля:

1 – первинний вал, 2 – шестерні первинного валу, 3 – головна циліндрична передача, 4 – диференціал, 5 – шарніри карданної передачі приводу керованих коліс, 6 – шестерні вторинного валу, 7 – синхронізатор, 8 – вторинний вал

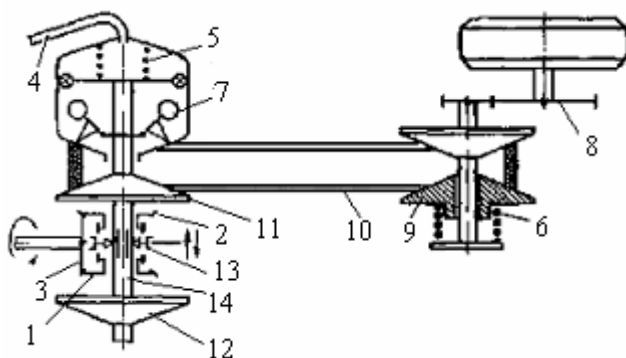


Рисунок 6.7 – Клинопасова безступінчатa коробка передач:
 1, 2 – зубчасті колеса переднього і заднього ходу, 3 – шестерня ведучого валу, 4 – трубопровід, сполучений з впускним колектором двигуна, 5, 6 – пружини, 7 – відцентровий регулятор, 8 – колісний редуктор, 9 – відомий шків, 10 – ремінь, 11, 12 – ведучі шківні приводу правого і лівого коліс автомобіля, 13 – зубчата муфта з вилкою включення переднього і заднього ходу, 14 – вал ведучих шківів

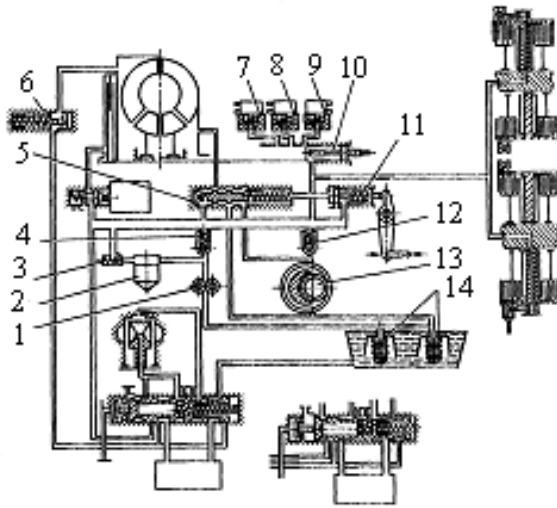


Рисунок 6.8 – Системи керування гідромеханічною передачею:
 1, 13 – задній і передній масляні насоси, 2 – фільтр тонкого очищення оливи, 3, 12 – зворотні клапани, 4 – перепускний клапан, 5 – регулятор тиску; 6 – клапан, 7, 8, 9 – вимикачі блокування гідротрансформатора і включення передач,
 10 – головний золотник, 11 – регулятор режиму тиску,
 14 – оливоприймач

6.2 Роздавальні коробки

Конструкції РК розрізняються за наступними ознаками:

- по розміщенню ведомих валів (із співвісними та неспіввісними відомими валами);
 - по приводу вихідних валів (з блокованим і диференціальним приводом);
 - по кількості передач (одно-, дво-, трьохступінчаті).
- Спеціальні вимоги до РК:
- повне використання тягової сили у відповідності зі зчіпною вагою;
 - відсутність циркуляції потужності в трансмісії машин.

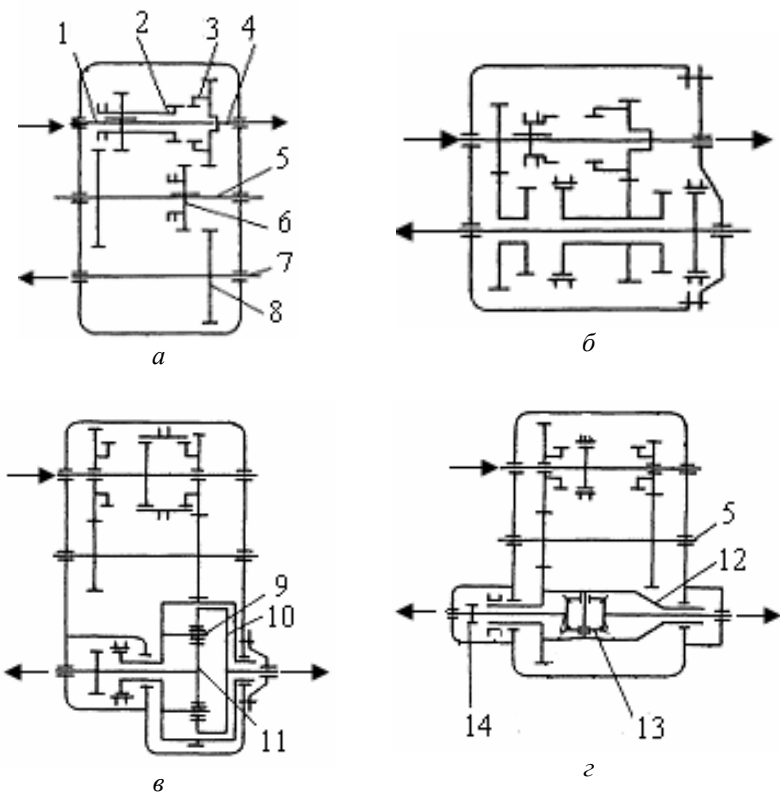


Рисунок 6.9 – Кінематичні схеми роздавальних коробок автомобілів:
a – ГАЗ-66, *б* – ЗИЛ-131, *в* – УРАЛ-375Д, *г* – ВАЗ-2121; 1 – первинний вал, 2 – пересувна каретка з шестернею, 3 – шестерня з зубчатим вінцем, 4 – вал приводу заднього моста, 5 – проміжний вал, 6 – пересувна шестерня, 7 – вал приводу переднього моста, 8 – шестерня, 9 – сателіт планетарного диференціала, 10 – епіциклічна шестерня, 11 – сонячна шестерня, 12 – кінцевий диференціал, 13 – сателіт, 14 – шестерня блокування диференціала

6.3 Додаткові коробки

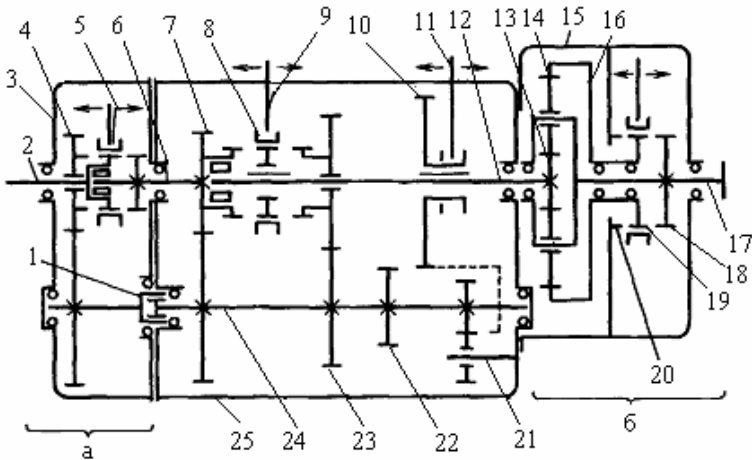


Рисунок 6.10 – Схеми трьохвальної співвісної коробки передач з ділителем і демультіплікатором:

a – ділитель, *б* – демультіплікатор; 1 – шлицьове з'єднання проміжних валів дільника і коробки передач, 2 – ведучий вал дільника, 3 – картер дільника, 4 – шестерня вищої передачі дільника, 5 – зубчаста муфта з вилкою перемикання передач дільника, 6 – ведучий вал коробки передач, 7 – шестерня ведучого валу коробки передач, 8 – зубчаста муфта, 9, 11 – вилки перемикання передач третьої, другої і заднього ходу, 10 – зубчасте колесо-каретка, 12 – відомий вал коробки передач, 13 – сонячна шестерня планетарного механізму демультіплікатора, 14 – коронна шестерня планетарного механізму, 15 – картер демультіплікатора, 16 – водило планетарного механізму, 17 – відомий вал демультіплікатора, 18, 20 – вінець зубчастої муфти, 19 – зубчаста муфта з вилкою перемикання передач демультіплікатора, 21 – вісь шестерні заднього ходу, 22 – шестерня першої передачі, 23 – шестерня другої передачі, 24 – проміжний вал коробки передач, 25 – картер коробки передач

6.4 Карданні передачі

Карданні передачі застосовуються в трансмісіях автомобілів і тракторів для силового зв'язку механізмів, вали яких неспіввісні або розташовані під кутом, причому взаємне положення їх може змінюватися в процесі руху.

Передача складається з:

- одного або декількох карданних шарнірів;
- карданних валів;
- проміжних опор.

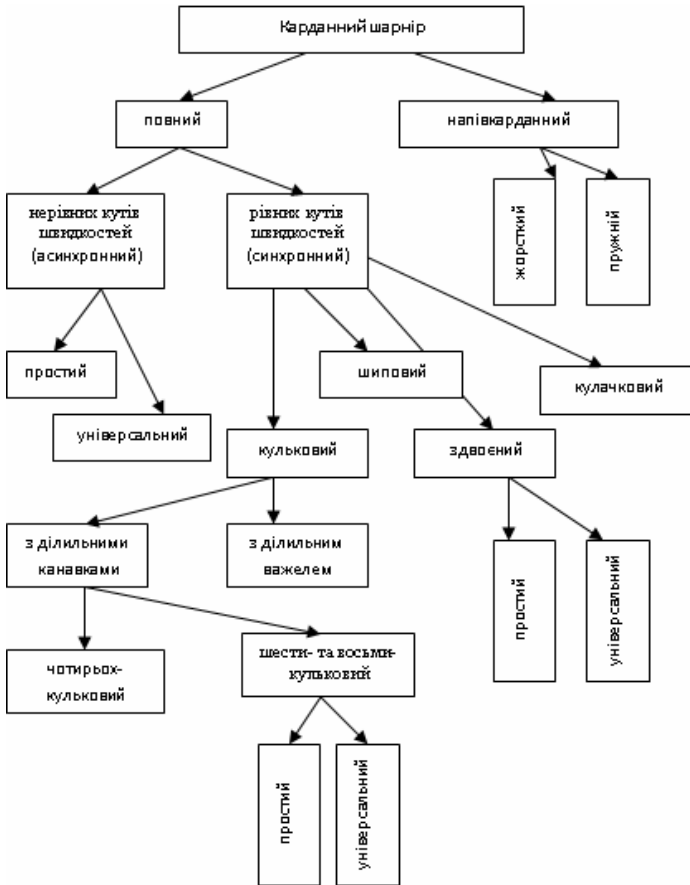


Рисунок 6.11 – Класифікація карданних шарнірів

До карданних передач пред'являються наступні вимоги:

- передача крутного моменту без створення додаткових навантажень в трансмісії, які вигинають, скручують деталі, зумовлюють протікання вібраційних процесів;
- можливість передачі крутного моменту із забезпеченням рівності кутових швидкостей ведучого та ведомого валів незалежно від кута між з'єднуваними валами;
- високий ККД;
- безшумність роботи.

В основі всіх конструкцій карданних шарнірів рівних кутових швидкостей лежить єдиний принцип: точки контакту, через які передаються окружні сили, знаходяться в бісекторній площині валів (рис. 6.12).

Розрізняють карданні передачі: закриті та відкриті; за схемою розташування – плоскі (ведучі вилки шарнірів розташовані під кутом 90° одна до одної), просторові (вали розташовані не в одній площині).

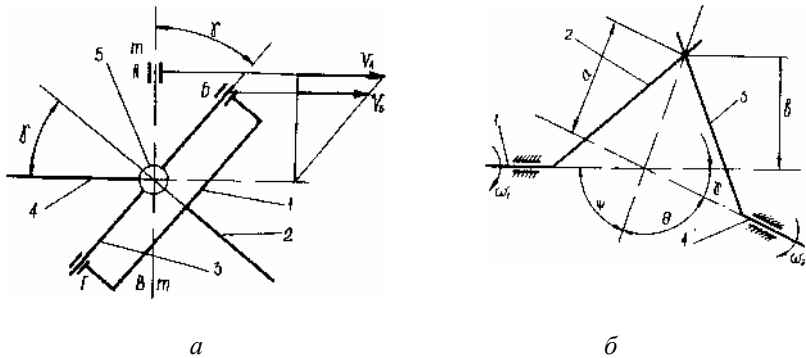


Рисунок 6.12 – Кінематичні схеми шарнірів:

a – жорсткого асинхронного шарніра: 1 – вилка ведомого валу, 2 – ведомий вал, 3 – шип хрестовини, 4 – ведучий вал, 5 – центр хрестовини; *б* – синхронного шарніра: 1 – ведучий вал, 2 – поводек вилки ведучого валу, 3 – поводек вилки ведомого валу, 4 – ведомий вал, (*m - m*) – бісекторна площина

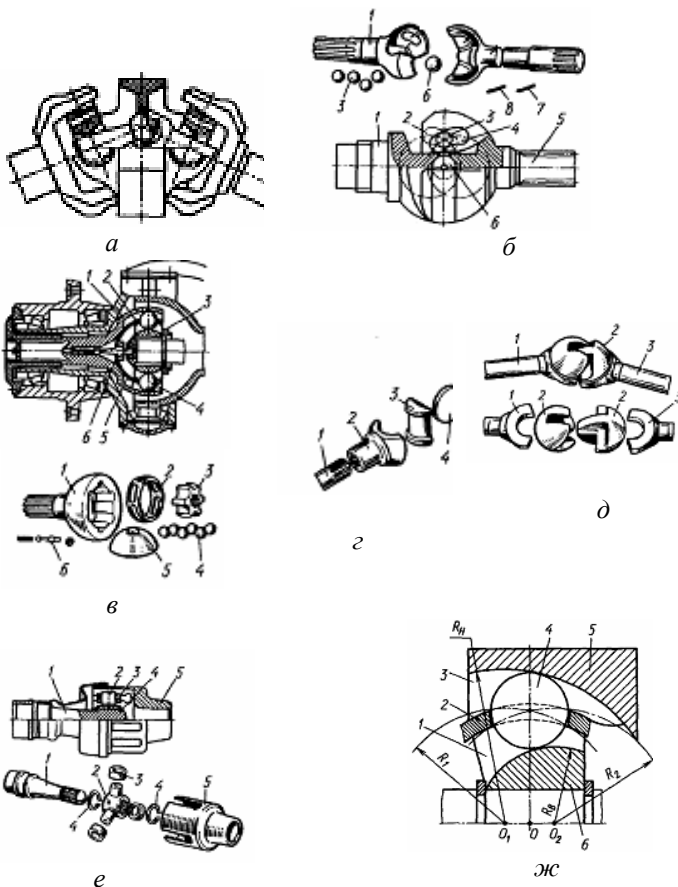


Рисунок 6.13 – Схеми карданних шарнірів рівних кутів швидкостей:

- a* – здвоєний шарнір; *б* – шарнір типу «Вейс»: 1 і 5 – зовнішня і внутрішня піввісі, 2 і 4 – ділильні канавки для кульок, 3 – кулька, 6 – центруюча кулька, 7 – палець, 8 – стопорний штифт; *в* – шарнір типу «Рцеппа»: 1 – зовнішня чашка, 2 – сепаратор, 3 – зірочка, 4 – кульки, 5 – внутрішня чашка, 6 – ділильний важілець; *г* – дискового шарнір; *д* – сухарний шарнір: 1 і 7 – зовнішня і внутрішня піввісі, 2 і 6 – вилки, 3 і 5 – сухарі, 4 – диск; *е* – шарнір типу «Трипод»: 1 – вал, 2 – втулка з трьома шипами, 3 – ролик, 4 – стопорне кільце, 5 – сепаратор; *ж* – шарнір типу «Бірфільд»: 1 – внутрішня ділильна канавка, 2 – центруючий сепаратор, 3 – зовнішня ділильна канавка, 4 – кулька, 5 – чашка, 6 – зірочка

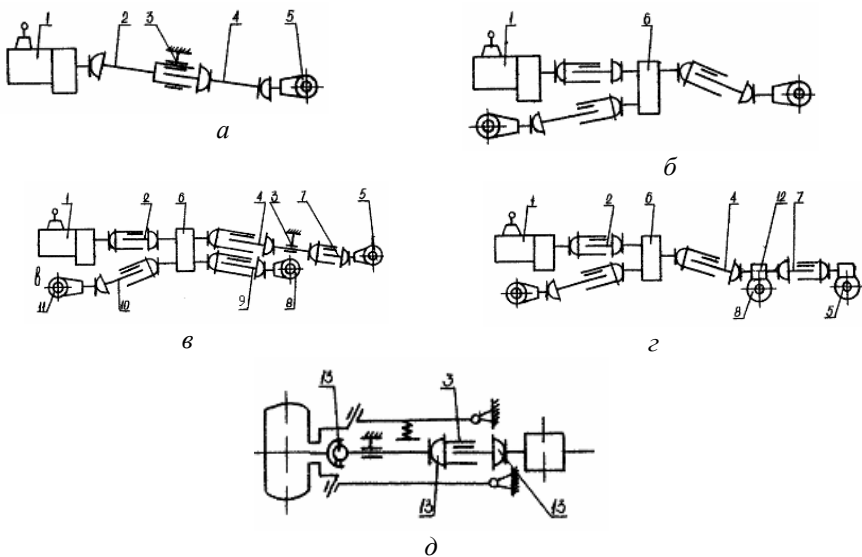


Рисунок 6.14 – Схеми карданних передач:
 а – двовісного автомобіля з одним заднім ведучим мостом,
 б – двовісного повнопривідного автомобіля, в – тривісного автомобіля з
 індивідуальним приводом мостів, г – тривісного повнопривідного
 автомобіля з проміжним прохідним мостом, д – приводу ведучого
 керованого колеса; 1 – ДВЗ, 3 – проміжна опора валу, 5, 8, 11 – механізми
 ведучого моста, 6 – роздавальна коробка, 13 – ШРКШ

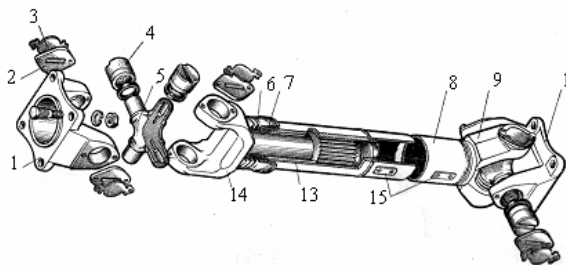


Рисунок 6.15 – Карданний вал автомобіля ЗІЛ-131 з шарнірами нерівних
 кутових швидкостей:

1 – вилка-фланець, 2 – кришка підшипника, 3 – стопорна пластина,
 4 – голчастий підшипник, 5 – хрестовина, 6 – захисна муфта, 7 – обойма
 сальника, 8 – вал, 9 – глуха вилка, 10 – стакан підшипника, 11 – голки
 підшипника, 12 – сальник, 13 – шліцьова втулка, 14 – рухома вилка, 15 –
 пластина балансування, 16 – торцевий сальник



a



б

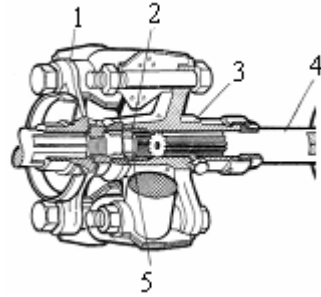
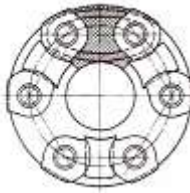


Рисунок 6.16 – Пружні ланки півкарданних шарнірів:
a – гумова, *б* – гумова з тросовим підсиленням

Рисунок 6.17 – Карданна передача з пружним півкарданним шарніром:
1 і 3 – фланці, 2 – втулки,
4 – карданний вал,
5 – центруюче кільце

6.5 Головні передачі

Головна передача забезпечує постійне збільшення крутного моменту і передачу його до ведучих коліс. Головна передача вибирається з умов отримання заданої максимальної швидкості автомобіля (трактора) на вищій передачі в коробці передач і оптимальної паливної економічності.

До головних передач пред'являються наступні вимоги:

- мінімальні розміри по висоті для забезпечення максимального можливого дорожнього просвіту;
- можливо нижчий рівень шуму;
- загальні вимоги: забезпечення мінімальних розмірів і маси, простота пристрою і обслуговування, технологічність, ремонтпридатність.

Класифікація головних передач наведена на рис. 6.18. Можливі схеми компоновання елементів головних передач автомобілів наведено на рис. 6.19.

В трансмісіях тракторів має місце центральна передача та кінцева передача (рис. 6.21–6.25). Центральних передач може бути дві (дві пари конічних шестерень), якщо розділення крутного моменту здійснюється в коробці передач.

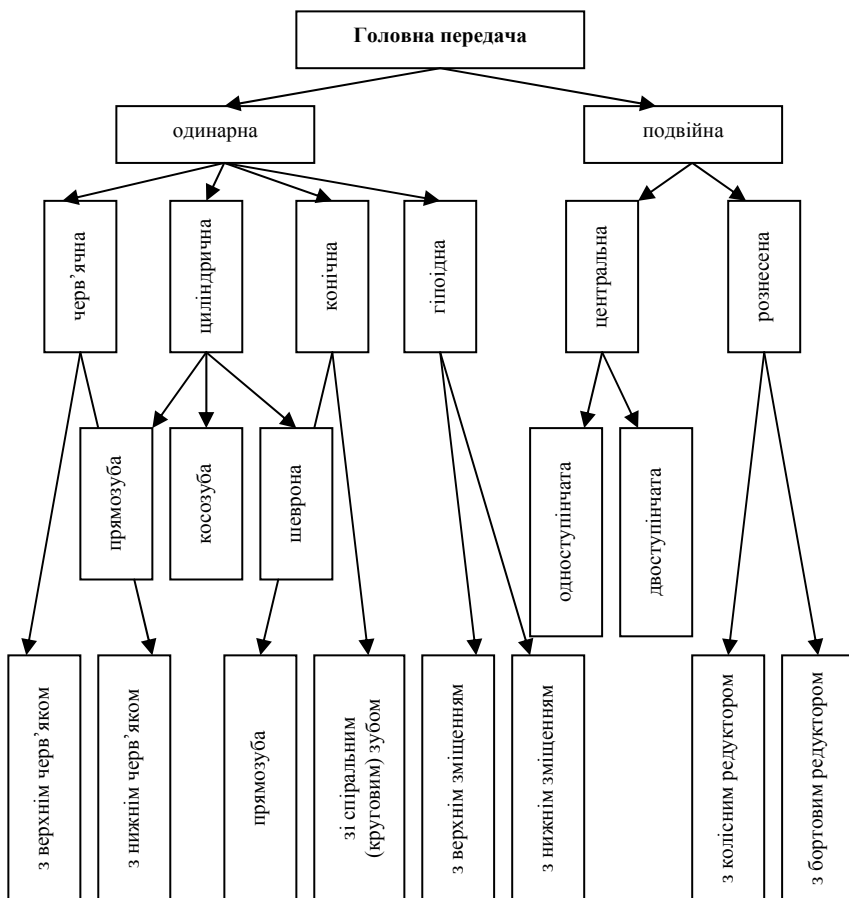


Рисунок 6.18 – Класифікація головних передач

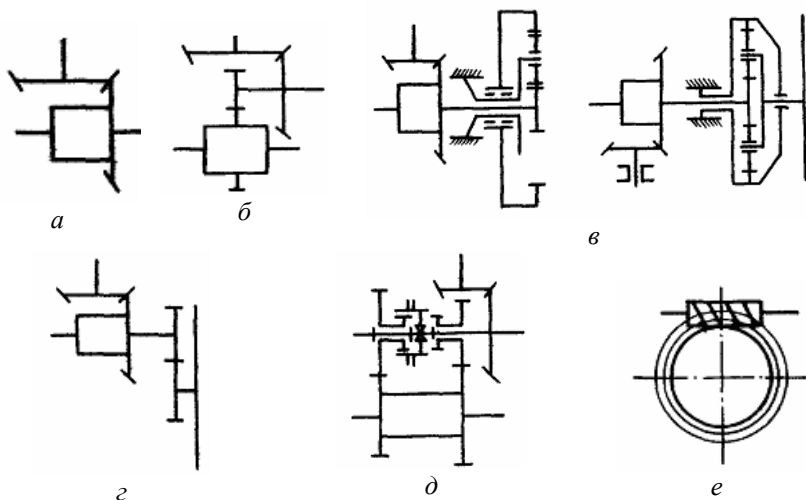


Рисунок 6.19 – Схеми головних передач автомобілів:
a – одинарна, *б* – подвійна, *в* – подвійна рознесена з планетарним колісним редуктором і колісним редуктором з нерухомими осями шестерень, *г* – подвійна рознесена з бортовою передачею, *д* – двоступенева (двошвидкісна), *е* – черв'ячна

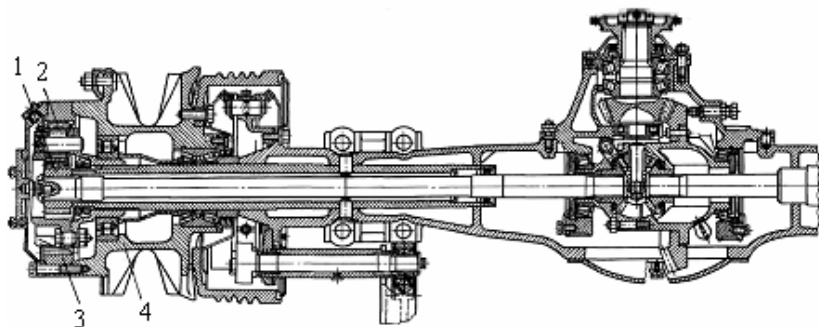


Рисунок 6.20 – Рознесена головна передача з колісними редукторами:
 1 – сонячна шестерня, 2 – сателіти, 3 – епіциклічна шестерня, 4 – ступиця

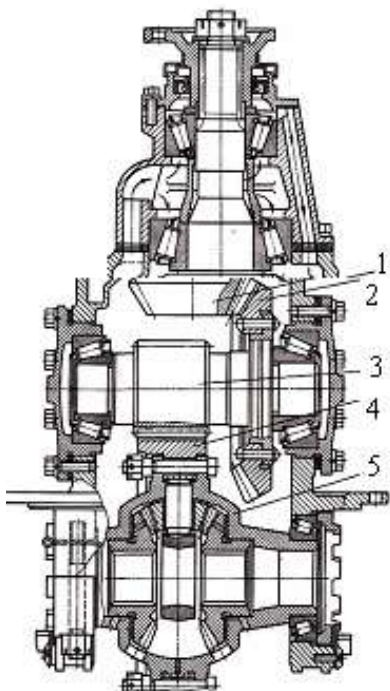


Рисунок 6.21 – Центральна головна передача з валами, розташованими в одній площині:

1 – конічна шестерня, 2 – конічне колесо, 3 – циліндрична шестерня, 4 – циліндричне колесо, 5 – диференціал

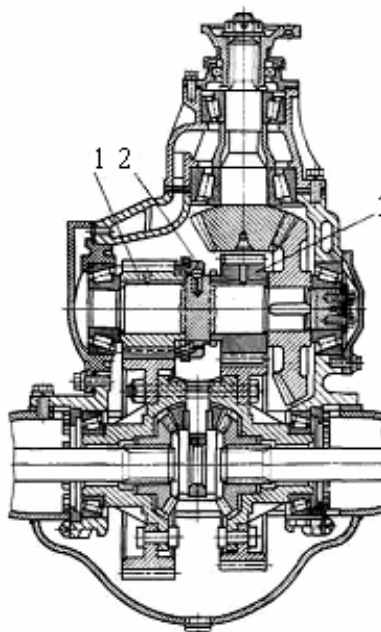


Рисунок 6.22 – Двоступенева головна передача з циліндричною зубчатою передачею:

1 – шестерня нижчої передачі, 2 – муфта перемикання передач, 3 – шестерня вищої передачі

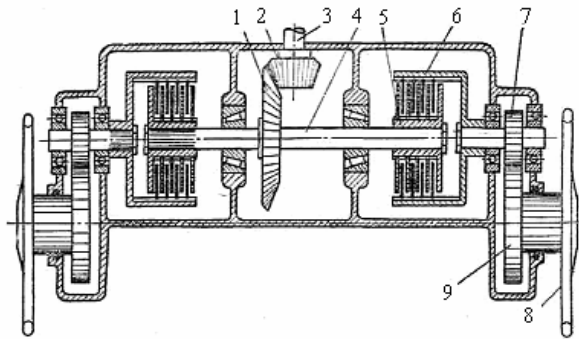


Рисунок 6.23 - Схема головної передачі гусеничного трактора з одноступеневою конічною передачею:

1, 2 - конічні шестерні центральної передачі, 3 - вторинний вал коробки передач, 5 - ведуча частина фрикційної муфти, 6 - відома частина фрикційної муфти, 7, 9 - циліндричні шестерні кінцевої передачі, 8 - ведучі колеса

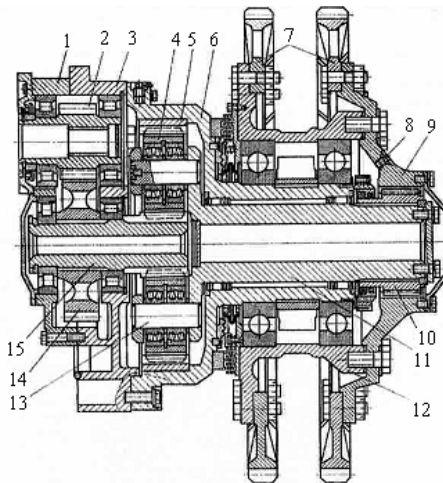


Рисунок 6.24 - Кінцева передача трактора ДЗТ-250М:

1 - кришка, 2, 14 - зубчасті колеса, 3 - картер, 4 - сателіт, 5 - епіциклічна шестерня, 6 - кронштейн, 7 - венець, 8 - пробка, 9, 10 - муфта, 11 - водило, 12 - барабан, 13 - вісь сателіта, 15 - сонячна шестерня

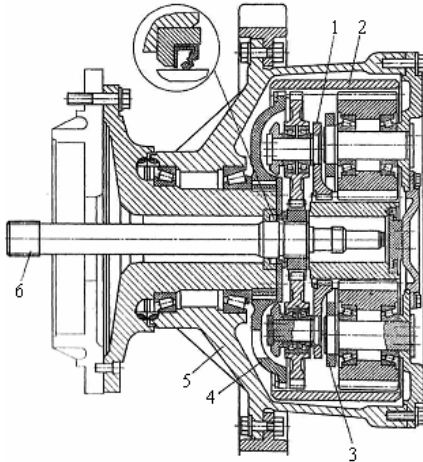


Рисунок 6.25 - Кінцева передача гусеничного трактора D9L (США)
 1 - водило першого планетарного ряду, 2 - епіциклічне колесо всіх рядів, 3 - водило другого планетарного ряду, 4 - диск, 5 - барабан, 6 - піввісь

6.6 Диференціали

Диференціал є механізмом трансмісії, який виконує функції розподілу крутного моменту, що підводиться до нього між колесами або мостами (у деяких автомобілях між бортами), що дозволяє відомим валам обертатися з неоднаковими кутовими швидкостями.

До диференціала пред'являють наступні вимоги:

- розподіл крутних моментів, між колесами і мостами в пропорції, що забезпечує найкращі експлуатаційні властивості (максимальну тягову силу, хорошу стійкість і керованість);

- загальні вимоги: забезпечення мінімальних розмірів і маси, простота пристрою і обслуговування, технологічність, ремонтпридатність.

Відношення моменту на відстаючому валу, до моменту забігаючого валу, характеризує розподіл крутних моментів між піввісями або мостами, і називається коефіцієнтом блокування K_{σ} .

$$K_{\sigma} = \frac{M_{\text{відст.}}}{M_{\text{забіг.}}} \quad (6.1)$$

В залежності від типу диференціала $K_{\delta}=1\dots\infty$: $K_{\delta}=1$ при $M_{\text{відст.}}=M_{\text{забіг.}}$, $K_{\delta}=\infty$ при $M_{\text{забіг.}}=0$.

Іноді під коефіцієнтом блокування розуміють відношення моменту тертя в диференціалі до моменту на коробці диференціалу:

$$K_{\delta}^1 = M_m / M_{\delta} \quad (6.2)$$

При такому розподілі коефіцієнт блокування $K_{\delta}^1 = 0\dots 1$: $K_{\delta}^1 = 0$, якщо тертя в диференціалі відсутнє; $K_{\delta}^1 = 1$, якщо $M_m = M_{\delta}$ (повне блокування диференціалу).

Рівняння симетричного диференціалу має вигляд:

$$\omega_1 + \omega_2 = 2\omega_{\delta} \quad (6.3)$$

Для симетричного диференціалу моменти на піввісях:

$$M_{\text{відст.}} = 0,5 M_{\delta} + M_m \quad (6.4)$$

$$M_{\text{забіг.}} = 0,5 M_{\delta} - M_m \quad (6.5)$$

При відсутності втрат у симетричному диференціалі моменти на піввісях розподіляються порівну:

$$M_1 = M_2 = 0,5 M_{\delta} \quad (6.6)$$



Рисунок 6.26 - Схеми симетричних диференціальних механізмів
а - конічний, б - циліндричний

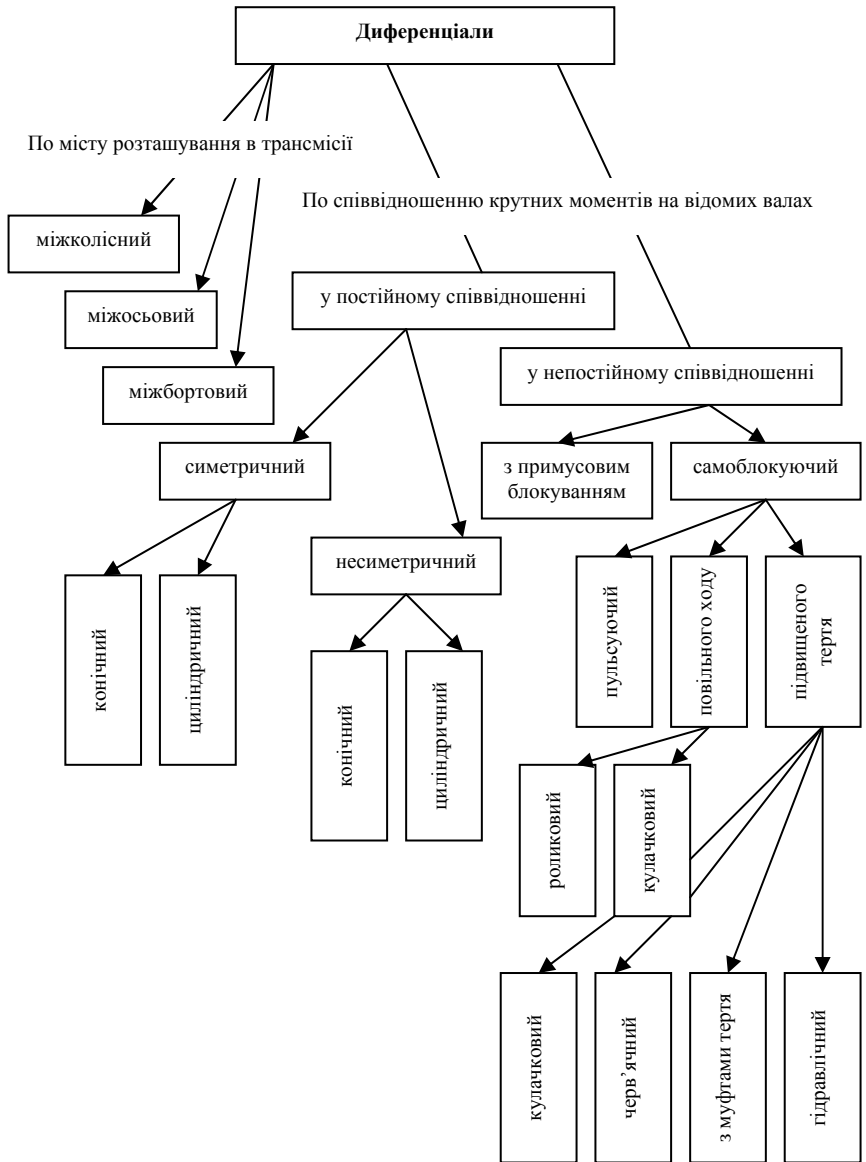


Рисунок 6.27 - Класифікація диференціалів

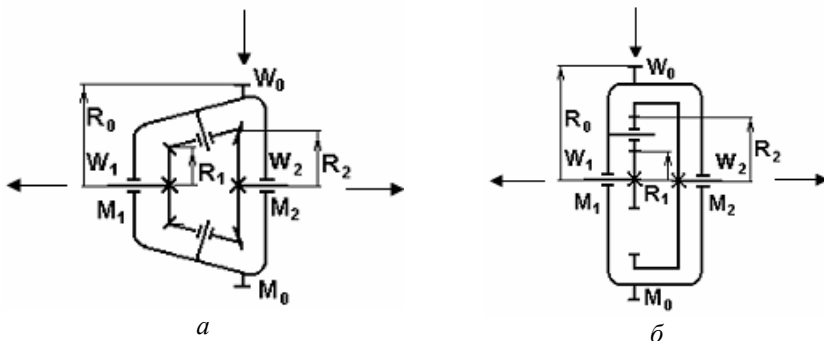


Рисунок 6.28 - Схеми несиметричних диференціальних механізмів
 в - конічний, з - циліндричний

Контрольні питання до розділу:

1. За якими ознаками класифікуються КП?
2. Послідовність передач силового потоку при роботі на різних передачах (пояснити на прикладі однієї з розглянутих КП).
3. Призначення, основні елементи конструкції, принципи роботи синхронізатора КП ЗИЛ-4314.
4. У чому полягає різниця між ділителем і демультіплікатором, які можуть додатково встановлюватися на КП?
5. Переваги трансмісій з диференціальним приводом в роздавальних коробках.
6. Приведіть послідовність передач крутного моменту в РК на рис. 6.2 а.
7. В чому полягає різниця між РК, наведеними на рис. 6.2 б, з?
8. У чому полягає призначення карданної передачі і вимоги, що пред'являються до неї?
9. Які розрізняють конструктивні варіанти карданних передач по силовому приводу до ведучих коліс?
10. Назвіть типи та сформулюйте особливості конструкції карданних шарнірів рівних кутових швидкостей.
11. У чому полягають кінематичні умови вирівнювання кутових швидкостей ведучого і відомого валів карданних передач?
12. Яке призначення головних передач?
13. Які існують типи центральної, кінцевої передач тракторів?
14. Яке призначення міжколісного диференціала?
15. Наведіть конструктивні варіанти міжосьових диференціалів.

16. Яке призначення механізмів блокування диференціалів?

Література: [2], с.109-120; [3], с.54-68 с.72-75, 95-97; [6], с.120-148, 183; [9], с.183-193, 325-339; [11], с.331-373; [13], с. 218-224; [14], с. 188-190, 194-205; [15], с. 104-113, с. 126-140, 146-151.

7 ХОДОВА ЧАСТИНА МАШИН

7.1 Ходова частина автомобіля

Ходова частина автомобіля призначена для реалізації тягово-динамічних, швидкісних характеристик силової передачі, а також для забезпечення прохідності, плавності ходу і його керованості при русі.

Ходова частина автомобіля складається з таких елементів:

- рушій (колісний, гусеничний);
- підвіска;
- мости (вісі);
- несуча система (рама, кузов, корпус).

7.1.1 Підвіска автомобіля

Підвіска, будучи елементом ходової частини, призначена для забезпечення пружного з'єднання несучої системи автомобіля з його колесами.

Підвіска (система підресорювання) автомобіля складається з наступних основних елементів конструкції:

- пружний елемент;
- елемент, поглинаючий коливання;
- направляючі пристрої (важелі, штанги);
- стабілізатори (для підвищення кутової жорсткості підвіски);
- елементи з'єднання (шарніри, шарнірні опори);
- обмежувачі ходу (буфери стиснення, відбою).

Підвіска автомобіля - це технічно складний агрегат, який має наступну будову:

- **пружні елементи** - металеві (пружини, ресори, торсіони) і неметалеві (пневматичні, гідропневматичні, гумові) деталі, які, в силу своїх пружних характеристик, приймають навантаження від нерівностей дороги і розподіляють його на кузов автомобіля;

- **поглинаючі пристрої** (амортизатори) - агрегати, що мають гідравлічну, пневматичну або гідропневматичну будову і призначені для нівелювання коливань кузова, отриманих від пружного елемента;

- **направляючі елементи** - різні деталі у вигляді важелів (поперечних, поздовжніх), що забезпечують з'єднання підвіски з кузовом і визначають переміщення коліс і кузова відносно один одного;

- **стабілізатор поперечної стійкості** - пружна металева штанга, що з'єднує підвіску з кузовом і перешкоджає збільшенню крену автомобіля в процесі руху;

- **опори колеса** - спеціальні поворотні кулаки (на передній вісі), що сприймають навантаження, які виходять від коліс, і розподіляють їх на всю підвіску;

- **елементи кріплення деталей, вузлів і агрегатів підвіски** - це засоби з'єднання елементів підвіски з кузовом і між собою: жорсткі болтові з'єднання; композитні сайлентблоки; шарові шарніри (або шарові опори).

Складність вимог, що пред'являються до підвісок автомобілів, визначається перш за все великим впливом конструкції підвіски і її характеристик на основні властивості автомобіля:

- рухливість;
- маневреність (керованість);
- прохідність.

Важливо відзначити вплив параметрів підвіски на можливість руху автомобіля з заданими швидкостями по ґрунтових дорогах і місцевості.

Основними вимогами до підвіски автомобілів є:

- забезпечення необхідного розподілу навантажень на вісі (колеса) автомобіля;

- отримання заданих параметрів плавності ходу;
- забезпечення руху по нерівних дорогах без ударів в відбійник;
- обмеження поперечного крену автомобіля;
- кінематичне узгодження переміщень керованих коліс, що виключає їх коливання відносно шворнів;
- забезпечення загасань коливань кузова і коліс;
- сталість колії, кутів нахилу коліс; сталість кутів нахилу шворнів;
- надійна передача від коліс до несучої системи поздовжніх і поперечних сил;

- маленькі зміни (у порівнянні зі статичними) траєкторій гойдання коліс при русі по нерівній дорозі і при повороті;

- забезпечення стійкості руху і прохідності автомобіля;

- мала вага кінематичних ланок (зниження маси безпружинних частин);

- живучість, експлуатаційна надійність і довговічність;

- зручність і простота обслуговування.

Класифікація підвісок автомобілів наведена на рис. 7.1.

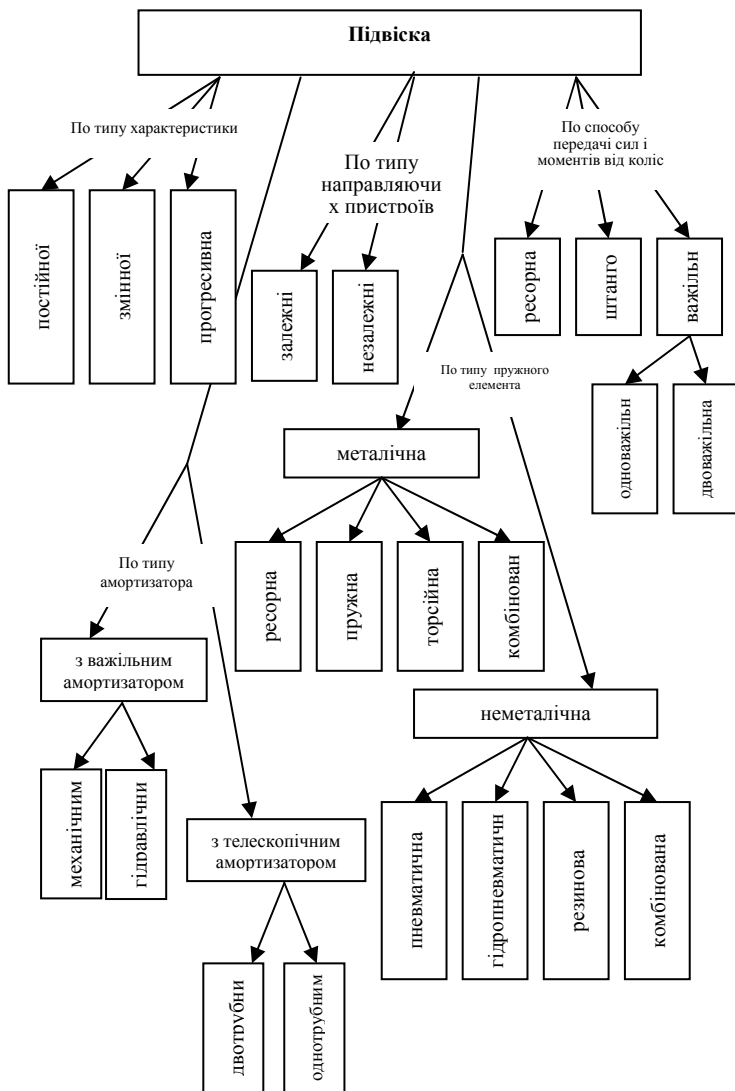


Рисунок 7.1 - Класифікація підвісок

Кути, що характерні для установки керованих коліс наведені на рис. 7.2. Ознаки, за якими класифікують підвіски автомобілів, наведені на рис. 7.3. Деякі схеми підвісок наведені на рис. 7.4-7.5.

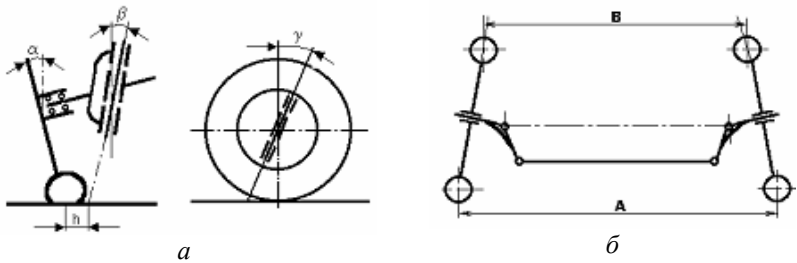


Рисунок 7.2 - Схема установки керованих коліс автомобіля:
a - вид на колесо спереду та збоку; *б*- вид на колеса зверху; α - кут розвалу колеса; β - кут поперечного нахилу вісі обертання колеса;
 γ - кут подовжнього нахилу осі обертання колеса; *h* - плече обкатування колеса

Одним з недоліків залежної підвіски ведучих коліс є велика невіднесена маса, яка незадовільно впливає на такі показники, як комфорт автомобіля, його стійкість і керуваність. У залежній підвісці «Де Діон» картер головної передачі закріплюється на поперечині рами або на кузові, а привід коліс здійснюється піввісями на шарнірах, при цьому колеса з'єднуються зігнутою балкою. Підвіска залишається залежною, проте за рахунок кріплення масивної головної передачі окремо від моста невіднесена маса істотно зменшується.

Вдосконалення конструкції підвіски «Де Діон» дало можливість виконувати її також і незалежною. Наприклад, корпус головної передачі закріплюється на підрамнику, колеса підвішуються на п'яти важелях, та приводяться піввісями, що гойдаються.

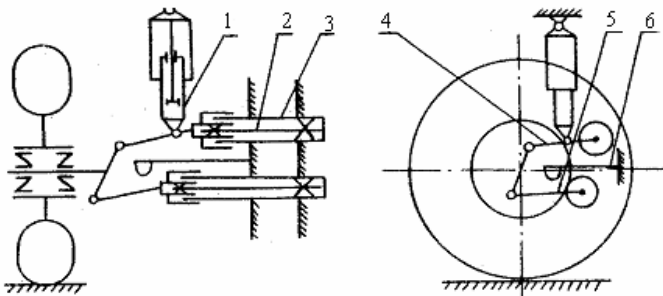


Рисунок 7.3 - Схема передньої важільно-торсійної підвіски:
 1 - телескопічний амортизатор, 2 - торсіон, 3 - труба торсіону (направляючий пристрій), 4, 5 - верхній, нижній важелі,
 6 - кронштейн гумового буфера

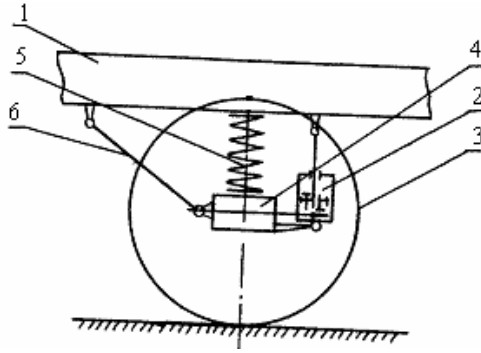


Рисунок 7.4 - Схема важільно-пружинної підвіски на повздовжніх важелях:

- 1 - фрагмент рами, 2 - амортизатор, 3 - колесо, 4 - маточинний вузол, 5 - пружний елемент (циліндрична пружина), 6 - повздовжній важіль

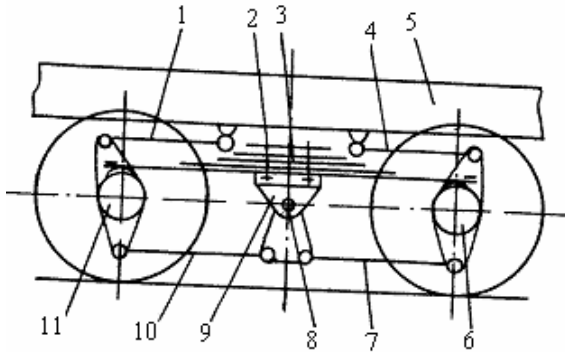


Рисунок 7.5 - Схема балансірної підвіски:

- 1, 4, 7, 10 - верхні, нижні реактивні штанги з шарнірами, 2 - стрем'янка, 3 - ресора, 5 - фрагмент рами, 6, 11 - корпуси середнього і заднього мостів, 9 - корпус балансіра з віссю

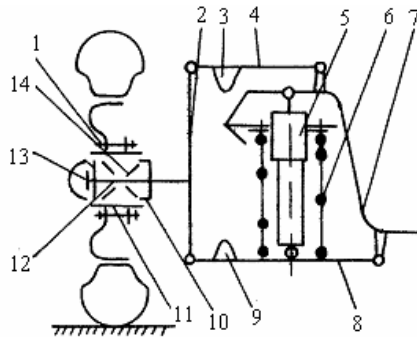


Рисунок 7.6 - Схема незалежної важільної передньої підвіски:
 1 - гайка кріплення диска колеса, 2 - вертикальна стійка, 3 - буфер віддачі, 4 - верхній поперечний важіль, 5 - амортизатор, 6 - пружина, 7 - підрамник, 8 - нижній поперечний важіль, 9 - буфер стиску, 10 - поворотний кулак, 11 - маточинний вузол, 12, 14 - підшипники, 13 - гайка

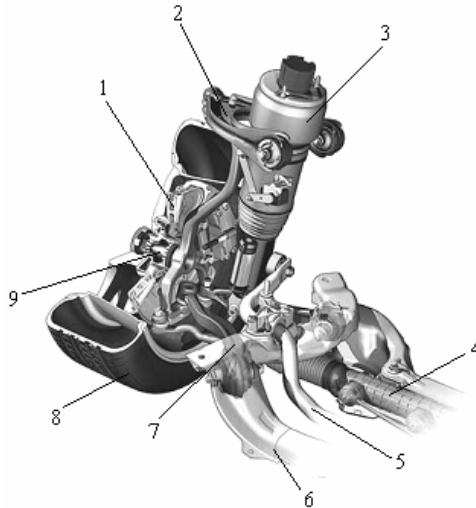


Рисунок 7.7 - Схема незалежної пневмогідрравлічної підвіски на двох поперечних важелях:
 1 - гальмівний диск, 2 - верхній важіль, 3 - пневмогідрравлічна стійка (пружний елемент, елемент, що гасить коливання), 4 - корпус рульового механізму, 5 - стабілізатор поперечної стійкості, 6 - підрамник, 7 - нижній важіль, 8 - шина, 9 - поворотна цапфа

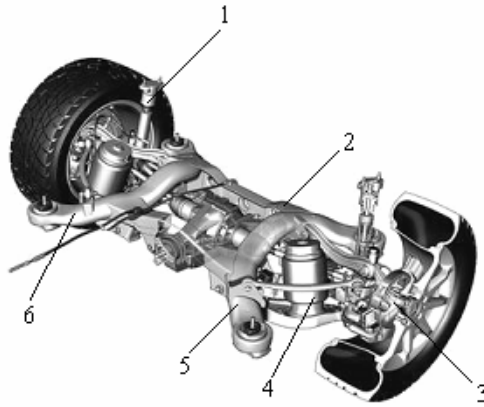
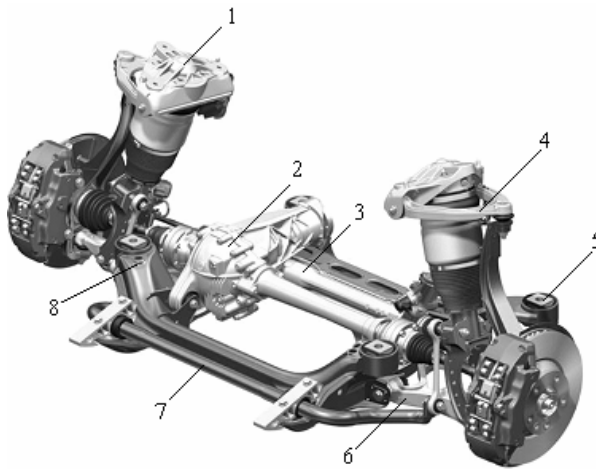
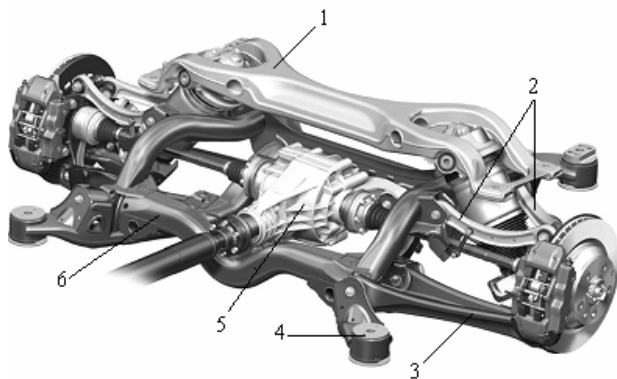


Рисунок 7.8 - Залежна підвіска «Де Діон» з пневматичними пружними елементами:

- 1 - амортизатор, 2 - поперечина, 3 - ступичний вузол,
4 - пневматичний пружний елемент, 5, 6 - важелі



a



б

Рисунок 7.9 - Підвіска автомобіля Audi Q7:

- a* - передня підвіска: 1 - опірня стійка, 2 - передній ведучий міст, 3 - корпус рульового механізму, 4 - верхній важіль, 5 - гумова прокладка опірних елементів, 6 - нижній важіль, 7 - балка стабілізатора, 8 - підрамник; *б* - задня підвіска: 1 - верхній поперечний підрамник, 2 - поперечні важелі, які керують, 3 - нижній поперечний важіль, 4 - гумова прокладка опірних елементів, 5 - задній ведучий міст, 6 - підрамник

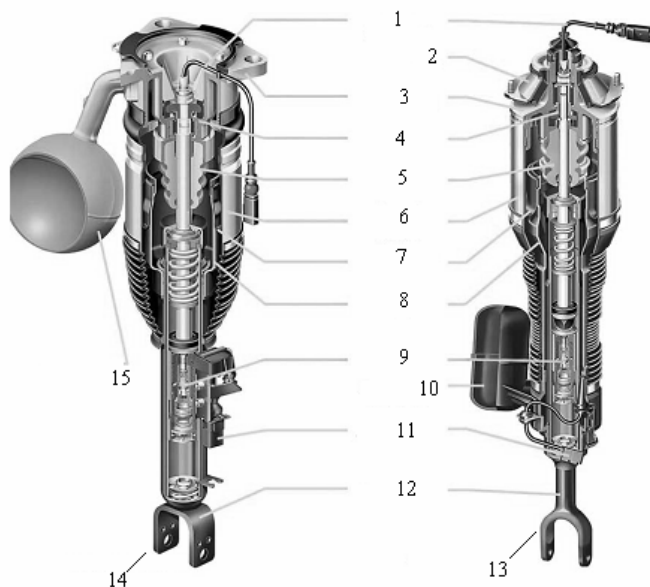


Рисунок 7.10 - Пневматична стійка з амортизатором змінної жорсткості
 1 - кабель амортизатора, 2 - упорний підшипник стійки, 3 - кришка пневмокамери, 4 - верхня опора амортизатора, 5 - відбійник, 6 - зовнішній направляючий елемент, 7 - мембрана пневматичної пружини, 8 - корпус, 9 - механізм регулювання жорсткості, 10 - додаткова камера, 11 - датчик прискорення, 12 - вилка кріплення, 13 - стійка передньої підвіски, 14 - стійка задньої підвіски, 15 - додаткова камера

7.1.2 Автомобільні шини

До шин автомобілів висуваються наступні вимоги:

- відповідність нормальної, бічної, крутильної і кутової жорсткості, тангенціальної еластичності параметрам автомобіля і умовам руху;
- камерні і безкамерні шини, змонтовані на ободі повинні бути герметичними і забезпечувати задану стабільність внутрішнього тиску за часом;
- зчеплення шини з покриттям дороги повинне бути достатнім, а опір коченню мінімальним;
- шина повинна забезпечувати низьке питоме навантаження на дорогу;
- рисунок протектора повинен відповідати дорожньому покриттю;
- шина повинна мати достатню міцність (протистояти проколам та іншим видам пошкоджень) і зносостійкість протектора, повинна

забезпечувати задану довговічність, зручність монтажу і демонтажу, ремонтпридатність.

Конструкція та конструктивні елементи шин наведені на рис. 7.11, 7.12, а ознаки класифікації на рис. 7.13.

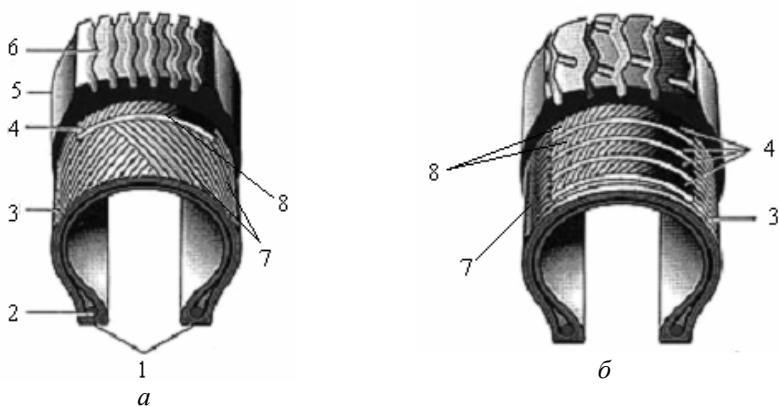


Рисунок 7.11 - Конструкція шини:

a - діагональна, *б* - радіальна; 1 - борт, 2 - бортова проволока, 3 - каркас, 4 - брекер, 5 - боковина, 6 - протектор, 7 - нитки каркасу, 8 - нитки брекера

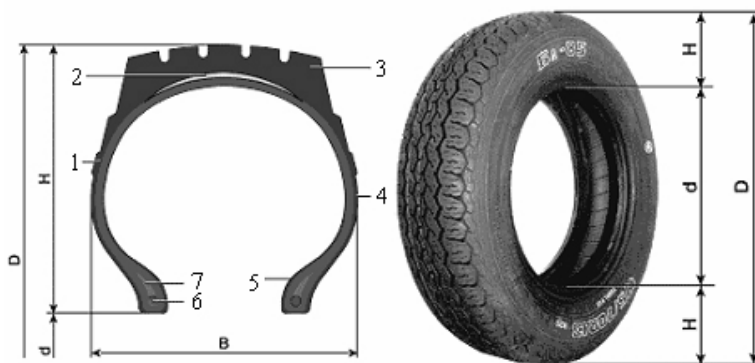


Рисунок 7.12 - Конструктивні елементи і основні розміри шин:

1 - каркас, 2 - брекер, 3 - протектор, 4 - боковина, 5 - борт, 6 - бортове кільце, 7 - наповнювальний шнур; D - зовнішній діаметр, H - висота профілю шини, B - ширина профілю шини, d - посадочний діаметр обода колеса (шини)

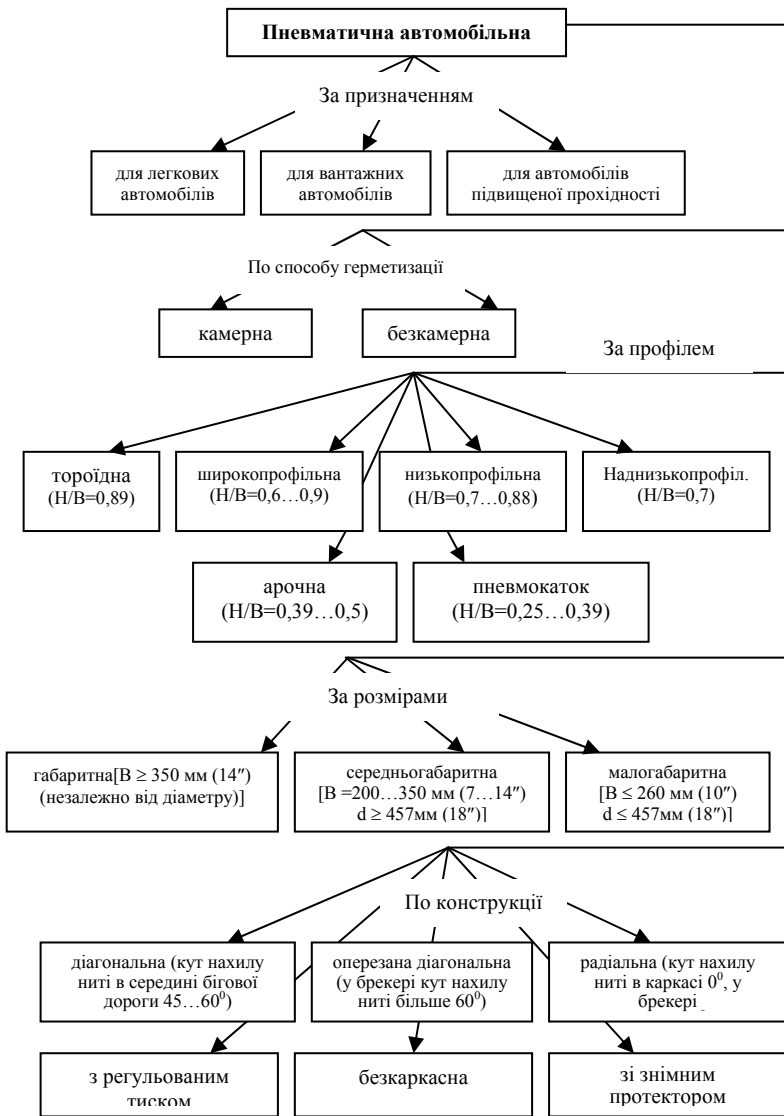


Рисунок 7.13 - Класифікація автомобільних шин

7.1.3 Несуча система

Конструкція рами повинна забезпечувати:

- стабільне взаємне положення механізмів автомобіля і кузова;
- хорошу технологічність, виробничу та ремонтну;
- міцність та надійність при мінімальній масі;
- при прогинах та закручуванні елементів рами не повинно порушуватися кінематичне узгодження механізмів та їх працездатність, що визначається жорсткістю рами та конструкцією кріплення механізмів.

Класифікація автомобілів по несучій схемі наведена на рис. 7.14.

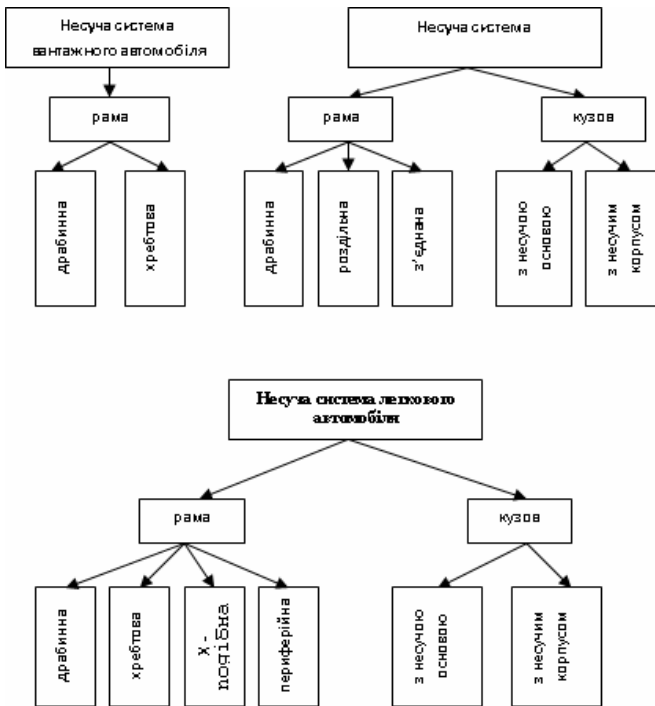


Рисунок 7.14 - Класифікація автомобілів по несучій силевій схемі

7.1.4 Міст автомобіля

До мостів автомобілів висуваються наступні вимоги: мінімальна маса; найменші габаритні розміри; оптимальна жорсткість. Вимоги зменшення розмірів обумовлені необхідністю забезпечення заданого значення дорожнього просвіту, положення центра маси автомобіля. Оптимальна жорсткість моста визначає жорсткість системи керування і положення коліс, навантаженість елементів головної передачі і піввісей. Ведучі мости включають елементи трансмісії: головну передачу, диференціал, піввісі. Керовані мости включають до себе поворотні цапфи, деталі, що їх з'єднують. Ознаки класифікації мостів автомобілів наведено на рис. 7.15.

Колесо - конструкція, яка складається з обода та елемента (диска), який з ним з'єднується за допомогою деталей кріплення. На колесо монтують пневматичну шину, далі його закріплюють на маточині.

7.5 Автомобільне колесо

До коліс автомобілів пред'являються наступні вимоги:

- повна відповідність шини, яка застосовується, жорсткості й конструкції обода;

- надійне кріплення до маточини;
- міцність та довговічність;
- мінімальне биття та дисбаланс;
- мінімальні маси і момент інерції;
- легкість монтажу і демонтажу шини.

При використанні безкамерних шин запропоновані додаткові вимоги:

- однакові посадочні розміри для камерної і безкамерної шин;
- можливість встановлення камерної шини;
- забезпечення початкової герметизації при накачуванні;
- наявність корозійностійкого покриття для захисту металу та для полегшення монтажних-демонтажних робіт.

Класифікація коліс наведена на рис. 7.16.

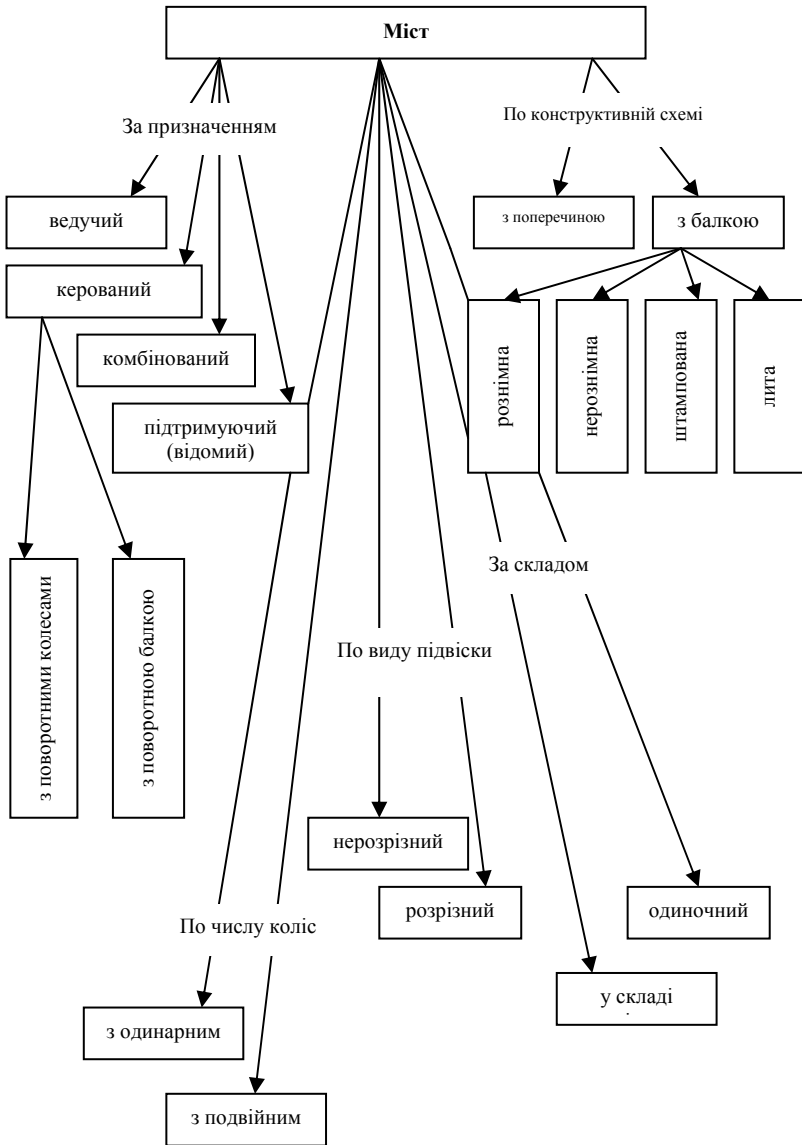


Рисунок 7.15 - Класифікація мостів

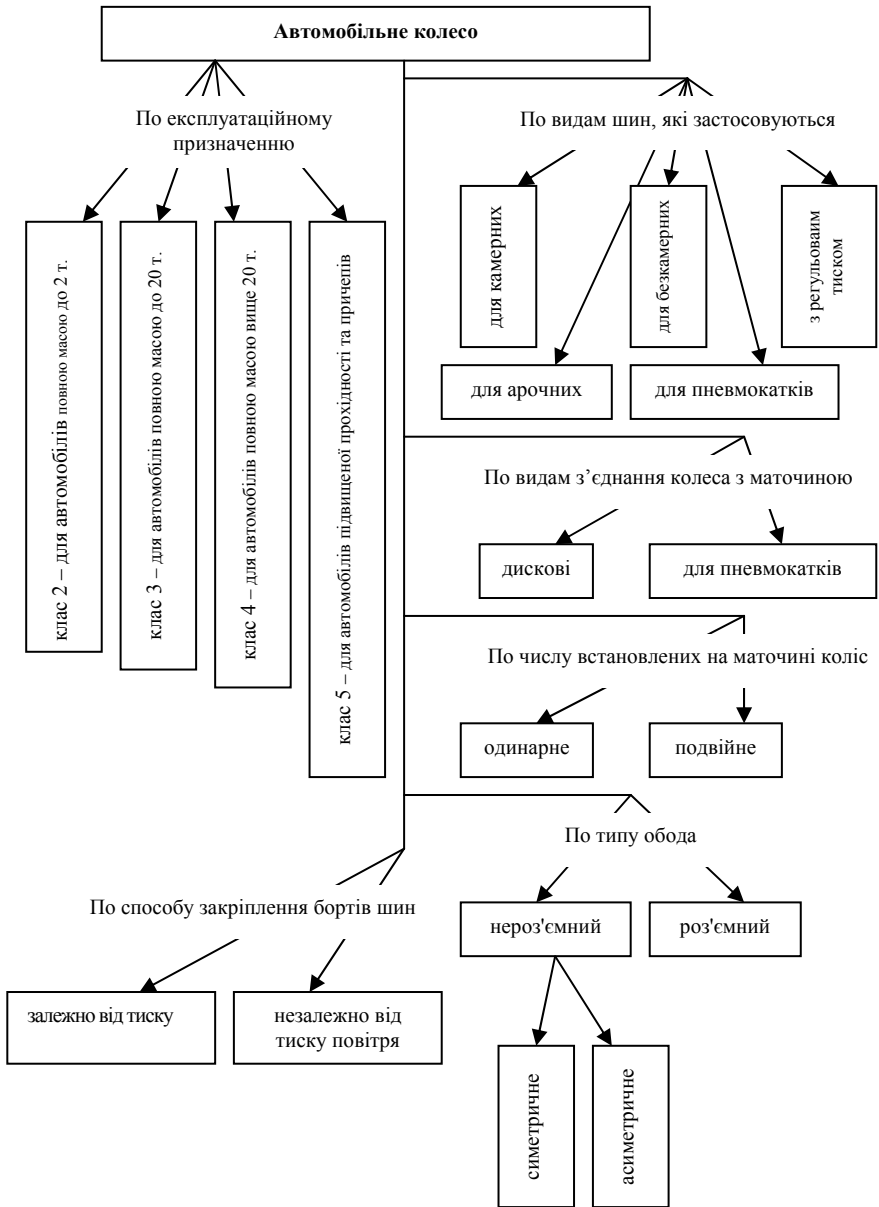


Рисунок 7.16 - Класифікація автомобільних коліс

7.2 Ходова частина тепловозів

7.2.1 Візки тепловозів

Візки тепловозів - це їх ходові частини (рис. 3.14, поз. 25).

Візки:

- передають вертикальні навантаження від маси кузова і рами тепловоза з встановленим на ній силовим і допоміжним обладнанням на рейки;

- створюють у взаємодії з рейками тягові і гальмівні сили;

- направляють рух тепловоза в рейковій колії, передаючи на раму тепловоза поперечні зусилля від рейкового шляху.

Візок об'єднує в єдиний комплекс:

- колісні пари;

- букси;

- тягові електродвигуни;

- тягові редуктори.

7.2.2 Класифікація візків

Візки тепловозів конструктивно розрізняються залежно від:

- типу передачі;

- числа осей;

- способу передачі крутного моменту від двигуна на колісні пари;

- способу передачі навантаження від кузова.

Візки можуть бути дво-, три- і чотиривісними.

На візку розміщується також обладнання гальмівної і пісочної систем. На сучасних серійних вітчизняних тепловозах застосовуються візки трьох основних типів:

- тривісний щелепний візок тепловозів з електричною передачею і опорно-осьовим підвішуванням тягових електродвигунів (тепловози ТЭЗ, ТЭ7, 2ТЭ10Л, М62, ТЭМ1, ТЭМ2 та ін.);

- тривісний безщелепний з електричною передачею і опорно-осьовим підвішуванням тягових електродвигунів (тепловози 2ТЭ10В, 2ТЄ116);

- тривісний безщелепний візок тепловозів з електричною передачею і опорно-рамним підвішуванням тягових електродвигунів (тепловози ТЭП70, 2ТЭ121 і ТЭП60).

Вузли тепловоза, а також ресорне підвішування об'єднані в одне ціле рамою візка. Рама візка не тільки пов'язує разом окремі вузли ходових частин, а й пов'язує їх з рамою тепловоза, забезпечуючи в той

же час можливість повороту візка відносно рами тепловоза. Конструкція візка, і особливо її рами, залежить від способу передачі навантажень і виконання опорних пристроїв.

Так як силова установка знаходиться в кузові на головній рамі, а ведучі колісні пари розміщені в візках, необхідність їх повороту значно ускладнює як передачу вертикальних навантажень, так і передачу потужності від дизеля до колісних пар.

7.2.3 Схеми передачі навантажень від рами тепловоза на візки

В різних конструкціях тепловозів ці схеми дуже різноманітні. Зв'язок кузова (або рами) тепловоза з рамою візка повинен забезпечувати передачу сил по всіх трьох осях координат (рис. 7.17):

- вертикальних сил по осі z ,
- горизонтальних поздовжніх сил по осі x ,
- горизонтальних поперечних сил по осі y при одночасній можливості відносного повороту в горизонтальній площині (навколо осі z) і передачі потужності від дизеля до колісних пар.

Вага всього обладнання тепловоза, розміщеного в кузові, включаючи і головну раму, повинна бути рівномірно розподілена між обома візками, інакше навантаження від окремих осей на рейки можуть бути неоднаковими. Крім того, зв'язки кузова з візками повинні обмежувати можливості повороту (коливаль) кузова щодо осей x і y . У систему цих зв'язків повинні входити так звані повертаючі пристрої, що сприяють поверненню візків (після повороту в кривих ділянках колії) в положення, при якому поздовжні осі рам тепловоза і візків збігаються, а також перешкоджають мимовільним вилянням візка.

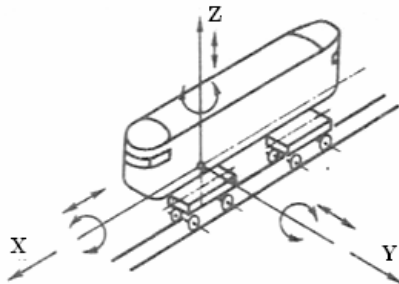


Рисунок 7.17 - Взаємні переміщення кузова і візків

Найбільш поширені такі основні схеми обпирання рами (і всієї надвізкової будови тепловоза) на візки.

1. Рама спирається на кожен візок однією опорою - циліндричною п'ятою 1, що входить в підп'ятник 2 візка (рис. 7.18, а). П'ята з підп'ятником утворюють шкворневе з'єднання, що є віссю повороту візка відносно рами в горизонтальній площині. І вертикальне навантаження і горизонтальні сили передаються через цей вузол, який працює через це в досить напружених умовах.

Для запобігання неприпустимих перекосів кузова і, отже, нерівномірного розподілу навантажень у шкворневому вузлі в цій схемі на кожному візку встановлюються додаткові бічні обмежувачі-ковзуни 3, які допускають лише незначні відхилення кузова від вертикального положення (1-1,5 мм - такий зазор в ковзуні). Це менше радіального зазору між шворнем і підп'ятником.

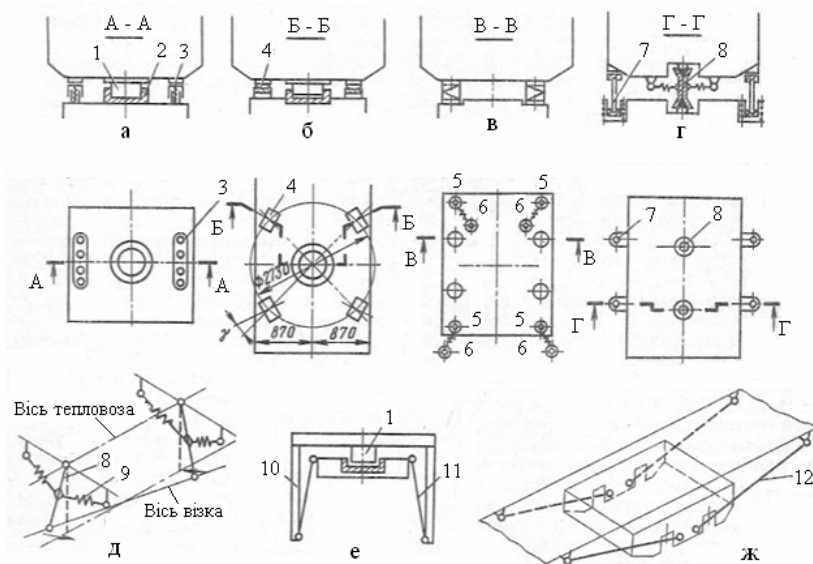


Рисунок 7.18 - Схеми зв'язків рами тепловоза з візками

Така схема передачі навантажень застосовувалася в перших серійних тепловозах (ТЭ1 і ТЭ2). У шкворневому з'єднанні великі сили тертя (по торцю і циліндричній поверхні), що перешкоджають повороту. Тому ці поверхні сильно зношуються. Зі збільшенням потужності тепловозів і їх тягових зусиль навантаження на шкворневої вузол і його знос виявилися надмірно великими. У наступних схемах вживалися заходи щодо його розвантаження від вертикальних сил.

2. Рама центрується з візком за допомогою шкворневого з'єднання, але спирається на неї не через шворінь, а через бічні опори 4, розташовані симетрично щодо шворня (рис. 7.18, б). Шкворневий вузол, навколо якого обертається візок, в цьому випадку повністю розвантажений від вертикальних навантажень і передає тільки горизонтальні сили. Робочою в ньому буде лише циліндрична поверхня. Вертикальні навантаження повністю сприймаються опорами, які зазвичай виконуються роликівими (з тертям кочення). Наявність чотирьох бічних опор на візку істотно покращує стійкість кузова на візку в поздовжній, поперечній та вертикальній площинах. За такою схемою виконана екіпажна частина основних серій вантажних тепловозів (ТЭЗ, 2ТЭ10Л). На маневрових тепловозах (ТЭМ1 і ТЭМ2) застосована така ж схема, але бічні опори виконані по типу ковзунів (з тертям ковзання). На тепловозах 2ТЭ116, 2ТЭ10В для поліпшення динамічних якостей допускається невелике (± 40 мм) поперечне зміщення шворня відносно візка.

3. Вертикальне навантаження від рами тепловоза передається на кожен візок через дві-чотири бічні опори при відсутності шворня. З огляду на те, що необхідний кут повороту рами візка відносно рами тепловоза невеликий (не більше $5-7^\circ$), виявляється можливим забезпечити центрування візка за допомогою так званого «фіктивного шворня», роль якого виконує система коротких горизонтальних поводків, яка передає поздовжні - горизонтальні сили (рис. 7.18, в). Шарніри поводків 5 з'єднані з рамою візка, а б - з рамою тепловоза.

Така схема виявляється необхідною особливо для тривісних візків тепловоза з гідропередачею, де необхідність механічного приводу середньої осі ускладнює розміщення шкворневого вузла, як, наприклад, на дослідному тепловозі ТГ106.

4. Рама тепловоза спирається на раму візка через кілька (чотири, як на тепловозі ТГ102, або шість) бічних пружних опор при відсутності шворня. Можливість повороту візка забезпечується пружністю гумово-металічних опорних елементів і невеликим (до 20 мм в одну сторону) поперечним зміщенням опорних коробок по бронзовим напрямним на рамі візка. Горизонтальні сили передаються також через опорні елементи, які мають вигляд конічних втулок.

5. Рама тепловоза спирається на раму візка через дві головні вертикальні маятникові опори 8 (хитні стійки), розташовані на її поздовжній осі (рис. 7.18, г). Кожна опора з'єднана з рамою кузова і рамою візка через конічні резино-металеві втулки. Ці опори передають і поздовжні горизонтальні сили і половину вертикального навантаження. Вертикальні навантаження (друга половина ваги надвізкової будови)

сприймаються також чотирима бічними вертикальними стійками 7. Наявність бічних опор забезпечує поперечну стійкість кузова.

Така схема передачі навантажень застосована на пасажирських тепловозах ТЭП60, а також на деяких електровозах. Вона характерна повною відсутністю тертя ковзання в головних опорах. Можливість повороту візків забезпечується відхиленням головних опор від вертикальної осі (рис. 7.18, *д*). Горизонтальні пружні тяги 9 сприяють передачі поперечних сил і поверненню візки у вихідне положення.

Маятникове підвищення збільшує стійкість надвізкової будови тепловоза через зниження висоти передачі вертикальних сил на раму візка, сприяє зменшенню впливу на шлях, і тому знайшло поширення в різних варіантах в цілому ряді конструкцій сучасних локомотивів.

6. Рама тепловоза при наявності шворня, що є віссю повороту, передає горизонтальні сили, своїми кронштейнами 10 (рис. 7.18, *е*) підвищується до рами кожного візка на чотирьох бічних маятникових підвісках 11. Така схема застосована на маневрових тепловозах ЧМЕЗ. Осі похилих підвісок перетинаються на осі шворня. Здійснено схеми з двома бічними маятниковими підвісками при наявності центрального шворня для передачі горизонтальних сил (тепловози французьких фірм).

У деяких конструкціях поздовжні горизонтальні сили передаються системою довгих похилих тяг 12, які з'єднують раму з візком так, що точка перетину їх осей знаходиться на рівні нижче центрів привідних осей (рис. 7.18, *ж*). В інших варіантах прагнуть опустити можливо нижче шкворневе з'єднання. Такі системи сприяють кращому використанню зчіпної ваги локомотива. Подібна схема застосована (з більш короткими тягами) на тепловозах 2ТЭ121.

7. Якщо бічні пружні опори виконати у вигляді комплекту високих пружин, закріплених відповідно своїми кінцями в рамах тепловоза та візка, то при зміщенні візка повертаюча сила буде виникати внаслідок опору пружин поперечному зрушенню. Така схема отримала поширення в тепловозобудуванні, застосована на тепловозі ТЭП75. Горизонтальні сили в цьому випадку передаються низько опущеним шворнем.

7.3 Шасі вертольота одновинтової схеми

Шасі служить для стоянки і пересування вертольота по землі при розгоні перед зльотом, пробігу після посадки, рулінні і буксируванні.

Шасі сприймає навантаження, що діють на вертоліт при посадці і пересуванні по землі. Відповідно до цього шасі повинно мати пристрій,

що сприймає удар об землю при посадці. Для цієї мети шасі вертольота, крім коліс, забезпечується амортизаторами.

Сутність амортизації полягає в тому, що кінетична енергія вертольота витрачається на «деформування» амортизаційної системи (амортизаторів і пневматиків) і конструкції вертольота (шасі, фюзеляжу).

Робота A_e (експлуатаційна), витрачається зовнішніми силами на деформацію пневматиків коліс і амортизаторів, дорівнює добутку зовнішньої сили P на деформацію їх сумарного обтиску h , тобто $A_e = P \cdot h$. Таким чином, чим більше величина сумарного обтиску амортизатора і пневматика, тим менше зусилля діє на конструкцію вертольота при одному і тому ж ударі.

Амортизація (амортизатори і пневматики) повинна поглинати експлуатаційну роботу із заданим перевантаженням при деякому запасі ходу ($\sim 10\%$ повного обтиску як амортизатора, так і пневматика).

Амортизація повинна бути м'якою з наростаючою інтенсивністю поглинання удару, тобто робота повинна поглинатися з малим експлуатаційним перевантаженням, і максимальне зусилля повинне бути в кінці ходу амортизації.

Амортизація повинна поглинати можливі коливання від повторних ударів, не допускати різкої віддачі на зворотному ході, а також відриву колеса від землі.

На стоянці вертоліт зазвичай має три точки опори:

- дві опорні точки розташовані симетрично щодо осі фюзеляжу вертольота - це головні ноги шасі;
- третя опорна точка розташовується по осі фюзеляжу вертольота - це хвостова або передня (носова) нога шасі.

Головні ноги шасі розміщуються поблизу центра ваги вертольота, а третя його опора - на значній відстані від центра ваги.

При розташуванні головних ніг шасі попереду центру ваги вертольота, а третьої опори в його хвостовій частині, система носить назву - шасі з хвостовим колесом.

Якщо колеса головних ніг розташовуються позаду центру ваги, то його третя опора (або дві опори) встановлюється під носовою частиною вертольота, а система носить назву - шасі з переднім або носовою колесом.

Шасі з переднім колесом є основною схемою, яка застосовується на вертольотах.

З багатьох видів амортизаторів найбільшого поширення набули масляно-повітряні амортизатори.

У вертольотів одногвинтової схеми на кінці хвостової балки встановлюється запобіжна опора з амортизацією з метою запобігання від удару редуктора і хвостового гвинта об землю при посадці вертольота в режимі авторотації при плануванні.

Колеса головних ніг шасі робляться такими, що не орієнтуються при гальмуванні. Гальма тут менш потужні, ніж у літаків, так як вертолїт при пробїгу після посадки в основному гальмує несучим гвинтом, а для розворотів при рулюванні використовується колїсне керування.

Гальма на колесах головних ніг шасі служать для скорочення довжини пробїгу вертольота після посадки і при випробуванні двигунів на стоянці.

Носове (хвостове) колесо робиться таким, що самоорїєнтується. На стїйках шасі передбачаються вузли для буксирування і прив'язки вертольота.

Поряд із загальними для всіх частин вертольота вимогами (достатня мїцнїсть, мала вага, простота виробництва і ремонту, зручнїсть і надїйнїсть в експлуатації, досить висока живучїсть всіх елементів конструкції шасі, а також його механїзмів і проводки) до шасі пред'являється ще ряд специфічних вимог:

- вільне, стїйке і кероване пересування вертольота на землї при розбїгу, пробїгу та руліннї;

- поглинання енергїї ударів як при посадцї вертольота, так і при пересуваннї вертольота на землї. Крім цього, амортизація шасі повинна мати бажанї характеристики демпфування «земного» резонансу;

- мїнїмальний лобовий опір для шасі, що не вбирається в польотї;

- при стисненнї амортизаторів має бути мїнїмальне перемїщення колїс вїдносно поздовжньої осї вертольота щоб уникнути зриву покришок;

- висота шасі повинна бути такою, щоб при повному стисненнї пневматикою і амортизаторів залишалася вїдстань вїд найнижчої точки фюзеляжу та інших агрегатів і деталей вїд поверхнї землї не менше 160 мм.

7.3.1 Головна нога шасї

На рис. 7.19 показана головна нога шасї важкого вертольота. Головні ноги шасї - пїрамїдального типу, розташованї по обидва боки фюзеляжу. Кожна головна нога шасї складається з:

- пїввісі 1 з колесом;

- заднього пїдкиса 3;

- і двокамерного амортизатора 2.

У систему амортизації основних ніг шасі також входять пружинний демпфер 4 з трубопроводом і колесо арочного типу з гальмом.

Піввісь шасі і задній підкіс своїми верхніми кінцями кріпляться до вузлів А і Б, встановленим в нижній частині фюзеляжу. Піввісь з'єднана з вузлом фюзеляжу за допомогою болтового шарніра 7, вісь якого розташована в горизонтальній площині. Задній підкіс кріпиться до вузла на фюзеляжі за допомогою кардана 5. Головні ноги шасі забезпечені колесами з пневматичним колодковим гальмом.

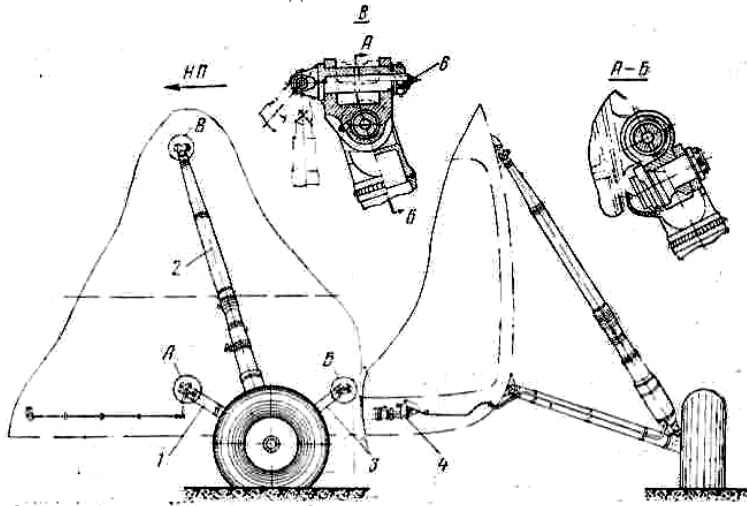


Рисунок 7.19 - Кріплення головної ноги шасі до фюзеляжу:
1 - піввісь; 2 - двокамерний амортизатор; 3 - підкіс; 4 - демпфер пружинний; 5 - кардан; 6 - маслянка; 7 болт

7.3.2 Передня нога шасі

На передній нозі шасі застосовується важільна амортизаційна стійка (рис.7.19), яка складається з наступних основних деталей:

- циліндра 6;
- штока 11;
- плунжера 7;
- поворотного кронштейна 15;
- шатуна 21;
- і важеля 22.

Циліндр *б* являє собою сталеву трубу, зверху якої приварений ковпак з вушками *а* для кріплення стійки до вузла на фюзеляжі, і зливний штуцер *д* з пробкою. До ковпака гайкою *2* за допомогою стопорної втулки *5* кріпиться плунжер *7*; на циліндрі є провущини *б*.

Знизу в циліндр вставлений шток *11* з ввареною в нього головкою *26*, що має провущину для кріплення шатуна *21*. На верхній кінець штока нагвинчена букса *8*, в якій просвердлені поздовжні отвори, а на нижню частину штока - букса *14* з гумовими ущільнювальними кільцями.

Нижній торець штока має радіусний виступ, призначений для фіксації коліс при польоті при повному виході штока. Виступ штока входить у відповідний виріз фіксатора *16*, який закріплений штифтами (переріз Б-Б) в нижній внутрішній частині циліндра *б*.

Плунжер *7* складається з труби з отворами для піногасіння. До труби приварений хвостовик *3* і поршень *10*, що має виточку для поршневого кільця *9* і калібрований отвір, розташований по осі. Зверху в плунжер ввернутий зарядний клапан *1*.

У нижній частині циліндра *б* змонтований на бронзових втулках *13* поворотний кронштейн *15* з привареним до нього рогом *18*, в який вварена втулка *2* для кріплення буксирувального пристосування. Для змащення втулок *13* встановлені дві маслянки. Знизу поворотний кронштейн закріплюється гайкою *17*. Нижня порожнина циліндра закривається чохлам *20*, що оберігає фіксатори від забруднення.

Шатун *21* кріпиться до провущин головки *26* штока і до важеля *22* за допомогою пальців, які змащуються через маслянки, встановлені на задній стороні провущин.

Важіль *22* переднім кінцем з'єднаний з рогом *18* поворотного кронштейна *15* за допомогою пальця, який змащується через маслянку, а до іншого кінця важеля приварений перехідник, в який впресована вісь для кріплення коліс. На пальці, що з'єднує важіль *22* з рогом *18* поворотного кронштейна, встановлений покажчик *19* ходу штока і тиску в циліндрі амортизатора.

При посадці вертольота шток *11* рухається вгору, тому рідина з порожнини штока витісняється поршнем *10* через його центральний калібрований отвір. Одночасно з цим зменшується об'єм і підвищується тиск азоту у верхній порожнині циліндра.

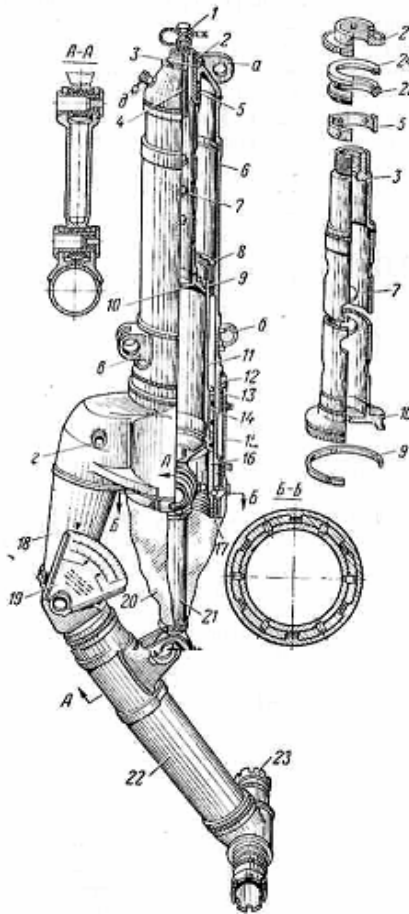


Рисунок 7.20 - Важільна амортизаторна стійка:

1 - зарядний клапан; 2 - гайка кріплення плунжера; 3 - хвостовик плунжера; 4 - зарядна трубка; 5 - стопорна втулка; 6 - циліндр; 7 - плунжер; 8 - верхня буска; 9 - поршневе кільце; 10 - поршень плунжера; 11 - шток з верхнім фіксатором; 12 - упорне кільце; 13 - втулка; 14 - нижня буска; 15 - поворотний кронштейн; 16 - нижній фіксатор; 17 - гайка; 18 - ріг поворотного кронштейна; 19 - показчик тиску в циліндрі і величини обтиску стійки; 20 - чохол; 21 - шатун; 22 - важіль; 23 - гайка кріплення колеса; 24 і 25 - ущільнювальні кільця; 26 - головка штока; а - верхні провусини для кріплення стійки; б - нижні провусини для кріплення підкоса; в - провусина для швартування вертольота; г - втулка для кріплення буксирального пристосування; д - зливний штуцер

На передній нозі шасі встановлені два негальмівних колеса (рис. 7.21). Колеса змонтовані на осі 12 на роликових підшипниках 1 і з обох кінців осі затягуються гайками 2, які контряться болтами (вид А). Роликові підшипники фіксуються розпірними втулками 11 і упорними кільцями 13 і з обох сторін коліс закриваються кришками 3 з пилозахисними щитками 7 і 9. Щитки прикріплені болтами 8.

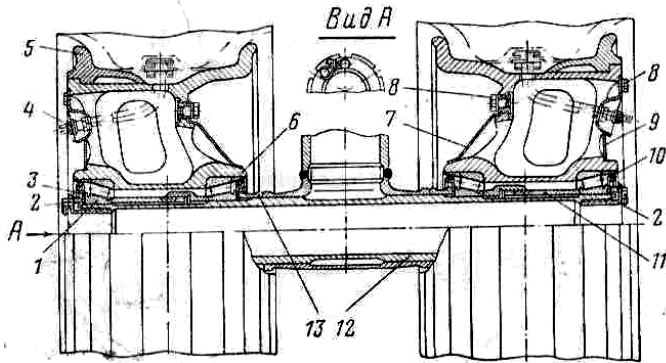


Рисунок 7.21 - Вузол кріплення коліс передньої ноги шасі:

1 - роликопідшипник; 2 - гайки кріплення коліс; 3 - кришка; 4 - вентиль;
 5 - напівреборда; 6 - барабан колеса; 7 - щиток; 8 - болти кріплення щитка; 9 - щиток; 10 - повстяне кільце; 11 - розпірна втулка; 12 - вісь колеса; 13 - упорне кільце

7.3.3 Хвостова опора

Хвостова опора призначена для захисту лопатей хвостового гвинта від ударів об землю і для зменшення перевантажень на хвостову балку.

Хвостова опора (рис. 7.22) складається з амортизатора 32, п'яти 30 і двох підкосів 31, виконаних з труб, на кінцях яких приклепані вузли.

П'ята кріпиться до вильчатого вузлу підкосів за допомогою валика 12, встановленого на втулках 13. Пружина 8 утримує п'яту під деяким кутом для запобігання заривання її при русі по землі.

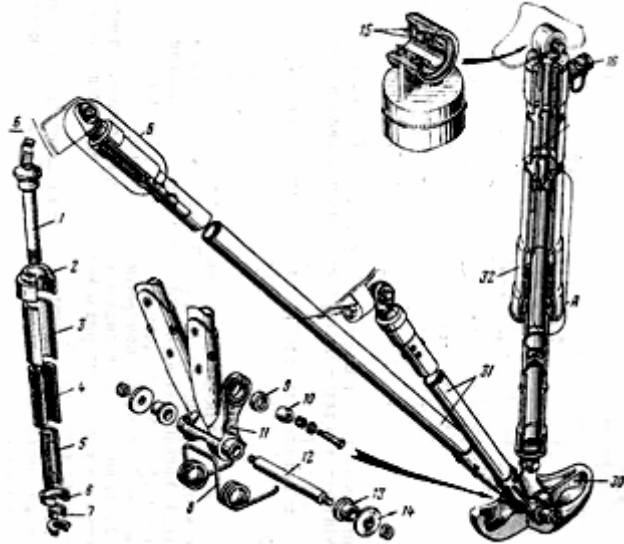


Рисунок 7.22 - Конструкція хвостової опори:

- 1 - вушковий болт; 3 - зовнішня обойма; 4 - демпфуюча гумова втулка; 5 - внутрішня обойма; 6 - кільце; 7 - втулка; 8 - пружина; 9 і 13 - втулки; 10 - кульовий підшипник; 11 - вильчатий вузол; 12 - валик; 14 - шайба; 15 - демпфуючі гумові кільця; 16 - зарядний клапан; 30 - п'ята; 31 - підкоси; 32 - амортизатор

7.4 Ходова частина колісного трактора

Ходова частина забезпечує рух трактора, а також підтримує його озов. Вона складається з привідних і напрямних коліс, передньої осі і підвіски.

7.4.1. Ведучі і направляючі колеса

Ведучі і направляючі колеса забезпечують рух трактора і передають його вагу на опорну поверхню. Крім загальних для всіх механізмів вимог, колеса повинні:

- забезпечувати мінімальний питомий тиск на ґрунт;
- чинити невеликий опір руху трактора;

- забезпечувати високі зчіпні якості з різними ґрунтами незалежно від їх стану;

- не пошкоджувати крону рослин і їх кореневу систему при проході по міжряддях;

- самоочищатися від налиплого ґрунту і снігу.

Залежно від конструкції обода колеса діляться на колеса з жорсткими ободами і колеса на балонах.

7.4.2 Передні осі колісного трактора

Передні осі служать для з'єднання направляючих коліс з остовом трактора. Крім загальних, запропонованих до всіх механізмів вимог, передня вісь повинна:

- передавати зусилля, що виникають між остовом трактора і передніми колесами;

- забезпечувати правильну установку напрямних коліс як при повороті, так і при прямолінійному русі трактора.

Конструкція передніх осей визначається призначенням трактора і умовами його експлуатації.

Передні осі підрозділяються:

- передні осі (крутний момент не підводиться до коліс) і передні мости (крутний момент підводиться до коліс);

- передні осі з розставленими або зближеними передніми колесами;

- за типом підвіски: підресорені і непідресорені;

- з цілою або розрізною передньою віссю.

Конструкція балки передньої осі і спосіб її виготовлення визначаються експлуатаційними вимогами, що пред'являються до трактора.

Для тракторів загального призначення, а також пропашних тракторів, призначених для обробки низькостеблевих культур, найбільшого поширення набули осі з розставленими колесами (рис. 7.23).

Цей тип осей забезпечує найкращу стійкість трактора і прохідність по міжряддях. Дорожній просвіт 400-550 мм у тракторів цього типу легко забезпечується подовженням стійки шворня поворотної цапфи. Однак для обробки високостеблевих культур необхідно збільшення дорожнього просвіту до 600-760 мм, а для особливо високостеблевих (чай, бавовна та ін.) вже по 800-1000 мм і більше (наприклад, для обробки винограду).

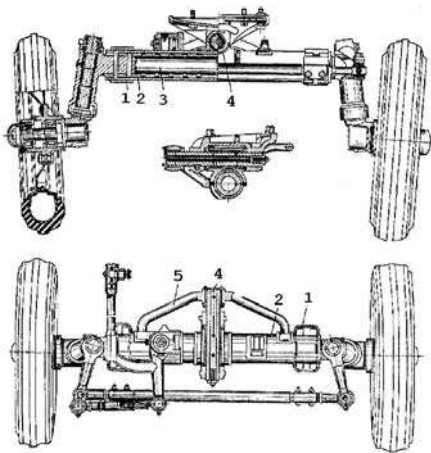


Рисунок 7.23 - Передня вісь трактора з розставленими направляючими колесами:

1 - хомут; 2,3 - висувні труби;
4 - шарнір; 5 - вилка

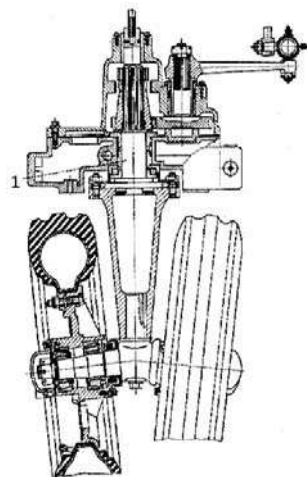


Рисунок 7.24 – Передня вісь трактора зі зближеними направляючими колесами:

1 - вертикальний вал

На багатьох пропашних тракторах для збільшення дорожнього просвіту, а також для зручності компонування сільськогосподарських машин застосовують осі зі зближеними передніми колесами (рис. 7.24) або встановлюють одне направляюче колесо. Такі трактори мають малу поперечну стійкість, крім того, вони при роботі перекривають тільки парне число рядків. У тракторів зі зближеними напрямними колесами або з одним спрямовуючим колесом вертикальний вал встановлюють в кронштейн, що сприймає навантаження від коліс.

Вибір колії пропашного трактора визначається можливістю механізації обробки різних пропашних культур, розміри міжрядь яких залежать від виду рослин і кліматичних умов даного району.

Прагнення зробити колісні трактори більш універсальними привело до того, що у більшості тракторів з розставленими направляючими колесами колію роблять регульованою. У зв'язку з цим великого поширення набули складені телескопічні балки передньої осі, у яких кріплення висувних труб 2 і 3 (рис. 7.23) робиться цанговим. Зовнішня розрізна труба затягується хомутом 1. Залежно від конструкції балки передньої осі робляться литими або штампованими (круглі, двотаврові, трубчасті і ін.).

Колія передніх коліс може трохи відрізнятись від колії задніх коліс, що пояснюється різними розмірами шин. При використанні зближених направляючих коліс їх колію встановлюють в межах 200-450 мм.

7.4.3 Підвіска передньої осі трактора

Підвіска передньої осі виконує кілька функцій:

- через неї передається вага передньої частини трактора на балку;
- вона забезпечує передачу штовхаючих зусиль від остова до передніх коліс;
- сприймає поштовхи і удари від передніх коліс;
- покращує пристосованість коліс трактора до нерівностей шляху.

У більшості тракторів передня вісь з'єднується з остовом в одній точці за допомогою шарніра 4 (рис. 7.23). Для розвантаження цього шарніра від штовхаючих зусиль встановлюються спеціальні вилки 5. Якщо передня вісь зроблена укороченою (рис. 7.24) або є тільки одне переднє колесо, то всі зусилля сприймаються підшипниками вертикального валу 1.

Підвищення швидкостей руху тракторів призвело до збільшення динамічних навантажень на передні осі. З метою підвищення довговічності в практиці тракторобудування стали використовувувати пружні елементи в системі підвіски передніх, а іноді і задніх осей.

На рис. 7.25 представлена передня вісь, у якій пружні елементи у вигляді циліндричних пружин 3 вмонтовані в стійках шворнів поворотних кулаків 2 цапфи 1.

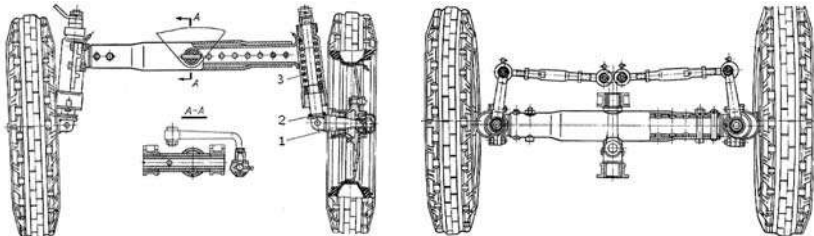


Рисунок 7.25 - Передня вісь з підресореними напрямними колесами:
1 - цапфа; 2 - поворотний кулак; 3 - циліндрична пружина

У конструкції переднього моста, зображеного на рис. 7.26, також використані циліндричні пружини 13, встановлені на шворнях 14 поворотних кулаків 15. Характерною рисою цієї конструкції є можливість зміни колії за допомогою висувних труб 7, які фіксуються в заданому

положенні стопорами 5. Шворінь 14 і кінцева передача 11 вписані в габарити диска 12 направляючого колеса.

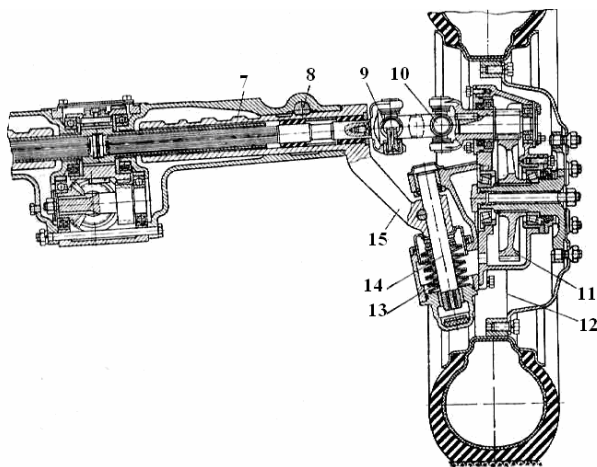


Рисунок 7.26 - Передній міст трактора з підресореними напрямними колесами

7 - висувна труба; 8 - стопор; 9, 10 - шарніри (з'єднувальні муфти нерівних кутових швидкостей); 11 - кінцева передача; 12 - диск 13 - циліндричні пружини; 14 - шворінь; 15 - поворотний кулак

Крутний момент до колеса підводиться через дві послідовно встановлені сполучні муфти 9 і 10 нерівних кутових швидкостей.

На рис. 7.27 зображено передній міст трактора, у якого для підресорювання коліс встановлені циліндричні пружини 2. У конструкції оригінально вирішено питання підведення крутного моменту до напрямних коліс без використання сполучних муфт. Завдання вирішено за допомогою двох пар конічних шестерень 1 і 3.

Для підресорювання переднього моста, конструкція якого зображена на рис. 7.28, застосована поперечна листовая ресора 4, яка шарніром 5 в середній частині з'єднана з остовом трактора. Кінці ресори провущинами 2 кріпляться до кронштейнів 3 переднього моста. Для запобігання скручування ресори штовхаючими зусиллями служить вилка 6. Крутний момент до коліс підводиться через сполучну муфту 1 рівних кутових швидкостей.

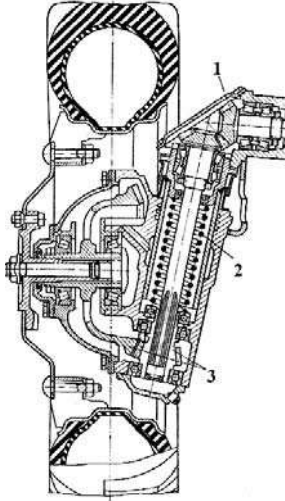


Рисунок 7.27 - Передній міст з підресореними направляючими колесами (крутний момент підводиться без з'єднувальних муфт): 1, 3 - дві пари конічних шестерень; 2 - циліндрична пружина

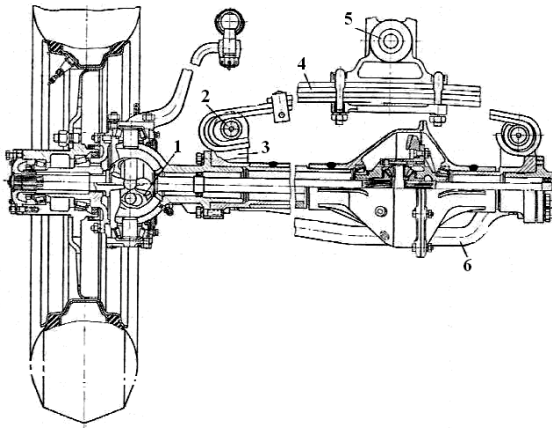


Рисунок 7.28 - Передній міст, підресорений за допомогою поперечної листової ресори:

1 - сполучна муфта (шарнір рівних кутових швидкостей); 2 - провушина ресори; 3 - кронштейн; 4 - листовая ресора; 5 - шарнір; 6 - вилка

Контрольні запитання до розділу

1. З яких частин складається ходова частина автомобіля та яке їх призначення?
2. За якими ознаками класифікують автомобільні шини? Поясніть два з них, наведіть приклади.
3. За якими ознаками класифікують автомобільні мости? Поясніть три з них, наведіть приклади.
4. За якими ознаками класифікують автомобільні колеса? Поясніть три з них, наведіть приклади.
5. Яке призначена складових частин підвіски автомобіля?
6. Які розрізняють кути установки керованих коліс і в яких площинах вони знаходяться?
7. В чому полягає принцип гасіння коливань амортизатором?
8. З яких елементів складається автомобільна шина? У чому полягає різниця радіальної від діагональної шині?
9. З яких елементів складаються візки тепловозів?
10. За якими ознаками конструктивно розрізняють візки тепловозів?
11. Назвіть ознаки за якими характеризуються схеми зв'язків рами тепловоза з візками які наведені на рис.7.18 б, г.
12. Що являє собою ходова частина вертольота?
13. З яких елементів конструкції складається головна нога шасі вертольота?
14. У чому полягає принцип роботи важільної амортизаторної стійки вертольота?
15. Які функції виконує підвіска передньої осі колісного трактора?
16. Назвіть основні способи реалізації підресорювання у підвісці колісного трактора.
17. У чому полягає різниця конструкцій між підресореними напрямними колесами, які наведено на рис. 7.26, 7.27?

Література: [13], с. 246-263; [14], с. 207-220; [15], с. 249-260, с. 267-273, 278-287.

8 РУЛЬОВЕ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ. МЕХАНІЗМИ Й ПІДСИЛЮВАЧІ

До рульового керування автомобіля в цілому пред'являються наступні вимоги:

- можливе менше значення мінімального радіусу повороту для забезпечення хорошої маневреності;
- мале зусилля на рульовому колесі, що забезпечує легкість керування;
- силова і кінематична стежача дія, тобто пропорційність між зусиллям на рульовому колесі і моментом опору повороту керованих коліс, задана відповідність між кутом повороту рульового колеса і кутом повороту керованих коліс;
- мінімальне бічне ковзання коліс при повороті;
- мінімальна передача поштовхів на рульове колесо від ударів керованих коліс при русі по нерівностям дороги;
- оптимальна пружна характеристика рульового керування, яка визначає його чутливість та виключає можливість виникнення автоколивань керованих коліс;
- кінематична узгодженість елементів рульового керування з підвіскою для виключення самовільного повороту керованих коліс при деформації пружних елементів;
- мінімальний вплив на стабілізацію керованих коліс;
- підвищена надійність.

Класифікація рульового керування наведена на рис. 8.1.

До *конструкції рульових механізмів* пред'являється ряд спеціальних вимог:

- високий ККД в прямому напрямі (при передачі зусилля від рульового колеса) для полегшення керування автомобілем і декілька знижений ККД у зворотному напрямі для зниження поштовхів, що передаються на рульове колесо від керованих коліс при наїзді на нерівності;
- оборотність рульової пари, щоб рульовий механізм не перешкодив стабілізації керованих коліс;
- мінімальний зазор в зачепленні елементів рульової пари в нейтральному положенні керованих коліс і в деякому діапазоні кутів повороту (безззорне зачеплення) при обов'язковій необхідності регулювання зазору в процесі експлуатації;
- заданий характер зміни передавального числа рульового механізму;
- травматична безпека рульового механізму, з тим щоб при лобовому зіткненні він не був причиною травми водія.

8.1 Рульові механізми

Класифікація рульових механізмів наведено на рис. 8.1.

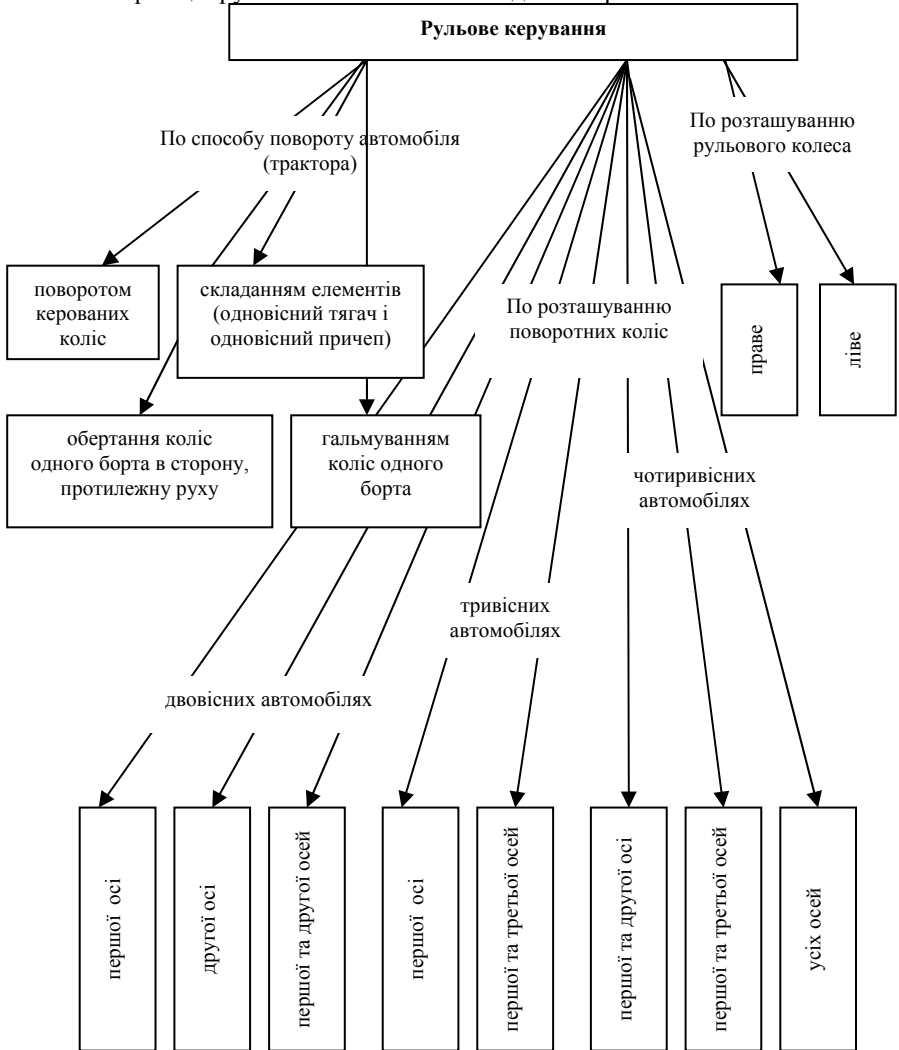


Рисунок 8.1 - Класифікація рульових керувань

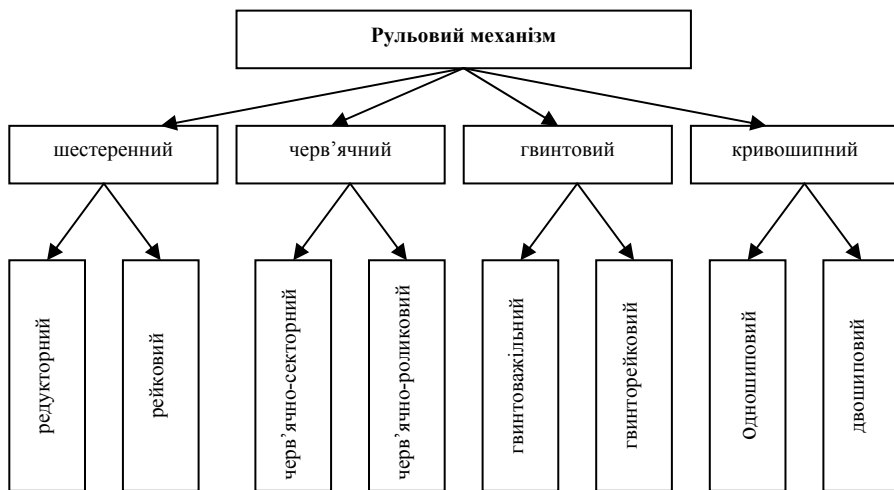


Рисунок 8.2 - Класифікація рульових механізмів

Прямий ККД рульового механізму визначається за виразом:

$$\eta_{np} = 1 - \frac{M_{mp1}}{M_{p.k.}}, \quad (8.1)$$

де: M_{mp1} - момент тертя рульового механізму, приведений до рульового колеса, Нм;

$M_{p.k.}$ - момент, який прикладений до рульового колеса, Нм.

Зворотній ККД рульового механізму визначається за виразом:

$$\eta_{об} = 1 - \frac{M_{mp2}}{M_{e.c.}}, \quad (8.2)$$

де: M_{mp2} - момент тертя рульового механізму, приведений до валу сошки, Нм;

$M_{e.c.}$ - момент на валу сошки, підведений від керованих коліс, Нм.

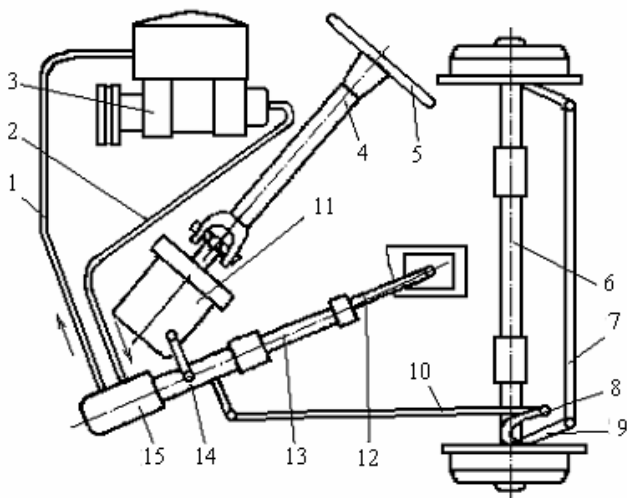


Рисунок 8.3 - Схема рульового керування вантажного автомобіля сімейства МАЗ:

- 1 - трубопровід високого тиску, 2 - трубопровід низького тиску, 3 - насос, 4 - рульова колонка, 5 - рульове колесо, 6 - міст, 7 - поперечна рульова тяга, 8 - рульовий палець, 9 - поворотній важіль, 10 - продовжна тяга, 11 - рульовий механізм, 12 - шток силового циліндра, 13 - корпус силового циліндра, 14 - корпус силового циліндра, 15 - розподільник підсилювача

8.2 Рульовий привід

До рульового приводу пред'являють наступні вимоги:

- правильне співвідношення кутів повороту коліс;
- відсутність автоколивань керованих коліс;
- відсутність мимовільного повороту коліс при коливаннях автомобіля на підвісці.

Рульовий привід включає рульову трапецію, важелі і тягу, що пов'язують рульовий механізм з рульовою трапецією.

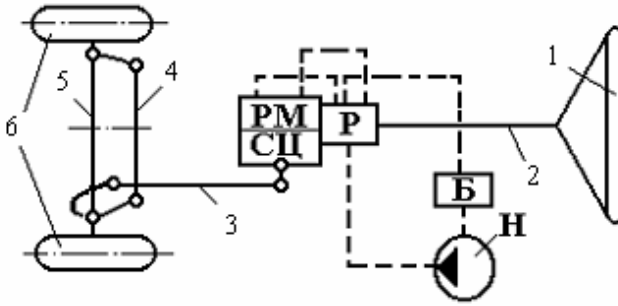


Рисунок 8.4 - Схема рульового керування неповнопривідного автомобіля сімейства ЗІЛ:

1 - рульове колесо, 2 - рульова колонка, 3 - повздовжня рульова тяга, 4 - поперечна рульова тяга, 5 - міст (вісь), 6 - керовані колеса; СЦ - силовий циліндр, РМ - рульовий механізм, Р - розподільник, Н - насос, Б - масляний бачок

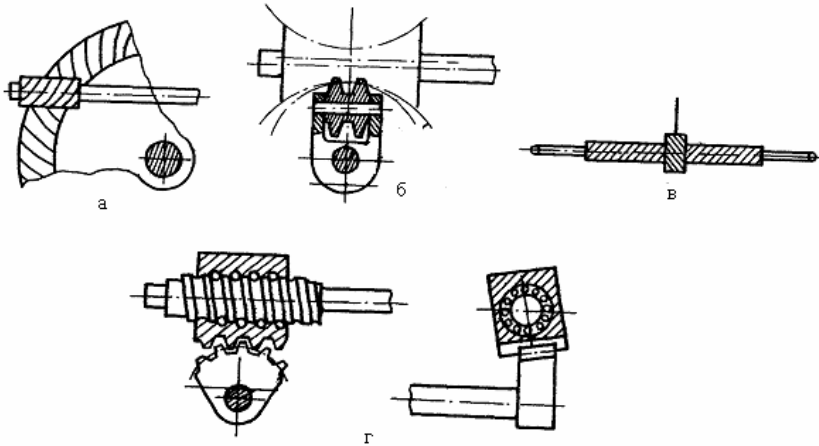
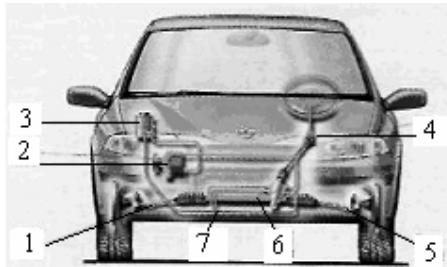
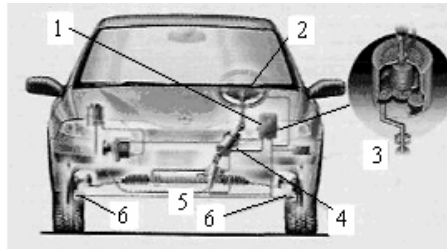


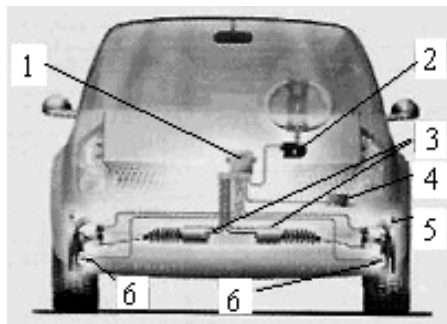
Рисунок 8.5 - Схеми рульових механізмів:
а - черв'як і бічний сектор, *б* - глободний черв'як і ролик,
в - рейка і шестерня, *г* - гвинт-гайка-рейка-сектор



a



б



в

Рисунок 8.6 - Компонівка елементів рульового керування легкових автомобілів:

a - з підсилювачем: 1 - рульова тяга, 2 - насос гідро підсилювача, 3 - бачок, 4 - рульова колонка, 5 - рульова тяга, 6 - рейка, 7 - гідравлічний контур; *б* - з активним керуванням: 1 - блок керування, 2 - датчик повороту руля, 3 - датчик бокових прискорень, 4 - планетарний модуль, 5 - датчик положення коліс, 6 - датчик швидкості коліс; *в* - керування по проводам: 1 - блок керування, 2 - датчик повороту руля, 3 - виконавчі механізми (акуратори), 4 - датчик бокових прискорень, 5 - датчик кута повороту коліс, 6 - датчик швидкості коліс

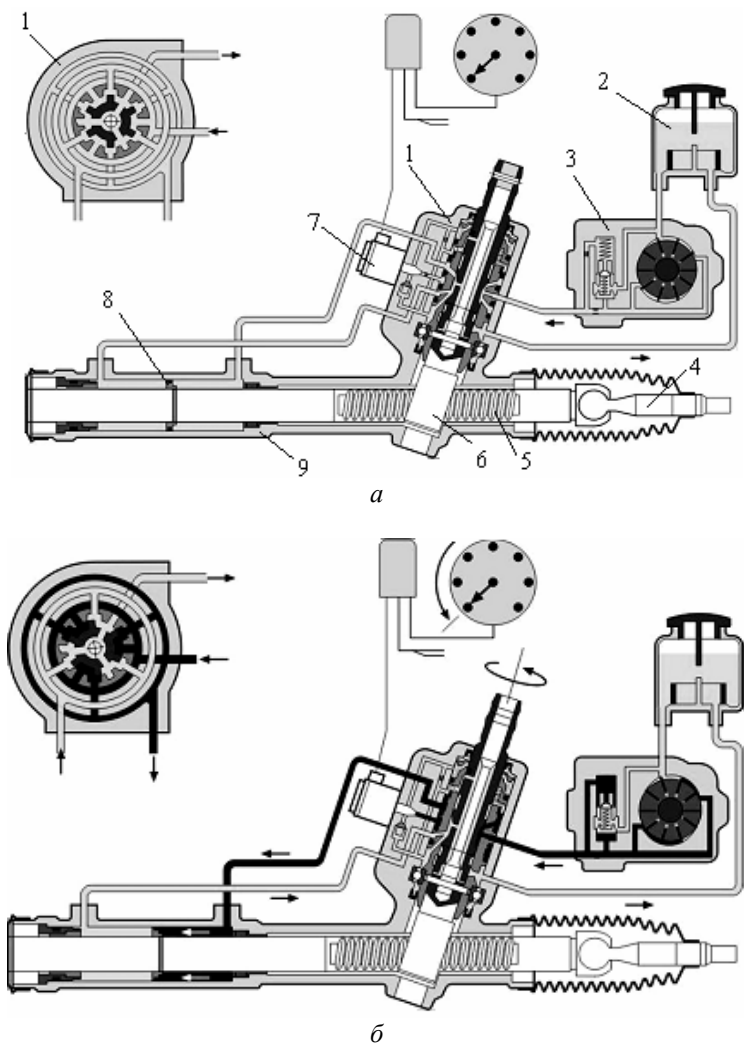


Рисунок 8.7 - Робота рульового механізму автомобіля Audi A8:
a - нейтральне положення; *б* - при повороті направо:
 1 - розподільник, 2 - бачок насоса гідروпідсилювача, 3 - насос,
 4 - рульова тяга, 5 - рейка, 6 - шестерня, 7 - магнітний клапан
 сервотроніка, 8 - поршень силового циліндра, 9 - корпус рульового
 механізму

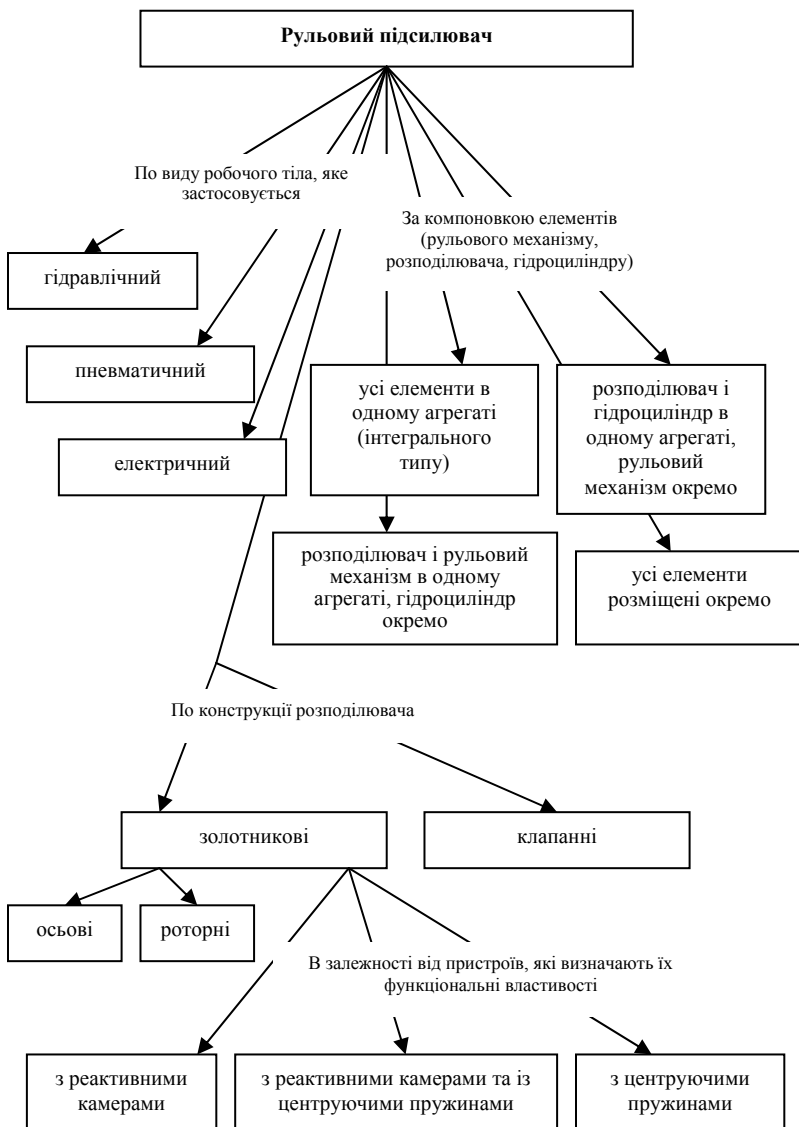


Рисунок 8.8 - Класифікація рульових підсилювачів

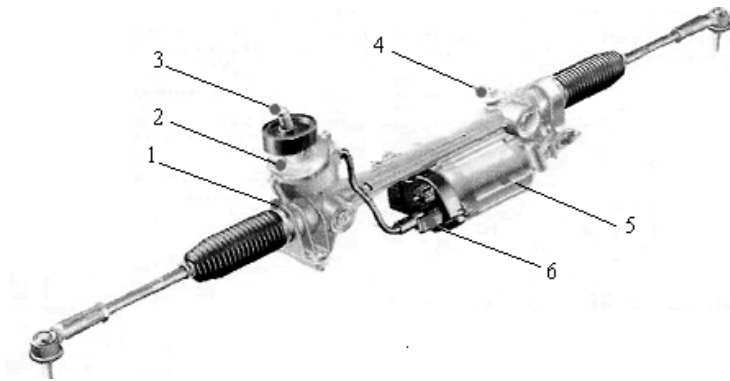


Рисунок 8.9 - Компонування електрогідравлічного підсилювача рульового керування автомобіля Volkswagen:
 1 - рульова рейка, 2 - датчик повороту руля, 3 - вхідний вал, 4 - корпус підсилювач, 5 - електромотор підсилювача, 6 - роз'єм блоку керування

8.3 Принцип роботи активного гідропідсилювача

Над направляючою муфтою розташований поршень зворотної дії *1*. Він сполучений із золотником і таким чином з торсіоном *2*. За допомогою шарових опор *3* поршень *1* спирається на центруючий елемент *4*, який з'єднаний з управляючою муфтою. Якщо рульове колесо не приводиться в рух, шарові опори знаходяться в сферичній чаші. У простір над зворотним поршнем подається олива. Залежно від тиску оливи змінюється дія сил поворотного поршня на шарові опори, а отже, і на направляючу муфту. Чим більше тиск оливи, тим більше момент, що створюється водієм на рульовому колесі, рис. 8.10.

Виконавчим органом керування є магнітний клапан Servotronic *5*. Керування клапаном проводиться за допомогою блоку керування *6* від бортової мережі. Вхідним сигналом для блоку керування є сигнал швидкості, що посилається блоком керування *7* ESP. Чим більше діаметр отвору при відкритті клапана *5*, тим менше падіння тиску на клапані і більше в камері над поворотним поршнем.

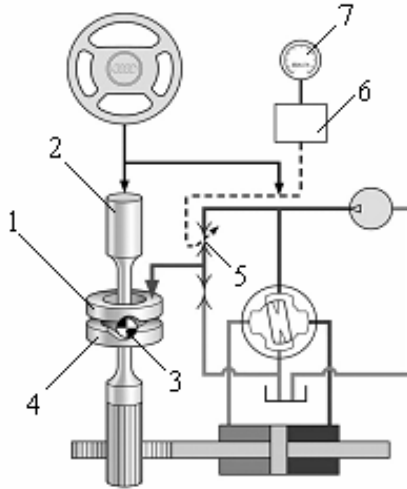
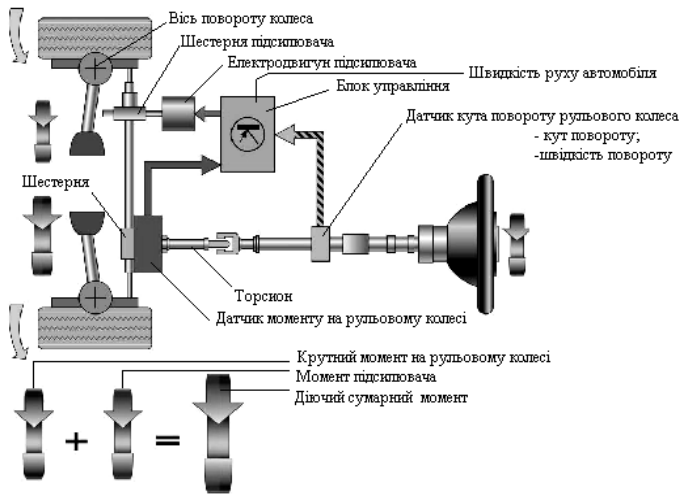


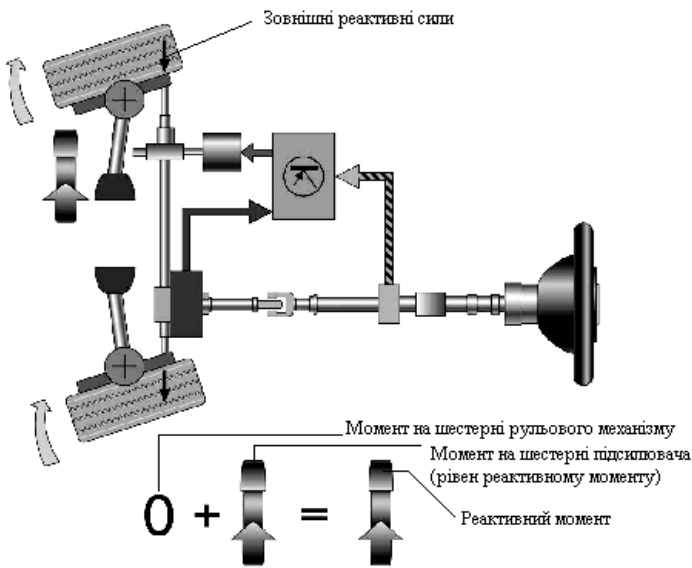
Рисунок 8.10 - Схема роботи активного гідропідсилювача
 1 - поршень зворотної дії, 2 - торсіон, 3 - шарова опора,
 4 - центруючий елемент, 5 - клапан, 6, 7 - блоки керування

8.4 Принцип дії електромеханічного підсилювача

Водій повертає рульове колесо, прикладаючи до нього певний крутний момент. Під дією цього моменту закручується торсіон. Датчик моменту вимірює величину його закручування і направляє відповідний сигнал на вхід блоку керування. При цьому з датчика поступають сигнали, відповідні моментальному куту повороту рульового колеса і швидкості його повороту. Блок керування розраховує крутний момент, який повинен розвивати двигун підсилювача залежно від моменту на рульовому колесі, швидкості автомобіля, частоти обертання валу двигуна, кута і швидкості повороту рульового валу, а також з урахуванням записаних в його пам'яті характеристик. Розрахована таким чином величина служить для керування електродвигуном підсилювача. Переміщення рейки рульового механізму відбувається під дією сумарного зусилля, що створюється як в результаті перетворення крутного моменту на рульовому колесі, так і моменту електродвигуна підсилювача, рис.8.11.



a



б

Рисунок 8.11 - Схема роботи рульового керування з електромеханічним підсилювачем автомобіля Audi A3:
a - при дії на рульове колесо, *б* - при зупиненні дії на рульове колесо

Якщо водій перестав обертати рульове колесо або відпустив його, торсіон повністю розкручується. При цьому момент на шестерні рульового механізму знижується до нуля. Зважаючи на визначену геометрію підвіски при повороті коліс виникають реактивні зусилля, які прагнуть повернути їх в початкове положення. Зазвичай ці сили настільки малі, що не можуть подолати сили тертя в механізмах рульового керування і повернути колеса в середнє положення. Ця ситуація розпізнається блоком керування по сигналу датчика кута повороту рульового валу. Блок керування розраховує крутний момент, який повинен розвивати двигун підсилювача для повороту коліс автомобіля в середнє положення. Величина цього моменту залежить від моменту на рульовому колесі, швидкості автомобіля, частоти обертання валу двигуна, кута і швидкості повороту рульового валу. Визначається з урахуванням записаних в пам'яті блоку керування характеристик. В результаті включається двигун підсилювача, який повертає колеса автомобіля в середнє положення. При цьому максимальний момент на шестерні підсилювача обмежується величиною 25 Нм.

8.5 Диференціальні механізми повороту гусеничних машин з подвійним потоком потужності

Основне призначення подвійного потоку полягає в тому (рис. 8.12, 8.13, 8.15), щоб в кожному з подвійних потоків передбачити можливість змінювати кінематичне передавальне число, незалежно (по бортах) або зв'язано, ступінчате або безступінчате. Це дозволяє здійснювати поворот машини визначеною кількістю фіксованих або довільних (за вибором) радіусів повороту при активній участі в тяговому процесі обох гусениць.

У механізмі повороту (рис. 8.12) об'єднані функції коробки передач і механізму повороту. *Перший*, регульований по величині і напрямку потік потужності, передається від головної передачі 1 на коробку передач 6 і на вали епіциклічних зубчатих передач 5 планетарних редукторів, кутова швидкість обертання яких однакова і залежить від включеної передачі. *Другий* потік потужності передається блокувальними фрикціонами 2 при відпущених поворотних гальмах 3. При цьому через пару шестерень 4 потужність передається на сонячні зубчаті колеса планетарного редуктора, де обидва потоки «об'єднуються» в єдиний потік, який з водила передається на ведуче колесо 9 через бортовий редуктор 8.

При прямолінійному русі потужність однакової величини на кожен борт передається через обидва потоки. Робота обох гусениць (лівої і

гальмо 3 затягнуте на одному з бортів. Рух на відключений борт з активного борту передається через вал, що жорстко з'єднує редуктори 5.

На рис. 8.13 на відміну від рис. 8.12 використана гідрооб'ємна передача 5 в приводі диференціала, що дозволяє змінювати швидкості обертання в другій гілці безступінчато. Тому відпадає необхідність застосування фрикціонів і поворотних гальм. Встановлюються тільки гупинні гальма.

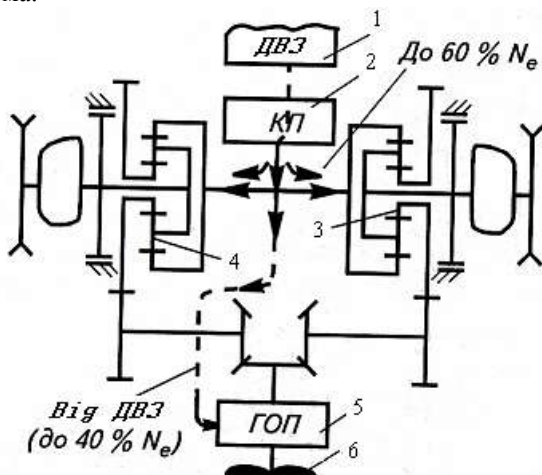


Рисунок 8.13 - Кінематична схема диференційного механізму повороту у поєднанні з гідрооб'ємною передачею:

- 1 - ДВЗ, 2 - коробка передач, 3 - сонячна шестерня, 4 - сателіти, 5 - гідрооб'ємна передача, 6 - штурвал

8.6 Кінематичні схеми механізмів повороту гусеничних тракторів

Механізми повороту гусеничних тракторів можна розділити на два класи:

- в перший клас входять механізми повороту, у яких до ведучих коліс гусениць потужність підводиться одинарним потоком;
- до другого класу відносяться так звані комбіновані механізми, у яких потужність підводиться двома паралельними потоками.

Механізми повороту в залежності від конструктивного оформлення діляться на:

- фрикційні, рис.8.14 а;
- і планетарно-фрикційні, рис.8.14 б.

До перших відносяться механізми повороту, які характеризуються тим, що потужність до ведучих коліс передається за допомогою двох фрикційних муфт, в подальшому – муфти повороту. До кожного ведучого колеса потужність підводиться за допомогою однієї із зазначених вище муфт.

До фрикційно-планетарних відносяться такі механізми повороту:

- прості і подвійні диференціальні;
- одно- і двоступеневі планетарні;
- комбіновані.

8.6.1 Механізми повороту з муфтами

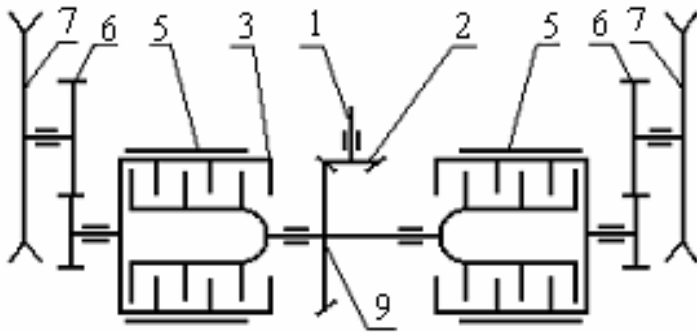
Основною їх перевагою є відносно невелике завантаження двигуна при повороті.

Внаслідок того, що механізм має тільки одну ступінь свободи, забезпечується стійкий прямолінійний рух трактора. Деталі механізму прості за конструкцією і можуть бути відремонтовані в умовах ремонтної майстерні.

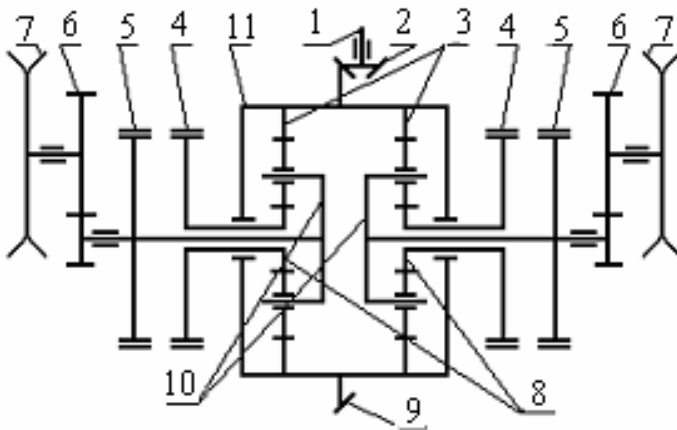
Великим недоліком муфт повороту є їх мала зносостійкість в порівнянні з шестеренними механізмами.

До ведучого валу заднього моста за схемою механізму з муфтами повороту потужність підводиться за допомогою конічної передачі (рис. 8.14, а). На кінцях ведучого валу змонтовані муфти повороту, за допомогою яких ведучий вал зв'язується з піввісями. На зовнішньому кінці піввісей посаджені шестерні кінцевої передачі, за допомогою якої піввісі зв'язуються з привідними колесами. Ведомі частини муфт мають гальма (рис. 8.14, а).

При прямолінійному русі трактора муфти повороту включені, а гальма відпущені, внаслідок чого кутові швидкості піввісей рівні.



a



б

Рисунок 8.14 - Механізми повороту гусеничних машин:

a - з фрикційними муфтами керування: 1 - вал ведучої шестерні центральної передачі, 2 - ведома шестерня центральної передачі, 3 - ведомі диски фрикціону, 5 - гальмо; *б* - з циліндричним планетарним механізмом: 1 - вал ведучої шестерні центральної передачі, 2 - ведома шестерня центральної передачі, 3 - вінець коронної шестерні, 4 - гальмо сонячної шестерні, 5 - гальмо водила, 6 - ведома шестерня кінцевої передачі, 7 - ведуча зірочка (колесо), 8 - сонячні шестерні планетарних рядів; 9 - ведома шестерня центральної передачі; 10 - водила планетарних рядів

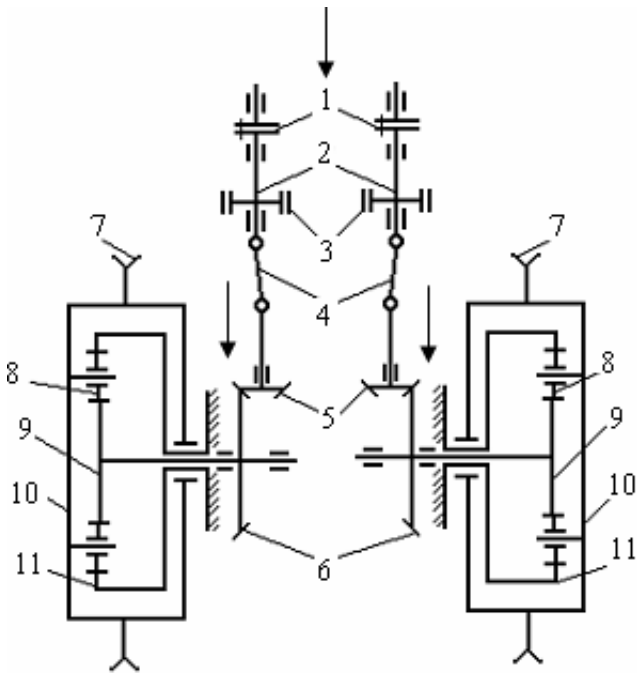


Рисунок 8.15 - Механізм повороту трактора з двома потоками потужності:

- 1 - фрагмент коробки передач, 2 - вихідні валів, 3 - гальма, 4 - карданні передачі, 5 - ведучі шестерні центральної передачі, 6 - ведомі шестерні центральної передачі, 7 - ведучі зірочки (колесо), 8 - сателіти, 9 - сонячні шестерні, 10 - водила, 11 - епіциклічні шестерні

8.6.2 Диференціальні механізми повороту

До коробки диференціала за схемою диференціального механізму повороту потужність підводиться за допомогою конічної передачі (рис. 8.14 б). Від диференціала потужність передається піввісям, на зовнішні кінці яких посаджені шестерні кінцевої передачі; за допомогою цієї передачі привідні колеса гусениць зв'язуються з піввісями. При простому диференціальному механізмі повороту гальма монтується на піввісях.

При подвійному диференціальному механізмі повороту гальма встановлені на ступицях шестерень, що знаходяться в постійному зачепленні з додатковими сателітами.

8.6.3 Планетарні механізми повороту

Планетарні механізми повороту все частіше використовуються на тракторах. Володіючи всіма перевагами муфт повороту, вони не мають їх недоліків. Навантаження двигуна при повороті і стійкість трактора при прямолінійному русі в разі використання планетарних механізмів такі ж, як і при використанні муфт повороту. Планетарні механізми дуже перспективні в якості механізмів повороту для гусеничних тракторів, так як ці механізми не вимагають регулювань в процесі експлуатації, відрізняються високою зносостійкістю, легкістю керування і при їх установці можна значно зменшити габарити заднього моста.

8.7 Способи повороту колісного трактора

Поворотний момент необхідний для зміни напрямку руху колісного трактора, створюється за рахунок:

- бічних реакцій ґрунту чи направляючих коліс, що виникають при повороті;

- зміни співвідношення крутних моментів на ведучих колесах;
- поєднання приведених вище способів.

Поворот направляючих коліс здійснюється двома способами:

- поворотом всієї осі зі встановленими на ній колесами;
- поворотом тільки направляючих коліс при нерухомій осі.

Широкого поширення на тракторах набули черв'ячні механізми, виконані в різних варіантах:

- черв'як і радіальний сектор (рис. 8.5);
- черв'як і боковий сектор;
- черв'як і ролик.

Поворот всієї осі в даний час застосовується в основному на пропашних тракторах, коли є тільки одне направляюче колесо (триколісний трактор), або два напрямних колеса зближені і встановлені на короткій осі. Крім того, цей метод практикується на деяких тракторних тягачах, рама яких виконана у вигляді двох шарнірно з'єднаних секцій (шарнірна рама), що повертаються разом із закріпленими на них колесами.

При розставлених направляючих колесах, коли вісь не повертається, колеса встановлюють на спеціальних поворотних цапфах, шарнірно з'єднаних з кінцями осі.

Метод зміни співвідношення крутних моментів на ведучих колесах подібно до того, як це робиться у гусеничних тракторів, іноді використовується на спеціальних тракторах з усіма ведучими колесами.

Комбінований спосіб повороту - використання направляючих коліс з одночасною зміною моменту на ведучому колесі застосовується на пропашних тракторах для повороту на обмежених площах.

Трактори працюють у важких ґрунтових умовах, де їх поворот ускладнений; пропашні трактори мають змінну колію, що вимагає частого регулювання рульового приводу; трактори мають менші порівняно з автомобілями швидкості руху, що зменшує схильність до збудження коливань керованих коліс.

Перелік перерахованих факторів визначає ряд особливостей конструкцій рульового керування колісних тракторів:

- поряд зі схемою повороту з передніми керованими колесами для універсальних і універсально пропашних тракторів в більш важких тракторах застосовується схема повороту з шарнірно-зчленованими напіврамами, що дозволяє повертати трактори з більшими передніми колесами;

- вже починаючи з тягового класу 0,9 (тягове зусилля 9 кН), рульове керування обладнується гідравлічними підсилювачами;

- в системах гідравлічного підсилення рульових керувань використовуються насоси шестеренчатого типу, які забезпечують роботу системи на високому тиску (7-10 МПа);

- на пропашних тракторах рульовий механізм з сошкою розміщуються на середині передньої осі, а поперечна рульова тяга робиться розрізною, завдяки чому рульове керування не заважає регулюванню колії - досить подовжити або замінити поперечні тяги;

- на ряді пропашних тракторів рульове колесо регулюється по вертикалі (підгонка під тракториста) і відкидається вперед по ходу трактора для зручності входу і виходу з кабіни (трактори МТЗ-80, МТЗ-100);

- для тривалої роботи на реверсі рульова колонка може бути переставлена.

Для універсально-пропашних тракторів характерним є ведоме рульове керування з об'єднаними в одному блоці рульовим механізмом черв'ячного типу з гідропідсилювачем (Т-40М/АМ, МТЗ-80, МТЗ-100). Однак для нового універсального сільськогосподарського трактора класу тяги 2 (тягове зусилля 20 кН) Мінським тракторним заводом розроблено гідрооб'ємне рульове керування (ГОРУ).

Напрямок руху тракторів з шарнірно-зчленованою рамою (Т-150К, К-700А, К-701) змінюється шляхом взаємного кутового зсуву напіврам трактора навколо вертикального шарніра рами гідравлічними силовими циліндрами повороту, які є виконавчими механізмами рульового керування.

Схема конструкції рульового керування трактора Т-150К наведена

на рис. 8.16. Рульове керування складається з механічної частини і гідравлічного підсилювача рульового керування.

До механічної частини відносяться:

- рульова колонка IV,
- рульовий механізм II і тяга зворотного зв'язку I.

До складу гідравлічного підсилювача входять:

- шестеренчатий насос VIII,
- клапан витрати VII,
- розподільник VI,
- запірний клапан III,
- силові циліндри IX,
- бак V і з'єднувальні трубопроводи.

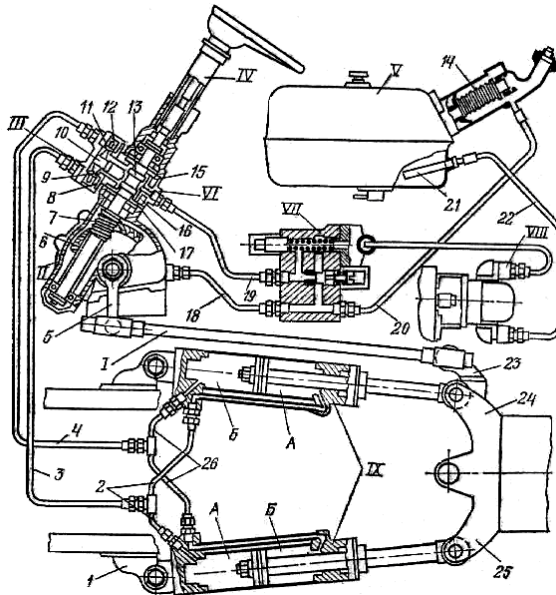


Рисунок 8.16 - Схема рульового керування трактора Т-150К:
 I - тяга зворотного зв'язку; II - рульовий механізм; III - запірний клапан;
 IV - рульова колонка; V - бак; VI - розподільник; VII - клапан витрати
 рідини; VIII - насос; IX - силовий циліндр; 1 - кронштейн кріплення
 силового циліндра; 2, 3, 4, 18, 19, 20, 22 і 26 - трубопроводи; 5 - сошка;
 б - сектор; 7 - черв'як; 8 і 12 - пружини клапанів; 9 і 11 - грибокві
 клапани; 10 - плунжер; 13 - золотник розподільника; 14 - фільтр
 заливної горловини; 15 і 17 - плунжери; 16 - пружина плунжерів; 21 -
 фільтр всмоктування; 23 - поворотний важіль тяги; 24 і 25 - поворотні
 важелі силових циліндрів

При русі трактора прямо золотник 13 знаходиться в нейтральному положенні. Робоча рідина, що засмоктується насосом VIII з бака V, через клапан VII витрати подається до центрального ряду отворів в корпусі розподільника і потім надходить в картер рульового механізму II. З картера по трубопроводах 18 і 20 робоча рідина проходить через фільтр 14 заливної горловини в бак.

Так як циліндри повороту IX одночасно закріплені і до передньої і до задньої напіврами трактора, то при наїзді на перешкоди і виникненні зусиль, прагнучих взаємно повернути напіврами навколо вертикального шарніра, штоки циліндрів з поршнями будуть прагнути витіснити робочу рідину з однієї порожнини циліндрів до іншої.

Однак цьому перешкоджають закриті грибокві клапани 9 і 11, що притискаються пружинами 8 і 12 до своїх седел, і мимовільного повороту напіврам трактора відбуватися не буде.

Обертання рульового колеса передається через вал колонки і вал рульового механізму до черв'ячної передачі. Сектор 6 черв'ячної передачі, пов'язаний через сошку 5 і тягу 1 з задньою напіврамою, немає можливості обкатуватися по черв'яку, так як порожнини силових циліндрів замкнені і повороту не відбувається. Вал рульового механізму на величину зазору між упорними шайбами і корпусом розподільника може переміщатися в осьовому напрямку, і черв'ячна пара починає працювати, як гвинт і гайка.

При повороті рульового колеса вправо черв'як нагвинчується по черв'ячному сектору і вал рульового механізму з золотником зміщується вниз. При цьому верхня упорна шайба, впливаючи на плунжери 15, стискає пружини 16, зусилля яких сприймається як зусилля на рульовому колесі. Золотник 13, зміщуючись вниз, від'єднує нагнітаючу порожнину насоса від зливної магістралі і з'єднує її з порожниною грибкового клапана 9, а зливну магістраль - з порожниною грибкового клапана 11.

Робоча рідина своїм тиском відкриває грибковий клапан 9 і надходить у порожнину А силових циліндрів. Одночасно робоча рідина зрушує плунжер 10 запірного клапана, який своїм хвостовиком відкриває грибковий клапан 11, поєднуючи порожнини Б циліндрів зі зливом. Поршні силових циліндрів завершують робочий хід, повертаючи напіврами трактора вправо.

При повороті напіврам важіль 23 переміщує слідкуючу тягу вперед. При цьому повертаються сошка 5 і сектор 6. Сектор переміщує черв'як вгору, даючи можливість плунжерам 15 і 17 встановити золотник в нейтральне положення і припинити поворот напіврам трактора.

Поки швидкість обертання рульового колеса більше швидкості впливу зворотного зв'язку на золотник, напіврами трактора повертаються. З припиненням обертання рульового колеса тяга зворотного зв'язку встановлює золотник в нейтральне положення і поворот трактора припиняється.

Грибкові клапани під впливом пружин запирають силові циліндри і напрям руху трактора стабілізується.

Такий же порядок роботи механізмів і при лівому повороті.

Аналогічний пристрій рульового керування мають і трактори «Кіровоць» (К-700А і К-701).

8.8 Загальні відомості про керування вертольотом

Для керування тілом в просторі потрібно мати можливість змінювати сили і моменти відносно трьох взаємно перпендикулярних осей (рис. 8.17). Це вимагає шість незалежних видів керування.



Рисунок 8.17 - Система координат

8.8.1 Види керування

Фактично для вертольота необхідні чотири незалежних види керування.

1. Вертикальне керування необхідне для зміни положення вертольота в просторі по вертикалі. Керування по вертикалі здійснюється за допомогою одночасної зміни кута установки всіх лопатей несучого гвинта (керування загальним шагом), що викликає зміну величини його тяги.

2. Шляхове керування визначає положення вертольота в просторі відносно вертикальної осі і дозволяє льотчику направляти вертоліт в будь-якому бажаному напрямку в горизонтальній площині.

3. Поперечне керування включає використання, як моментів, так і сил. Коли льотчик пускає в хід поперечне керування, виникає момент крену, відносно центру ваги і вертоліт нахилиється, в результаті чого вектор тяги починає діяти в напрямку крену. Тому дія поперечного керування викликає одночасно крен і бічне переміщення вертольота. Для вертольота поперечної схеми початкову дію поперечного керування створює тільки момент крену, а для одногвинтового вертольота одночасно виникає і бічна сила.

4. Поздовжнє керування одногвинтового вертольота аналогічно поперечному, момент тангажа виникає одночасно з поздовжньою силою. На вертольоті поздовжньої схеми дію поздовжнього керування створює тільки поздовжній момент.

Взаємовплив сил при керуванні зазвичай небажаний. Наприклад, у одногвинтового вертольота збільшення вертикальної сили викликає збільшення крутного моменту, що викликає необхідність корекції шляхового керування для збереження початково заданого напрямку польоту. Така взаємодія вимагає складної координації рухів льотчика.

Для створення сил і моментів, необхідних для керування вертольотом, льотчик має у своєму розпорядженні важелі керування.

Рух ручки і педалей на вертольоті відповідає усталеній практиці польоту на літаку, в основу якої покладено принцип інстинктивних рухів людини для збереження рівноваги при русі і спокої.

На вертольотах застосовується кілька типів керування несучим гвинтом. Одним з них є керування лопатями за допомогою рулів, розташованих в хвостовій частині лопатей (*серворулі Каман*). Відхилений руль створює момент відносно осі жорсткості лопаті, повертаючи її на відповідний кут.

Керування несучим гвинтом може здійснюватися за допомогою *серволопато́к Хиллера*. Льотчик повертає серволопатки, які кінематично пов'язані з лопаттю. Аеродинамічні сили, що виникають на серволопатках, створюють необхідні зусилля для повороту лопатей несучого гвинта. Ці види керування застосовуються тільки даними фірмами і не мають широкого застосування.

Найбільш поширена кінематична схема керування: ручка циклічного кроку через систему тяг і качалок (або автопілот) переміщує золотник гідравлічного підсилювача, унаслідок чого формується сила, яка діє на шток гідропідсилювача та за допомогою тяг і качалок повертає лопать відносно осевого шарніра.

Ручка керування розташовується перед льотчиком (рис. 8.18) і служить для здійснення поздовжнього і поперечного керування вертольотом. На вертольоті льотчик відхиляє ручку в напрямку, в якому

він бажає рухатися (вперед, назад, убік), через автомат перекоосу змінюючи циклічно кути установки лопатей несучого гвинта. Цим викликається нахил площини обертання несучого гвинта, завдяки чому створюються потрібна сила і момент.

Педалі служать для шляхового керування. Для повороту вертольота вправо льотчик натискає на праву педаль, для повороту ліво - на ліву.

Шляхове керування одногвинтового вертольота здійснюється за допомогою хвостового гвинта. Льотчик, відхиляючи педалі, змінює крок лопатей хвостового гвинта. Змінюється тяга хвостового гвинта, завдяки чому створюється потрібний момент відносно вертикальної осі.

У дво- і багатогвинтових вертольотах шляхове керування здійснюється за допомогою несучих гвинтів. Льотчик, відхиляючи педалі, впливає відповідним чином (в залежності від схеми вертольота) на кут установки лопатей несучих гвинтів.

Важіль загального шагу знаходиться під лівою рукою льотчика і служить для одночасної зміни кутів установки всіх лопатей несучого гвинта.

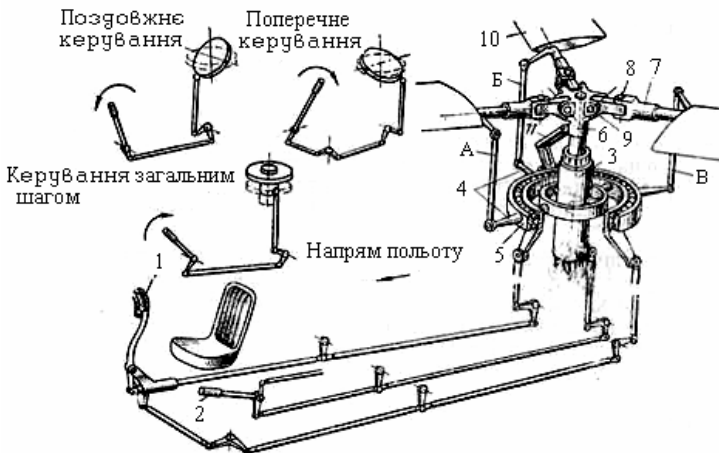


Рисунок 8.18 - Втулка вертольота і керування автоматом перекоосу: 1 - ручка керування; 2 - важіль загального шагу; 3 - рухома гільза; 4 - осі карданної підвіски автомата перекоосу (обертається разом з втулкою); 5 - зовнішнє кільце автомата перекоосу; 6 - корпус втулки; 7 - вісь осевого шарніра; 8 - вісь вертикального шарніра; 9 - вісь горизонтального шарніра; 10 - лопать; 11 - шліц-шарнір; А, Б, В - тяги, що з'єднують зовнішнє кільце автомата перекоосу з лопатями

В результаті зміни кутів установки лопатей несучого гвинта змінюється тяга несучого гвинта і вертоліт переміщається вертикально. При відхиленні важеля загального шагу вгору вертоліт піднімається вгору, при відхиленні важеля загального шагу вниз вертоліт опускається вниз.

На вертольотах важко отримати бажані градієнти сил на ручці льотчика. Зусилля на ручці льотчика виникають від моментів відносно поздовжньої осі лопаті. Профілі для лопатей і компоновка лопатей зазвичай підбираються так, щоб моменти, які прагнуть повернути лопать щодо її поздовжньої осі, були мінімальні або дорівнювали нулю на великому діапазоні кутів атаки лопаті.

Шарнірні (осьові) моменти виникають від вигину лопаті в процесі роботи, від відхилення форми профілю при виробництві, від сил тертя в підшипниках осьового шарніра і від інших причин. В результаті цих причин, що виникають, зусилля можуть мати цілком інші значення і градієнти, ніж ті, які потрібні для задовільного керування вертольотом.

Зусилля, що виникають на керуванні, бувають двох типів: постійні і періодичні. Періодичні зусилля з частотою, рівній числу оборотів, виникають внаслідок наявності різних моментів на лопатях несучого гвинта. Якщо, наприклад, на одній з лопатей трьохлопатного гвинта з'явиться шарнірний момент, то він через автомат перекоосу і систему керування буде передаватися на ручку і викличе її переміщення. Величина переміщення буде залежати від величини невірноваженого моменту. Більш високі частоти періодичних сил на ручці управління можуть бути кратними числу лопатей. Високі частоти коливань виникають внаслідок періодичних змін моментів на кожній лопаті. Моменти змінюються внаслідок зміни сил при горизонтальному польоті, а також внаслідок періодичного вигину лопатей.

Періодичні зусилля, що виникають на ручці керування, неприємні для льотчика, тому в проводку керування легких вертольотів включають інерційні демпфери, що не пропускають змінну частину шарнірного моменту на ручку керування. В системі керування середніх і важких вертольотів, у яких величина шарнірних моментів перевищує фізичні можливості льотчика, встановлюються бустери з незворотнім керуванням. В цьому випадку всі змінні навантаження сприймаються проводкою керування від повідця лопаті до бустера і далі не передаються. При переміщенні ручки керування льотчик долає тільки сили тертя в ланцюзі проводки і в золотнику бустера і перестає «відчувати» вертоліт, так як градієнт зусиль на ручку не пропорційний зміні шарнірного моменту на осьовому шарнірі.

Для підвищення пілотажних властивостей вертольота створюється штучний градієнт зусиль на ручці керування і педалях. Для цього в проводку відповідного керування вводять пружини з регульовальним механізмом. Ці ж механізми використовуються для зняття з ручки керування і педалей тривалих навантажень на сталому режимі польоту.

У систему керування вертольота входять:

- керування циклічним шагом, що зв'язує колонку поздовжньо-поперечного керування з автоматом перекоосу;

- шляхове керування, що зв'язує педалі з хвостовим гвинтом (для одногвинтового вертольота);

- об'єднане керування системою «крок - двигун - стабілізатор», де важіль «крок - газ» пов'язаний у системі керування з повзуном автомата перекоосу і важелями паливного насоса двигуна.

8.8.2 Автомат перекоосу

Автомат перекоосу є механізмом, що дозволяє шляхом відповідної зміни кутів установки лопатей змінювати величину і напрямок рівнодіючих аеродинамічних сил несучого гвинта (тяга гвинта).

Зміна рівнодіючої за величиною здійснюється одночасним збільшенням або зменшенням кутів установки всіх лопатей на одну і ту ж величину, тобто зміною «загального кроку» несучого гвинта.

Напрямок рівнодіючої змінюється шляхом нахилу площини обертання тарілки автомата перекоосу, що викликає циклічну зміну кутів установки лопатей (при нахилі площині обертання тарілки автомата перекоосу кут установки кожної лопаті змінюється за законом синуса залежно від її азимутального положення).

Автомат перекоосу встановлюється на головному редукторі. Направляюча автомата перекоосу, всередині якої проходить вал редуктора, кріпиться до фланця редуктора. За направляючою переміщається повзун з шарнірно приєднаним до нього вузлом тарілки і качалками поздовжнього і поперечного керування (рис. 8.18).

Тарілка приводиться в рух повідцем, сережка якого закріплена на кронштейні, змонтованому на головному редукторі. Кінцеві шарніри тарілки пов'язані тягами з важелями повороту лопаті.

Керування автоматом перекоосу здійснюється гідропідсилювачами, які впливають на важіль загального шагу і качалки поздовжнього і поперечного керування.

Контрольні запитання до розділу

1. За якими ознаками класифікують рульові керування автомобілів? Наведіть приклади.
2. Які вимоги висуваються до рульових керувань автомобілів?
3. Якими параметрами визначається прямий та зворотній ККД рульового механізму?
4. Що розуміється під рульовою парою, що вона визначає? Наведіть приклади в конструкціях вантажних автомобілів.
5. Яка послідовність передачі руху в рульовому керуванні у прямому напрямку, де змінюється напрям руху та його вид (лінійні переміщення, обертаючі рухи)?
6. Поясніть послідовність передачі руху від рульового колеса до напіврам на рис. 8.16.
7. Поясніть, за рахунок чого здійснюється поворот гусеничних машин, кінематичні схеми яких приведені на рис. 8.13, 8.14?
8. Поясніть, за рахунок чого змінюється кутова швидкість руху гусеничних машин, кінематичні схеми яких приведені на рис. 8.15, 8.16?
9. Поясніть принцип дії електромеханічного підсилювача.
10. Поясніть принцип дії гідравлічного підсилювача.
11. У чому полягає сутність двопотокового механізму повороту гусеничної машини?
12. За рахунок чого здійснюється поворот трактора з двома потоками потужності?
13. За рахунок чого створюється поворотний момент необхідний для зміни напрямку руху колісного трактора?
14. Назвіть варіанти виконання черв'ячних механізмів рульового керування тракторів.
15. Яким чином змінюється напрямок руху тракторів з шарнірно-зчленованою рамою?
16. Назвіть види керування, які необхідні для вертольота.
17. Що являє собою автомат перекоосу, та які функції він виконує?
18. Який зв'язок між автоматом перекоосу та втулкою несучого гвинта?
19. За рахунок чого змінюється тяга несучого гвинта і вертолїт переміщається вертикально?
20. Які функції виконують демпфери в приводах керувань вертольота?

Література: [13], с. 278-292; [14], с. 194-198; [15], с. 164-187; [16], с. 345-353.

9 ГАЛЬМІВНЕ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЯ: МЕХАНІЗМИ, ПІДСИЛЮВАЧІ, ПРИВОДИ

Гальмівне керування автомобіля призначене для уповільнення його руху аж до повної зупинки і утримання на місці на стоянці. Гальмівне керування є найважливішим засобом забезпечення активної безпеки автомобіля.

Для зниження швидкості руху автомобіля, швидкої зупинки і утримання його на стоянках всякий автомобіль обладнується гальмами (гальмівними механізмами).

Відповідно до ГОСТ 22895-77 і міжнародного стандарту ISO 611 гальмівне керування одиночного колісного транспортного засобу (автомобіля) має включати такі гальмівні системи:

- **робочу**, призначену для регулювання швидкості в будь-яких умовах руху;

- **запасну**, використовувану для зупинки в разі відмови робочої гальмової системи. Запасною гальмівною системою зазвичай є контур робочої гальмівної системи, що забезпечує не менше 30% ефективності робочої системи з максимальним уповільненням $j_m \geq 2,8 \text{ м/с}^2$;

- **стоянкову**, призначену для утримання повністю навантаженого автомобіля на ухилі, заданому технічними характеристиками. Для автомобіля, що знаходиться в експлуатації, за вимогами ГОСТ 25478 система повинна утримувати автомобіль повної маси на ухилі не менше 16%. Кути нахилу дороги, на яких автомобілі в спорядженому стані утримуються гальмівної системою, складають не менше 23% для легкових автомобілів і автобусів, і не менше 31% - для вантажних автомобілів та автопоїздів. При цьому зусилля на важелі ручного включення цієї системи не повинна перевищувати 400 Н;

- **допоміжну** (гальмо-сповільнювач), обов'язкову для автобусів масою понад 5 т і вантажних автомобілів повною масою понад 12 т, уповільнення, що забезпечується цією системою складає від 0 до $2,0 \text{ м/с}^2$; забезпечення затяжного спуску з ухилом 7% і підтримки швидкості 30 км/год протяжністю 6 км.

Гальмівне керування оснащується антиблокувальною системою (АБС) - частина робочої гальмової системи, яка запобігає блокуванню одного або декількох коліс при гальмуванні автомобіля.

У конструкції автопоїзда передбачається автоматична гальмівна система, обладнання якої автоматично загальмовує причіп при його випадковому відділенні від тягача.

Стоянкова гальмівна система використовується для гальмування автомобіля на стоянках і управляється за допомогою важеля, який

можна на тривалий час встановити в положення «Загальмовано». В стоянковій гальмівній системі застосовується, як правило, трансмісійний гальмівний механізм. Користуватися цією системою для гальмування автомобіля, що рухається, можна тільки в крайніх випадках - при відмові основної гальмівної системи.

На ряді автомобілів крім основної і стоянкової гальмівних систем застосовують додаткові гальма-сповільнювачі, що діють також незалежно.

Гальма-сповільнювачі використовуються для плавного гальмування автомобіля на затяжних спусках. Гальмо-сповільнювач бажано мати на автомобілях, що експлуатуються в гористій місцевості, де часте і тривале гальмування автомобіля за допомогою основної гальмівної системи може стати причиною швидкого зносу гальмівних механізмів. Крім того, при частому і тривалому гальмуванні підвищується температура деталей, що труться, гальмівних механізмів і, як наслідок цього, знижується коефіцієнт тертя фрикційних матеріалів. В результаті при необхідності провести швидке, екстремне гальмування гальмівна система може втратити ефективність.

Кожна з перерахованих гальмівних систем складається із:

- гальмівних механізмів (гальм);
- гальмового приводу;
- підсилювача приводу (для гідравлічних приводів).

Примусове уповільнення автомобіля може здійснюватися різними способами:

- механічним (фрикційним), який за формою поверхонь тертя виконується:
 - дисковим;
 - барабанним (колодковий; стрічковий);
- гідравлічним;
- електричним;
- позаколісним гальмуванням.

Гальмівні системи автомобіля розрізняються за типом гальмового приводу і застосованих гальмівних механізмів.

На сучасних автомобілях найбільш широке застосування отримали гальмівні системи з приводами:

- механічним;
- гідравлічним;
- пневматичним;
- комбінованим.

Загальні відомості про застосування гальмівних механізмів

Найбільш широко для автомобілів застосовують фрикційні гальмівні механізми. На легкових автомобілях великого класу часто використовують тільки дискові гальмівні механізми. На автомобілях малого і середнього класу найчастіше використовують дискові гальмівні механізми на передніх колесах і барабанні колодкові на задніх колесах.

На вантажних автомобілях незалежно від їх вантажопідйомності встановлюють барабанні колодкові гальмівні механізми. Також розвинена тенденція використання дискових гальмівних механізмів.

Барабанні стрічкові гальмівні механізми використовують як трансмісійне гальмо для гальмівної системи (автомобілі МАЗ, БелАЗ-540).

Гідравлічні і електричні гальмівні механізми використовують як гальма-сповільнювачі. На ряді автомобілів гальмом сповільнювачем є випускна труба, яка прикривається спеціальною заслінкою. Крім того, уповільнення може бути здійснено при перекладі двигуна в компресорний режим.

Для екстреного гальмування на швидкісних і гоночних автомобілях іноді застосовують особливі закрилки, що збільшують повітряний опір, або використовують спеціальні парашути (позаколісне гальмування).

У багатоланкових автопоїздах може застосовуватися електричний привід.

Механічний привід, що складається з системи тяг і важелів, застосовують в основному в гальмівних системах з ручним керуванням (допоміжна гальмівна система - «стоянкове гальмо»). Тут для включення гальмівного механізму використовується м'язова енергія водія. Простота конструкції і незмінна в часі жорсткість механічного приводу роблять його найбільш прийнятним для допоміжної гальмівної системи.

Гідравлічний привід застосовується в основній гальмівній системі легкових автомобілів і вантажних малої і середньої вантажопідйомності. Тут зусилля від педалі до гальмівних механізмів передається рідиною. Для включення гальм використовується м'язова енергія водія. Для полегшення роботи водія іноді застосовують гідравлічний привід з вакуумним (автомобіль ГАЗ-66) або пневматичним підсилювачем.

Гідравлічний привід з насосом. В цьому випадку для включення гальмівних механізмів і створення необхідних для швидкого гальмування автомобіля гальмівних моментів на колесах використовується енергія двигуна, що приводить в дію гідравлічний насос безпосередньо або через будь-який агрегат силової передачі автомобіля.

Пневматичний привід широко застосовується в гальмівних системах тягачів, вантажних автомобілів середньої і великої вантажопідйомності і автобусів. У гальмівних системах з пневматичним приводом гальмівні

механізми включаються за рахунок використання енергії стисненого повітря.

На довгобазних автомобілях і тягачах великовантажних автопоїздів часто використовується комбінований привід - **гідропневматичний**. Тут для створення необхідних гальмівних зусиль використовується енергія стисненого повітря, а сила до гальмівного механізму передається рідиною.

Електричний привід бажано мати на автомобільних поїздах, так як при цьому досягається найбільш простий спосіб передачі енергії на великі відстані при дуже малому часі спрацьовування гальмівної системи.

До гальмівних систем автомобілів пред'являються наступні вимоги:

- мінімальний гальмівний шлях або максимальне стале сповільнення відповідно до вимог ГОСТ 22895-77;

- збереження стійкості при гальмуванні (критеріями стійкості є лінійне відхилення, кутове відхилення, кут складання автопоїзда);

- стабільність гальмівних властивостей при неодноразових гальмуваннях;

- мінімальний час спрацьовування гальмівного приводу;

- наявність силової слідкуючої дії гальмівного приводу (пропорційність між зусиллям на педалі і привідним моментом);

- низька робота керування гальмівними системами - зусилля на гальмівній педалі залежно від призначення автотранспортного засобу має знаходитись в межах 500-700 Н (нижча межа для легкових автомобілів), хід гальмівної педалі 80-180 мм;

- відсутність органолептичних явищ (слухових, нюхових);

- надійність всіх елементів гальмівних систем;

- основні елементи повинні мати гарантовану міцність, не виходячи з ладу протягом гарантованого ресурсу, необхідно також передбачити сигналізацію, яка оповіщає водія про несправність гальмівної системи.

Класифікація гальмівних механізмів наведено на рис. 9.1, привідів - на рис. 9.2.

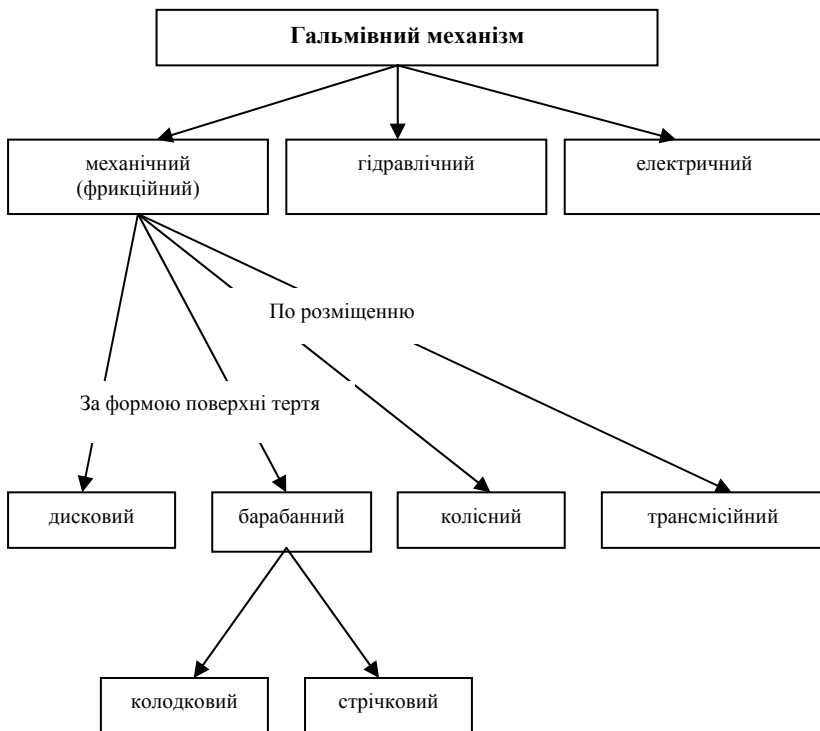


Рисунок 9.1 - Класифікація гальмівних механізмів

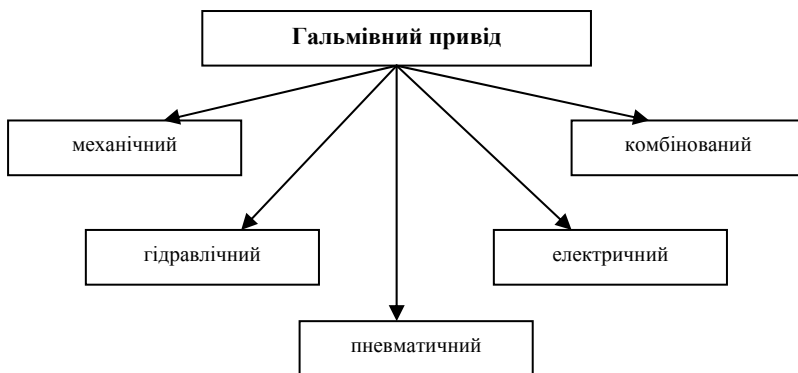


Рисунок 9.2 - Класифікація гальмівних приводів

На автомобілях застосовують в основному колодкові гальмівні механізми чотирьох типів (рис. 9.3):

- тип I – колодкове гальмо з фіксованим розтискним кулаком (рис. 9.3, а);

- тип II – колодкове гальмо з рівними розтискними зусиллями (рис. 9.3, б);

- тип III – колодкове гальмо з рівними розтискними зусиллями і з рознесеними опорами (рис. 9.3, в);

- тип IV – колодкове гальмо з плаваючими колодками (сервогальмо, рис. 9.3, г).

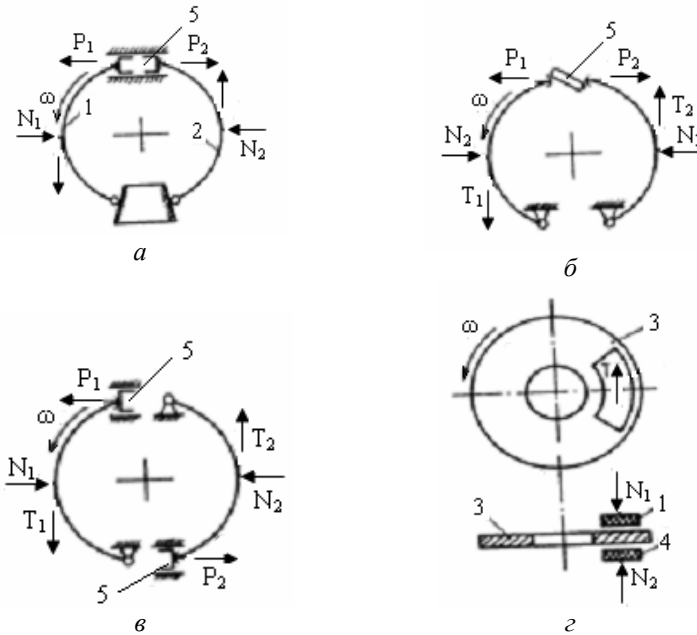


Рисунок 9.3 - Схеми колісних гальмових механізмів:

а, б - гальмовий механізм з рівними привідними силами та однобічним розташуванням опор; в - гальмовий механізм з рівними привідними силами та рознесеними опорами;

г - гальмовий механізм дисковий; 1, 2, 4 - гальмівні колодки, 3 - гальмівний диск, 5 - розтискний пристрій; Т - гальмівна сила; Р - розтискна сила; N – притискна сила

9.1 Критерії оцінки конструктивних схем

Для оцінки конструктивних схем служать наступні критерії.

Стабільність - критерій характеризує залежність коефіцієнта гальмівної ефективності через зміни коефіцієнта тертя: $K_e = f(\mu)$. Ця залежність представляється графіком статичної характеристики гальмівного механізму. Кращу стабільністю мають гальмівні механізми, що характеризуються лінійною залежністю.

Врівноваженість. Врівноваженими вважаються механізми, в яких сили тертя не створюють навантаження на підшипники коліс.

Коефіцієнт гальмівної ефективності гальмівного механізму визначається:

$$K_{ef.} = \frac{M_{гальм.}}{\sum Pr_{тер.}}, \quad (9.1)$$

де: $M_{тор}$ - гальмівний момент, Н·м;

$\sum P$ - сума привідних сил, Н;

r_{mp} - радіус прикладання результуючої сили тертя (в барабанних гальмівних механізмах - радіус барабана, в дискових - середній радіус накладки).

9.2 Елементи конструкції механізмів гальма

Основними елементами колісного колодкового гальма барабанного типу є:

- гальмівні барабани,
- колодки,
- розтискні пристрої,
- опорні пристрої;
- регулювальні пристрої.

Дискові гальмівні механізми можуть бути двох типів:

- з обертовим гальмівним диском;
- з обертовим корпусом.

Конструкції дискових гальмівних механізмів можуть виконуватися:

- з нерухомою скобою;
- з плаваючою скобою.

Конструкція гальма з нерухомою скобою приведена на рис. 9.4:

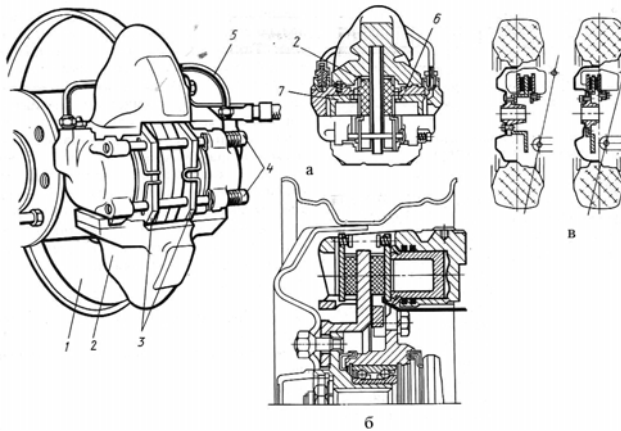


Рисунок 9.4 - Дискові гальмівні механізми

а - з нерухомою скобою; *б* - з плаваючою скобою; *в* - схема установки нерухомої і рухомої скоб; 1 - гальмівний диск; 2 - скоба (супорт); 3 - гальмівні колодки; 4 - пальці установки колодок; 5 - сполучна трубка; 6 - гумове кільце; 7 - поршни

Елементи конструкції дискового гальмівного механізму з елементами стоянкової гальмівної системи автомобіля Audi наведено на рис. 9.5.

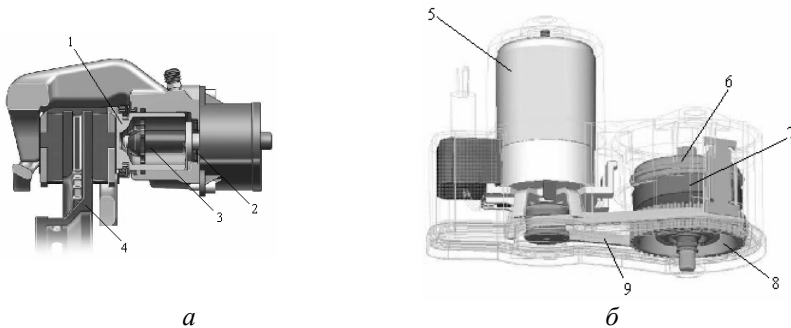


Рисунок 9.5 - Елементи стоянкової гальмівної системи Audi з електроприводом:

а - гальмівний механізм, *б* - елементи приводу; 1 - поршень, 2 - ходовий гвинт, 3 - циліндр, 4 - диск, 5 - електродвигун постійного струму, 6 - ведома шестерня, 7 - шестерня, що гойдається, 8 - зубчастий шків на ведомому валу, 9 - зубчастий ремінь

9.3 Гідравлічний гальмівний привід

Гідравлічний гальмівний гідропривід застосовується на всіх легкових автомобілях і на вантажних автомобілях повною масою до 7,5 т. У поєднанні з пневмоприводом гідропривід застосовується і на автомобілях великої маси (Урал-4320).

Переваги гідроприводу:

- малий час спрацьовування;
- рівність привідних сил на гальмівних механізмах лівих і правих коліс;
- зручність компонування;
- високий ККД (до 0,95);
- можливість розподілу приводних зусиль між гальмівними механізмами передніх і задніх коліс в результаті застосування робочих циліндрів різного діаметру (наприклад, на ВАЗ-2101 циліндри передніх дискових гальмівних механізмів - 40 мм; задніх - 19 мм);
- простота обслуговування.

Недоліки:

- зниження ККД при низьких температурах;
- можливість виходу з ладу гальмівної системи при місцевому ушкодженні приводу.

На сучасних автомобілях обов'язковий двоконтурний привід; при виході з ладу одного контуру забезпечується можливість гальмування неушкодженим контуром, хоча і з меншою ефективністю.

Можливі варіанти компонування елементів двоконтурного гідравлічного приводу наведено на рис. 9.6.

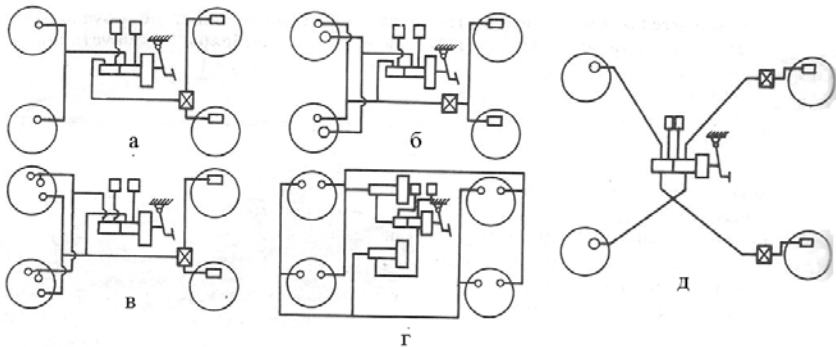


Рисунок 9.6 - Схеми двоконтурних гальмівних гідроприводів
a - розподілений, ВАЗ-2103, 2105; *б* - здубльований на передні колеса, АЗЛК-2141; *в* - ВАЗ-2121; *г* - здубльований на передні і задні колеса, ЗІЛ-114; *д* - діагональний, ВАЗ-2108, ЗАЗ-1102, Audi 100.

За принципом дії гідравлічні гальмівні приводи поділяються на три типи:

- простий гідравлічний привід;
- гідравлічний привід з підсилювачем;
- гідравлічний привід з використанням енергії від стороннього джерела (гідравлічний привід з насосом).

Гідравлічний привід складається з наступних елементів конструкції:

- головний гальмівний циліндр з ємністю для спеціальної рідини;
- робочі гальмівні циліндри (по числу коліс і приводних колодок);
- регулятор гальмівних сил;
- з'єднувальні магістралі.

Гідравлічні приводи з підсилювачем зустрічаються двох типів:

- з пневматичним підсилювачем;
- вакуумним підсилювачем.

Підсилювачі (пневматичний або вакуумний) підключаються в привід паралельно гальмівній педалі керування.

За цією ознакою гідроприводи з підсилювачем відрізняються від комбінованих приводів (наприклад, пневмогідравлічних), де педаль пов'язана тягою з краном керування, а необхідну гальмівне зусилля створюється за рахунок використання енергії від стороннього джерела.

У простому гідравлічному приводі (рис. 9.7) для включення колісних, гальмівних механізмів використовується м'язова енергія водія. Водій із зусиллям Q натискає на гальмівну педаль 1 . Зусилля від педалі через регульовальний шток 2 передається на поршень головного гальмівного циліндра 3 . Робоча рідина по магістралі 4 надходить в колісні гальмівні циліндри 5 . При однакових розмірах колісних гальмівних циліндрів на колодках всіх гальмівних механізмів створюються рівні зусилля P .

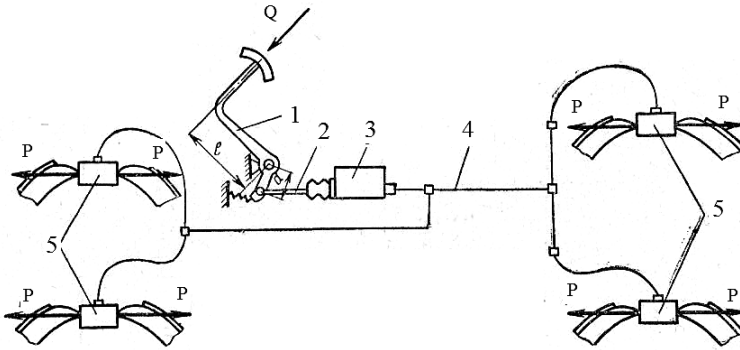


Рисунок 9.7 - Схема простого гідравлічного приводу:
 1 - гальмівна педаль; 2 - регулювальний шток; 3 - головний гальмівний циліндр; 4 - магістраль; 5 - колісні гальмівні циліндри

Зусилля P , яке розтикає колодки, пропорційно тиску в магістралі і діаметру колісного циліндра d .

Схема гідравлічного приводу з пневматичним підсилювачем дана на рис. 9.8. Шток поршня головного гальмівного циліндра 1 пов'язаний з поршнем 2 і з педаллю 5 . При натисканні на педаль одночасно переміщуються поршні, і за допомогою тяги 5 включається гальмівний кран 4 . У гальмівному крані 4 закривається атмосферний клапан і відкривається повітряний. Повітря з ресивера надходить в циліндр, де створюється тиск.

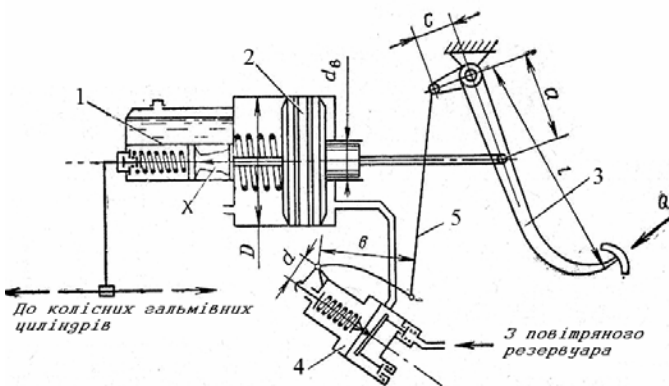


Рисунок 9.8 - Схема пневматичного підсилювача:
 1 - головний гальмівний циліндр; 2 - поршень; 3 - педаль;
 4 - гальмівний кран; 5 - тяга

Схема гідравлічного гальмівного приводу з вакуумним підсилювачем автомобіля ГАЗ-66 (ГАЗ-3307) показана на рис. 9.9.

Гідровакуумний підсилювач складається з наступних елементів:

- камери 13, розділеної діафрагмою 4 на порожнини А і Б;
- гідравлічного циліндра 12,
- клапанного механізму керування;
- зворотного клапана 3.

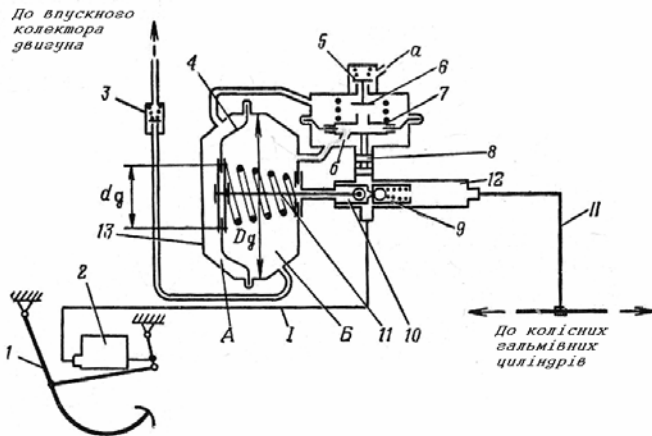


Рисунок 9.9 - Схема гідровакуумного підсилювача автомобіля ГАЗ-66:

- 1 - гальмівна педаль; 2 - головний гальмівний циліндр;
- 3 - вакуумна камера; 4 - діафрагма; 5 - атмосферне клапан;
- 6 - вакуумний клапан; 7 - тарілка діафрагми; 8 - поршень;
- 9 - поршень гідравлічного циліндра; 10 - пластина; 11 - пружина камери;
- 12 - гідравлічний циліндр; 13 - вакуумна камера;
- А, Б - порожнини камери

При відпущеній гальмівній педалі 1 діафрагма 7 клапанного механізму займає крайнє нижнє положення. Під дією пружини атмосферний клапан 5 притиснутий до свого сідла. Через отвір 6 в тарілці діафрагми 7 порожнину А вакуумної камери 13 сполучена з порожниною Б. При працюючому двигуні в обох порожнинах створюється розрідження, пропорційне розрідженню у впускному колекторі двигуна. Поршень 9 гідравлічного циліндра 12 буде знаходитися в крайньому лівому положенні. Кульковий клапан поршня 9 виступом пластини 10 буде відкритий.

При натисканні на гальмівну педаль робоча рідина з головного гальмового циліндра 2 через клапанний отвір в поршні 9 надходить в магістраль підведення рідини до колісних гальмівних циліндрів.

Гідравлічний привід з використанням енергії від стороннього джерела за своєю конструкцією складніший, ніж простий гідравлічний, привід і гідравлічний привід з підсилювачем, а надійність його дії є дещо нижчою. На рис. 9.9 показані дві схеми гідравлічного приводу з використанням енергії від стороннього джерела:

- єдиний привід (рис. 9.9, а) на всі колеса автомобіля;
- роздільний привід (рис. 9.9, б) на передні, і задні колеса.

Масляний насос 4 (шестеренчатого або лопатевого типу), що приводиться в дію двигуном автомобіля, нагнітає оливу з резервуара 5 в повітряно-масляний акумулятор 3. Акумулятор 3 підключений послідовно до крана керування 2 або до двох допоміжних акумуляторів 8 і 9 при роздільному приводі на передні і задні колеса. Натисканням на педаль 1 за допомогою крана 2 регулюється тиск в магістралі до колісних гальмівних циліндрів 6 і 7, а, отже, ефективність гальмування.

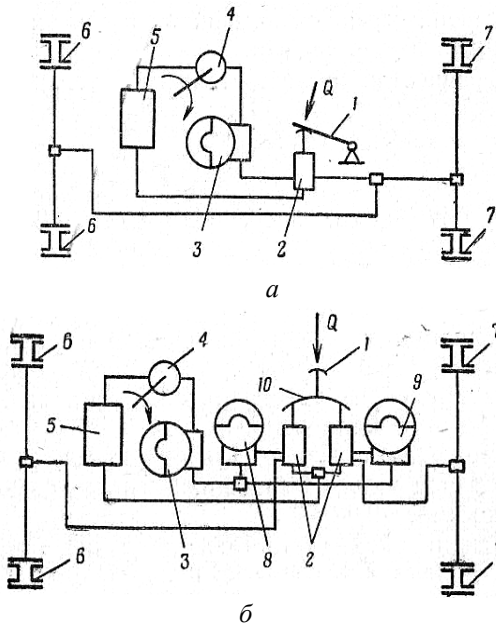


Рисунок 9.10 - Схеми гідравлічних приводів з насосом:
 а - єдиний привід; б - роздільний привід; 1 - педаль; 2 - кран керування;
 3 - акумулятор; 4 - масляний насос; 5 - резервуар; 6,7 - циліндри;
 8, 9 - допоміжні гідроакумулятори; 10 - зрівняльний важіль

9.4 Пневматичний гальмівний привід

Пневматичний гальмівний привід включає ряд елементів:

живлячі:

- компресор;
- ресивери;

керуючі:

- гальмівні крани;
- клапани керування гальмами причепа або напівпричепа;

виконавчі:

- гальмівні камери;

регулюючі:

- регулятор тиску, створюваного компресором,
- регулятори гальмівних сил тощо;

елементи, що поліпшують експлуатаційні якості і надійність:

- вологовідокремлювачі;
- захисні клапани (одинарний, подвійний, потрійний, зберігаючі тиск повітря в справних контурах, прискорюючі клапани, клапани контрольного виводу тощо);
- сигнальні елементи різного типу.

Залежно від принципу взаємозв'язку з причіпними ланками пневматичний привід може бути:

- однопровідним;
- двопровідним.

При **однопровідному приводі** з'єднання гальмівної системи (контур) тягача з гальмівною системою (контуром) причепа (напівпричепа) здійснюється одним гнучким трубопроводом. Цей трубопровід використовується як в якості живильного (зарядка ресиверів причепа стисненим, повітрям), так і в якості магістралі керування інтенсивністю гальмування причепа, рис. 9.11.

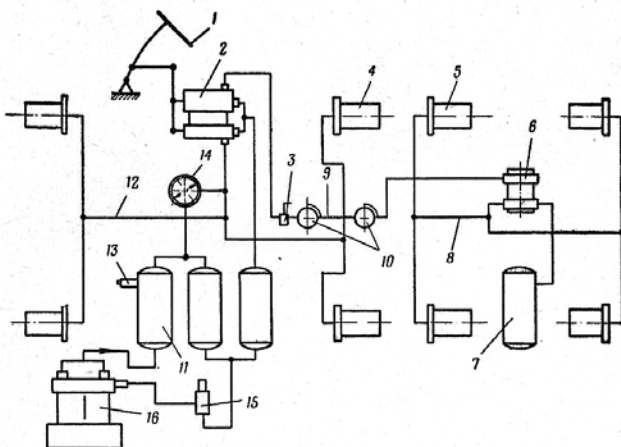


Рисунок 9.11 - Схема однопровідного пневматичного приводу:
 1 - гальмівна педаль; 2 - гальмівний кран; 3 - роз'єднувальний кран; 4, 5 - робочі апарати; 6 - розподільник повітря; 14 - манометр; 9 - шланг керування інтенсивністю гальмування і підзарядки стисненим повітрям; 7, 11 - ресивери зберігання стисненого повітря; 10 - сполучна головка; 13 - запобіжний (аварійний) клапан; 15 - регулятор тиску; 16 - компресор

Основним недоліком однопровідної системи гальмового приводу причепа вважається так звана «виснаженість» - при неодноразових і частих гальмуваннях, наприклад на спуску, стиснене повітря з ресивера причепа витрачається, тиск в ньому падає, не отримуючи зарядки з компресора.

На відміну від однопровідного двопровідний привід (рис. 9.12) має два гнучких шланга, що з'єднують гальмівну систему тягача з гальмівною системою причепа, тобто з'єднання здійснюється **двома пневмолініями**:

- живильною (зі сполучної головкою 6);
- керуючою (з сполучної головкою 7).

По шлангу 9б безперервно підзаряджаються ресивери причепа стисненим повітрям, по шлангу 9а здійснюється керування інтенсивністю гальмування причепа. Комплект приладів, що входять в двопровідний пневматичний привід, їх назва і функціональне призначення в основному ідентичні однопровідному приводу.

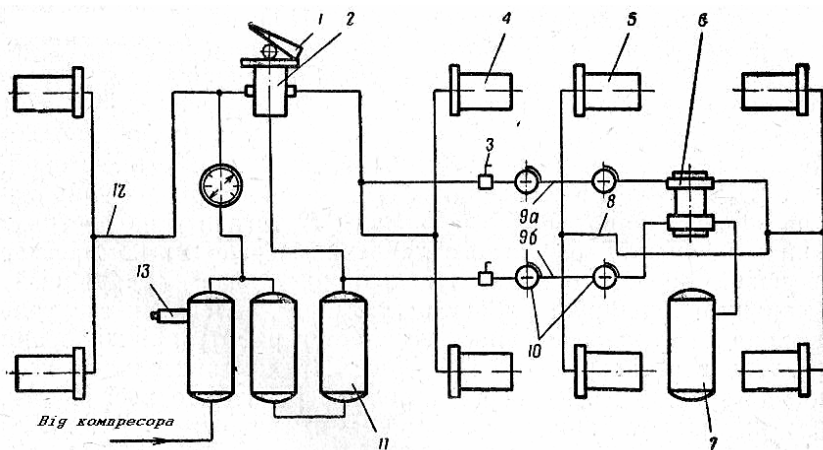


Рисунок 9.12 Схема пневматичного приводу:

- 1 - гальмівна педаль; 2 - гальмівний кран; 3 - роз'єднувальний кран;
- 4, 5 - робочі апарати; 6 - розподільник повітря;
- 14 - манометр; 9а - шланг керування інтенсивністю гальмування; 9б - шланг підзарядки стисненим повітрям; 7, 11 - ресивери зберігання стисненого повітря; 10 - сполучна головка;
- 13 - запобіжний (аварійний) клапан

Тиск в гальмівній системі тягача підтримується на рівні 0,75-0,80 МПа. Тиск в гальмівній системі причепа при однопровідній системі повинен бути нижче на 0,2-0,25 МПа, щоб зменшити час спрацьовування апаратів гальмівної системи причепа. Пов'язано це з тим, що час видалення повітря з апаратів в 1,5...2 рази більше, ніж час їх заповнення.

У розгальмованому стані гальмівні камери тягача і причепа пов'язані з атмосферою відповідно через гальмівний кран 4 і розподільник повітря 8. При роботі компресора 1 одночасно відбувається зарядка стисненим повітрям через регулятор 2 ресивера 3 тягача і через живильну пневмолінію ресивера 9 причепа. При натисканні на гальмівну педаль гальмівний кран тягача з'єднує ресивер 3 з гальмівними камерами 5 тягача.

У той же час стиснене повітря по керуючій пневмолінії надходить до розподільника повітря 8, впливаючи на клапан, який з'єднує ресивер 9 з гальмівними камерами 10 причепа. В процесі гальмування в ресивер 9 причепа продовжує надходити стиснене повітря від ресивера тягача.

При відриві причепа розподільник повітря з'єднує гальмівні камери 10 з ресивером 9, внаслідок чого причіп різко гальмується. У двопровідній системі також зберігається пропорційність між зусиллям на педалі і тиском стисненого повітря в гальмівних камерах.

Перевагами двопровідної системи є безперервна зарядка ресивера причепа, що забезпечує надійне користування гальмами при багаторазових гальмуваннях, і менший час спрацьовування (приблизно в 1,5...2 рази в порівнянні з однопровідною системою).

За вимогами вітчизняних та зарубіжних стандартів пневмопривід робочої гальмівної системи повинен мати не менше двох незалежних контурів, з тим щоб місцеве пошкодження викликало вихід з ладу тільки одного контуру. Крім того, пневмопривід може мати відведення для гальмування причепа (напівпричепа). Сучасні автомобілі з гальмівним пневмоприводом крім незалежних контурів робочої гальмівної системи мають зазвичай незалежні контури інших систем.

Пневмообладнання сучасного автопоїзда досить складне. Воно включає кілька десятків приладів. В якості прикладу на рис. 9.13 показана схема пневмообладнання тягача ЗИЛ-433100 автопоїзда, яке включає п'ять автономних контурів:

- контур привода гальмівних механізмів передніх коліс;
- контур привода гальмівних механізмів задніх коліс;
- контур привода стоянкового гальмівного механізму;
- контур привода гальма-сповільнювача і живлення споживачів;
- контур аварійного розгальмовування стоянкового гальмівного механізму.

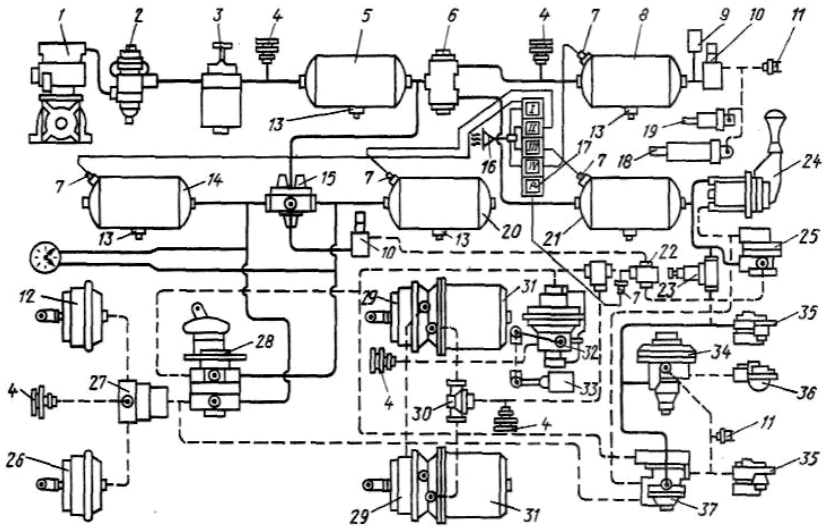


Рисунок 9.13 - Загальна схема пневмоприводу тягача автопоїзда
ЗИЛ-433100:

1 - компресор; 2 - регулятор; 3 - вологовідділювач; 4 - клапан контрольного виводу; 5 - ресивер для конденсації вологи («мокрый» ресивер); 6 - захисний двоконтурний клапан; 7 - датчик падіння тиску; 8 - ресивер допоміжної гальмівної системи і інших споживачів; 9 - розподільник повітря; 10 - пневматичний кран; 11 - датчик сигналу гальмування; 12 - манометр; 13 - кран зливу конденсату; 14, 20 і 21 - ресивери відповідно передніх, задніх і стоянкових гальмівних механізмів; 15 - потрійний захисний клапан; 16 - звуковий сигнал (зумер); 17 - блок сигнальних ламп; 18 - пневмоциліндр приводу заслінки допоміжної гальмівної системи; 19 - пневмоциліндр виключення подачі палива; 22 - двомагістральний клапан; 23 - одинарний захисний клапан; 24 - кран гальмівної системи; 25 - прискорювальний клапан; 26 - передня гальмівна камера; 27 - клапан обмеження тиску; 28 - двосекційний гальмівний кран; 29 - задня гальмівна камера; 30 - клапан швидкого розгальмування; 31 - пружинний енергоаккумулятор; 32 - регулятор гальмівних сил; 33 - пружний елемент; 34 - клапан керування однопровідним приводом причепа; 35 і 36 - з'єднувальні голівки; 37 - клапан керування двопровідним приводом причепа

На рис. 9.14 приведено елементи пневматичного приводу гальмівних механізмів автомобілів КамАЗ-53229, -65115, -54115, -43253

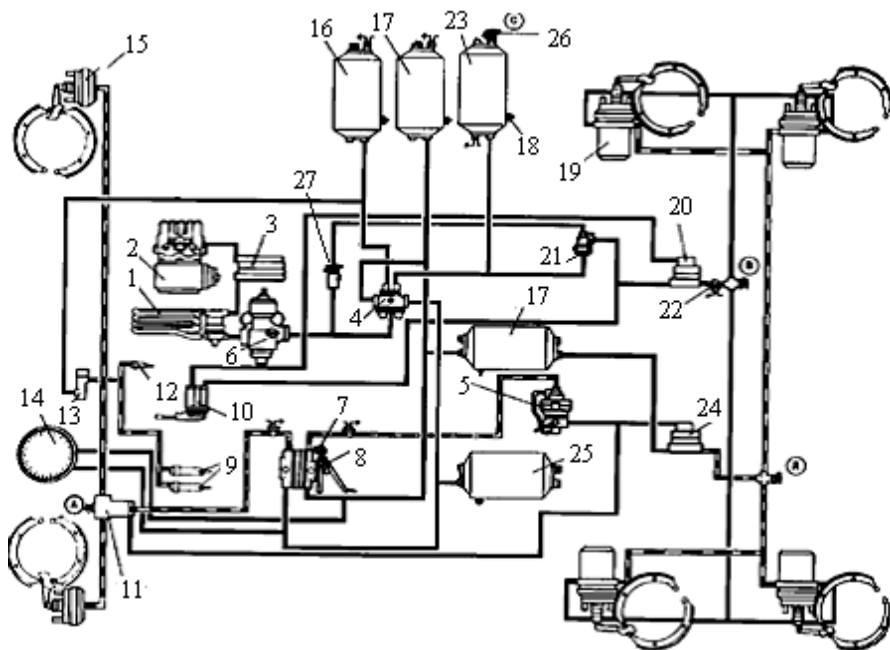


Рисунок 9.14 - Схема пневматичного приводу гальмівних механізмів автомобілів КамАЗ-53229, -65115, -54115, -43253:

1 - водовіддільник, 2 - компресор, 3 - охолоджувач, 4 - чотирьохконтурний захисний клапан, 5 - автоматичний регулятор гальмівних сил, 6 - регулятор тиску, 7 - вимикач сигналу гальмування, 8 - гальмівний кран, 9 - пневмоциліндри приводу заслінки механізму допоміжної гальмівної системи, 10 - кран керування стоянковою гальмівною системою, 11 - пропорційний клапан, 12 - пневмоциліндр приводу важеля останову двигуна, 13 - кран керування допоміжною гальмівною системою, 14 - манометр, 15 - гальмівні камери типу 30/30, 16 - ресивер контуру, 17 - ресивер контуру, 18 - кран зливу конденсату, 19 - гальмівні камери типу 20/20, 20, 24 - прискорювальні клапани, 21 - двомагістральний перепускний клапан, 26 - вимикач контрольної лампи стоянкової гальмівної системи, 23, 25 - ресивер контуру передніх гальмівних механізмів, 26 - вимикач контрольної лампи падіння тиску повітря в контурі, 27 - кран екстреного розгальмовування

Компонування елементів конструкції гальмівного крана та принцип роботи секції наведено на рис. 9.15.

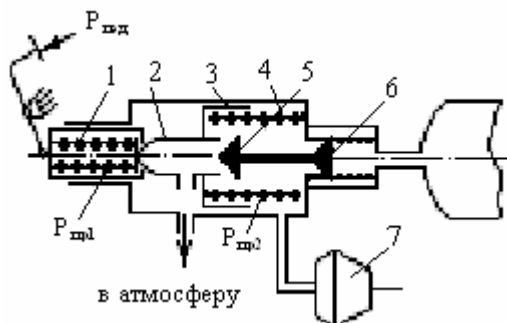


Рисунок 9.15 - Схема роботи гальмівного крана прямої дії:

- 1, 4 - пружини, 2 - шток з порожниною, 3 - сідло клапана,
- 5 - атмосферний клапан, 6 - клапан стисненого повітря, 7 - гальмівна камера

9.5 Загальні відомості про регулятори гальмівних сил

Регулятори гальмівних сил встановлюються в автомобілях з гальмівним як гідро-, так і пневмоприводом. Основне призначення регулятора - обмеження гальмівних сил на задніх колесах для запобігання їх юза і можливого заносу автомобіля.

Оптимальний розподіл гальмівних сил між передніми і задніми колесами, що забезпечує мінімальний гальмівний шлях (максимальну ефективність), виходить при максимально можливих за умовами зчеплення гальмівних силах на колесах. Необхідність регулювання гальмівних сил виникає, зважаючи на перегальмовування задніх коліс, особливо для ненавантаженого автомобіля, що може призвести до його заносу.

Існуючі регулятори гальмівних сил діляться на дві групи - статичні і динамічні.

Статичні регулятори обмежують тиск в тій гілці гальмівного приводу, де встановлений регулятор, тільки залежно від командного тиску, тобто від тиску, що створюється натисненням на гальмівну педаль.

Динамічні регулятори обмежують тиск в гальмівному приводі в залежності як від командного тиску, так і від зміни навантаження на задні колеса.

9.6 Загальні відомості про АБС (антиблокувальна система)

Застосування регулятора гальмівних сил на автомобілі пов'язане з деякою втратою гальмівної ефективності (на 10–15%), оскільки запобігання юзу при обертанні задніх коліс досягається їх недогальмуванням. Подальшим розвитком засобів поліпшення гальмівної динаміки є антиблокувальні системи (АБС).

Призначення АБС - забезпечення оптимальної гальмівної ефективності (мінімального гальмівного шляху) при збереженні стійкості і керованості автомобіля. Основним завданням АБС є підтримка в процесі гальмування відносного ковзання коліс у вузьких межах поблизу $S_{кр}$ (S - відносне ковзання). В цьому випадку забезпечуються оптимальні характеристики гальмування. Для цієї мети необхідно автоматично регулювати в процесі гальмування гальмівний момент, що підводиться до коліс. Відносне ковзання визначається з рівняння:

$$S = \frac{V - \omega_{m.k.} r_0}{V}, \quad (9.2)$$

де: V - швидкість автомобіля, м/с;

$\omega_{m.k.}$ - кутова швидкість колеса, яке гальмує, рад/с;

r_0 - вільний радіус колеса, м.

Незалежно від конструкції, будь-яка АБС повинна включати наступні елементи:

- *датчики*, функцією яких є видача інформації, в залежності від прийнятої системи регулювання, про кутову швидкість колеса, тиск робочого тіла в гальмівному приводі, уповільненні автомобіля і т.д.;

- *блок керування*, зазвичай електронний, куди поступає інформація від датчиків, який після логічної обробки інформації, що поступила, дає команду виконавчим механізмам;

- *виконавчі механізми* (модулятори тиску), які в залежності від команди, що поступила з блоку керування, знижують, підвищують або утримують на постійному рівні тиск в гальмівному приводі.

Важливою властивістю АБС повинна бути її здатність пристосовуватися до зміни умов гальмування (адаптивність) і, в першу чергу, до зміни коефіцієнта зчеплення в процес гальмування.

Розроблено велике число принципів, по яких працюють АБС (алгоритмів функціонування). Вони відрізняються по складності, вартості реалізації і по ступеню задоволення поставленим вимогам. Серед них найбільш широке застосування отримав алгоритм функціонування по уповільненню гальмуючого колеса. Також розрізняють алгоритм функціонування по гальмівному моменту, по швидкості руху автомобіля.

Процес роботи АБС може проходити по дво- або трифазному циклу. При двофазному циклі: перша фаза - наростання тиску, друга фаза - скидання тиску. При трифазному циклі: перша фаза - наростання тиску; друга фаза - скидання тиску; третя фаза - підтримка тиску на постійному рівні. В алгоритмі по уповільненню застосований трифазний цикл, перевагою якого вважається менша витрата робочого тіла, але сам модулятор виходить складнішим, ніж при двофазному циклі.

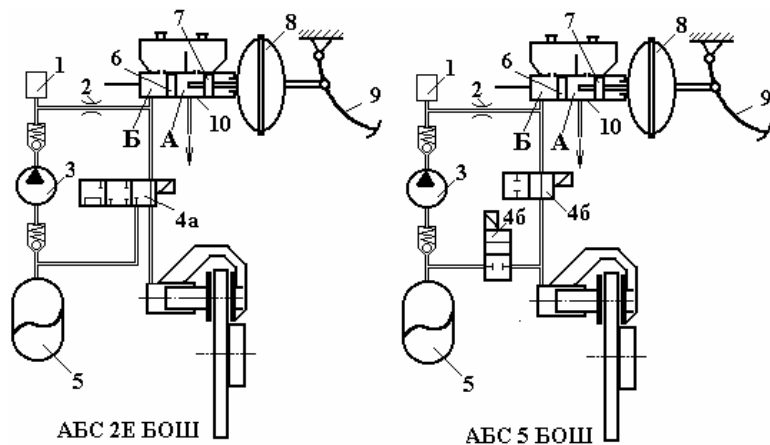


Рисунок 9.16 - Схеми гальмівних контурів АБС різних версій фірми BOSCH для легкових автомобілів:

- 1 - демпфуюча камера, 2 - дросель, 3 - зворотний насос,
- 4а - трьохпозиційний гідро розподільувач, 4б - двохпозиційний розподільувач, 5 - накопичувальна камера, 6, 7 - поршні головного циліндра, 8 - вакуумний підсилювач, 9 - педаль, 10 - головний циліндр

9.6.1 Типи антиблокувальних систем

На сьогоднішній день існує чотири основні типи АБС, які відрізняються кількістю керуючих каналів. Каналів може бути від одного до чотирьох, і кожен тип системи має відповідну назву.

Одноканальна АБС. Система управляє відразу всіма колесами одночасно, в такій системі передбачено по одному впускному і випускному клапану, і тиск рідини змінюється відразу у всій гальмівній системі. Зазвичай одноканальна АБС управляє тільки ведучими колесами осі (колесами ведучого моста), при цьому використовується один датчик. Така система не відрізняється ефективністю, і часто може давати збій.

Двоканальна АБС. У такій системі окремо управляються колеса кожного борту. АБС цього типу непогано працює, так як дуже часто автомобіль в екстрених ситуаціях з'їжджає на узбіччя, і в момент включення АБС колеса правого і лівого бортів знаходяться на поверхнях з різними характеристиками, тому для їх ефективного гальмування необхідно використовувати різні алгоритми АБС.

Триканальна АБС. У даній системі колеса задньої осі управляються одним каналом (як в одноканальній системі), а передні колеса мають індивідуальне керування.

Чотирьохканальна АБС. Це найбільш досконала АБС, в ній на кожному колесі є датчик і клапани, чим досягається максимальний контроль і можливість керування кожним колесом незалежно від інших.

Різні типи АБС неоднаково працюють на різних типах транспортних засобів, тому всі вони сьогодні отримали те або інше поширення. Важливу роль відіграє і ціна систем - чотирьохканальна коштує дорожче інших, тому встановлюється на дорогих автомобілях, триканальні системи широко застосовуються на легкових машинах, двоканальні - на невеликих вантажівках, і т.д.

9.6.2 Антиблокувальна система гальм автомобіля Fiat Uno (Turbo)

Англійською фірмою Automotive Produkts (AP) спільно з італійською фірмою FIAT розроблена протиблокувальна система гальм Antiskid для серійного популярного легкового автомобіля FIAT UNO (TURBO) [21].

Система характеризується простотою конструкції, надійністю і відносно низькою ціною, яка в 3 рази менше аналогічних, але більш складних систем Bosch і Teves, встановлених на дорогих серійних автомобілях Mercedes, BMW та ін.

Система Antiskid, встановлена на автомобілі Fiat Uno (рис.9.17) складається з наступних елементів:

- двох датчиків (по одному на кожному передньому колесі автомобіля) для стеження за швидкістю обертання коліс;
- електронного блоку керування, який з метою меншої ймовірності пошкодження встановлюється всередині салону;
- двох модуляторів (регуляторів) тиску, кожен з яких здійснює регулювання тиску в відповідному контурі гальмівної системи на основі сигналів, отриманих з блоку керування;
- вакуум-ресивера-акумулятора енергії для приведення в дію механізмів модуляторів системи Antiskid. Вакуум - ресивер пов'язаний з впускним колектором двигуна за допомогою запірною клапана;
- фільтра очищення атмосферного повітря, що надходить в модулятори;
- регулятора розрідження в вакуум - ресивері для забезпечення оптимальної роботи системи;
- двох реле (одне - для живлення блоку керування, інше для живлення світлового індикатора системи антиблокування);
- 2-позиційного перемикача з приводом від педалі гальма для включення протиблокувальної системи тільки при гальмуванні автомобіля.

Робота системи Antiskid здійснюється наступним чином.

При гальмуванні датчики стежать за швидкістю передніх коліс, і коли на основі уповільнення обертання колеса і ковзання шини по поверхні дорожнього полотна блок керування визначає, що повинно настати блокування колеса, у відповідний модулятор подається сигнал, який за допомогою клапана з електричним керуванням знижує тиск і відповідно гальмівне зусилля на даному колесі. Коли величина ковзання шини колеса стає сумісною зі ступенем зчеплення коліс з дорогою, блок керування через модулятори підвищує тиск в системі гальм з гідроприводом і відповідно гальмівне зусилля на цьому колесі зростає; при цьому в гальмівній системі підтримується тиск, відповідно до гальмівного зусилля, близькому до граничного, і величини ковзання даного колеса.

На відміну від аналогічних, але більш складних систем Bosch і Teves, система Antiskid працює більш плавно при досить високій швидкодії (до 8 циклів в секунду) Antiskid - самоконтролююча система. При виникненні неполадок в ній на панелі приладів загоряється світловий індикатор.

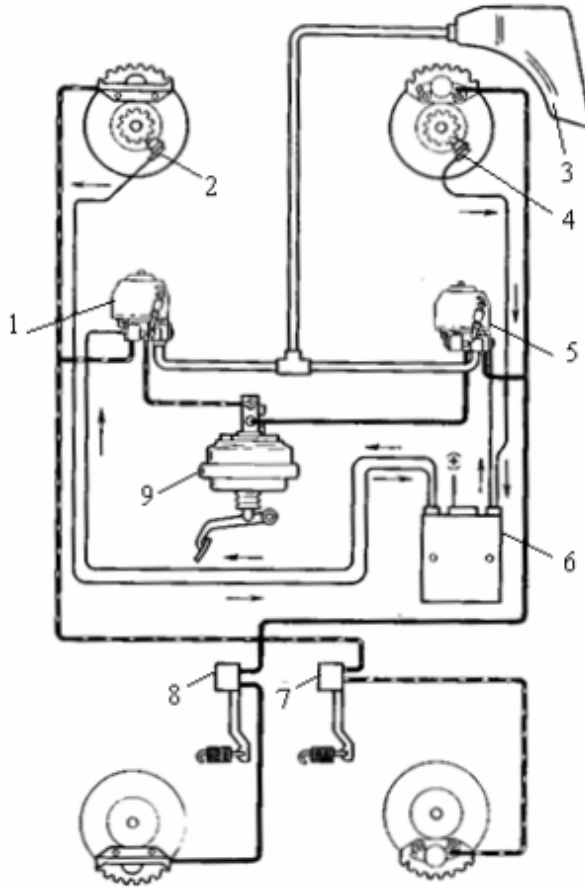


Рисунок 9.17. Схема антиблокувальної системи Antiskid:

- 1 - модулятор переднього лівого / заднього правого коліс;
- 2 - акустичний датчик на передньому лівому колесі модулятора 1;
- 3 - вакуум-ресивер; 4 - акустичний датчик на передньому правому колесі модулятора 5;
- 5 - модулятор переднього правого / заднього лівого коліс;
- 6 - електронний блок керування;
- 7 - регулятор зусилля гальмування на задньому правому колесі;
- 8 - регулятор зусилля гальмування на задньому лівому колесі;
- 9 - головний гальмівний циліндр з сервоприводом

Контрольні запитання до розділу:

1. Наведіть вимоги, які висуваються до гальмівної системи.
2. За якими ознаками класифікують гальмівні механізми? Наведіть приклади застосування.
3. Що розуміється під коефіцієнтом гальмівної ефективності?
4. Які розрізняють схеми гальмівних механізмів, у чому полягає їх відмінність?
4. Наведіть основні елементи конструкції, які входять до пневматичного гальмівного приводу автопотягів. Яке їх призначення?
5. Наведіть основні елементи конструкції, які входять до гідравлічного гальмівного приводу легкових автомобілів. Яке їх призначення?
6. З яких основних елементів складається АБС та яке їх призначення?
7. Яке призначення регулятора гальмівних сил, у чому полягає відмінність між статичними та динамічними регуляторами?
8. У чому полягає принцип дії вакуумного підсилювача гідравлічного приводу гальм?
9. Назвіть основні елементи колісного колодкового гальма барабанного типу.
10. Які функції виконують пневмолінії у однопровідному та двопровідному приводах гальмівної системи автомобіля?
11. Наведіть назви автономних контурів пневмообладнання тягача ЗИЛ-433100 автопоїзда.
12. Які обов'язкові елементи включає антиблокувальна система гальм автомобіля?
13. Що розуміється під керуючим каналом антиблокувальної системи?
14. Які розрізняють схеми гідравлічного приводу з використанням енергії від стороннього джерела?
15. У чому полягає принцип дії гідравлічного приводу з пневматичним підсилювачем?
16. З яких елементів складається гідровакуумний підсилювач гідравлічного приводу гальм автомобіля?
17. З яких елементів конструкції складається гальмівний кран?
18. Наведіть ознаки за якими визначаються типи колодкових гальмівних механізмів.
19. Назвіть варіанти компоновання елементів конструкції та їх зв'язків у двоконтурних гальмівних гідроприводах легкових автомобілів.

Література: [13], с. 293-350; [14], с. 230-233; [15], с. 194-211, с. 229-235; [21], с.14-17.

10 МЕТОДИКА УЗГОДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ДВЗ З ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЮ ТРАНСМІСІЄЮ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА

Потенційними можливостями використання безступенчатого регулювання в трансмісіях сільськогосподарських тракторів є:

- забезпечення широкого діапазону агротехнічних швидкостей агрегатів;

- підвищення продуктивності тракторних агрегатів шляхом оптимізації технологічних і дійсних швидкостей;

- зниження витрати палива за рахунок забезпечення роботи дизеля в економічному режимі;

- зменшення динамічних навантажень при зміні швидкості;

- зниження рівня шкідливих викидів дизеля за рахунок роботи в обмеженому частотному діапазоні з мінімальною витратою палива;

- зменшення фізичних навантажень оператора при керуванні трактором;

- пристосованість системи для автоматизації керування;

- збільшення ресурсу дизеля і ходової системи через виключення передачі динамічних навантажень від ходової системи на дизель і нерівномірності крутного моменту дизеля на вузли ходової системи. Це можливо тільки при відсутності жорсткого зв'язку між двигуном і ходовою системою, наприклад при повно-потоківій електромеханічній передачі, де дизель з'єднаний тільки з генератором, а тяговий електродвигун - з ходовою системою;

- підвищення тягового ККД за рахунок меншого буксування ведучих коліс через відсутність змінних навантажень з боку дизеля.

Для забезпечення всіх або частини перерахованих позитивних моментів необхідно в першу чергу правильне узгодження параметрів електромашин і їх системи керування з параметрами дизеля і його системою керування.

Для узгодження спільної роботи дизеля і електромашин спочатку необхідно визначити найбільш економічні режими роботи дизеля в усьому швидкісному діапазоні, як на зовнішній характеристиці, так і на часткових швидкісних і навантажувальних режимах.

Визначаються залежності параметрів дизеля від частоти обертання колінчастого валу: потужності $P = f(n)$, крутного моменту $M = f(n)$, питомої витрати палива $q = f(n)$ при повній подачі палива (зовнішня характеристика), а також при швидкісних режимах, відповідних максимальному крутному моменту і максимальній потужності (рис. 10.1).

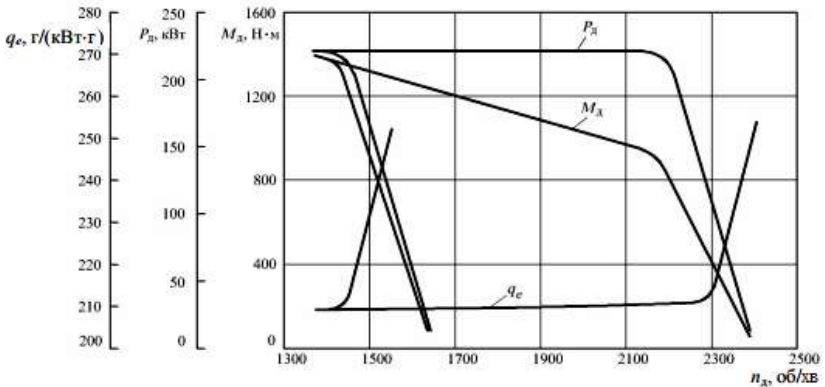


Рисунок 10.1. -Типова характеристика двигуна фірми Detroit Diesel серії 40E-8,7LTA потужністю 220 кВт (300 к.с.)

Крім цього, визначаються показники двигуна при фіксованих потужностях з реєстрацією питомих витрат палива (рис. 10.2). З цих залежностей видно, що зі зменшенням швидкісного режиму питома витрата палива знижується при будь-якій фіксованій потужності.

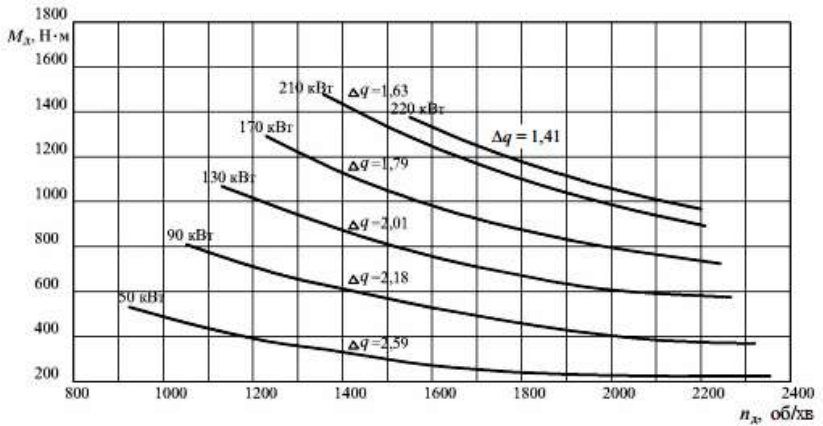


Рисунок 10.2 – Характеристики двигуна Detroit Diesel серії 40E-8,7LTA потужністю 220 кВт (300 к.с.) при фіксованих потужностях

При виборі генератора варто звернути увагу на те, щоб його частота обертання при максимальній потужності і максимальному крутному моменті приблизно збігалася з аналогічними параметрами дизеля. Необхідно мати на увазі, що при узгодженні розглядаються

граничні значення параметрів, як дизеля, так і електромашин, а значення параметрів роботи на часткових швидкісних і навантажувальних режимах розташовані в області, обмеженій кривими граничних значень, і можуть розглядатися аналогічно для кожного окремого випадку.

Отже, в координатах потужності і крутного моменту від частоти обертання будуються залежності двигуна $M_d = f(n)$; $P_d = f(n)$ і генератора $M_g = f(n)$; $P_g = f(n)$ (рис. 10.3). При цьому в зоні A робочої характеристики дизеля повинні розташовуватися максимальна потужність і максимальний момент генератора. Якщо поєднання не забезпечується, між дизелем і генератором встановлюється узгоджувальний редуктор. Зона A є робочою зоною дизель-генераторної установки в складі силової передачі трактора. Крім цього, виділяється найбільш економічна ділянка A_e спільної характеристики виходячи з мінімальної питомої витрати палива.

На наступному етапі проводиться узгодження параметрів тягових електродвигунів (ГД) з тяговою характеристикою трактора, яка залежить від обраної схеми силової передачі.

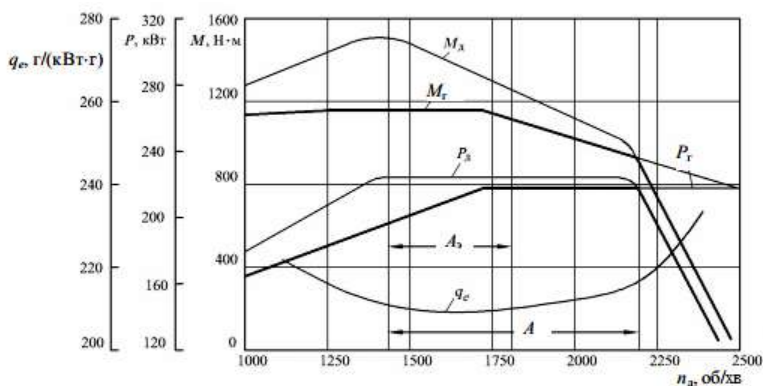


Рисунок 10.3 – Графік сумісної роботи двигуна внутрішнього згорання і генератора

Для узгодження параметрів електродвигуна і трактора спочатку будується потенційна тягова характеристика трактора (рис. 10.4), потім на неї накладається характеристика тягового електродвигуна (рис. 10.5).

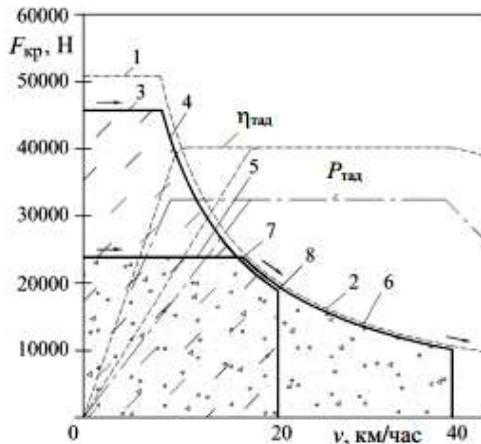


Рисунок 10.4 - Потенційна тягова характеристика трактора з тяговим електродвигуном

Для побудови потенційної тягової характеристики трактора необхідно знати номінальну потужність дизеля, експлуатаційну масу трактора, фон, на якому буде експлуатуватися машина (характеристика опорної поверхні, коефіцієнти взаємодії елемента рушія з опорною поверхнею), тяговий ККД трактора. Ці дані ідентичні параметрам трактора-аналога, на який передбачається встановити електромеханічну трансмісію. При розробці нового трактора потрібно ці параметри отримати розрахунковим шляхом.

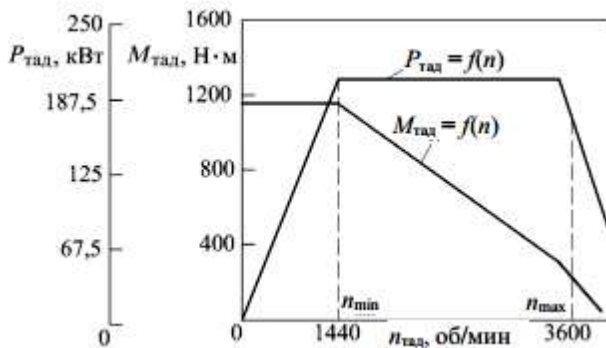


Рисунок 10.5 - Характеристика тягового електродвигуна

Для побудови першого робочого діапазону задається максимальні робоча швидкість (вона може бути визначена технічним завданням). Маючи максимальне значення частоти обертання ротора електродвигуна і величину частоти обертання ведучого колеса, визначається передавальне число узгоджувального редуктора. У подальшому здійснюється накладання трансформованої характеристики моменту електродвигуна на тягову характеристику трактора, тобто всі значення моменту електродвигуна множаться на передавальне число узгоджувальних редукторів. Для наочності по осі абсцис відкладається частота обертання електромотора, відповідна значенням швидкості руху. Лінія 3 визначає максимальне значення крутного моменту на ведучих колесах, а крива 4 - значення крутного моменту при максимальній потужності електродвигуна (рис. 10.4). Знаючи максимальне значення транспортної швидкості, аналогічно будується характеристика для транспортного діапазону і накладається на тягову характеристику трактора (лінія 5 і крива 6). При цьому значення моменту в точці 7 повинно бути більше, ніж в точці 8, і швидкість в точці 8 повинна бути вище, ніж в точці 7. Це дасть можливість мати запас швидкості при перемиканні узгоджувального редуктора під навантаженням, тобто при переході з точки 7 до точки 8. При значенні крутного моменту нижче значення моменту в точці 7 доцільно розглянути введення ще одного діапазону, тому що не буде використана повна потужність на стику діапазонів, а перемикання діапазонів під навантаженням буде проблематичним (рис.10.4).

На рис. 10.6 показані графіки узгодження тягових електродвигунів з тяговою характеристикою трактора при їх роздільній установці для приводів переднього і заднього мостів. Лінія 1 і крива 2 обмежують область граничної тягової характеристики трактора, лінія 3 і крива 4 визначають зону можливих значень тягово-швидкісної характеристики в робочому діапазоні швидкостей. Лінія 5 і крива 6 обмежують ті ж параметри транспортного діапазону. Окремо для наочності показана тягово-швидкісна характеристика приводу переднього моста для робочого діапазону.

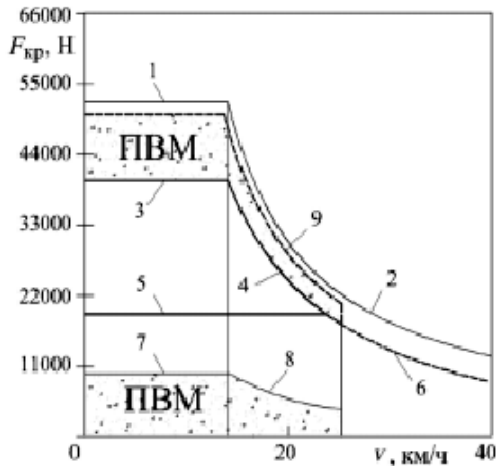


Рисунок 10.6 - Потенційна тягова характеристика трактора з двома тяговими електродвигунами (ПВМ – передній ведучий міст).

Підсумовуючи параметри тягово-швидкісних характеристик заднього і переднього мостів, отримаємо загальну огинаючу криву 9 тягової характеристики двох електродвигунів.

Контрольні запитання до розділу:

1. З якою метою необхідно здійснювати правильне узгодження параметрів електромашин і їх системи керування з параметрами дизеля і його системою керування?
2. Які параметри необхідно знати для побудови потенційної тягової характеристики трактора?
3. Що собою являє характеристика тягового електродвигуна?
4. Коли між дизелем та генератором встановлюється узгоджувальний редуктор?
5. Що визначають криві 2, 6 на рис. 10.6?
6. Що визначає зона А на рис. 10.3?

Література: [18], с. 42-46; [19], с. 85-90.

ЛІТЕРАТУРА

1. Под ред. Карунин А.А. Конструкция автомобиля. Кузова и кабины. - М.: 2008.
2. Гинзбург Ю.В. и др. Промышленные тракторы. - М.: Машиностроение, 1986.
3. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль, анализ конструкций, элементы расчета. - М.: 1986.
4. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. - М.: КолосС, 2004.-504 с.
5. Миклос А.Г., Чернявская Н.Г. Судовые двигатели внутреннего сгорания. - Л.: Судостроение. 1975.-440 с.
6. Вишняков Н.Н. и др. Автомобиль. Основы конструкции. - М.: 1986.
7. Гуськов. В.В. Трактора. Часть I. Конструкции. - Минск: 1979.
8. Тепловозы промышленного железнодорожного транспорта. Под ред. Деева В.В. - М.: 1987.
9. Антонов А.С. Армейские автомобили. Конструкция и расчет. Ч.1. - М.: Воениздат, 1970.
10. Захарченко А.Н. и др. Колесные тракторы. - М.: Колос, 1984.
11. Анохин В.И. Отечественные автомобили. - М.: Машиностроение, 1977.-592 с.
12. Райков И.Я., Рытвинский Г.Н. Конструкция автомобильных и тракторных двигателей. - М.: Высшая школа, 1986.-352 с.
13. Михайловский Е.В. Устройство автомобиля: Учебник /Е.В. Михайловский, К.Б. Серебряков, Е.Я. Тур // . - 6-е изд.,стереоти. - М.: Машиностроение, 1987.-352 с.
14. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки. Кн.1: Трактори. Підручник: У 3 кн. /А.Ф. Головчук, В.Ф. Орлов, О.П. Строков // . - К.: Грамота, 2003. - 336 с.
15. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль. Анализ конструкций, элементы расчета. - М.: Машиностроение, 1989.-302 с.
16. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. - М.: КолосС, 2004.-504 с.
17. Мищенко Н.И. Нетрадиционные малоразмерные двигатели внутреннего сгорания. В 2 томах. Т.1 Теория, разработка и испытание нетрадиционных двигателей внутреннего сгорания. - Донецк : «Лебедь», 1998. - 228 с.
18. Ключников А.В. Согласование параметров двигателя внутреннего сгорания и электромеханической силовой передачи

колесного трактора /А.В. Ключников. – Наука и техника, №3. – 2012. - С.42-46

19. Бондарь В.Н. Рациональное совмещение характеристик двигателя внутреннего сгорания и электрического привода постоянного тока промышленного трактора /В.Н. Бондарь, Кондаков С.В., Новосельский А.Е.// Вестник ЮУрГУ, №11 - 2006. - С.85-90

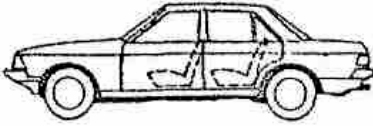
20. Самородов В.Б. Перспективні трансмісії колісних тракторів /В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко, А.П. Кожучко, Є.С. Пелипенко, М.О. Мітцель//Вісник НТУ «ХПІ». - №10. - 2014. - С.3-10.

21. Толкачев С.С.Новая противоблокировочная система тормозов автомобиля Fiat Uno (Turbo). Конструкции автомобилей. Зарубежный опыт. ЦНИИТЭИавтопром. - №15. - 1988. - С.14-17

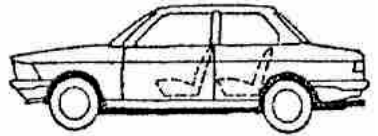
22. Мотолодки, катера, яхты. <http://www.vodnyimir.ru/turistskii-kater-iz-velbota.html> [электронный ресурс].

23. Каблуков В.А. Подвижной состав промышленного железнодорожного транспорта/ В.А. Каблуков, О.М. Савчук, И.Ф. Киричко. - Киев - Донецк: Вища школа. Головное из-во. - 1981. - 280 с.

Класифікація легкових кузовів



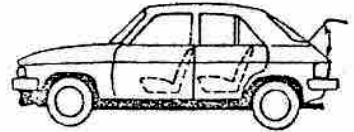
а



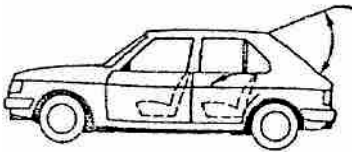
б



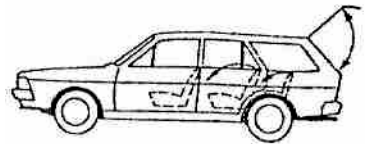
в



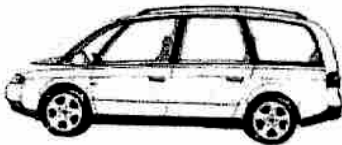
г



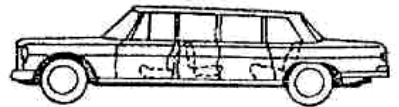
д



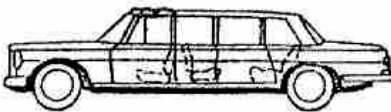
е



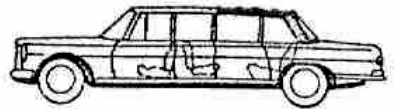
ж



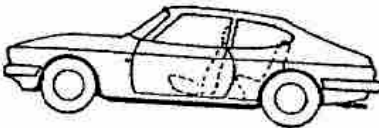
і



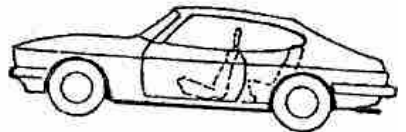
к



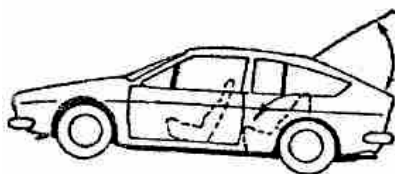
л



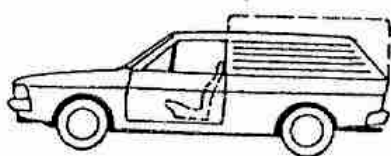
м



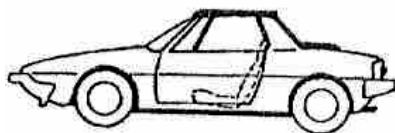
н



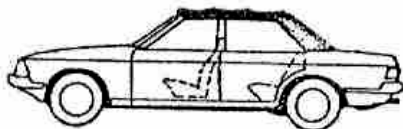
n



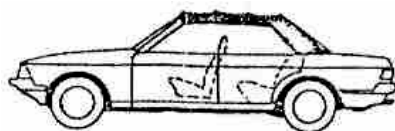
p



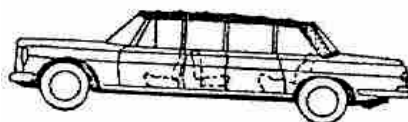
c



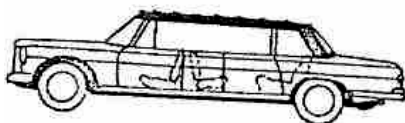
m



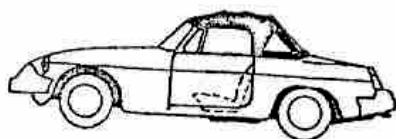
y



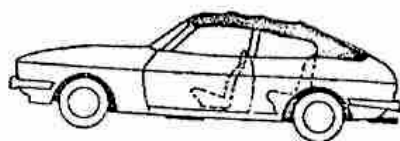
ф



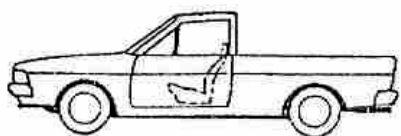
x



ц



ч



ш

Рисунок А.1 - Основні типи легкових кузовів:

a - седан, *б* - седан двох дверний, *в* - седан хардтоп, *г* - седан фастбек,
д - седан хетчбек, *е* - універсал, *ж* - мінівен, *і* - лімузин, *к* - лімузин бронхам, *л* -
лімузин ландо, *м* - купе, *н* - купе хардтоп, *п* - купе хетчбек, *р* - фургон, *с* - тарга,
т - седан кабриолет, *у* - седан фаєтон, *ф* - лімузин кабриолет, *х* - лімузин фаєтон, *ц*
- родстер, *ч* - купе кабриолет, *ш* - пікап

Додаток Б

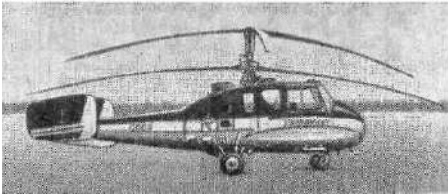
Схеми вертольотів



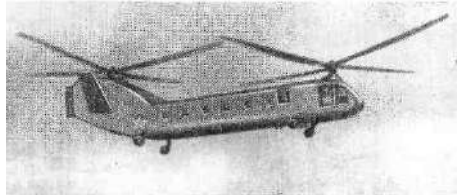
a



б



в



г



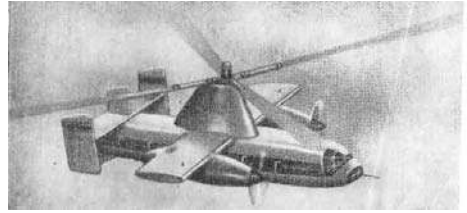
д



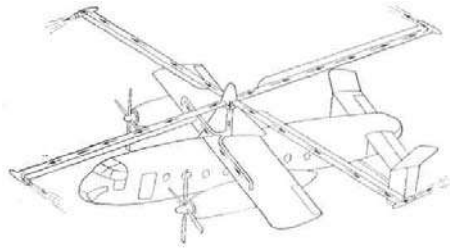
е



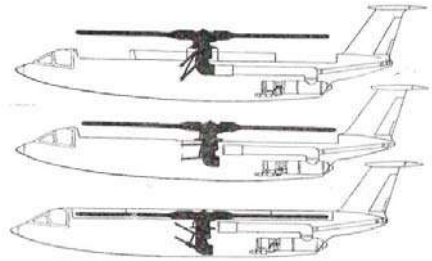
ж



і



к



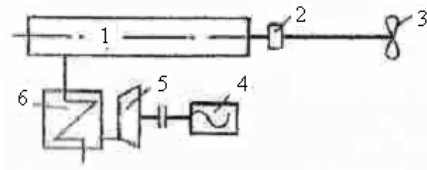
л

Рисунок Б.1 - Схеми повітряних судів з несучими гвинтами:

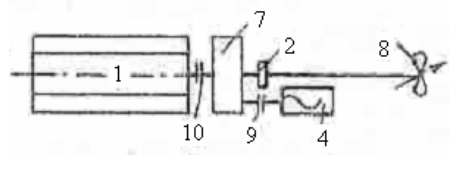
а, б - вертольоти одновинтової схеми конструкції Міля М.Л. (*а* - Ми-2; *б* - Ми-8); *в* - вертоліт співвісної схеми Ка-18 конструкції Камова Н.И.; *г* - вертоліт двогвинтової схеми Як-24 конструкції А.С. Яковлева; *д* - гвинтокрил Ка-22; *е* - вертоліт одновинтової схеми конструкції Міля М.Л. Ми-6; *ж* - вертоліт Локхид АН-56А; *і* - гвинтокрил «Ротодайн» с компресорним приводом несучого гвинта; *к* - схема реактивного компресорного привода несучого гвинта; *л* - схема послідовності прибирання несучого гвинта вертольота - літака

Додаток В

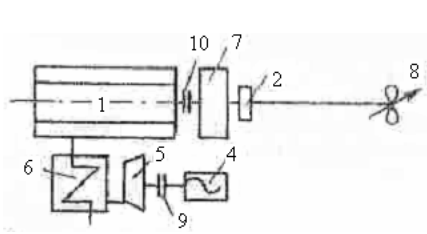
Енергетичні установки суден



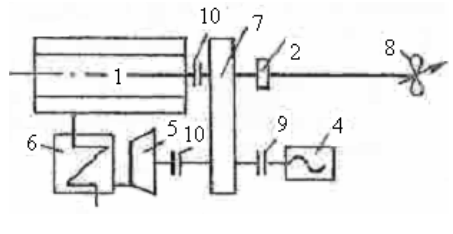
a



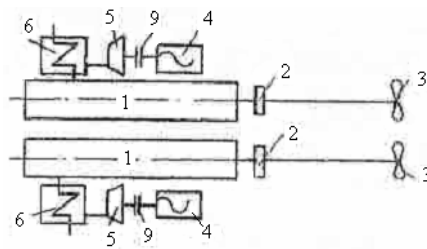
б



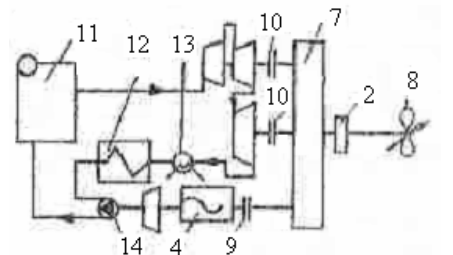
в



г



д



е

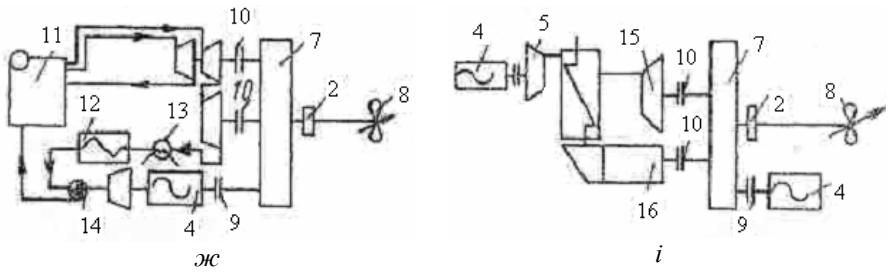


Рисунок В.1 - Компонування елементів конструкції енергетичних установок суден:

a - дизельна енергетична установка з малооборотним двигуном; *б* - дизель-редукторна установка з середньооборотним дизелем і валогенератором; *в* - дизель-редукторна установка з середньооборотним дизелем і турбогенератором утилізації; *г* - дизель-редукторна установка з середньооборотним дизелем і турбогенератором утилізації, а також з ходовою турбіною утилізації; *д* - двохвальна дизельна енергетична установка з турбогенератором утилізації; *е* - паротурбінна установка з валогенератором; *ж* - паротурбінна установка з теплоутилізаційним контуром; *і* - газотурбінна установка з теплоутилізаційним контуром;

1 - головний дизель (ПБ - правий борт, ЛБ - лівий борт); 2 - головний упорний підшипник; 3 - гвинт фіксованого кроку; 4 - генератор; 5 - турбіна утилізації; 6 - котел утилізації; 7 - редуктор; 8 - гвинт регульованого кроку; 9 - муфти зчеплення; 10 - еластичні муфти; 11 - головний паровий котел; 12 - підігрівач живлячої води; 13 - конденсатор; 14 - головний живильний насос; 15 - газотурбінна установка; 16 - теплоутилізаційний контур

Додаток Д

Маломірні судна

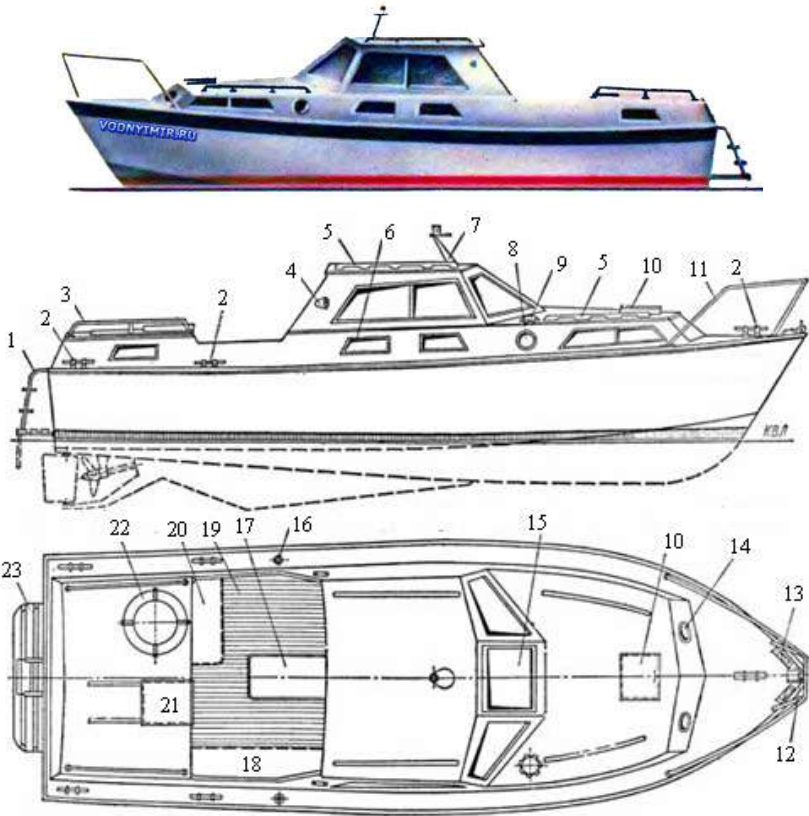


Рисунок Д.1. Туристичний катер «Сивуч»:

- 1 - забортний трап; 2 – елемент швартування; 3 - трубчасте огороження - поручень; 4 - ліхтар відмітного вогню; 5 - дерев'яний поручень; 6 - ілюмінатор (тільки на правому борту); 7 - стійка топового вогню; 8 - ілюмінатор в туалеті; 9 - вентиляційна головка; 10 - аварійний і вентиляційний люк; 11 - носовий релінг; 12 - роульс для якорного каната; 13 - кипова планка; 14,15 - ілюмінатор; 16 - заправна горловина паливних баків; 17 - кожух двигуна; 18 - сидіння-рундук; 19 - кокпіт; 20 - сидіння; 21 - зсувна кришка люка; 22 - рятувальний круг; 23 - площадка для купання и швартування

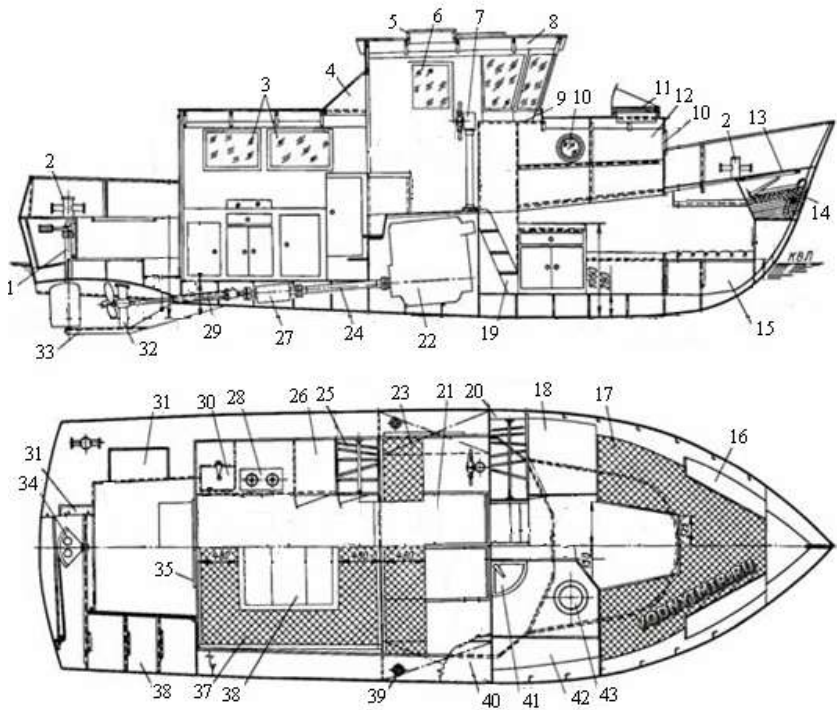


Рисунок Д.2 - Катер в стилі буксира:

1 - гелмпорт; 2 - кнехт хрестовий; 3 - ілюмінатори; 4 - кожух над схожим трапом; 5 - зсувний люк в даху рульової рубки; 6,35 - зсувні двері; 7 - штурвал; 8 - дах рубки; 9 - стіл для мапи; 10 - ілюмінатор круглий; 11 - світлий люк; 12 - рубка кубрика; 13 - кришка люка в якірну нішу; 14 - якір з канатом; 15 - рундук; 16,42 - полка; 17 - ліжка; 18 - стіл з ящиками; 19 - трап; 20, 25 - платяна шафа; 21 - кришка люка в моторний відсік; 22 - тракторний дизель «Беларусь»; 23 - сидіння рульового; 24 - проміжний вал; 26 - камбузний стіл; 27 - реверс-редуктор; 28 - газова плитка; 29 - дейдвудна труба; 30 - раковина; 31 - люк в ахтерпік; 32 - дволаний кронштейн гребного валу; 33 - захисна шпора; 34 - сектор руля; 36 - ахтерпік; 37 - диван; 38 - складний стіл; 39 - залівна горловина; 40 - паливна цистерна (300 л); 41 - умивальник; 43 - унітаз

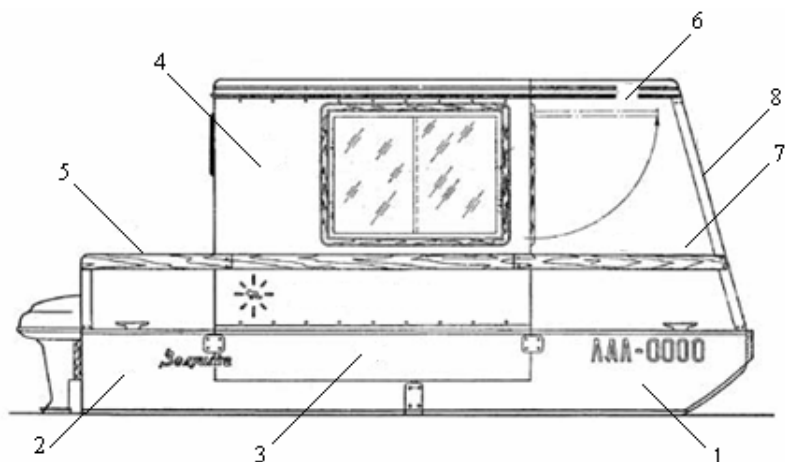


Рисунок Д.3 - Плавуча дача - катамаран «Золушка»: 1, 2 - носова и кормова секції правого корпусу-поплавка катамарана; 3 - піддон; 4 - рубка; 5 - кормовий поручень; 6 - секції криші носової «веранди»; 7 - носовий поручень; 8 - стійка криші.

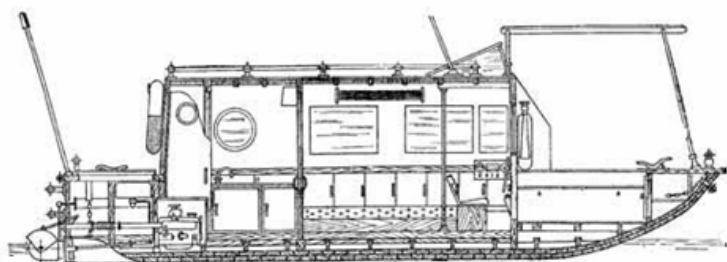
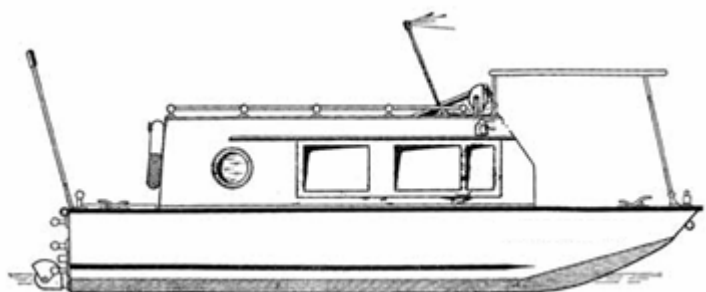


Рисунок Д.4 - Загальний вид і поздовжній розріз плавучої дачі «Янта»

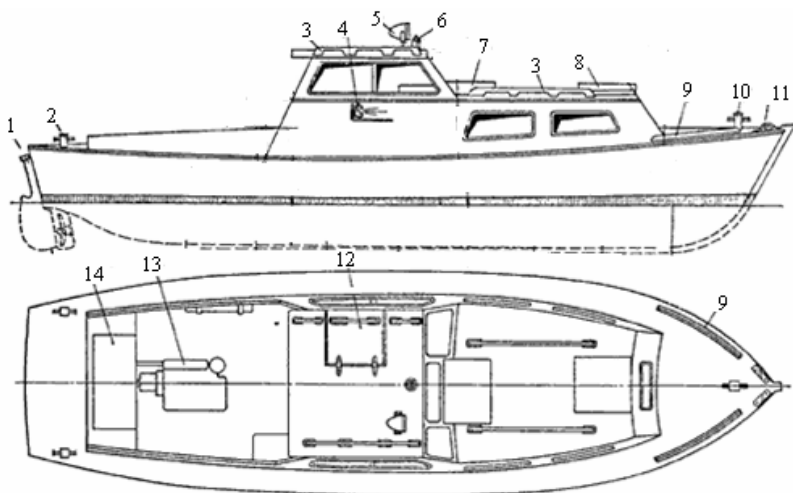


Рисунок Д.5 - Водотонажний туристський катер «Краб»:

1 - навісний руль; 2 - кормовий швартовний кнехт; 3 - поручень; 4 - бортовий відмітний вогонь; 5 - фара; 6 - топовий вогонь; 7 - кожух зсувного люка; 8 - форлюк; 9 - ножні леєра; 10 - бітенг; 11 - кіпова планка; 12 - люк над водієм; 13 - двигун; 14 - кормовий рундук

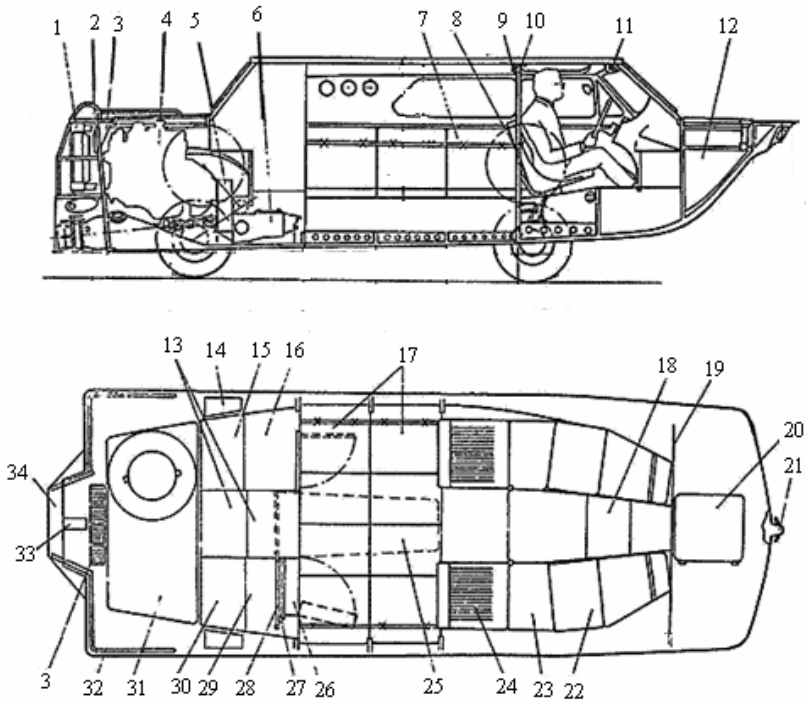


Рисунок Д.6 - Загальне розташування і продовжний розріз глісуючого катера - амфібії «Тритон»:

1 - радіатор водяного охолодження; 2 - масляний радіатор; 3 - палубний повітровод; 4 - двигун; 5 - редуктор; 6 - коробка передач; 7 - знімна частина спинки сидіння; 8 - відкидний столик для телевізора; 9 - плафон; 10 - пиллерс; 11 - електромотор и привод склоочисника; 12 - бензобак; 13 - сходишки заднього внутрішнього трапика; 14 - вікно бортового повітровода; 15 - полка для білизни; 16 - шафа для одягу; 17 - двоспальне місце поперек корпусу; 18 - сходишка переднього внутрішнього трапика; 19 - форпикова переборка; 20 - кришка форлюка; 21 - рим-утка; 22 - сидіння; 23 - проставка (опора переднього сидіння у нижньому положенні); 24 - передне сидіння; 25 - контур стола; 26 - дверці камбуза; 27 - панелі стола; 28 - телескопічна направляюча стола; 29 - камбуз; 30 - полки камбуза; 31 - кришка моторного відсіку; 32 - релінг; 33 - кришка над горловиною водяного радіатора; 34 - трап

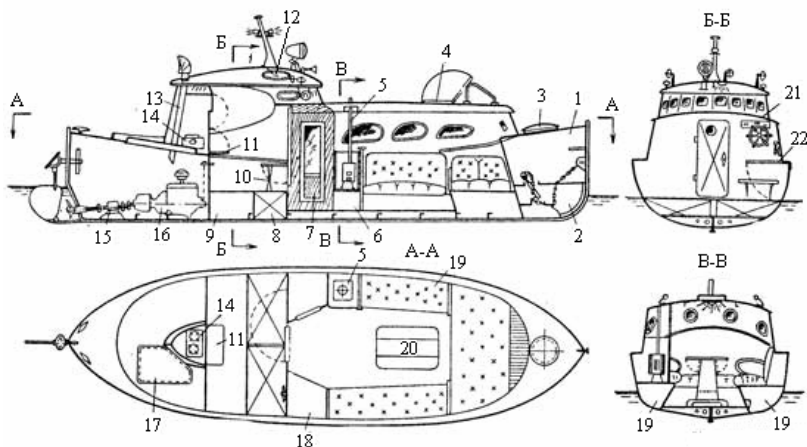


Рисунок Д.7 - Туристичний катер «Рассвет»:

1 - форпік; 2 - ланцюговий ящик; 3 - форлюк; 4 - світлий люк; 5 - піч; 6 - бункер для чурок; 7 - платтяна шафа; 8 - паливні цистерни; 9 - трюм; 10 - платформа рульового; 11 - камбузний стіл; 12 - оглядовий люк; 13 - вентиляційні труби машинного відділення; 14 - камбузна плита; 15 - упорний підшипник; 16 - двигун «М-20» з коробкою передач; 17 - люк в машинне відділення; 18 - буфет; 19 - диван; 20 - стіл; 21 - штурманський стіл; 22 - відкидне сидіння

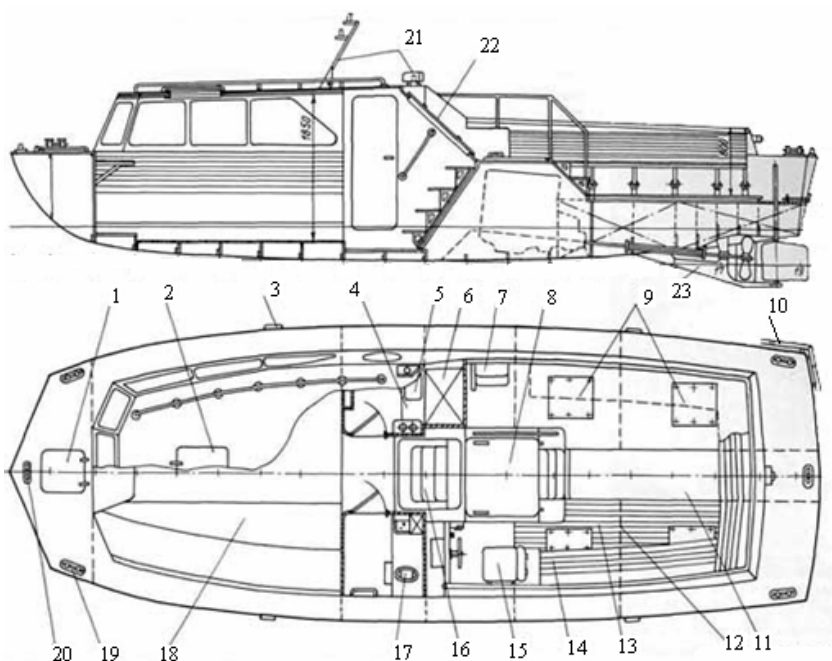
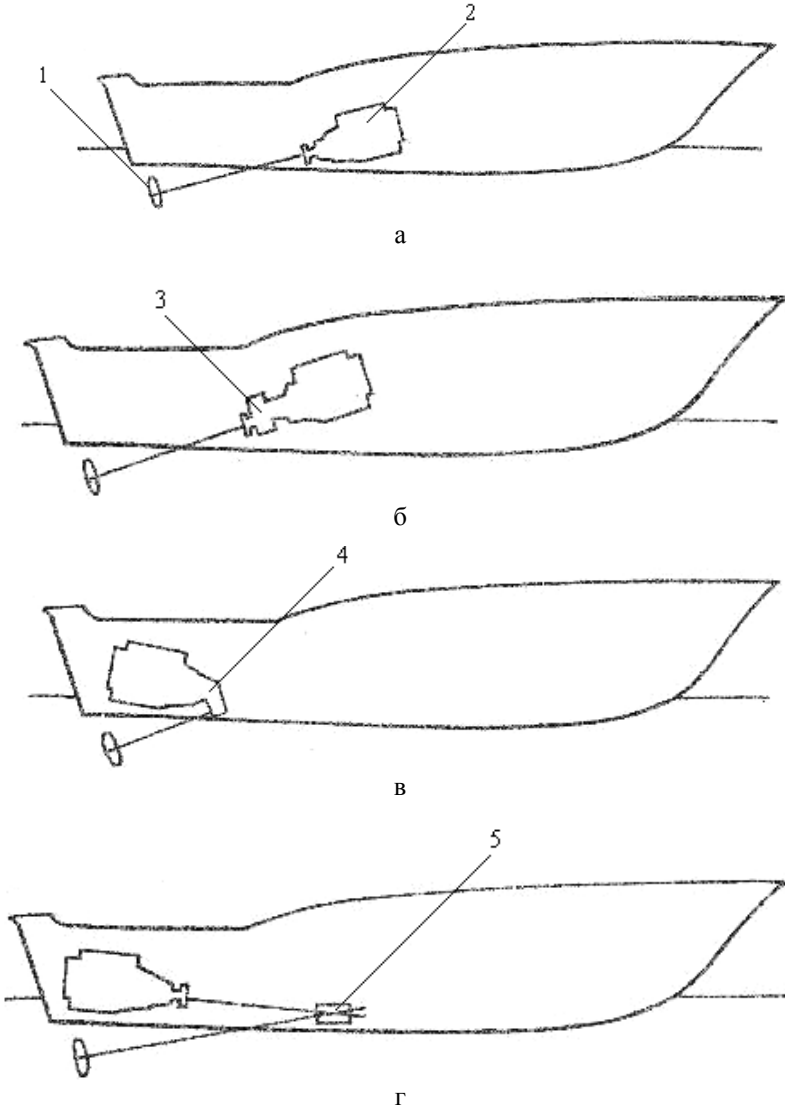


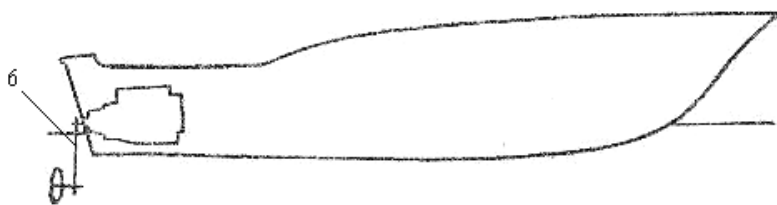
Рисунок Д.8 - Загальне розташування екскурсійно - прогулочного катера - продовжний розріз и план:

- 1 - люк форпіка; 2 - верхній люк каюти; 3 - підймальний рим; 4 - камбуз; 5 - раковина; 6 - цистерна питної води; 7 - вхідний трап; 8 - верхній люк моторного відсіку; 9 - кришки повітряних герметичних відсіків; 10 - привальний брус; 11 - кришка коридору валопроводу; 12 - переборка; 13 - рейковий настил на платформі кокпіта; 14 - банка рейкова; 15 - сидіння рульового; 16 - трал; 17 - гальюн; 18 - каюта (салон); 19, 20 - кнехти і кипові планки швартовно - якірного пристрою; 21 - щогла; 22 - люк для входу в каюту; 23 - захист гвинто-рульового комплексу

Додаток Е

Схеми машинних установок катерів зі стаціонарними двигунами





д



е

Рисунок Е.1 - Схеми моторних установок туристичних катерів:
a - звичайна, з прямою передачею на нахильний гребний вал;
б - з передачею через редуктор з циліндричними зубчатими колесами;
в - з кутовою зубчатою передачею яка агрегатована з двигуном що розташований у кормі;
г - з окремо стоячою кутовою передачею;
д - з Z - образною передачею на гребний гвинт (з вертикальною колонкою);
е - з напівзануреним гребним гвинтом

Додаток Ж

Розташування механізмів в машинному відділенні

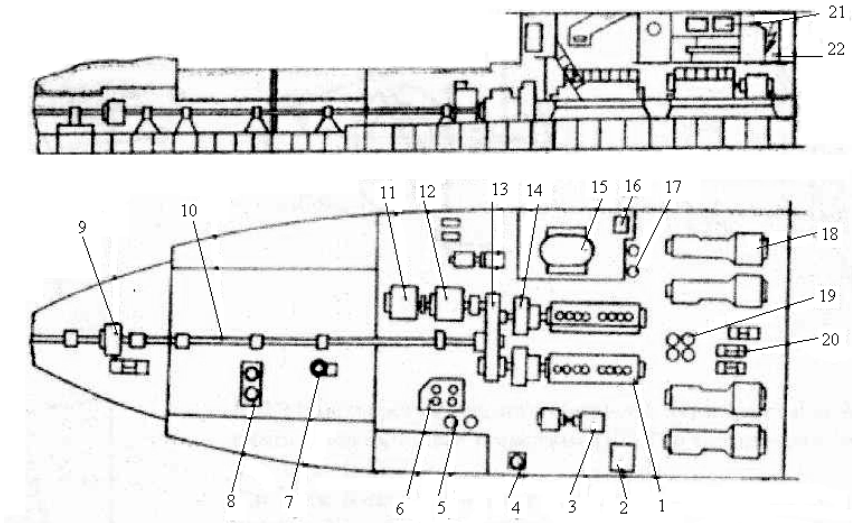


Рисунок Ж.1 - Розташування механізмів у машинному відділенні морозильного траулера типу «Атлантик» водотоннажем 3255 т, судно обладнано дизель-редукторною енергетичною установкою з валогенераторами и гвинтами регульованого шагу:

- 1 - головні двигуни; 2 - випарювач; 3 - електрокомпресор; 4 - пожежний насос; 5 - насоси охолоджуючої води масляного холодильного редуктора;
- 6 - сепаратори палива і оливи; 7 - холодильник редукторної оливи;
- 8 - масляний насос редуктора; 9 - механізм зміни кроку гвинта;
- 10 - валопровід; 11 - валогенератор змінного струму; 12 - валогенератор постійного струму; 13 - головний редуктор; 14 - індукційні муфти;
- 15 - допоміжний паровий котел; 16 - насос живлючої води;
- 17 - осушувальні насоси; 18 - допоміжні дизель-генератори; 19 - пускові балони; 20 - резервні масляні насоси головних двигунів; 21 - центральний пункт керування; 22 - головний розподільний щит

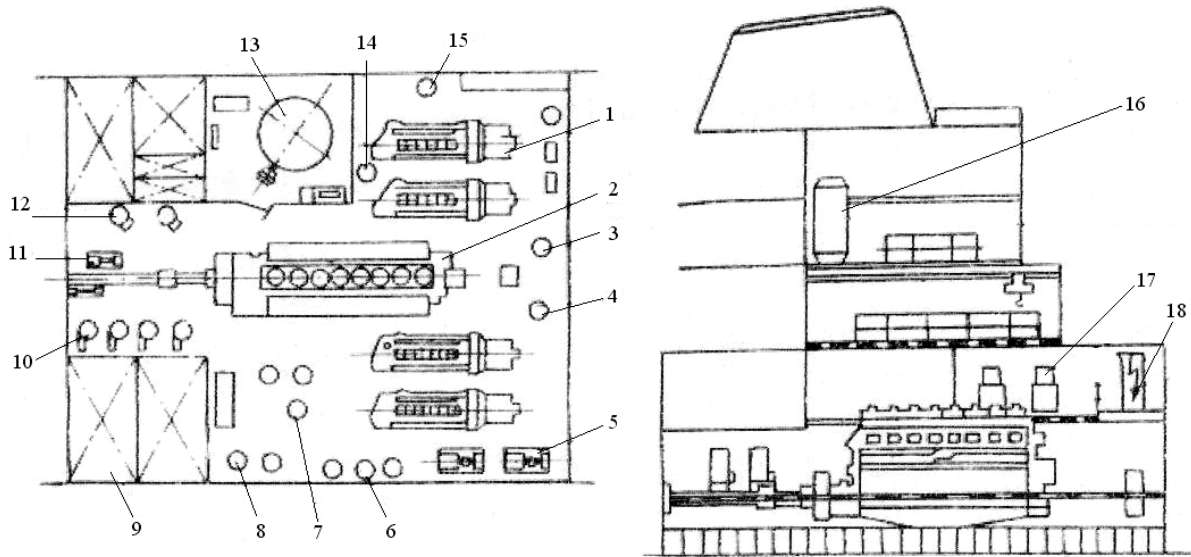


Рисунок Ж.2 - Розташування механізмів у машинному відділенні великого морозильного траулера типу «Лесков» водотонажем 3733 т, що обладнаний дизельною енергетичною установкою з безпосередньою передачею на гвинт регульованого кроку:

- 1 - дизель-генератор; 2 - головний дизель; 3 - баластний насос; 4 - паливопідкачуючий насос; 5 - повітряні компресори; 6 - насоси рефрижераторної установки; 7 - насоси охолодження головного дизеля; 8 - насоси охолодження дизель-генераторів; 9 - паливні цистерни; 10 - сепаратори палива и оливи; 11 - насоси гідрофонів;
- 12 - гідрофори; 14 - осушувальний насос; 15 - пожежний насос; 16 - утилізаційний паровий насос; 17 - випарувачі; 18 - головний розподільний щит

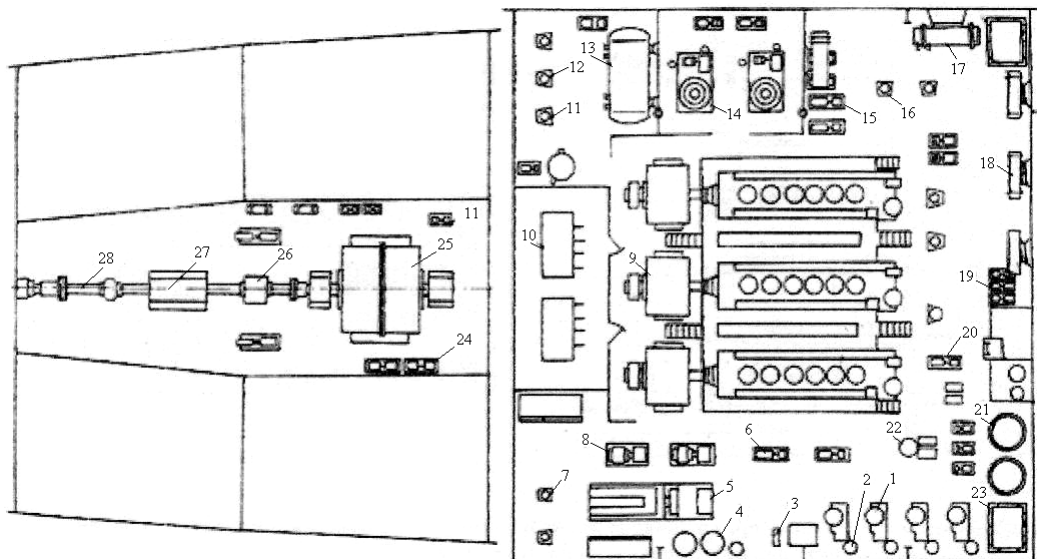


Рисунок Ж.3 - Розташування механізмів у машинному відділенні траулера типу «Наталья Ковшова» водотоннажем 10300 т, судно обладнано дизель-електричною енергетичною установкою з гвинтом регульованого кроку:

- 1 - сепаратори палива і оливи; 2 - підігрівачі палива і оливи; 3 - ручний компресор; 4 - пускові балони; 5 - стоянковий агрегат; 6 - паливоперекачуючий насос; 7 - насоси забортної води; 8 - повітряні компресори; 9 - головні дизель-генератори; 10 - трансформатори; 11 - пожежні насоси; 12 - трюмний насос; 13 - цистерна протипожежної системи; 14 - допоміжні котли; 15 - баластні випаровувачі; 16 - насоси прісної води; 17 - водяний холодильник; 18 - масляні холодильники; 19 - насоси випалювачів; 20 - маслоперекачуючий насос; 21 - гідрофори; 22 - цистерни питної води; 23 - санітарні насоси; 24 - утилізаційні котли; 25 - гребний гвинт; 26 - упорний підшипник; 27 - механізм зміни кроку гвинта; 28 - гребний вал

Додаток І

Кінематичні схеми гвинта з поворотними лопатями

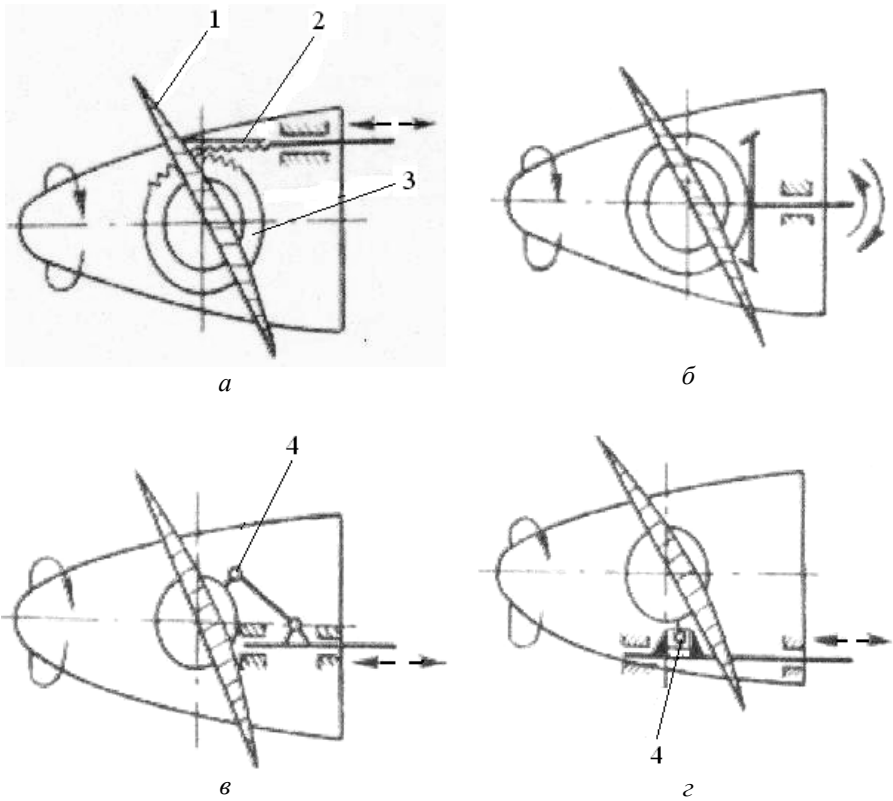


Рисунок І.1 – Кінематичні схеми гвинта з поворотними лопатями:
a – рейковий привід; *б* – привід кінчними шестернями; *в* – кривошипно-шатунний привід; *з* – кривошипно-повідковий (кулісний) привід: 1 – коренева частина лопатки; 2 – зубчаста рейка; 3 – циліндрична шестерня; 4 – палець

Навчальне видання

КУБІЧ Вадим Іванович
СЛИНЬКО Георгій Іванович

**ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ МАШИН З ДВИГУНАМИ
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

Навчальний посібник

Дизайн обкладинки: *Кубіч В.І.*

Технічні редактори: *Білостоцька А.О., Сухонос Р.Ф., Бокарьов В.І.*

Комп'ютерний набір: *Решетняк О.В.*

Комп'ютерна верстка: *Даниленко О.М., Дяченко О.О.*

Підписано до друку 31.08.2018. Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 14,3.
Тираж 300 прим. Зам. № 807

Запорізький національний технічний університет
Україна, 69063, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 64
Тел.: (061) 769–82–96, 220–12–14

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2394 від 27.12.2005.