

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА**

**ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«АВТОМОБІЛІ»**



Дрогобич, 2023

УДК 629.3 (072)
С42

**Рекомендовано до друку вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
(протокол від 18 травня 2023 р. № 7)**

Скварок Ю.Ю., Попович В.Д. Практичні заняття з навчальної дисципліни «Автомобілі». – Дрогобич: ДДПУ, 2023. – 90 с.

Навчально-методичний посібник укладено відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Автомобілі» освітньої програми «Середня освіта (Трудове навчання та технології, інформатика)», затвердженої вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

Посібник містить методичні вказівки до виконання завдань практичних занять, тематика яких охоплює такі складові частини автомобіля: механізми та системи двигуна, трансмісія, ходова частина, рульове та гальмівне керування. Наведені інструктивні матеріали до практичних занять мають обширні теоретичні відомості та добре ілюстровані.

Призначений для студентів вищих навчальних закладів, які вивчають будову автомобілів.

Рецензенти:

Нищак Іван Дмитрович, доктор педагогічних наук, професор кафедри технологічної та професійної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка;

Малик Володимир Якович, кандидат технічних наук, доцент, викладач вищої категорії, викладач-методист Дрогобицького фахового коледжу нафти і газу

Відповідальний за випуск: Павловський Юрій Вікторович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри технологічної та професійної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка.

© Ю.Скварок, В.Попович, 2023

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Практична робота № 1. Вивчення будови та роботи механізмів автомобільного двигуна	5
2. Практична робота № 2. Вивчення будови та роботи системи живлення двигунів з упорскуванням легкого палива	15
3. Практична робота № 3. Вивчення будови та роботи системи живлення дизельних двигунів	28
4. Практична робота № 4. Вивчення будови та роботи систем запалювання	42
5. Практична робота № 5. Вивчення будови та роботи коробок переміни передач	53
6. Практична робота № 6. Вивчення будови ходової частини легкових автомобілів	62
7. Практична робота № 7. Вивчення будови та роботи рульового керування автомобілів	70
8. Практична робота № 8. Вивчення будови та роботи гальмівної системи автомобілів з гідравлічним приводом	79
Список використаних джерел	90

ВСТУП

Навчально-методичний посібник містить інструкції до практичних занять, тематика яких охоплює механізми та системи автомобільного двигуна, трансмісію, ходову частину та механізми керування автомобілів. Наведені інструктивні матеріали до практичних занять мають обширні теоретичні відомості та добре ілюстровані. Кожна інструкція містить питання для самопідготовки та самоконтролю, теоретичні відомості, послідовність виконання роботи, завдання до звіту, рекомендовану літературу.

Наведений в інструкціях теоретичний матеріал можна використати не тільки при підготовці до практичних занять, але й при опрацюванні питань лекційних занять, при підготовці до написання контрольної роботи і складання екзамену.

Звіт за практичну роботу повинен мати:

- тему;
- мету;
- виконані завдання до роботи (заповнені таблиці; виконані схеми механізмів, систем чи агрегатів з їх назвою та специфікацією; опис роботи механізму чи системи, агрегату).

Виконання і захист практичних робіт оцінюється згідно з силабусом навчальної дисципліни.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Вивчення будови та роботи механізмів автомобільного двигуна

Мета: вивчити будову та роботу кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів, визначити їх конструктивні та експлуатаційні особливості.

Обладнання: двигуни (ВАЗ-2106, ЗМЗ-53, КамАЗ-740, Mazda), деталі механізмів, плакати.

1. Питання для самопідготовки

1. Призначення та загальна будова кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів.
2. Порядок роботи циліндрів двигуна.
3. Фази газорозподілу. Діаграма фаз газорозподілу.

2. Теоретичні відомості

КРИВОШИПНО-ШАТУННИЙ МЕХАНІЗМ

Кривошипно-шатунний механізм призначений для перетворення прямолінійного зворотно-поступального руху поршнів в обертовий рух колінчастого вала.

До кривошипно-шатунного механізму багатоциліндрових двигунів належать такі деталі: картер (блок циліндрів) з головкою й ущільнювальними прокладками; поршнева група (поршні, поршневі кільця, поршневі пальці); шатуни; колінчастий вал; маховик; піддон картера.

Картер (блок циліндрів) (рис. 1.1.) – це найбільша й найскладніша деталь двигуна, як правило, коробчастого перерізу, що слугує опорою для робочих деталей та механізмів, і захищає їх від забруднення. У сучасних конструкціях двигунів циліндри виготовляються разом із картером і ця деталь називається **блок-картером**.

У багатьох конструкціях циліндри виготовляються у вигляді окремих деталей, що називаються **гільзами**. Гільзи, які безпосередньо обмиваються охолоджуючою рідиною, називаються «мокрими».

У середній частині блока є поперечні перегородки. Площину розняття картера опущено нижче від осі колінчастого вала для надання блоку потрібної жорсткості.

До **поршневої групи** належать: поршні, поршневі кільця та поршневі пальці (рис. 1.2.).

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

Паралельно поздовжній осі двигуна в бобишках поршня зроблено отвори для встановлення поршневого пальця. На головках поршнів є канавки: верхні –

для компресійних кілець, нижні – для оливознімних. По колу канавок під оливознімні кільця зроблені отвори для відведення оливи, що знімається.

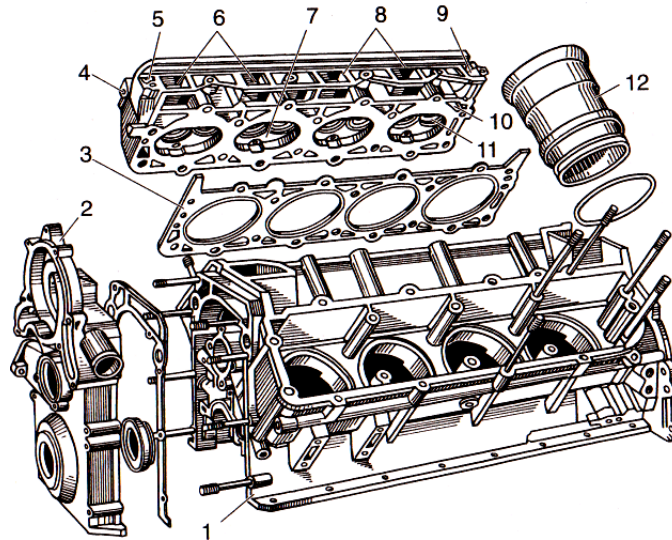


Рис. 1.1. Картер V-подібного восьмициліндрового двигуна ЗМЗ-53 з головкою правого ряду циліндрів і деталі кривошипно-шатунного механізму:

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

Шатун (рис. 1.3.), що передає зусилля від поршня на колінчастий вал, має двотавровий переріз, складається з верхньої головки, стержня та нижньої головки.

Нижня головка шатуна рознімна. До нижньої головки двома болтами кріпиться кришка.

Шатунні підшипники – тонкостінні сталєалюмінієві вкладиші. Від зміщення вони втримуються виступами, які входять у відповідні пази на шатуні й кришці.

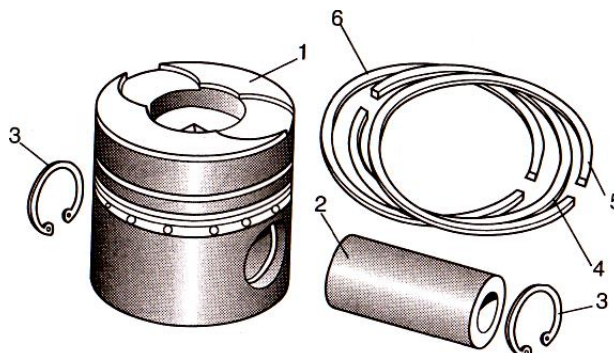


Рис. 1.2. Деталі поршневої групи дизеля КамАЗ-740:

1 – поршень; 2 – поршковий палець; 3 – стопорні кільця; 4,5 – компресійні кільця; 6 – оливознімне кільце

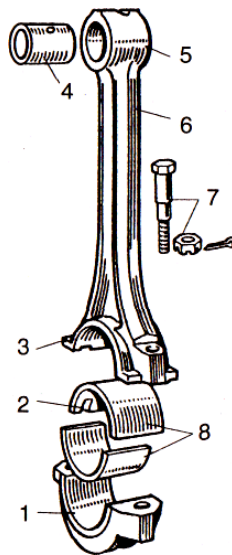


Рис. 1.3. Шатун:

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

Колінчастий вал, що сприймає зусилля від шатунів і передає його на маховик, складається з таких елементів (рис. 1.4.): носик 5, корінні шийки 7, шатунні шийки 10, щоки з противагами 9 та фланець 12 для кріплення маховика.

Від осьових переміщень колінчастий вал утримується упорними шайбами (виготовляються у вигляді кілець чи півкілець).

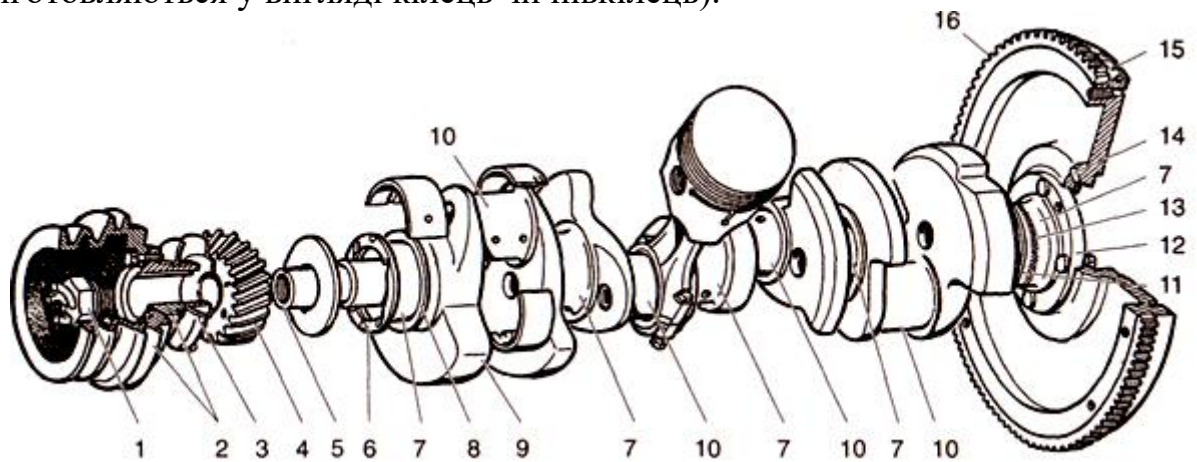


Рис. 1.4. Колінчастий вал:

1 – храповик; 2 – шків; 3 – олиовідбивна шайба; 4 – шестірня; 5 – носок; 6, 8 – упорні шайби; 7, 10 – відповідно корінні й шатунні шийки; 9 – противаги; 11 – оливоскидальний гребінь; 12 – фланець; 13 – олиовідвідна канавка; 14 – канал для відведення мастила; 15 – установочні мітки; 16 – зубчастий вінець

Маховик – це чавунний диск, що кріпиться болтами до фланця колінчастого вала й призначений для підвищення рівномірності його обертання, а також забезпечує подолання двигуном короточасних перевантажень (наприклад, у момент рушання автомобіля з місця) за рахунок накопиченої під

час обертання енергії. На обід маховика напресовано сталевий зубчастий вінець для обертання колінчастого вала стартером під час пуску двигуна.

Піддон картера виконує функції захисного кожуха кривошипно-шатунного механізму й резервуара для оливи.

МЕХАНІЗМ ГАЗОРОЗПОДІЛУ

Газорозподільний механізм призначений для своєчасного впуску в циліндри двигуна свіжого заряду та випуску відпрацьованих газів, а також надійної герметизації камери згорання під час тактів стиску і розширення.

Залежно від розташування клапанів і розподільного вала можна виділити три типи механізмів газорозподілу:

з нижнім розташуванням вала й клапанів, коли останні встановлюються у блоці циліндрів (двигуни ГАЗ-51, ГАЗ-52-04, ГАЗ-69, ЗІЛ-157, ЗІЛ-164 та ін.);

з нижнім розташуванням вала й верхнім розташуванням клапанів (двигуни ГАЗ-24, ЗІЛ-130, КамАЗ-5320 та ін.);

з верхнім розташуванням вала й клапанів (двигуни ВАЗ-2105, ВАЗ-2107, ВАЗ-2108 та ін.).

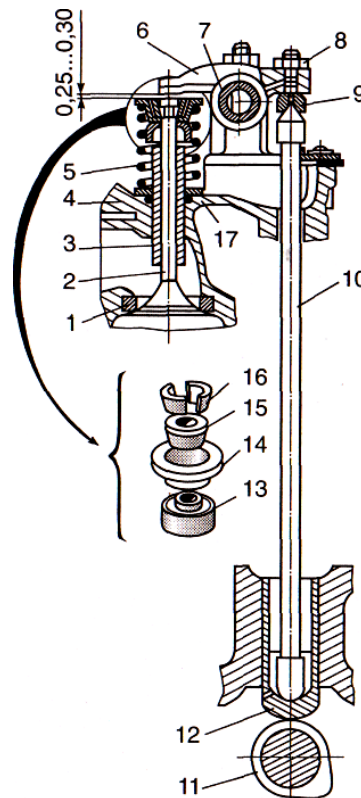


Рис. 1.5. Газорозподільний механізм з нижнім розташуванням розподільного вала та верхнім розташуванням клапанів:

1 – сідло клапана; 2 – клапан; 3 – напрямна втулка; 4 – головка блока циліндрів; 5 – пружина; 6 – коромисло; 7 – вісь коромисла; 8 – контргайка; 9 – регулювальний гвинт; 10 – штанга; 11 – кулачок; 12 – штовхач; 13 – ковпачок; 14 – тарілка; 15 – втулка; 16 – сухарики; 17 – стопорне кільце

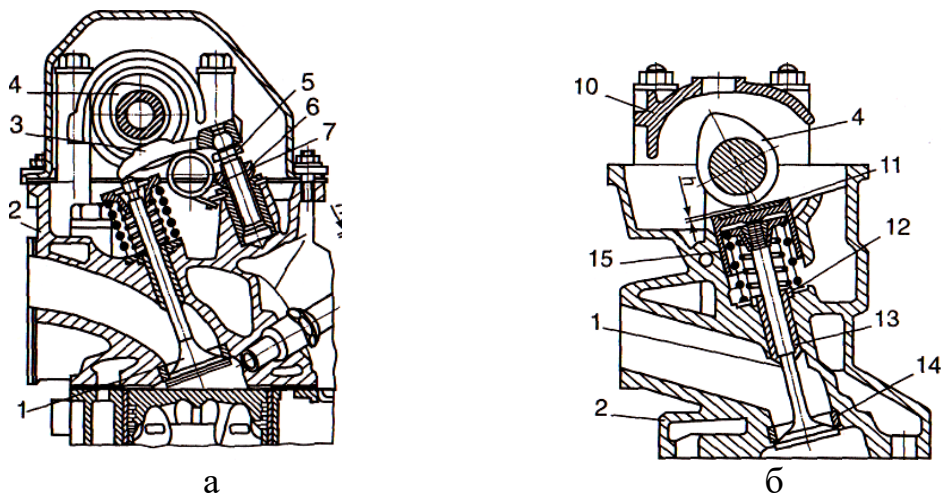


Рис. 1.6. Газорозподільні механізми з верхнім розташуванням розподільного вала та клапанів:

а – ВАЗ-2105, ВАЗ-2107; б – ВАЗ-2108, ВАЗ-2109; 1 – клапани; 2 – головка блока циліндрів; 3 – важіль; 4 – кулачки розподільного вала; 5 – болт; 6 – контргайка; 7 – шпилькова пружина; 10 – корпус; 11 – шайба; 12 – ковпачки оливовідбивачів; 13 – напрямна втулка; 14 – чавунне сидло; 15 – штовхач

Фази газорозподілу – це моменти початку відкривання та кінця закривання клапанів, виражені в градусах кута повороту колінчастого вала відносно мертвих точок. Фази газорозподілу добирають експериментально на заводі залежно від частоти обертання колінчастого вала при максимальній потужності двигуна та від конструкції його впускного й випускного газопроводів і зазначають у вигляді діаграм або таблиць.

Графічне зображення фаз газорозподілу називають діаграмою фаз газорозподілу.

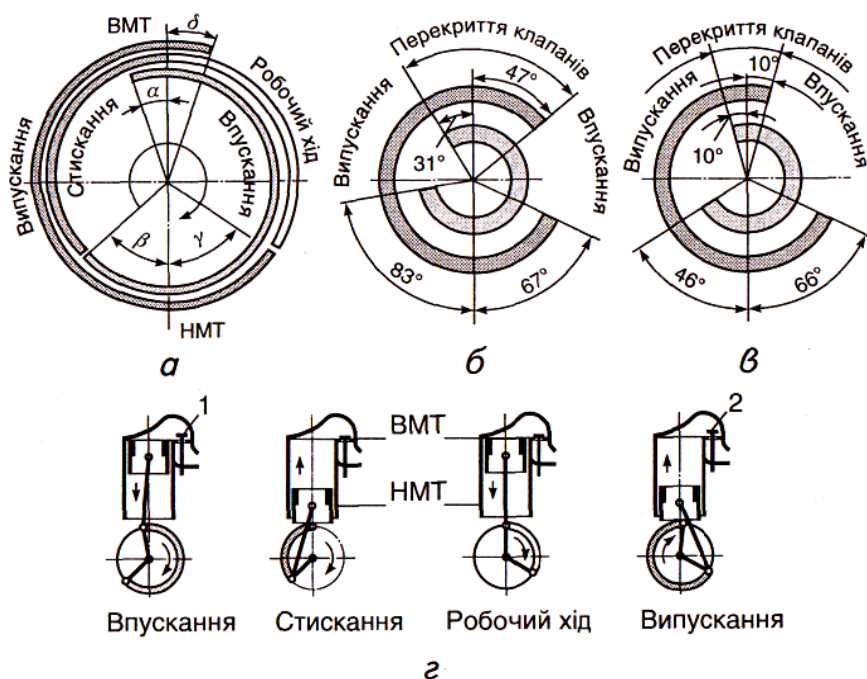


Рис. 1.7. Діаграми фаз газорозподілу чотиритактного двигуна (а), двигунів ЗІЛ-130 (б), КамАЗ-740 (в) та положення поршнів, що відповідають фазам газорозподілу (г)

Гідрокомпенсатори зазорів

При експлуатації двигуна деталі ГРМ зношуються, що призводить до збільшення теплового зазору. Тому періодично виникає необхідність у його регулюванні, операції досить трудомісткій і відповідальній. Неправильно встановлений тепловий зазор приводить до нещільного закривання клапанів або характерного металевого стукоту, що викликає підвищене зношування деталей ГРМ.

Практично всі сучасні двигуни мають гідрокомпенсатори, що автоматично усувають зазори в газорозподільному механізмі.

Гідравлічні компенсатори зазорів у ГРМ забезпечують його нешумну роботу і повне закриття клапанів.

Принцип дії гідрокомпенсатора полягає в автоматичній зміні його довжини на величину, що рівна зазору в ГРМ. Це досягається переміщенням його деталей під дією пружини і подачею оливи з системи мащення двигуна.

Основними деталями гідрокомпенсатора є: корпус, плунжерна пара, пружина плунжера і зворотний клапан (рис. 1.8.).

Корпусом може служити (залежно від конструкції приводу клапанів) циліндричний штовхач, коромисло або частина головки блоку циліндрів.

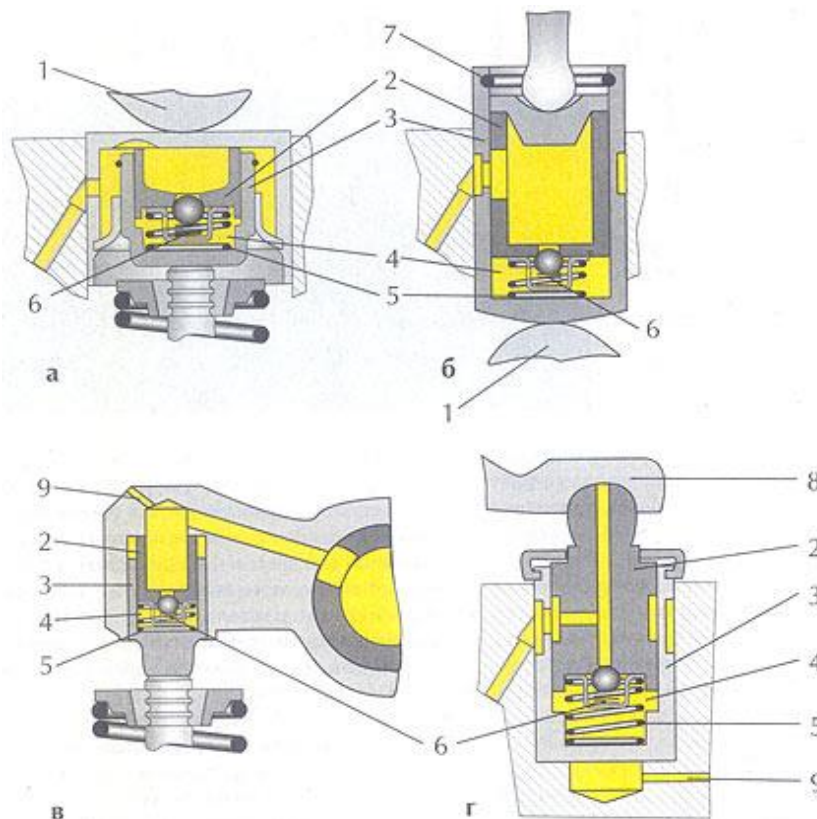


Рис. 1.8. Розташування гідрокомпенсаторів:

а – у штовхачі з верхнім валом; б – у штовхачі з нижнім валом; в – у коромислі; г – в опорі важеля приводу клапана ГРМ; 1 – кулачок; 2 – плунжер; 3 – втулка плунжера; 4 – порожнина під плунжером; 5 – пружина плунжера; 6 – пружина кулькового клапана; 7 – стопорне кільце; 8 – важіль приводу клапана; 9 – дренажний отвір

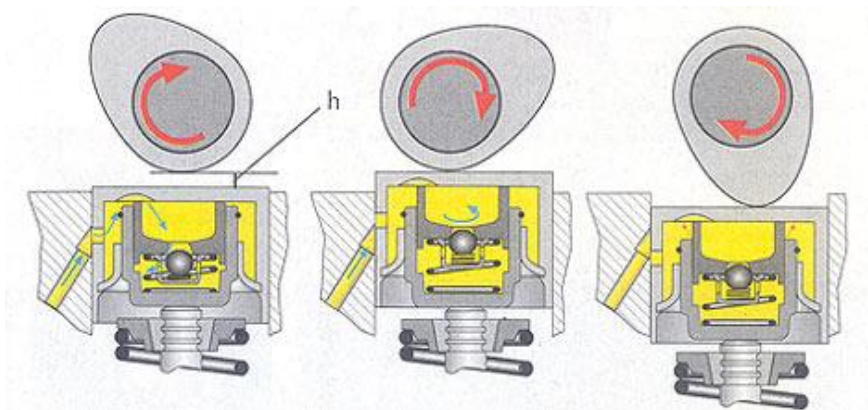


Рис. 1.9. Схема роботи гідрокомпенсатора

Плунжерна пара складається з втулки, що забезпечує рух плунжера в строго заданому напрямі (зазор між ними складає 5–8 мкм для забезпечення герметичності), та плунжера – сталюого циліндра, в нижній частині якого є отвір, що сполучає порожнини всередині плунжера і під ним. У деяких конструкціях з одноплечим важелем використовується плунжер без внутрішньої порожнини, а верхня частина його має вигляд сферичної головки і служить опорою. Пружина плунжера розташована між ним і втулкою (у порожнині під плунжером). Зворотний клапан у більшості випадків є сталюю підпружиненою кулькою.

Схема роботи гідрокомпенсатора, корпусом якого є штовхач, показана на рис. 1.9.

Кулачок вала, повернений до штовхача тильною стороною, не передає на нього зусилля і плунжерна пружина висуває плунжер з втулки, вибираючи зазор. В об'єм порожнини під плунжером, що збільшився, через кульковий клапан поступає олива з системи мащення. Після її заповнення кульковий клапан закривається під дією своєї пружини.

Повертаючись опуклою стороною до штовхача, кулачок починає переміщати його вниз. У цей момент гідрокомпенсатор передає зусилля на клапан ГРМ як "жорсткий" елемент, оскільки кульковий клапан закритий, а олива в замкнутій порожнині під плунжером практично не стискається.

При переміщенні штовхача і, відповідно, плунжерної пари вниз невелика частина оливи видавлюється через зазори з порожнини під плунжером. Довжина гідрокомпенсатора трохи зменшується і утворюється зазор (згаданий вище) між кулачком і штовхачем. Втрати компенсуються додатковою порцією оливи з системи мащення двигуна.

Розширення деталей при нагріванні призводить до зміни об'єму "поповнювальної" порції оливи і довжини гідрокомпенсатора, тобто він автоматично "вибирає" зазор як від теплового розширення, так і від зношування деталей ГРМ.

Система зміни фаз газорозподілу

Система зміни фаз газорозподілу призначена для зміни часу відкриття клапанів і застосовується для покращення показників ефективності,

економічності та токсичності двигуна. Система все частіше використовується разом із системою зміни висоти підйому клапанів.

Зміна фаз газорозподілу може досягатися різними способами: повністю механічним, електро-гідравлічним та при конструкції двигунів без використання газорозподільного валу. Однією з причин впровадження автовиробниками систем зміни фаз газорозподілу є законодавче посилення норм токсичності.

Суть роботи системи полягає у коригуванні фази відкриття клапанів. Залежно від конструктивних особливостей кожної із систем, реалізується це кількома шляхами:

- поворотом розподільного валу щодо привідної шестерні валу;
- включенням у роботу на певних оборотах колінчастого валу кулачків, форма яких підходить для режимів вищих потужностей;
- зміною висоти підйому клапанів.

Найбільшого поширення набули системи, у яких регулювання фаз здійснюється зміною кутового положення розподільного валу щодо шестерні.



Рис. 1.10. Схема роботи механізму зміни фаз газорозподілу з поворотом валу:
1 – втулка зі спіральними зубами; 2 – пружина; α° – діапазон зміни фаз газорозподілу

3. Завдання до практичної роботи

1. Кривошипно-шатунний механізм: вивчити загальну будову механізму; оглянути деталі механізму; вивчити їх конструктивні особливості, взаємодію; звернути увагу на матеріал, з якого виготовлені дані деталі; виявити відмінності у будові окремих деталей механізмів двигунів ЗМЗ-53, КамАЗ-740.

2. Газорозподільний механізм: вивчити загальну будову механізму, оглянути деталі механізму, вивчити їх конструктивні особливості, взаємодію між собою; звернути увагу на матеріал, з якого виготовлені дані деталі; виявити можливі відмінності у будові впускних і випускних клапанів; вивчити будову і роботу гідравлічного компенсатора зазору в механізмі, ознайомитися із послідовністю регулювання теплового зазору в клапанному механізмі.

Таблиця 1.1. Характеристика кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів

№ з/п	Найменування параметрів	Значення параметрів
1	Двигун (марка, модель)	
2	Кількість і розташування циліндрів	
3	Діаметр циліндра	
4	Хід поршня	
5	Ступінь стиску	
6	Засоби, що запобігають заклинюванню поршня	
7	Заходи зі зменшення маси поршня	
8	Тип і кріплення поршневого пальця	
9	Кількість поршневих кілець	
10	Колінчастий вал: кількість корінних шийок кількість шатунних шийок	
11	Порядок роботи циліндрів	
12	Тип механізму газорозподілу	
13	Заходи з охолодження випускного клапана	
14	Зазор у клапанному механізмі для впускних клапанів для випускних клапанів	
15	Тип штовхача	
16	Спосіб обертання штовхача	
17	Розподільний вал: кількість опорних шийок спосіб фіксації від осьового зміщення наявність елементів привода допоміжних механізмів і пристроїв	
18	Тип привода механізму газорозподілу	
19	Фази газорозподілу (у градусах повороту колінвала): випередження відкриття впускного клапана запізнення закриття впускного клапана випередження відкриття випускного клапана запізнення закриття випускного клапана тривалість фази впуску тривалість фази випуску перекриття клапанів	

4. Завдання до звіту

- Дати характеристику кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів двигуна за формою таблиці 1 (марку двигуна вказує викладач).
- Виконати схеми газорозподільних механізмів з нижнім і верхнім розміщенням газорозподільного вала.

5. Питання для самоконтролю

1. Яке призначення КШМ та ГРМ?
2. З яких основних деталей складаються КШМ та ГРМ?
3. Які конструктивні рішення запобігають заклинюванню поршня?
4. Яке призначення поршневих кілець?
5. Які особливості будови КШМ дизельних двигунів та двигунів з повітряним охолодженням?
6. Які можливі відмінності у будові впускного та випускного клапанів?
7. Яка будова і як працює гідрокомпенсатор зазору в клапанному механізмі?
8. З якою метою клапани відкривають з випередженням, а закривають із запізненням?
9. З яких матеріалів виготовляють основні деталі КШМ та ГРМ?

Література

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов – Київ : Вища школа, 1991. – 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
3. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. – Київ : Арістей, 2006. – 280 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Вивчення будови та роботи системи живлення двигунів з упорскуванням легкого палива

Мета: вивчити будову та роботу систем живлення на прикладі системи упорскування з пневмомеханічним керуванням і неперервною подачею палива та системи з електронним керуванням і періодичним впорскуванням палива.

Обладнання: деталі та агрегати систем, плакати.

1. Питання для самопідготовки

1. Які переваги двигунів з упорскуванням легкого палива?
2. Як класифікуються системи живлення з упорскуванням легкого палива?
3. Загальна будова системи з пневмо-механічним керуванням подачею палива.
4. Загальна будова системи з електронним керуванням подачею палива.

2. Теоретичні відомості

У двигунах з упорскуванням легкого палива останнє подається спеціальним насосом і впорскується через форсунку в циліндр або у впускний трубопровід, як правило, безпосередньо біля впускного клапана.

Порівняно з карбюраторними двигунами, двигуни із упорскуванням бензину мають наступні переваги:

паливо рівномірніше розподіляється по циліндрах, що дає можливість підтримувати однаковий склад суміші у циліндрах, завдяки чому підвищується економічність двигуна;

відсутня втрата частини палива при продуві циліндрів, що покращує економічність і підвищує потужність двигуна;

зменшується опір впускної системи внаслідок відсутності карбюратора і покращується наповнення циліндрів, а відповідно зростає потужність двигуна;

у відпрацьованих газах міститься менша кількість шкідливих компонентів;

зникає потреба в організації підігріву впускного трубопроводу і пов'язане з цим ускладнення його конструкції;

створюються умови для оптимального керування роботою двигуна на всіх режимах з використанням мікропроцесорної техніки.

Поряд з цим системи впорскування легкого палива володіють недоліками:

складність будови;

наявність прецизійних деталей і чутливої автоматики для регулювання складу суміші зумовлюють вищу вартість систем;

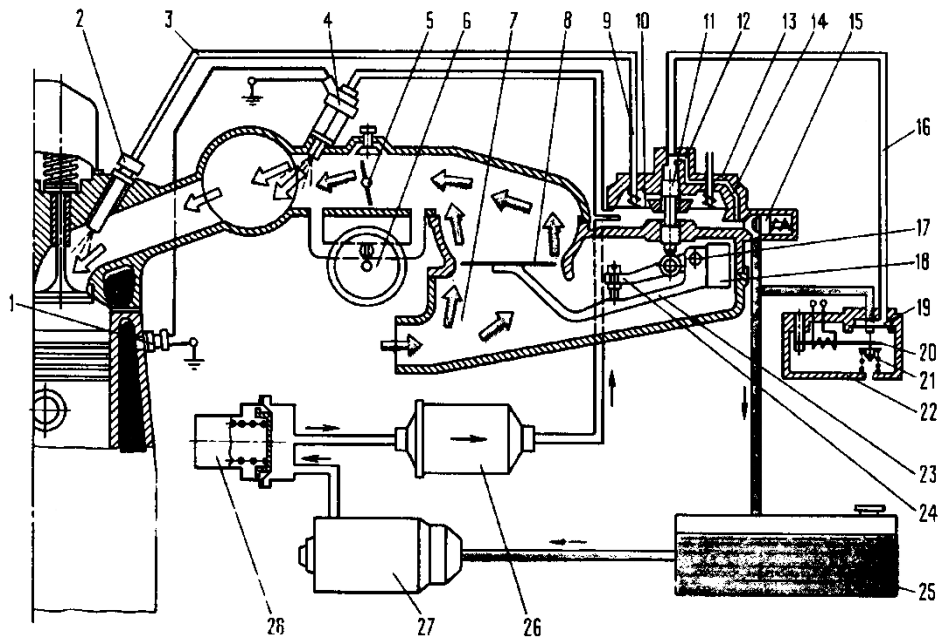
складність експлуатації.

У систему живлення двигунів з впорскуванням бензину входять: паливні баки, паливні насоси, паливні фільтри, редукційні клапани, форсунки, паливопроводи, вимірювачі витрати повітря, електронні блоки керування, датчики (температури, тиску (розрідження), частоти обертання валу двигуна), терморегулятори та інші пристрої, що забезпечують функціонування систем.

Система впорскування з пневмомеханічним регулюванням і неперервною подачею палива

Особливістю цієї системи є неперервна подача палива у впускний трубопровід під постійним тиском приблизно 0,45 МПа. Регулювання складу суміші базується на безпосередній залежності витрати палива від витрати повітря.

Головними елементами системи (рис. 2.1) є вимірювач витрати повітря 7, виконаний в одному корпусі з регулятором подачі палива 13, пускова 4 і головна 2 клапанні форсунки, що відкриваються при тиску 0,45 МПа, терморегулятор 22, акумулятор тиску палива 28, паливний насос 27. Система працює таким чином. Паливо з баку 25 подається насосом 27 через акумулятор тиску палива 28 і фільтр 26 по паливопроводу високого тиску в нижню порожнину регулятора подачі палива 13. З нижньої порожнини паливо поступає у верхню камеру над діафрагмою 10 через виточку у плунжері 11 і щілину, утворену кромкою плунжера (золотника) і отвором каналу, що веде у порожнину диференціального діафрагмового клапана (рис 2.2.).



**Рис. 2.1. Система впорскування з пневмомеханічним регулюванням і
неперервною подачею палива**

- 1 – датчик температурного стану двигуна; 2 – головна клапанна форсунка; 3 – паливопровід;
4 – пускова форсунка; 5 – дросельна засувка; 6 – перепускний клапан; 7 – витратомір
повітря; 8 – напірний диск; 9 – трубка; 10 – діафрагма; 11 – плунжер; 12, 14 – канали; 13 –
регулятор подачі палива; 15 – запобіжний клапан; 16 – перепускний канал; 17 – вісь важеля;
18 – тягарець; 19 – діафрагма терморегулятора; 20 – біметалева пластина; 21 – клапан
терморегулятора; 22 – терморегулятор; 23 – важіль витратоміра; 24 – регульовальний важіль;
25 – паливний бак; 26 – паливний фільтр; 27 – паливний насос; 28 – акумулятор тиску палива

Кількість диференціальних клапанів залежить від кількості циліндрів двигуна. Прогин діафрагми 10 диференціального клапана залежить від перепаду тиску на її поверхнях, який, своєю чергою, залежить від витрати палива через щілину, утворену кромкою плунжера. Від положення діафрагми

залежить зазор між діафрагмою і кромками трубки 9, якою паливо поступає до форсунки 2. При великих прогинах діафрагми площа кільцевої щілини між нею і кромками трубки 9 збільшується, і більша кількість палива поступає до форсунки.

Положення плунжера 11, регулятора подачі палива 13 визначається положенням важеля 23 вимірювача витрати повітря 7, і коректується гідравлічним терморегулятором 22, що змінює тиск палива над плунжером. Основне призначення терморегулятора - збагачення суміші при прогріві двигуна. При холодному двигуні біметалева пластина 20 регулятора тиску натискає на пружину клапана 21, діафрагма 19 прогинається, і паливо повертається у бак. Тиск над плунжером 11 зменшується, плунжер переміщується вгору, і подача палива форсунками зростає.

У міру прогрівання двигуна послаблюється дія біметалевої пластини, пружина не прогинає діафрагму 19, зменшується кількість палива, що перепускається з лінії високого тиску в бак, і тиск над плунжером зростає. Плунжер переміщається вниз, викликаючи зменшення подачі палива.

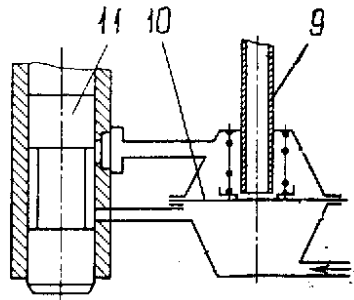


Рис. 2.2. Диференціальний діафрагмовий клапан

9 – трубка; 10 – діафрагма; 11 – плунжер.

Кількість повітря, що поступає у двигун, регулюється дросельною засувкою 5 і визначається вимірювачем витрати повітря 7. У конічній горловині вимірювача витрати повітря розміщена пластина 8, закріплена на важелі 23. Маса пластини і важеля врівноважуються важелем 18. При роботі двигуна рух повітря в кільцевій щілині, утвореній пластиною і конічною поверхнею вимірювача, створюється перепад тисків, пропорційний витраті повітря. На пластину діє піднімальна сила, що намагається повернути важіль 23. Момент, створений цією силою, врівноважується моментом, що виникає від тиску палива над плунжером 11. Оскільки плунжер діє на важіль 23, то кожній витраті повітря відповідає певна витрата палива.

Для регулювання кількості палива, що подається у циліндри двигуна на малій частоті обертання (холостий хід), служить важіль 24 з регулювальним гвинтом.

У період запуску і прогрівання двигуна працює пускова електромагнітна форсунка 4, у яку паливо поступає з нижньої порожнини регулятора. Пускова форсунка включається одночасно зі стартером і відключається датчиком 1

температурного стану двигуна при нагріві рідини, у системі охолодження, до певної температури.

Електрична схема забезпечує також роботу перепускного клапана 6, що регулює витрату повітря. У міру прогріву двигуна відкривається перепускний клапан, що призводить до збіднення пальної суміші.

Системи з електронним регулюванням витрати повітря і періодичним упорскуванням палива

Дозування палива у системі здійснюють електромагнітні форсунки, які двічі за робочий цикл (два оберти колінчастого валу) одночасно впорскують паливо в зону впускних клапанів. Схема системи наведена на рис. 2.3. Паливо з баку 1 подається насосом 2 через фільтр 4 і редукційний клапан 16 до головних електромагнітних форсунок 7 і пускової форсунки 10. Редукційний клапан 16 перепускає надлишок палива в бак і підтримує в системі постійний перепад (196 кПа) між тиском палива в корпусах форсунок і впускним трубопроводом. Тому об'ємна подача палива залежить від тривалості відкриття клапана форсунки. Клапанами електромагнітних форсунок керують імпульси змінної тривалості, що формуються в електронному блоці 20. Синхронізація керуючих імпульсів із частотою обертання валу здійснюється імпульсами, що поступають в електронний блок від переривника – розподільника 21 системи запалювання.

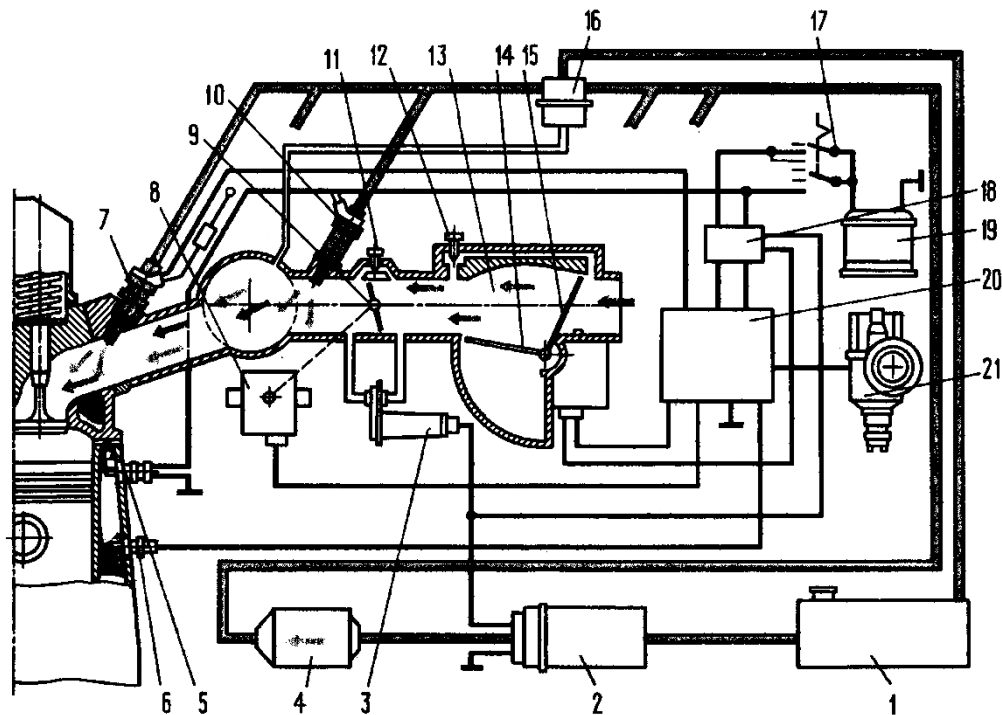


Рис. 2.3. Системи з електронним регулюванням витрат повітря і періодичним упорскуванням палива

1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – перепускний пристрій; 4 – паливний фільтр; 5 – термореле; 6 – датчик температури охолоджуючої рідини; 7 – електромагнітна форсунка; 8 – датчик положення дросельної засувки; 9 – дросельна засувка; 10 – пускова форсунка; 11 – регулювальний гвинт; 12 – регулювальний гвинт складу суміші в режимі холостого ходу; 13 – вимірювач витрати повітря; 14 – демпферна пластина; 15 – пластина; 16 – редукційний клапан; 17 – вмикач запалювання; 18 – реле; 19 – акумуляторна батарея; 20 – електронний блок; 21 – переривник – розподільник

Кількість повітря, що поступає в двигун, змінюється дросельною засувкою 9 і регулювальним гвинтом 11. Перед дросельною засувкою розміщений вимірювач витрати повітря 13, поворотна підпружинена пластина 15 якого повертається під дією потоку повітря на кут, пропорційний його витраті. Пластина 14 є демпфером, що обмежує коливання пластини 15. На осі вимірювача встановлено потенціометр, який включений у керуючі кола електронного блоку 20. Для збагачення суміші на малих режимах навантажень і при повному відкритті дросельної засувки служить датчик 8 положення дросельної засувки. Склад суміші на режимі холостого ходу регулюють гвинтом 12, змінюючи площу прохідного перерізу перепускного каналу.

Пускова електромагнітна форсунка 10 включається одночасно зі стартером, якщо температура охолоджуючої рідини нижча ніж 15 °С. Тривалість включення форсунки зростає по мірі пониження температури і регулюється термовимикачем 5. Склад суміші під час прогріву двигуна коректується залежно від температури охолоджуючої рідини, яка вимірюється датчиком 6. Для стійкої роботи двигуна в режимі холостого ходу в системі передбачено перепускний пристрій 3.

Агрегати системи живлення двигунів з упорскуванням легкого палива
Паливні насоси. Поширення у таких системах отримали коловоротні насоси роликового типу з електричним приводом. Для попередження попадання повітря у систему насос встановлюють під баком або занурюють безпосередньо в паливо.

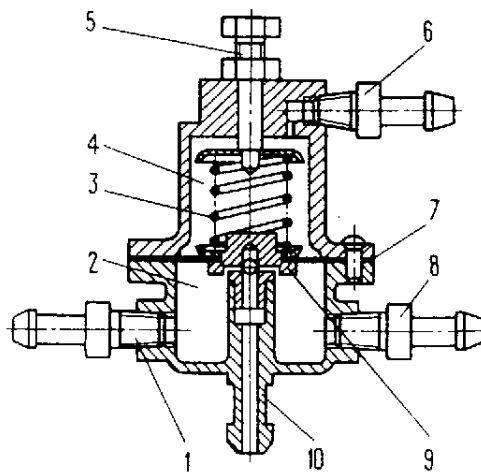


Рис. 2.4. Редукційний клапан

1 – вхідний штуцер; 2 – паливна порожнина; 3 – пружина; 4 – повітряна порожнина; 5 – регулювальний гвинт; 6 – штуцер для з'єднання з впускним трубопроводом; 7 – діафрагма; 8 – вихідний штуцер; 9 – клапан; 10 – штуцер

Редукційний клапан. Стабілізує тиск палива в системі, оскільки перепад тисків між впускним трубопроводом і порожниною форсунки визначає циклову подачу палива. Тиск в порожнині 2 клапана (рис. 2.4.) врівноважується діючим на діафрагму 7 тиском у порожнині 4 і зусиллям пружини 3. При підвищенні тиску в порожнині 2 діафрагма 7 з клапаном 9 піднімається і відкриває зливний канал у штуцері 10, і паливо повертається у бак. Порожнина 4 сполучена із

впускним трубопроводом, завдяки чому клапан підтримує постійний перепад тисків на клапанах форсунок і забезпечує стабільність подачі палива.

Форсунки постійного впорскування. Форсунки упорскування відкриваються автоматично під тиском і не здійснюють дозування палива. Кут конуса розпилювання палива становить приблизно 35° (у пускової форсунки – 80°). Найпоширеніші діапазони тисків відкриття форсунок (початку впорскування) такі: 0,27–0,38; 0,30–0,41; 0,32–0,37; 0,43–0,46; 0,45–0,52 МПа. Форсунки у впускний колектор утвинчують або запресовують.

Конструкція форсунки постійного впорскування показана на рис. 2.5. У корпус форсунки вставлений пластмасовий фільтр з дуже дрібною сіткою. Фільтр утримується в корпусі розрізним пружинним кільцем, яке своєю чергою упирається у чотири виступи в корпусі (корпус деформований в чотирьох точках, дві точки деформації показані на рис. 2.5).

Далі в корпус вставляється вузол клапана з власне клапаном, сідлом, пружиною і іншими деталями. Остаточна операція складання інжектора – завальцювання нижньої кромки корпусу. Отже форсунка – це нероз'ємний вузол і у разі відмови його можна тільки замінювати на новий. Клапан форсунки (діаметри: тарілки – 1,8 мм, стержня – 0,7 мм) відкривається тиском палива.

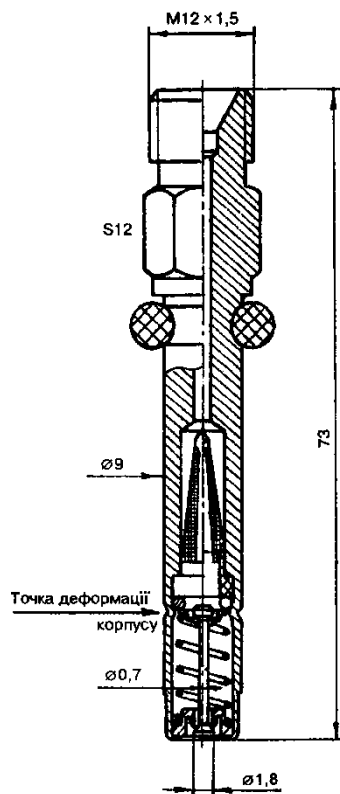


Рис. 2.5. Форсунка постійного впорскування

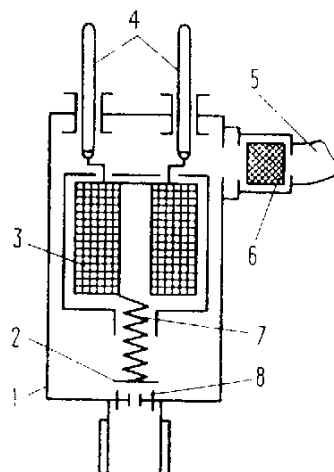


Рис. 2.6. Схема електромагнітної форсунки

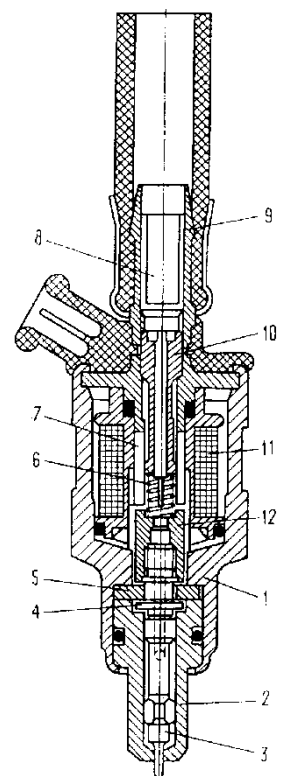


Рис. 2.7. Форсунка електромагнітна

Електромагнітні форсунки. Поширення у системах упорскування легкого палива отримали електромагнітні форсунки. Вони дозують паливо, працюючи в імпульсному режимі. Тривалість відкритого стану клапану

форсунки залежить від тривалості керуючого електричного імпульсу, що подається на обмотку електромагніту форсунки. Принципова схема форсунки наведена на рис. 2.6. У корпусі 1 розміщений клапан 2 з пружиною 7, що притискає його до сідла 8, і електромагніт 3. Кінці обмоток електромагніту виведені назовні через ізольовані контакти 4. Паливо в порожнину форсунки підводить по трубопроводу 5 через фільтр 6.

На рис. 2.7. наведений повздовжній переріз форсунки фірми Bosh. При включенні обмотки електромагніту в коло, якір 12 піднімає головку 3, відкриваючи паливу вихід з розпилювача 2. Хід голки дорівнює 0,15 мм і обмежений упором бурта 4 в шайбу 5. Дозуючий отвір – це кільцева щілина між розпилювачем 2 і штуцером голки 3. Для регулювання форсунки призначений регулювальний гвинт 10. Форсунка не розбірна і ремонту не підлягає.

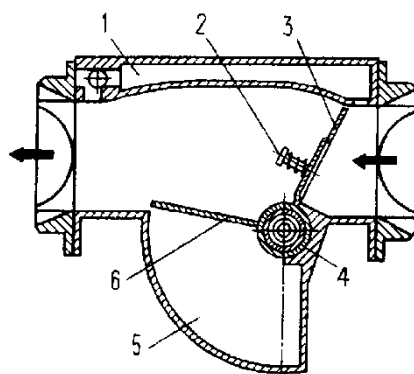


Рис. 2.8. Витратомір повітря

1 – перепускний канал; 2 – запобіжний клапан; 3 – пластина; 4 – вісь;
5 – демпфер-заспокоювач; 6 – пластина демпфера

Вимірник витрати повітря. На рис. 2.8. наведено схему датчика витрати повітря електромеханічного типу. На пластину 3, крім швидкісного напору повітря, діє зусилля пружини. З віссю 4 засувки з'єднаний привід потенціометра, з якого знімається сигнал, пропорційний до кута повороту засувки. Для гасіння коливань засувки внаслідок пульсації повітряного потоку передбачений демпфер – заспокоювач 5 з пластиною 6. Для оберігання вимірника від поломок при зворотних спалахах в пластині 3 встановлено запобіжний клапан 2. Вимірник має перепускний клапан 1, що використовується для регулювання витрат повітря на режимі холостого ходу.

Системи з безпосереднім впорскуванням бензину

Серійне виробництво бензинових двигунів з безпосереднім впорскуванням в циліндр двигуна розпочала у 1997 році фірма Mitsubishi (двигун 4G93 GDI). У 1998 році подібні двигуни на своїх автомобілях почала встановлювати Toyota. Сьогодні такі двигуни виготовляють і європейські фірми (Mercedes, Volkswagen, BMW).

Традиційні бензинові двигуни можуть працювати при ступені стиснення до 12 одиниць і коефіцієнті надміру повітря до 1,1 при іскровому запалюванні. Робота на бідніших сумішах й підвищення ефективності згорання робочої

суміші можливі лише через її глибоке розшарування з високою якістю перемішування та досить точним дозуванням з допомогою електронного регулювання подачі повітря, пального й іскри у визначені проміжки часу.

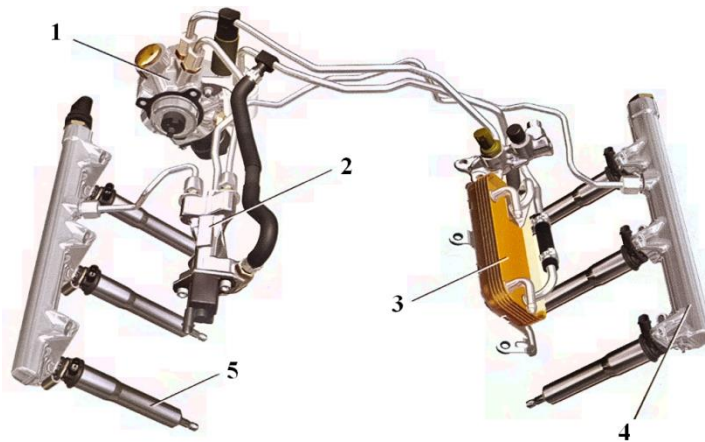


Рис. 2.9. Система Bosch безпосереднього впорскування бензину:

1 – паливний насос високого тиску; 2 – паливний розподільник; 3 – охолоджувач палива; 4 – паливна рейка; 5 – п'єзофорсунка

Для реалізації потрібного розшарування суміші, камера згорання в таких двигунах має спеціальну форму й виконана в заглибленні днища поршня та має яскраво виражений профіль. Така форма сприяє закручуванню заряду у площині циліндра впоперек його осі. У двигунах Toyota такому закручуванню також сприяє спеціальна конструкція впускного трубопроводу зі змінною геометрією, що регулюється електронним вихровим клапаном.

Переміщення поршня вгору на такті стиснення шляхом спеціальної форми днища поршня формує направлений повітряний потік. У цей потік у кінці такту стиснення в напрямку фігурного днища поршня електромагнітна вихрова форсунка впорскує з високою дисперсністю й широким конусом під високим тиском (до 13 МПа) мінімальний об'єм бензину.

Унаслідок переміщення поршня, спрямованого руху повітряного потоку й пального, що випарувалося, відбувається розшарування пальної суміші й безпосередньо біля свічки запалювання опиняється відносно багата її частина. А далі – бідніша, аж до практично чистого повітря біля стінок циліндра. Таким самим способом по об'єму камери згорання розподіляється й температура згорання робочої суміші. Таке глибоке розшарування пальної суміші забезпечує стабільність займання і згорання при дуже бідній суміші (у середньому по об'єму камери згорання коефіцієнт надміру повітря рівний 1,7–3,3). Це забезпечує високу паливну економічність.

Система безпосереднього впорскування складається з таких вузлів (рис. 2.9, 2.10): паливний насос високого тиску; регулятор тиску палива; паливна рампа; запобіжний клапан; датчик високого тиску; форсунки впорскування; блок керування двигуном.

Паливний насос високого тиску служить для подачі палива до паливної рампи і далі до форсунок впорскування під високим тиском (3 – 11 МПа), відповідно до потреб двигуна. Основу конструкції насоса складає один або

декілька плунжерів. Насос приводиться в дію від розподільного вала впускних клапанів.

Регулятор тиску палива забезпечує дозовану подачу палива насосом, відповідно до впорскування форсунки. Регулятор розташований в паливному насосі високого тиску. Паливна рампа служить для розподілу палива по форсунках впорскування і запобігання пульсації палива в контурі. Запобіжний клапан захищає елементи системи впорскування від граничних тисків, що виникають при температурному розширенні палива. Клапан встановлюється на паливній рампі.

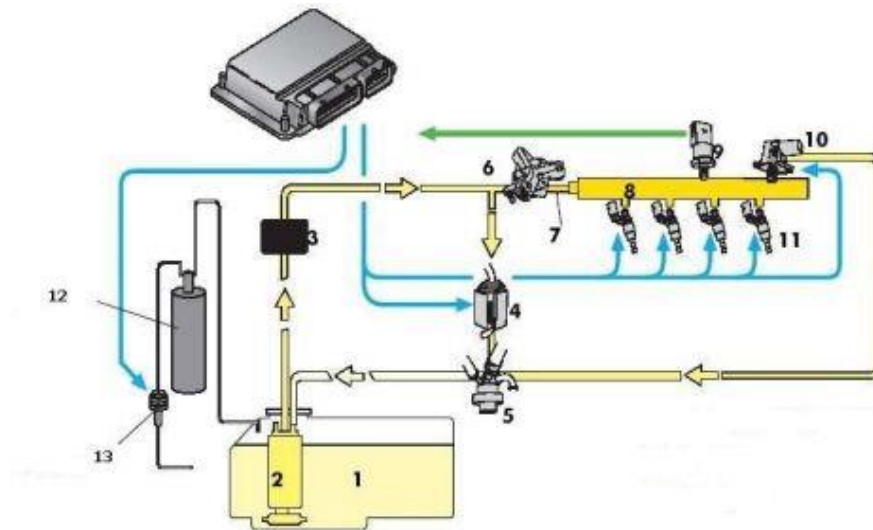


Рис.2.10. Схема системи безпосереднього впорскування (на прикладі системи Motronic MED7):

1 – паливний бак; 2 – паливний насос; 3 – паливний фільтр; 4 – перепускний клапан; 5 – регулятор тиску палива; 6 – паливний насос високого тиску; 7 – трубопровід високого тиску; 8 – розподільний трубопровід (паливна рампа); 9 – датчик високого тиску; 10 – запобіжний клапан; 11 – форсунки впорскування; 12 – адсорбер; 13 – електромагнітний замочний клапан продування адсорбера

Датчик високого тиску призначений для вимірювання тиску в паливній рампі. Відповідно до сигналів датчика, блок керування двигуном може змінювати тиск у паливній рампі. Форсунка впорскування забезпечує розпилювання палива в камері згорання для утворення паливно-повітряної суміші.

Узгоджену роботу системи забезпечує електронна система керування двигуном, яка є подальшим розвитком об'єднаної системи впорскування і запалювання Motronic. Традиційно система керування двигуном об'єднує вхідні датчики, блок керування і виконавчі механізми.

Окрім датчика високого тиску палива, в системі працюють датчик частоти обертання колінчастого вала, датчик положення розподільного вала, датчик положення педалі газу, витратомір повітря, датчик температури охолоджувальної рідини, датчик температури повітря на впуску. У сукупності датчики забезпечують необхідною інформацією блок керування двигуном, на підставі якої блок впливає на виконавчі механізми: електромагнітні клапани

форсунок; електромагнітний запобіжний клапан; електромагнітний перепускний клапан.

Поршні двигунів, обладнаних системами безпосереднього впорскування, мають спеціальну конструкцію і характерні заглиблення в днищі (рис. 2.11). Заглиблення спеціальної форми дають можливість факелу палива, що упорскується, закручуватися в турбулентній масі повітря і подавати паливну суміш безпосередньо до осередку займання – свічки запалювання. При подібній схемі сумішеутворення не утворюється нерозпорошеного палива на днищі поршня, оскільки сильний потік повітря знімає і розпилює ті краплі палива, які утворилися на днищі поршня при початковій стадії впорскування.



Рис. 2.11. Форма днища поршнів двигунів з безпосереднім впорскуванням

Організація впускання повітря в циліндри двигуна. Кожен впускний канал головки блока циліндрів розділений повздовжньою пластиною (розділююча пластина) на верхню і нижню частини. Пластині надана така форма, яка виключає помилку при її установці в головку циліндрів.

При реалізації робочого процесу двигуна можливі два способи впускання повітря в циліндри.

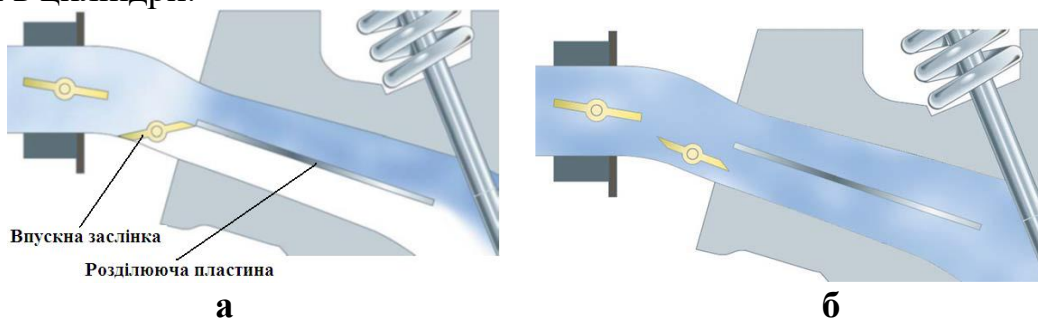


Рис. 2.12. Впускання повітря в циліндри

Перший спосіб (рис. 2.12, а): встановлені на вході у впускні канали впускні заслінки закриті, тому повітря поступає в циліндри двигуна тільки через верхні частини впускних каналів – над розділювальними пластинами. Цей спосіб впускання повітря використовується для організації пошарового сумішеутворення.

Другий спосіб (рис. 2.12, б): при відкритих впускних заслінках повітря поступає в циліндри як через верхні, так і через нижні частини впускних каналів. Цей спосіб впускання повітря використовується для утворення гомогенної суміші.

Паливний насос високого тиску. Одноплунжерний насос високого тиску регулюється за подачею. Він приводиться в дію безпосередньо від газорозподільного вала двигуна. Паливо до нього подається електронасосом під тиском до 0,6 МПа. Одноплунжерний насос підтримує в рампі тиск палива на заданому системою керування рівні.

При ході плунжера вниз порожнина над ним заповнюється паливом (рис. 2.13, а). При ході плунжера вгору паливо нагнітається в рампу під тиском, що діє в ній (рис. 2.13, б). Порожнина над плунжером може сполучатися також з впускним каналом через електромагнітний клапан регулювання подачі палива. Якщо цей клапан відкривається до закінчення ходу нагнітання, тиск у надплунжерній порожнині падає і паливо повертається у впускний канал (рис. 2.13, в). Падінню тиску в паливній рампі перешкоджає нагнітальний клапан.

Регулювання подачі палива здійснюється зміною ходу плунжера від його нижнього положення до моменту відкриття клапана регулювання подачі. Досягши заданого рівня тиску в рампі цей, клапан залишається постійно відкритим, перешкоджаючи подальшому підвищенню тиску.

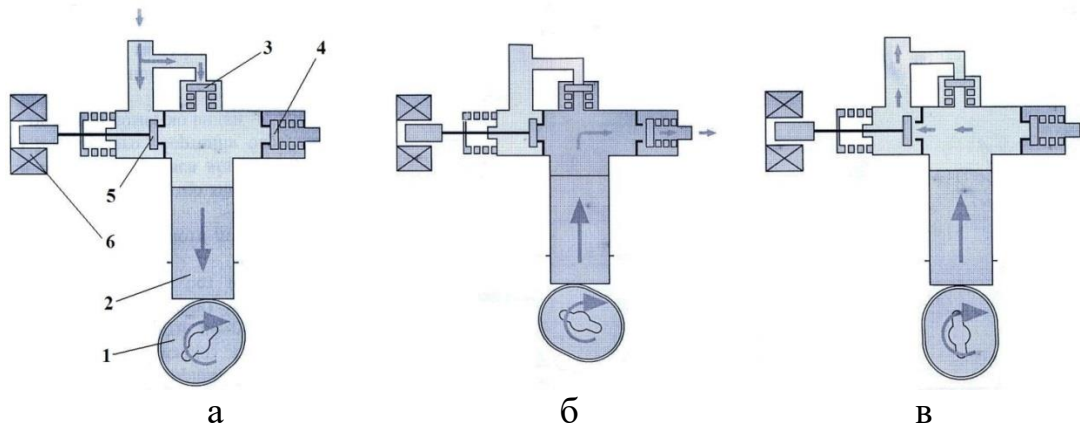


Рис. 2.13. Паливний насос високого тиску (схема роботи):

1 – кулачок; 2 – плунжер; 3 – впускний клапан; 4 – нагнітальний клапан; 5 – клапан регулювання подачі палива; 6 – електромагніт

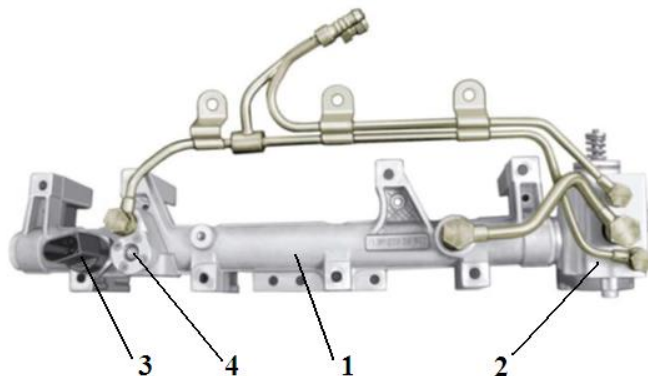


Рис. 2.14. Паливна рампа:

1 – рампа; 2 – насос високого тиску; 3 – датчик тиску палива; 4 – запобіжний клапан

Паливна рампа. Паливна рампа (рис. 2.14) служить для розподілу палива між форсунками та згладжування пульсацій тиску в ній. Вона виконує функції акумулятора високого тиску. На рампі встановлені форсунки, датчик тиску палива, запобіжний клапан і штуцери високого й низького тиску.

Форсунка високого тиску. Форсунка високого тиску є перехідним пристроєм між паливною рейкою і камерою згорання. Завдання цієї форсунки полягає в тому, щоб забезпечувати дозування палива і шляхом його розпилювання домагатися контрольованого змішування палива і повітря в певній зоні камери згорання. Залежно від режиму роботи двигуна, паливо концентрується в зоні навколо свічки запалювання (пошаровий розподіл заряду) або рівномірно розпилюється по усій камері згорання (гомогенний розподіл заряду).

Форсунки встановлюються в головці блока циліндрів і фіксуються на ній за допомогою спеціальних кріпильних елементів.

Щоб отримати найкращий розподіл палива при пошаровому сумішеутворенні, кут конуса факела палива прийнятий рівним 70° , а вісь конуса нахилена на 20° (рис. 2.15).

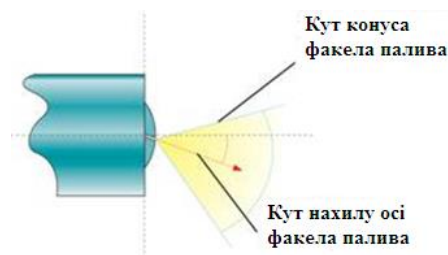


Рис. 2.15. Схема розпилювання палива форсункою

Форсунка високого тиску (рис. 2.16) складається з таких елементів: корпусу, сидла 6, голки розпилювача 7 з якорем електромагніту, пружини 8, обмотки електромагніту 3.

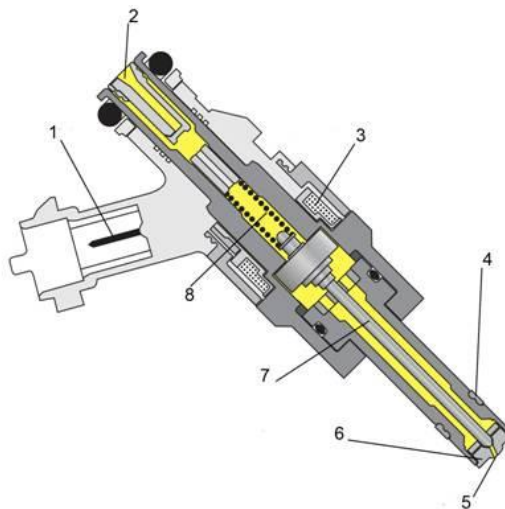


Рис. 2.16. Будова форсунки високого тиску:

1 – електричний роз'єм; 2 – впускний канал з сітчастим фільтром; 3 – обмотка електромагніту; 4 – тефлонове ущільнення; 5 – сопловий отвір; 6 – сидло; 7 – голка розпилювача з якорем електромагніту; 8 – пружина

Коли електричний струм проходить через обмотку електромагніту, створюється магнітне поле. Завдяки цьому голка, протидіючи тиску пружини, піднімається над сидлом і відкриває сопловий отвір 5 форсунки. Різниці тиску

між паливною рейкою і камерою згорання дає можливість впорскувати паливо в камеру згорання.

При відключенні електричного струму голка розпилювача під дією зусилля пружини опускається на сідло клапана і перериває потік палива.

Форсунка швидко відкривається, забезпечуючи при відкритті постійну площу поперечного перерізу отвору, і знову закривається, долаючи тиск у паливній рейці. Кількість палива (при цій площі поперечного перерізу отвору), що впорскується, залежить від тиску в паливній рейці, протитиску в камері згорання і тривалості відкриття форсунки. Відповідна геометрії розпилювача на кінці форсунки дає змогу досягти дуже добре розпилювання палива.

3. Завдання до практичної роботи

Користуючись інструкцією та наявною у лабораторії літературою, вивчити будову та роботу систем живлення з упорскуванням легкого палива і їх агрегатів.

4. Завдання до звіту

Виконати принципові схеми систем упорскування з пневмомеханічним керуванням і неперервною подачею палива, з електронним керуванням і періодичним впорскуванням палива та безпосереднім впорскуванням. Коротко описати роботу систем.

5. Питання для самоконтролю

1. Опишіть будову та роботу системи живлення з пневмо-механічним керуванням подачею палива.
2. Опишіть будову та роботу клапанної форсунки (інжектора).
3. Яке призначення акумулятора тиску палива?
4. Яке призначення терморегулятора?
5. Опишіть будову та роботу системи подачі палива з електронним керуванням.
6. Опишіть будову та роботу електромагнітної форсунки.
7. Опишіть призначення та роботу редукційного клапана.
8. Опишіть будову та роботу системи подачі палива з безпосереднім впорскуванням.
9. Опишіть особливості будови агрегатів системи подачі палива з безпосереднім впорскуванням.

Література

1. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик. Київ : Либідь, 2018. 400 с.
2. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. Київ, Моноліт, 2019. 288 с.
3. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів.— Київ : Арістей, 2006. 280 с.
4. Скварок Ю. Ю. Паливна апаратура двигунів. Курс лекцій / Ю. Ю. Скварок. Дрогобич: ШВИДКО ДРУК, 2008. 112 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Вивчення будови та роботи системи живлення дизельних двигунів

Мета: вивчити загальну будову системи живлення дизельних двигунів, будову та роботу агрегатів системи, їх конструктивні й експлуатаційні особливості.

Обладнання: двигун КамАЗ–740, агрегати системи, плакати.

1. Питання для самопідготовки

1. Призначення та загальна будова системи живлення дизельного двигуна.
2. Паливо для дизелів. Особливості приготування пальної суміші в дизелях.

2. Теоретичні відомості

До системи живлення дизелів входять: паливний бак; фільтри грубої та тонкої очистки палива; паливопроводи; паливний насос високого тиску; всережимний регулятор частоти обертання; автоматична муфта випередження впорскування палива; форсунка; підкачувальні насоси.

Паливопідкачувальний насос 10 дизеля КамАЗ–740 (рис. 3.1.) засмоктує паливо з бака 1 крізь фільтри грубої 4 й тонкої 18 очистки. Паливопроводами низького тиску 2, 7, 11 і 13 паливо надходить до насоса високого тиску 12, який розміщено між рядами циліндрів. Відповідно до порядку роботи циліндрів дизеля насос 12 подає паливо паливопроводами 8 високого тиску до форсунок 6, розташованих у головках циліндрів. Форсунки розпилюють і впорскують паливо в камери згоряння. Паливопідкачувальний насос 10 подає до насоса 12 більше палива, ніж потрібно для роботи дизеля, тому надлишкове паливо, а з ним і повітря, що потрапило до системи, дренажними паливопроводами 17 і 20 відводяться з насоса 12 і фільтра тонкої очистки 18 назад у паливний бак. Паливо, що просочилося крізь зазор між корпусом розпилювача та голкою форсунки, зливається в бак паливопроводами 5, 15, і 21.

Паливний бак автомобіля КамАЗ має заливну горловину, яку обладнано висувною трубою із сітчастим фільтром. Горловина закривається герметичною кришкою. У нижній частині бака є кран для зливання відстою.

Фільтр грубої очистки (відстійник) автомобіля КамАЗ, який попередньо очищає паливо, встановлено з лівого боку автомобіля на рамі. Паливо з бака надходить у фільтр підвідним штуцером і стікає в стакан. Великі сторонні частинки й вода збираються у нижній частині стакану. З верхньої частини паливо крізь фільтрувальну сітку подається відвідним штуцером до паливопідкачувального насоса.

Фільтр тонкої очистки остаточно очищує паливо перед його надходженням у насос високого тиску. Його встановлено в найвищій точці системи живлення для збирання й відведення в бак крізь спеціальний клапан-жиклер повітря, що потрапило до системи разом із частиною палива.

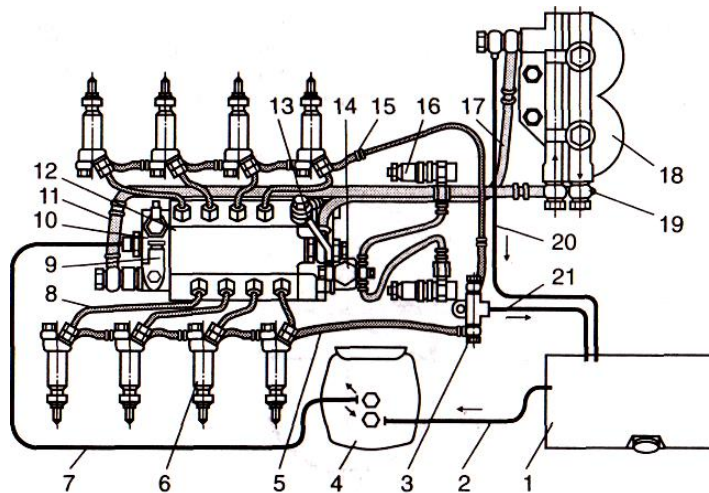


Рис. 3.1. Схема системи живлення дизеля КамАЗ-740:

1 – паливний бак; 2, 5, 7, 8, 11, 13, 15, 17, 19 – 21 – паливопроводи; 3 – трійник; 4, 18 – фільтри відповідно грубої й тонкої очистки палива; 6 – форсунка; 9 – ручний підкачувальний насос; 10 – паливопідкачувальний насос; 12 – паливний насос високого тиску; 14 – електромагнітний клапан; 16 – факельна свічка

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

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

Паливний насос дизеля КамАЗ-740 (рис. 3.2.) складається з восьми однакових секцій відповідно до кількості циліндрів двигуна. До секції входять корпус 1, втулка 9 плунжера, плунжер 6, поворотна втулка 4, нагнітальний клапан 11, який штуцером 12 притиснутий до втулки плунжера. Під дією кулачка вала й пружини 5 плунжер здійснює зворотно-поступальний рух.

Під час руху плунжера вниз (під дією пружини) в порожнині втулки виникає розрідження, й коли відкривається впускне вікно 2, порожнина заповнюється паливом (рис. 3.3, а). Під час руху плунжера вгору (під дією кулачка) в надплунжерному просторі різко підвищується тиск (впускне вікно перекрите), й паливо крізь нагнітальний клапан 4, що відкрився, подається у паливопровід високого тиску (рис. 3.3, б). При цьому мінімальний зазор між втулкою та плунжером дорівнює приблизно 1 мкм; тиск подачі палива досягає 20 МПа. Коли скісна кромка 5 плунжера відкриє відсічне вікно 1, тиск палива у втулці плунжера різко знизиться, нагнітальний клапан 4 під дією пружини швидко закриється, й подача палива припиниться. Оскільки в цей момент плунжер ще рухається вгору, то паливо, яке витискається ним, крізь осьову 3 й радіальну просвердлини в плунжері перетікає у відсічне вікно 1, минаючи виточку на плунжері (рис 3.3, в).

Кількість палива, що подається секцією паливного насоса високого тиску до форсунки, регулюється повертанням плунжера за допомогою зубчасті

рейки 8 (див. рис. 5.2.), втулки 4 та повідка, що зв'язує їх. Обидві зубчасті рейки переміщуються вздовж корпусу насоса під дією педалі керування подачею палива або регулятора частоти обертання колінчастого вала.

Залежно від кута повороту плунжера змінюється відстань, яку він проходить від моменту перекриття впускного вікна 2 до моменту відкриття скісною кромкою 5 відсічного вікна 1 (див. рис. 5.3, в). У результаті змінюється тривалість впорскування, а отже, порція палива, що подається у циліндр.

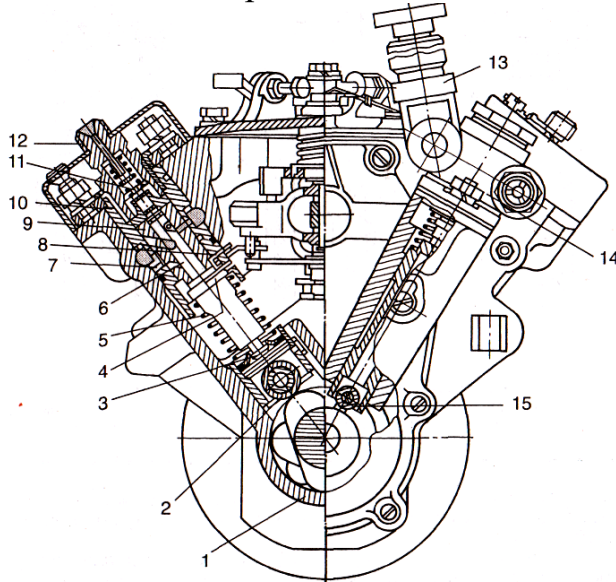


Рис. 3.2. Паливний насос високого тиску дизеля КамАЗ-740:

1 – корпус; 2 – ролик штовхана; 3 – тарілка пружини штовхана; 4 – поворотна втулка; 5 – пружина штовхача; 6 – плунжер; 7 – установочний штифт; 8 – рейка; 9 – втулка плунжера; 10 – корпус секції; 11 – нагнітальний клапан; 12 – штуцер; 13 – ручний підкачувальний насос; 14 – корпус паливопідкачувального насоса; 15 – ролик штовхача паливопідкачувального насоса

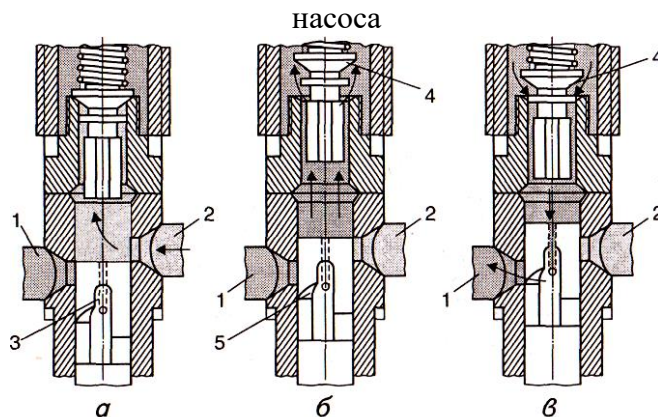


Рис. 3.3. Схема роботи секції паливного насоса високого тиску:

а – всмоктування палива; б – подавання палива; в – кінець подавання; 1, 2 – відповідно відсічне й впускне вікна; 3 – осьова просвердлина в плунжері; 4 – нагнітальний клапан; 5 – скісна кромка плунжера

Для зупинки двигуна треба перекрити подачу палива. Для цього плунжер установлюють рейкою в таке положення, щоб радіальна просвердлина в ньому виявилася повернутою до відсічного вікна. Коли плунжер переміщатиметься вгору, все паливо з надплунжерного простору просвердлиною 3 й виточкою на

плунжері перетікатиме до вікна 1, а потім – у паливний бак; у циліндр паливо не подається.

Всережимний регулятор частоти обертання автоматично підтримує задану частоту обертання колінчастого вала зміною (залежно від навантаження) кількості впорскуваного в циліндр палива. Регулятор дизеля КамАЗ розміщується у розвалі корпусу паливного насоса високого тиску й приводиться в дію від його кулачкового валика.

Автоматична муфта випередження впорскування палива призначена для зміни моменту початку впорскування палива залежно від частоти обертання колінчастого вала, що поліпшує пускові характеристики дизеля й підвищує його економічність. Ведена півмуфта 13 (рис. 3.4.) кріпиться на конічній поверхні переднього кінця кулачкового валика паливного насоса шпонкою та гайкою, а ведуча півмуфта 1 – на маточині веденої (може повертатися на ній). Між маточиною та півмуфтою 1 встановлено втулку 3. Ведуча півмуфта приводиться в дію розподільною проміжною шестірнею через вал із гнучкими сполучними муфтами. На ведену півмуфту обертання передається двома тягарцями 11, які коливаються в площині, перпендикулярній до осі обертання муфти, на осях 16, запресованих у ведену півмуфту. Проставка 12 ведучої півмуфти впирається одним кінцем у палець тягарця, а іншим – у профільний виступ. Пружини 8 намагаються втримати тягарці на упорі у втулку 3 ведучої півмуфти.

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

Форсунка (рис. 3.5.) призначається для впорскування й розпилювання палива. Паливопроводом високого тиску паливо надходить у штуцер 8 і, пройшовши крізь фільтр 9, просвердлинами в корпусах форсунки 6 і розпилювача 1 потрапляє в порожнину голки 14. Коли плунжер секції насоса створить достатній тиск, він, діючи на голку знизу вгору, долає зусилля пружини 13 і відштовхує голку, після чого починається впорскування палива крізь чотири отвори в розпилювачі. Після відсічення подачі палива в насос тиск його у форсунці знижується й голка знову опускається, припиняючи вихід палива з розпилювача. Паливо, що просочилося між голкою та корпусом розпилювача, відводиться з форсунки каналами в її корпусі. Форсунку встановлюють у головці циліндра й закріплюють скобою.

Підкачувальні насоси призначені для подавання палива до насоса високого тиску в потрібній кількості й підтримання перед ним достатнього тиску.

Паливопідкачувальний насос поршневого типу дизеля КамАЗ встановлюється на задній кришці регулятора частоти обертання й приводиться в дію від ексцентрика кулачкового валика насоса високого тиску.



Technical drawing of a nozzle assembly, showing a cross-section of the internal components. The assembly is labeled with numbers 1 through 14, indicating various parts and their assembly sequence. The components include a central nozzle (1), a nozzle body (2), a nozzle tip (3), a nozzle holder (4), a nozzle cap (5), a nozzle cap gasket (6), a nozzle cap nut (7), a nozzle cap washer (8), a nozzle cap seal (9), a nozzle cap O-ring (10), a nozzle cap screw (11), a nozzle cap lock (12), a nozzle cap pin (13), and a nozzle cap pin nut (14).

Рис. 3.5. Форсунка дизелів КамАЗ:

1 – корпус розпилювача; 2 – гайка розпилювача; 3 – проставка; 4 – установочні штифти; 5 – штанга; 6 – корпус форсунки; 7 – ущільнювальне кільце; 8 – штуцер; 9 – фільтр; 10 – ущільнювальна втулка; 11, 12 – регулювальні шайби; 13 – пружина; 14 – голка розпилювача

Для заповнення системи паливом і видалення з неї повітря на автомобілі КамАЗ є два ручних підкачувальних насоси: один закріплено до фланця паливопідкачувального насоса, а другий встановлено на кронштейні на корпусі зчеплення з правого боку автомобіля.

Повітряний фільтр автомобілів КамАЗ установлено за кабіною й обладнано змінним паперовим фільтрувальним елементом. Повітря надходить у фільтр вхідним патрубком. Для контролю за роботою повітряного фільтра на лівому впускному трубопроводі встановлено індикатор запиленості, який у разі збільшення розрідження у впускних трубопроводах сигналізує опусканням

червоного сигнального прапорця про необхідність промивання або заміни фільтрувального елемента.

Розподільні паливні насоси високого тиску

Паливні насоси високого тиску розподільного типу ще називають аксіально-поршневими або одноплунжерними. Принцип роботи розподільного ПНВТ аксіально-поршневого типу з розподілом палива регулювальною втулкою показано на рис. 3.6, а з радіальним рухом поршнів та електромагнітним клапаном регулювання подачею палива – на рис. 3.7. Загальна схема гідравлічного пристрою регулювання випередженням подачі палива зображена на рис. 3.8.

Загальний вигляд розподільного ПНВТ з механічним регулятором показаний на рис. 3.9. Привідний вал 2, на якому розміщений роторно-лопатевий паливопідкачуючий насос 3 і шестерня 4 приводу автоматичного регулятора, приводить плунжер 11 в обертовий та зворотно-поступальний рухи через роликову муфту, кулачкову шайбу 6 і підп'ятник.

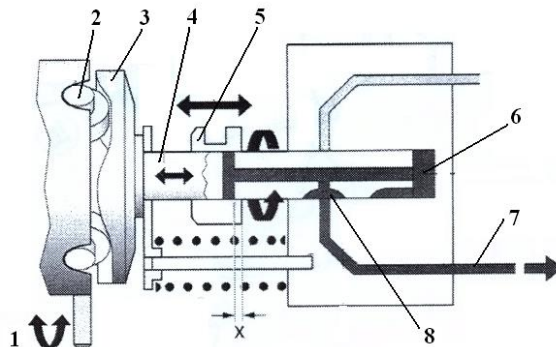


Рис. 3.6. Принцип роботи розподільного аксіально-поршневого ПНВТ:

1 – поворот роликового кільця; 2 – ролик; 3 – кулачкова шайба; 4 – плунжер-розподільник; 5 – регулювальна втулка; 6 – область високого тиску; 7 – магістраль високого тиску; 8 – розподільна камера; X – хід плунжера

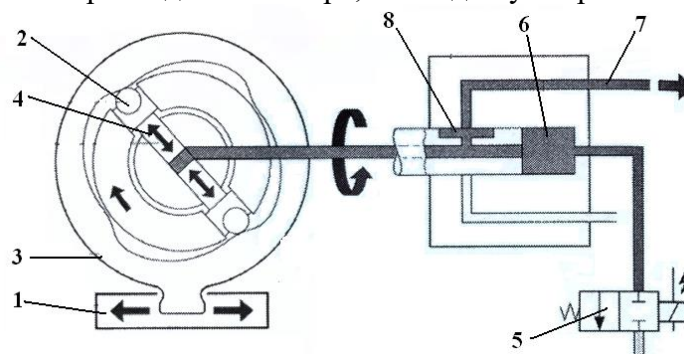


Рис. 3.7. Принцип роботи розподільного ПНВТ з радіальним рухом плунжерів:

1 – регулювальний механізм моменту впорскування палива; 2 – ролик; 3 – кулачкова шайба; 4 – радіальний плунжер; 5 – електромагнітний клапан регулювання початку і тривалості впорскування; 6 – камера високого тиску; 7 – подача палива до форсунки; 8 – розподільний паз

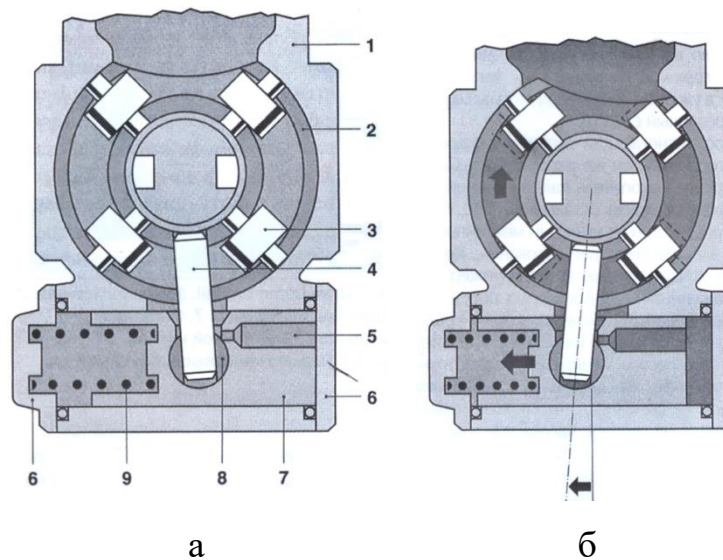


Рис. 3.8. Гідравлічний пристрій регулювання випередженням впорскування палива розподільним ПНВТ (а – положення при пуску; б – положення при 3000 об/хв):

1 – корпус ПНВТ; 2 – шайба; 3 – ролик; 4 – палець; 5 – канал; 6 – кришка; 7 – поршень; 8 – опора; 9 – пружина

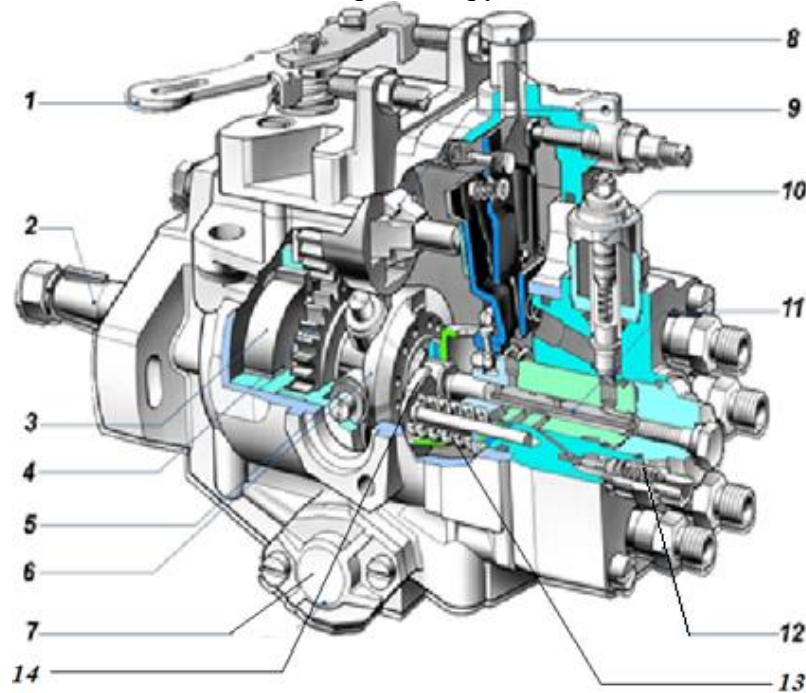


Рис. 3.9. ПНВТ розподільного типу з механічним регулятором:

1 – важіль керування частотою обертання; 2 – привідний вал; 3 – лопатевий насос підкачування; 4 – шестерня привода всережимного регулятора; 5 – ролик; 6 – кулачкова шайба; 7 – гідропристрій керування випередженням впорскування; 8 – перепускний клапан; 9 – всережимний регулятор; 10 – електромагнітний клапан регулювання початку і тривалості впорскування; 11 – плунжер; 12 – нагнітальний клапан; 13 – пружина; 14 – планка

Кулачкова шайба 6 при обертанні котиться по роликах обойми 5. Шайба має можливість розвороту навколо своєї осі за поведень автоматом регулювання кута випередження подавання палива (поршнем та пальцем, переміщуваним

тиском підкачування палива (рис. 3.8), що залежить від частоти й циклової подачі). При зміні тиску підкачування від 0,27 до 0,8 МПа хід гідропоршня досягає 9,4 мм, що забезпечує зміну кута випередження подавання палива до 12° за валом ПНВТ.

У початкове положення плунжер повертається пружинами 13 через планку 14. Регулювання циклової подачі здійснюється переміщенням поршня гідромуфти 7. У традиційній (механічній) версії ПНВТ вона керується механічним автоматичним регулятором. Через розподільник паливо подається до нагнітального клапана 12. Електромагнітний клапан 10 дозволяє або припиняє роботу дизеля шляхом перекриття каналу наповнення плунжерної порожнини.

Система подачі палива Common Rail

Це сучасна система впорскування палива дизельних двигунів, яка розроблена фахівцями фірми Bosch. Робота системи Common Rail заснована на подачі палива до форсунок від загального акумулятора високого тиску – паливної рампи (Common Rail в перекладі – загальна рампа).

Застосування цієї системи дає змогу досягти зниження витрати палива, токсичності відпрацьованих газів, рівня шуму дизеля. Система впорскування Common Rail конструктивно становить контур високого тиску паливної системи дизельного двигуна.

Загальна будова системи наведена на рис. 3.11.

На підставі сигналів, що надходять від датчиків, блок керування двигуном визначає необхідну кількість палива, що подається. У паливний насос високого тиску необхідна кількість палива подається через керування клапаном дозування палива. Насос накачує паливо в паливну рампу. Там воно перебуває під певним тиском, що забезпечується регулятором тиску палива.

У потрібний момент блок керування двигуном дає команду відповідній форсунці на початок впорскування і забезпечує певну тривалість відкриття клапана форсунки. При необхідності блок керування двигуном коригує параметри роботи системи уприскування.

У системі Common Rail реалізується багаторазове впорскування палива протягом одного циклу роботи двигуна. При цьому розрізняють впорскування:

- попереднє;
- основне;
- додаткове.

Попереднє впорскування невеликої кількості палива проводиться перед основним впорскуванням для підвищення температури й тиску в камері згоряння, чим досягається прискорення самозаймання основного заряду, зниження шуму й токсичності відпрацьованих газів. Залежно від режиму роботи двигуна, здійснюється:

- два попередніх впорскування – на холостому ходу;
- одне попереднє впорскування – при підвищенні навантаження;
- попереднє впорскування не здійснюється – при повному навантаженні.

Додаткове впорскування проводиться для підвищення температури відпрацьованих газів і згоряння частинок сажі у сажовому фільтрі, чим досягається регенерації фільтра.

Розвиток системи впорскування Common Rail здійснюється шляхом збільшення тиску впорскування:

- перше покоління – 140 МПа, з 1999 року;
- друге покоління – 160 МПа, з 2001 року;
- третє покоління – 180 МПа, з 2005 року;
- четверте покоління – 220 МПа, з 2009 року.

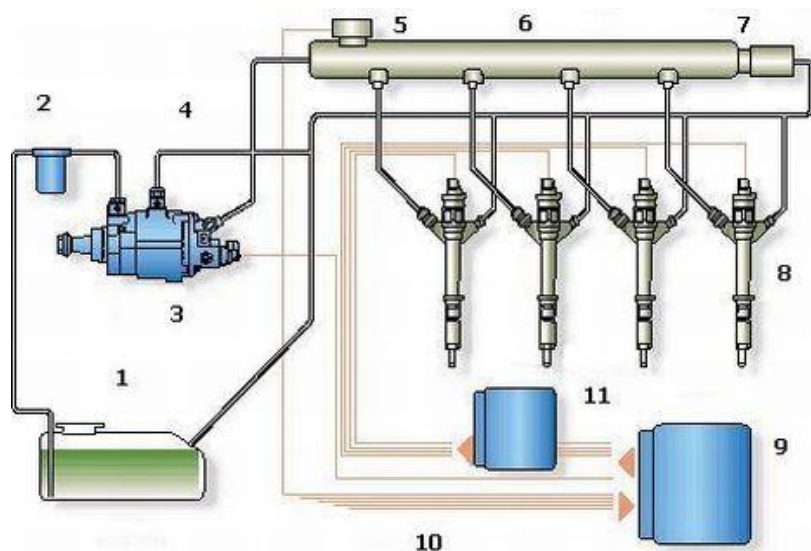


Рис. 3.11. Загальна будова системи COMMON RAIL:

- 1 – паливний бак; 2 – паливний фільтр; 3 – паливний насос високого тиску;
4 – паливопроводи; 5 – датчик тиску палива; 6 – паливна рампа; 7 – регулятор тиску палива;
8 – форсунки; 9 – електронний блок керування; 10 – сигнали від датчиків;
11 – підсилювальний блок (на деяких моделях автомобілів)

Магістральний паливний насос високого тиску. Магістральний паливний насос високого тиску використовується в акумуляторній системі впорскування палива Common Rail, де він виконує функцію нагнітання палива в паливну рампу. Магістральні ПНВТ забезпечують більш вищий тиск палива (в сучасних системах впорскування приблизно 180 МПа і більше).

Конструктивно магістральний насос може мати один, два або три плунжера (рис. 3.12). Привід плунжерів здійснюється за допомогою кулачкового вала або кулачкової шайби.

При обертанні кулачкового вала (ексцентрика кулачковою шайби) під дією поворотної пружини плунжер рухається вниз. Збільшується об'єм компресійної камери і зменшується тиск в ній. Під дією розрідження відкривається впускний клапан, і паливо поступає в камеру.

Рух плунжера вгору супроводжується зростанням тиску в камері, впускний клапан закривається. При певному тиску відкривається випускний клапан і паливо подається у рампу.

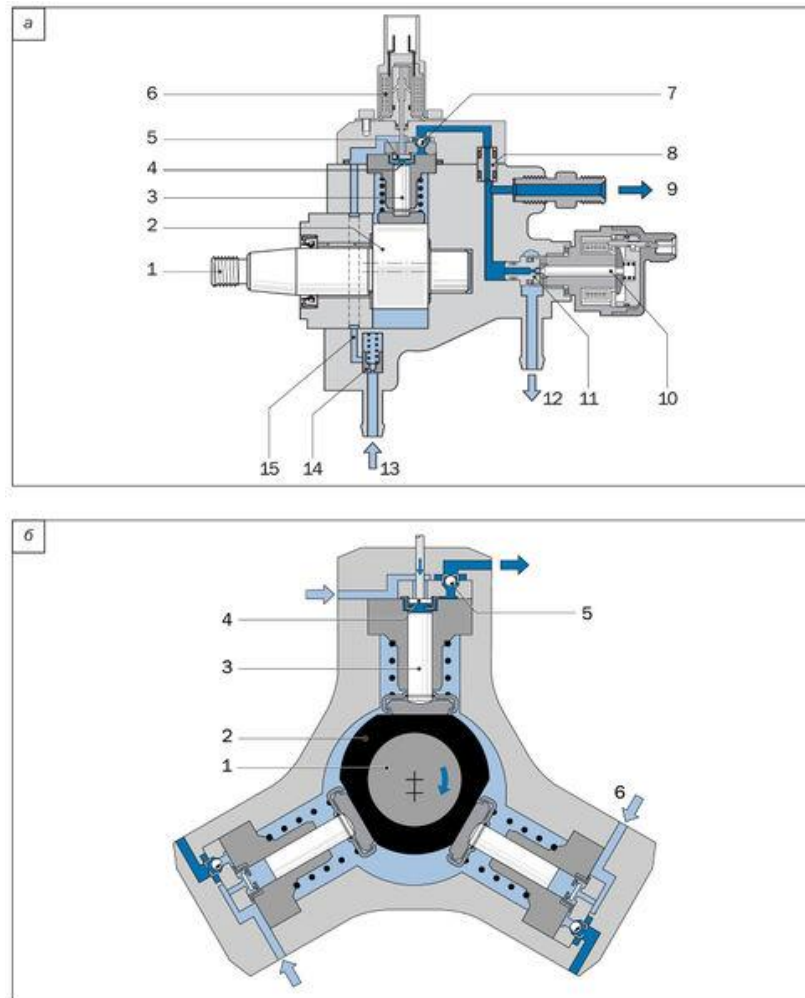


Рис. 3.12. Схема будови ПНВТ:

а – повздовжній розріз: 1 – вал приводу; 2 – ексцентриковий кулачок; 3 – плунжер з втулкою; 4 – камера над плунжером; 5 – впускний клапан; 6 – електромагнітний клапан відключення плунжерної секції; 7 – випускний клапан; 8 – ущільнення; 9 – штуцер магістралі, що веде до акумулятора високого тиску; 10 – клапан регулювання тиску; 11 – кульковий клапан; 12 – магістраль зворотного зливу палива; 13 – магістраль подачі палива до ПНВТ; 14 – захисний клапан з дросельним отвором; 15 – перепускний канал низького тиску; б – поперечний розріз: 1 – вал приводу; 2 – ексцентриковий кулачок; 3 – плунжер з втулкою; 4 – впускний клапан; 5 – випускний клапан; 6 – подача палива

Акумуляторний вузол (рис. 3.13). Керування подачею палива здійснюється, залежно від потреби двигуна з допомогою клапана дозування палива. У нормальному положенні клапан відкритий. За сигналом електронного блока керування клапан закривається на певну величину, у результаті регулюється кількість палива, що надходить у компресійну камеру.

Насос високого тиску приводиться в дію від колінчастого вала двигуна за допомогою зубчатої, ланцюгової або пасової передачі. Насос змащується і охолоджується самим паливом. На вході в насос встановлений запобіжний клапан, що не допускає падіння тиску в системі.

Акумуляторний вузол є загальним для всіх циліндрів двигуна. Застосування акумуляторного вузла відповідного об'єму знижує пульсації тиску палива. Для того, щоб максимально понизити пульсації тиску, об'єм рампи повинен бути якомога більшим, хоча, з іншого боку, це може призвести

до затримки при заповненні цього вузла паливом, а отже, до затримки пуску двигуна. У зв'язку з цим конструкторам доводиться йти на певний компроміс.

Виготовляється вузол з високоміцної сталі.

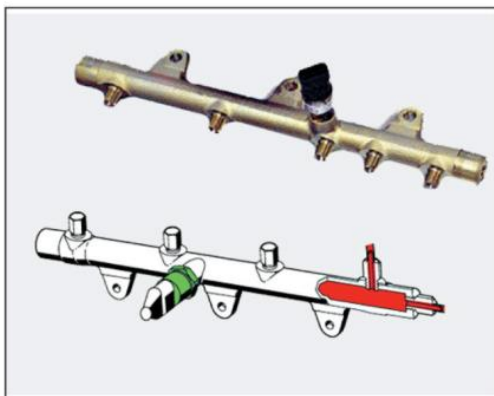


Рис. 3.13. Акумулятор тиску



Рис. 3.14. Клапан контролю тиску

Клапан контролю тиску (рис. 3.14). Контрольний клапан тиску керується комп'ютером, що входить у блок керування, і підтримує постійний тиск в акумуляторному вузлі. Застосовуються два варіанти установки клапана: на насосі високого тиску або безпосередньо на акумуляторному вузлі.

Сідло клапана закрито кулькою, на яку, з одного боку, діє тиск палива, а з іншого, – сумарна сила від пружини осердя клапана й електромагніту. Електромагніт керується змінним струмом від блока керування. При збільшенні тиску палива понад задану величину клапан відкривається і паливо скидається в зливну магістраль, зменшуючи тиск в акумуляторному вузлі.

На основі сигналу від датчика тиску ЕБК визначає тиск в акумуляторному вузлі.

Електрогідравлічна форсунка. Електрогідравлічна форсунка використовується на дизельних двигунах, в т.ч. обладнаних системою упорскування Common Rail. Конструкція електрогідравлічної форсунки об'єднує електромагнітний клапан, камеру керування, впускний і зливний дроселі.

Принцип роботи електрогідравлічної форсунки заснований на використанні тиску палива як при впорскуванні, так і при його припиненні. У початковому положенні електромагнітний клапан знеструмлений і закритий, голка форсунки притиснута до сідла силою тиску палива на поршень в камері керування. Упорскування палива не відбувається. При цьому тиск палива на голку, зважаючи на різницю площ контакту, менший тиску на поршень.

За командою електронного блока керування спрацьовує електромагнітний клапан, відкривається зливний дросель. Паливо з камери керування витікає через дросель у зливну магістраль. При цьому впускний дросель перешкоджає швидкому вирівнюванню тиску в камері керування і впускної магістралі. Тиск на поршень знижується, а тиск палива на голку не змінюється, під дією якого голка піднімається і відбувається упорскування палива.

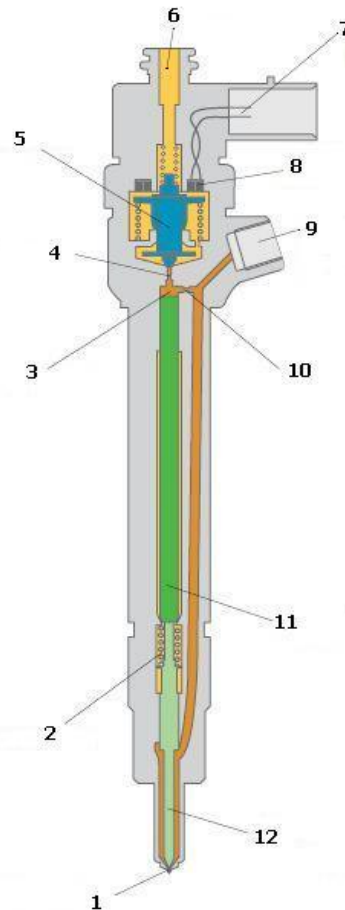


Рис. 3.15. Електрогідравлічна форсунка:

1 – сопло форсунки; 2 – пружина; 3 – камера керування; 4 – зливний дросель; 5 – якорь електромагніту; 6 – зливний канал; 7 – електричний роз'єм; 8 – обмотка збудження; 9 – штуцер підведення палива; 10 – впускний дросель; 11 – поршень; 12 – голка форсунки

П'єзоелектрична форсунка (рис. 3.16). Найбільш довершеним пристроєм, що забезпечує впорскування палива, є п'єзоелектрична форсунка (п'єзофорсунка). Форсунка встановлюється на дизельних двигунах, обладнаних системою впорскування Common Rail.

Переваги п'єзофорсунки:

- швидкість спрацьовування (у 4 рази швидша за електромагнітний клапан), і, як наслідок, можливість багатократного впорскування палива впродовж одного циклу;
- точне дозування упорскуваного палива.

Це стало можливим завдяки використанню п'єзо ефекту в керуванні форсункою, заснованого на зміні довжини п'єзокристала під дією напруги. Конструкція п'єзоелектричної форсунки включає п'єзоелемент, штовхач, що перемикає клапан і голку, поміщені в корпусі.

У роботі п'єзофорсунки, також як і електрогідравлічної форсунки, використовується гідравлічний принцип. У початковому положенні голка посаджена на сідло через високий тиск палива. При подачі електричного сигналу на п'єзоелемент, збільшується його довжина, яка передає зусилля на

поршень штовхача. Відкривається перемикаючий клапан, паливо поступає в зливну магістраль. Тиск вище голки падає. Голка завдяки тиску в нижній частині піднімається і проводиться впорскування палива.

Кількість впорскуваного палива визначається:

- тривалістю дії на п'єзоелемент;
- тиском палива в паливній рампі.

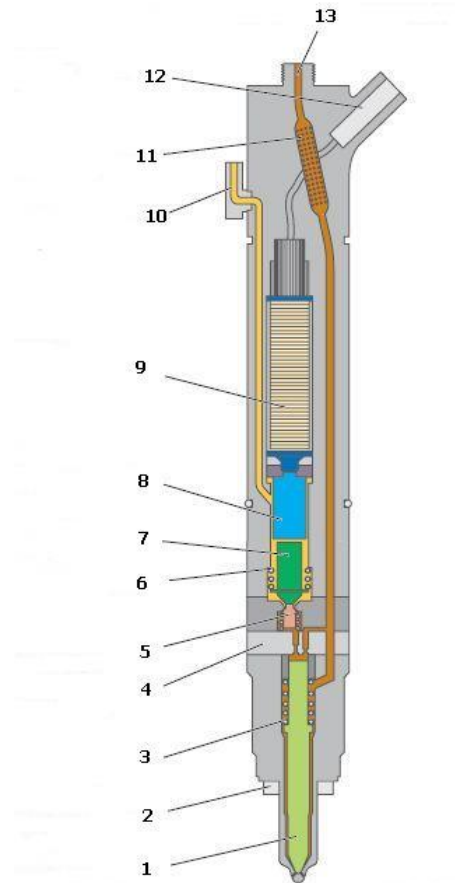


Рис. 3.16. Пієзоелектрична форсунка:

1 – голка форсунки; 2 – ущільнення; 3 – пружина голки; 4 – блок дроселів; 5 – перемикаючий клапан; 6 – пружина клапана; 7 – поршень клапана; 8 – поршень штовхача; 9 – п'єзоелемент; 10 – зливний канал; 11 – сітчастий фільтр; 12 – електричний роз'єм; 13 – нагнітальний канал

3. Завдання до практичної роботи

1. Вивчити загальну будову системи з механічним керуванням подачею палива, розглянути розміщення агрегатів системи на двигуні й автомобілі. Прослідкувати шлях палива, повітря, пальної суміші та відпрацьованих газів у системі. Вивчити роботу та будову агрегатів системи (паливний бак, паливні фільтри, підкачувальна помпа, насос високого тиску, форсунки, повітряний фільтр). Особливу увагу звернути на будову багатоплунжерного паливного насоса високого тиску (привід насоса, будова та робота насосної секції, призначення та принцип дії всережимного регулятора).

2. Вивчити конструктивні особливості роторного паливного насоса високого тиску розподільного типу.
3. Вивчити будову та роботу системи подачі палива Common Rail.

4. Завдання до звіту

1. Виконати загальні схеми систем живлення дизельних двигунів з механічним керуванням подачею палива та Common Rail.
2. Виконати схему насосної секції багатоплунжерного паливного насоса високого тиску та описати її роботу.

5. Питання для самоконтролю

1. Опишіть загальну будову системи живлення дизеля з механічним керуванням подачею палива.
2. Опишіть будову та роботу насосної секції багатоплунжерного паливного насоса.
3. Опишіть будову та роботу механічної форсунки. Як регулюється тиск впорскування палива?
4. Опишіть будову та роботу паливного насоса розподільного типу.
5. Яке призначення муфти випередження подачі палива?
6. Як здійснюється регулювання випередження подачі палива у насосах розподільного типу?
7. Опишіть переваги та особливості будови системи живлення Common Rail.
8. Опишіть будову і роботу електрогідравлічної форсунки.

Література

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов. Київ : Вища школа, 1991. 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик. Київ : Либідь, 2018. 400 с.
3. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. Київ, Моноліт, 2019. 288 с.
4. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Київ : Арістей, 2006. 280 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Вивчення будови та роботи системи запалювання

Мета: вивчити будову та роботу системи запалювання, виявити конструктивні та експлуатаційні особливості агрегатів батарейної контактної, батарейної контактної-транзисторної та безконтактної систем.

Обладнання: стенд "Електрообладнання автомобіля ГАЗ–53А", агрегати систем, плакати.

1. Питання для самопідготовки

1. Призначення, будова та принцип дії батарейної контактної системи запалювання.
2. Момент запалювання пальної суміші та необхідність його регулювання. Регулятори системи запалювання.
3. Особливості будови та роботи батарейної контактної-транзисторної та безконтактної систем запалювання.

2. Теоретичні відомості

Батарейна контактна система запалювання

Система батарейного запалювання (рис. 4.1) складається з акумуляторної батареї як джерела струму низької напруги (12 В); котушки запалювання 5 з первинною і вторинною обмотками і резистором 6, що перетворює струм низької напруги (12В) у струм високої напруги (24000 В); переривника 4 з рухомим і нерухомим контактами струму низької напруги; кулачкової муфти з кулачками для переривання (розмикання) ланцюга струму низької напруги в задані моменти для того, щоб одержати пульсуючий струм у первинній обмотці котушки запалювання. До корпусу переривника кріпиться вакуумний регулятор випередження запалювання; конденсатор 3, включений паралельно до контактів переривника і нагромаджуючий струми самоіндукції у момент розмикання контактів переривника, оберігаючи їх від підгоряння.

У момент замикання контактів конденсатор розряджається у напрямку основного струму і таким чином сприяє одержанню струму високої напруги у вторинній обмотці котушки запалювання; розподільнику 12 з вивідними клемми і струморозносною пластиною 11, призначеною для розподілу (рознесення) струму високої напруги по свічах запалювання відповідно до порядку роботи двигуна; свічках запалювання 1, закручених безпосередньо в камеру згоряння циліндра і призначених для утворення електричної іскри з метою запалення стиснутої пальної суміші; проводу високої напруги 1 з опорами 2 подавлення радіо- і телеперешкод; проводу низької напруги з затискачами "АМ", "З", "ВК", "ВКБ", "КЗ"; амперметра 8 чи контрольної лампочки для контролю підзарядки батареї; вимикача (замка) 9 запалювання; тягового реле 10 стартера; октан-коректора.

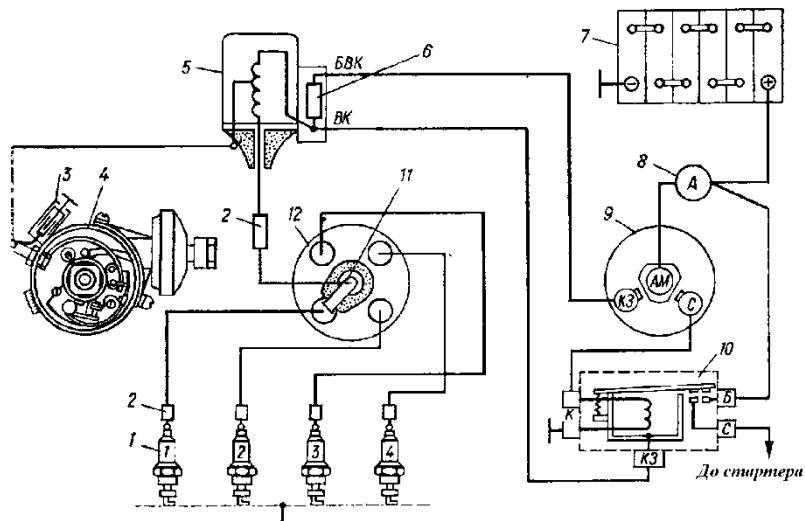


Рис. 4.1. Схема батарейної контактної системи запалювання:

1 – свічка запалювання; 2 – опір подавлення радіо- і телеперешкод; 3 – конденсатор; 4 – переривник; 5 – котушка запалювання; 6 – резистор; 7 – акумуляторна батарея; 8 – амперметр; 9 – замок запалювання; 10 – тягове реле стартера; 11 – струморозносна пластина; 12 – розподільник

Зазвичай розподільником 12 струму високої напруги є кришка переривника. Називається такий агрегат переривник-розподільник.

Працює система батарейного запалювання так. При включеному замку запалювання і замкнутих контактах переривника струм низької напруги піде від «+» акумуляторної батареї через амперметр 8, замок запалювання 9 і додатковий опір 6 в первинну обмотку котушки запалювання 5, де створить магнітне поле, на вивідну клему переривника, ізольовану від «маси», по замкнутих контактах переривника на корпус переривника і на «-» батареї. Під час обертання колінчатого вала грань кулачкової муфти, впливаючи на опорну п'яту важеля рухомого контакту, відводить його від нерухомого, тобто розмикає контакти, електричний ланцюг переривається, струм зникає, а магнітні силові лінії первинної обмотки перетинають витки вторинної обмотки, індукуючи в них струм високої напруги. Струм високої напруги, що утворився, йде по проводу високої напруги на центральну клему розподільника і на струморозносну пластину 11, встановлену на кулачковій муфті, що обертається разом з валом переривника. При обертанні струморозносної пластини вона по черзі підходить до нерухомих клем розподільника, між якими є невеликий зазор. Струм проходить через нерухому клему розподільника і по проводу високої напруги на центральний електрод свічки 1, з центрального на бічний електрод, з'єднаний з масою, у вигляді іскри, тому що між електродами свічки є зазор 0,6–0,9 мм (батарейна система запалювання) чи 1,1–1,2 мм (контактно-транзисторна система запалювання).

Іскра запалює стиснуту пальну суміш у циліндрі двигуна. Далі струм по «масі» надходить на «-», по поверхні електроліту на «+» батареї, амперметр, замок запалювання, додатковий опір і в первинну обмотку котушки запалювання, а з неї у вторинну, тому що обмотки з'єднані. Кількість граней на

кулачкової муфті відповідає кількості циліндрів двигуна, що забезпечує одержання іскри в кожному циліндрі.

Недоліки батарейної системи запалювання наступні. У батарейній системі запалювання через контакти переривника протікає струм великої сили, необхідний для створення магнітного поля в первинній обмотці котушки запалювання. Однак такий струм викликає швидке окислювання (підгоряння) і знос контактів. Контакти, що окислилися, підвищують опір первинного ланцюга, а перенос металу з рухомого контакту на нерухомий викликає утворення виступу (горбика) на нерухомому контакті і западини на рухомому. Зазор між контактами збільшується, сила струму в первинному колі знижується, викликаючи зменшення напруги у вторинному колі. Крім того, збільшується кут випередження запалювання. Тому утрудняється пуск і знижується потужність і економічність двигуна. Зі збільшенням частоти обертання колінчатого вала різко знижується сила струму низької напруги через нетривалість перебування контактів у замкнутому стані, у результаті чого зменшується напруга у вторинному колі, що викликає перебої в запалюванні пальної суміші в циліндрах двигуна.

Батарейна контактнo-транзисторна система запалювання

Зазначених вище недоліків позбавлена транзисторна система запалювання, що може бути контактною і безконтактною. Особливість контактнo-транзисторної системи запалювання полягає в тому, що в ній через контакти переривника проходить тільки струм керування транзистором, величина якого лише 0,3–0,8 А, але не проходить робочий струм низької напруги, величина якого досягає 8А, що виключає окислювання (підгоряння) контактів, підвищує надійність роботи системи запалювання. У транзисторній системі запалювання напруга у вторинному колі на 25–30 % більша порівняно з батарейною системою запалювання, що дає змогу збільшити зазор між електродами свічок до 1,2 мм і одержати довшу іскру, яка входить у контакт з пальною сумішшю, що сприяє швидшому і повнішому згорянню навіть збідненої суміші. У результаті полегшується пуск, покращується приємність і економічність роботи двигуна. Контакти переривника служать довше.

Контактнo-транзисторна система запалювання (рис. 8.2) складається з акумуляторної батареї; вмикача (замка) запалювання; додаткових резисторів; транзисторного комутатора ТК-102; переривника; розподільника; свічок запалювання; котушки запалювання і опорів для подавлення радіо- і телеперешкод.

Транзисторний комутатор змонтований в алюмінієвому ребристому корпусі, встановленому в кабіні автомобіля, і має чотири затискачі «Р», «К», «М» і один затискач без позначення. Затискач «М» надійно з'єднаний з масою багатожильним проводом; затискач «К» – із затискачем котушки запалювання; затискач без позначення – з відповідним затискачем цієї ж котушки запалювання і затискач «Р» – з рухомим контактом переривника.

Контактнo-транзисторна система запалювання працює так. При виключеному запалюванні і розімкнутих контактах переривника транзистор

закритий. З включенням запалювання і при замкнутих контактах (рис. 8.2.) переривника 10 утвориться коло струму керування транзистором: «+» акумуляторної батареї 15 – затискач стартера – вмикач запалювання 17 – резистори 18 – первинна обмотка котушки запалювання 14 – затискач без позначення транзисторного комутатора 1 – вторинна обмотка імпульсного трансформатора 9 – резистор 8 – емітер – база транзистора 7 – первинна обмотка імпульсного трансформатора 9 – контакти переривника 10 – «маса» – акумуляторної батареї 15.

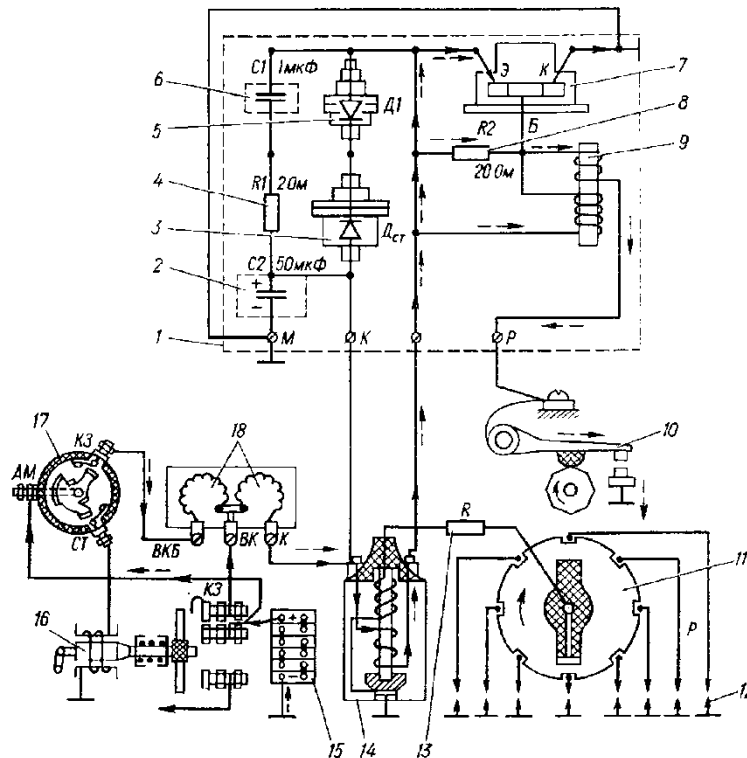


Рис. 4.2. Контактно-транзисторна система запалювання:

1 – транзисторний комутатор; 2, 6 – конденсатори; 3 – стабілітрон; 4, 8 – діоди; 5 – діод; 7 – транзистор; 9 – імпульсний трансформатор; 10 – переривник; 11 – розподільник; 12 – свічка запалювання; 13 – резистор; 14 – котушка запалювання; 15 – акумуляторна батарея; 16 – втягуюче реле стартера; 17 – вмикач запалювання; 18 – додаткові резистори

У результаті проходження струму керування через перехід емітер – база транзистора опір переходу емітер – колектор знижується і транзистор відкривається. Утвориться такий ланцюг робочого струму низької напруги: «+» батареї – затискач стартера 2 – вмикач запалювання 3 – резистори 4 – первинна обмотка котушки запалювання – емітер – база – колектор – затискач «М» транзисторного комутатора – «маса» – «-» батареї. Завдяки невеликому опору транзистора в первинній обмотці котушки запалювання створюється сильне магнітне поле, що сприяє одержанню вищої (до 30000 В) напруги у вторинній обмотці. При обертанні колінчатого вала грань кулачкової муфти 21 впливає на важіль рухомого контакту 14, перериваючи ланцюг струму керування, і транзистор закривається, що веде до переривання ланцюга робочого струму низької напруги. Водночас у вторинній обмотці 12 імпульсного трансформатора індукується ЕРС взаємоіндукції, дія якої протилежна напрямку

робочого струму низької напруги. У результаті цього прискорюється закривання транзистора. При різкому перериванні струму в первинній обмотці котушки запалювання її магнітні силові лінії, зникаючи, перетинають витки вторинної обмотки й у них індукується струм високої напруги (до 30000 В). Цей струм проходить по проводу високої напруги через опір 20 подавлення радіо- і телеперешкод на центральну клему розподільника 16. Далі струморозносною пластиною 17 підводиться до бокового електрода і по проводу на свічки запалювання 18, запалює пальну суміш і по «масі» повертається на корпус 19 котушки запалювання і у вторинну обмотку котушки запалювання. Отже, струм високої напруги не проходить через транзистор, що запобігає його пробією і підвищує надійність роботи системи запалювання.

Одночасно в первинній обмотці котушки запалювання тими ж магнітними силовими лініями індукується струм самоіндукції напругою до 100 В, що може зашкодити (пробити) транзистор. Тому паралельно до первинної обмотки котушки запалювання послідовно включені діод 8 і стабілітрон 22, із зустрічним напрямком прямих провідностей. Діод 8 перешкоджає протіканню струму через стабілітрон, минаючи первинну обмотку котушки запалювання. Стабілітрон пропускає струм самоіндукції, якщо напруга його перевищує 100 В. У результаті загальна напруга в ланцюзі первинної обмотки котушки запалювання знижується.

У момент розмикання контактів переривника в первинній обмотці 11 імпульсного трансформатора також індукується ЕРС самоіндукції. Вона заряджає конденсатор 7, що потім розряджається на резистор 6, а він перетворює електричну енергію в теплову. Електролітичний конденсатор 5 включений паралельно до генератора й акумуляторної батареї і захищає транзистор від імпульсних перенапруг, що виникають у ланцюзі генератор – батарея у випадку вимикання батареї, обриву однієї з фаз обмотки статора генератора змінного струму, обриву проводу, що з'єднує корпуси генератора і регулятора напруги. У цьому випадку конденсатор 5 буде заряджатися, що знизить напругу в колі приладів, запобігаючи пробіям транзистора.

Батарейна безконтактна система запалювання

У безконтактних системах запалювання механічний переривник замінено безконтактним датчиком. Сьогодні відомо ряд безконтактних датчиків, в основу роботи яких покладено різні фізичні явища. Переважне використання отримали датчики на ефекті Холла. Нижче наведено будову датчика-розподільника, що встановлюється на автомобілях ВАЗ-2108.

Корпус 13 (рис. 4.3.) відлитий з алюмінієвого сплаву. Валик 15 обертається в двох пористих металокерамічних втулках, просочених олією. Втулка 17 запресована в корпус, а втулка 25 розміщена в тримачі 7. Основні частини датчика-розподільника запалювання: датчик, відцентровий регулятор випередження запалювання, вакуумний регулятор випередження запалювання і розподільник запалювання.

Датчик 22 – безконтактний, мікроелектронний, базується на використанні ефекту Холла. Цей ефект полягає у виникненні поперечного електричного поля

в пластинці напівпровідника зі струмом при дії на неї магнітного поля. Датчик складається з постійного магніту, пластини напівпровідника й інтегральної мікросхеми. Між пластинкою і магнітом є зазор.

У зазорі датчика розташований сталевий екран 9 з чотирма прорізами. Коли через зазор проходить проріз екрана, то на пластинку напівпровідника діє магнітне поле і з неї знімається різниця потенціалів. Якщо ж у зазорі є тіло екрана, то магнітні силові лінії замикаються через екран і на пластинку не діють. У цьому випадку різниця потенціалів на пластинці не виникає.

Інтегральна мікросхема, вбудована в датчик, перетворює різницю потенціалів, що створюється на пластинці, у негативні імпульси напруги визначеної величини на виході датчика. Коли екран перебуває у зазорі датчика, то на його виході є напруга приблизно на 3 В менша від напруги живлення. Якщо ж через зазор датчика проходить проріз екрана, то напруга на виході датчика близька до нуля (не більша 0,4 В).

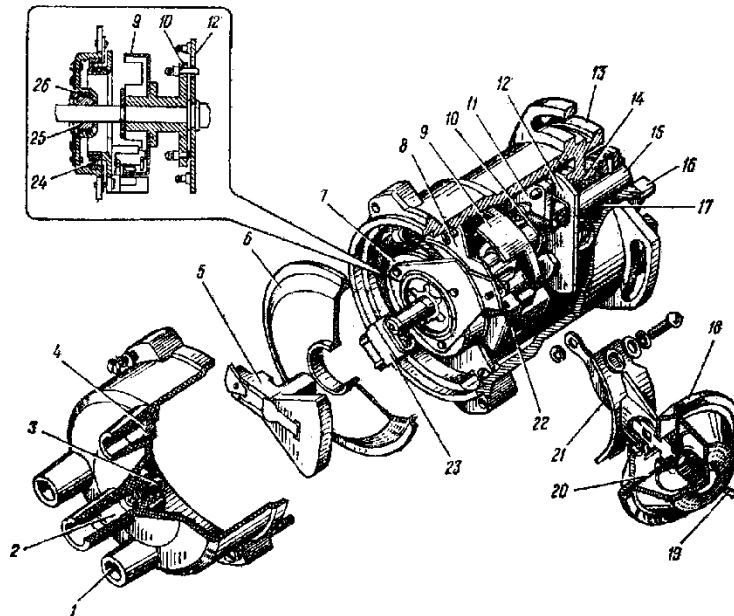


Рис. 4.3. Датчик-розподільник запалювання:

1 – кришка; 2 – клемма для проводу від котушки запалювання; 3 – центральний вугільний електрод; 4 – бічний електрод із клемою; 5 – ротор; 6 – захисний екран; 7 – тримач переднього підшипника валика; 8 – опорна пластина датчика; 9 – екран; 10 – ведена пластина відцентрового регулятора; 11 – тягарець; 12 – ведуча пластина; 13 – корпус датчика-розподільника запалювання; 14 – сальник; 15 – валик; 16 – муфта; 17 – втулка заднього кінця валика; 18 – корпус вакуумного регулятора; 19 – штуцер для підведення розрідження; 20 – діафрагма; 21 – тяга вакуумного регулятора; 22 – безконтактний датчик; 23 – колодка штекерного рознімача; 24 – підшипник опорної пластини датчика; 25 – втулка переднього кінця валика; 26 – повстяне кільце

Відцентровий регулятор випередження запалювання складається з ведучої пластини 12, закріпленої на валику 15, веденої пластини 10 і двох тягарців 11. Тягарці обертаються на осях, приклепаних до ведучої пластини. До втулки веденої пластини приклепаний екран 9. Таким чином, ведена пластина 10 складає єдине ціле з екраном 9 і може повертатися в невеликих межах на валику 15.

Вакуумний регулятор випередження запалювання 18 закріплений на корпусі датчика-розподільника. Між корпусом і кришкою регулятора затиснута діафрагма 20. З одного боку до діафрагми кріпиться тяга 21, а з іншого пружина. Тяга шарнірно з'єднана з пластиною, на якій установлений безконтактний датчик. Під дією розрідження діафрагма згинається і через тягу 21 повертає пластину 8 проти напрямку обертання валика 15.

Розподільник складається з ротора 5, встановленого на кінці валика 15, і електродів 4, залитих у пластмасовій кришці 1. До пластмасового ротора 5 приклепані і залиті епоксидною смолою центральний і зовнішній контакти, а також резистор опором 1 КОм, призначений для придушення радіоперешкод. У центральний контакт ротора упирається підпружинений вугільний електрод 3, що передає імпульси високої напруги від котушки запалювання до ротора. При обертанні ротора ці імпульси передаються від зовнішнього контакту до бічних електродів і далі – до свічок запалювання.

Агрегати системи запалювання

Будова класичної одновивідної котушки запалювання показана на рис. 4.4. Такі котушки запалювання застосовуються у системах з динамічним розподілом високої напруги між свічками запалювання, тобто у системах з механічним розподільником.

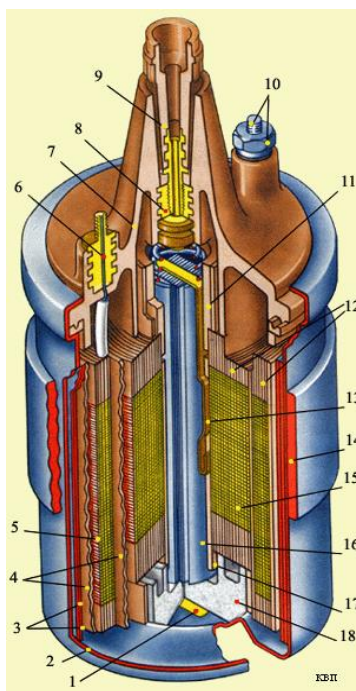


Рис. 4.4. Одновивідна котушка запалювання:

- 1 – контактна пластина кінця; 2 – корпус котушки запалювання; 3 – кільцеві магнітопроводи; 4 – зовнішня ізоляція первинної та вторинної обмоток; 5 – первинна обмотка; 6 – вивід початку первинної обмотки; 7 – кришка котушки запалювання; 8 – клемма високої напруги; 9 – різьбовий контактний наконечник провoda високої напруги; 10 – гайка затискача кінцевого вивода первинної обмотки; 11 – ізоляційна капронова втулка; 12 – ізоляційний папір рядів обмоток; 13 – контактна пластина початку вторинної обмотки; 14 – скоба кріплення котушки; 15 – вторинна обмотка; 16 – набірне осердя з електротехнічної сталі; 17 – ізоляційна трубка осердя; 18 – фарфоровий ізолятор

У сучасних безконтактних системах запалювання застосовують статичний розподіл високої напруги між свічками. Це реалізується багатовивідними котушками запалювання (двовивідними, чотирививідними), або індивідуальними котушками.

Загальна схема системи запалювання зі статичним розподілом високої напруги, побудованої на застосуванні двох двовивідних котушок запалювання, показана на рис. 4.5.

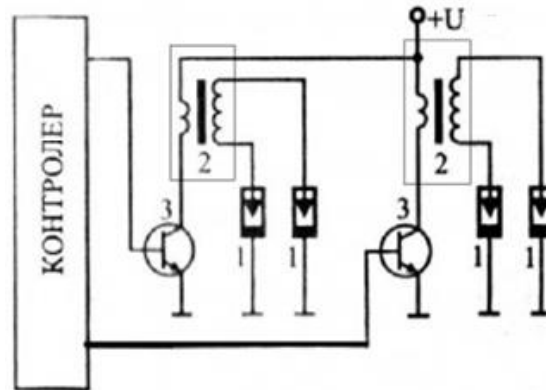


Рис. 4.5. Схема системи запалювання з використанням двох двовивідних котушок запалювання:

1 – свічка запалювання; 2 – котушка запалювання; 3 – транзисторний комутатор

Загальна схема системи запалювання зі статичним розподілом високої напруги, побудованої на застосуванні індивідуальних котушок запалювання, показана на рис. 4.6.

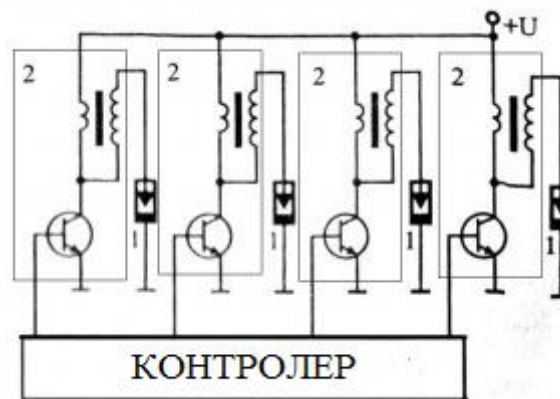


Рис. 4.6. Схема системи запалювання з використанням індивідуальних котушок запалювання:

1 – свічка запалювання; 2 – індивідуальна котушка запалювання з комутатором

На рис. 4.7 показано будову двовивідної котушки запалювання, а на рис. 4.8 – індивідуальної.

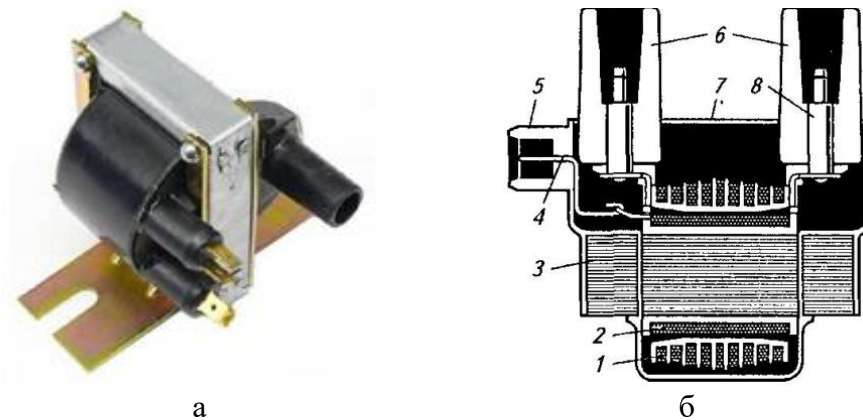


Рис. 4.7. Двовивідна котушка запалювання (а – загальний вигляд, б – будова):

1 – первинна обмотка; 2 – вторинна обмотка; 3 – осердя; 4 – контакт низької напруги; 5 – роз'єм низької напруги; 6 – вивід високої напруги; 7 – корпус; 8 – контакт високої напруги

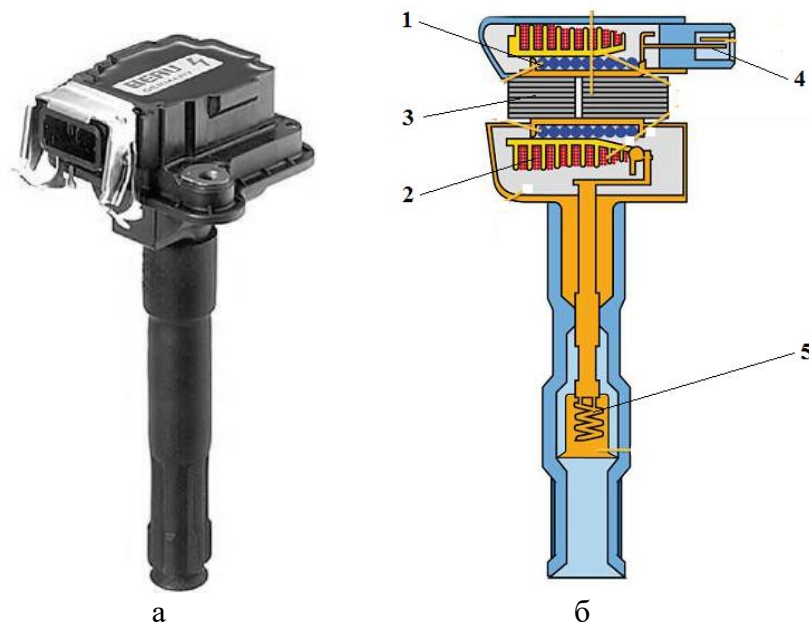


Рис. 4.8. Індивідуальна котушка запалювання (а – загальний вигляд, б – будова):

1 – первинна обмотка; 2 – вторинна обмотка; 3 – осердя; 4 – клемма низької напруги; 5 – клемма підключення свічки запалювання

Будова свічки запалювання показана на рис. 4.9. У зображеній свічці запалювання іскровий розряд виникає між центральним і боковим електродами. Боковий електрод розміщений над центральним і іскровий розряд проходить по осі свічки. При наявності одного електрода свічку потрібно час від часу калібрувати, тобто перевіряти та регулювати величину іскрового зазору.

Свічки запалювання з кількома боковими електродами показані на рис. 4.10. Збільшення кількості бокових електродів підвищує надійність роботи свічки запалювання та усуває потребу у її калібруванні.

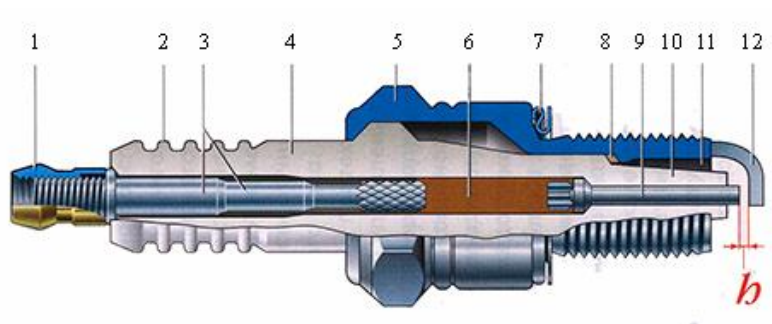


Рис. 4.9. Будова свічки запалювання:

1 – контактна гайка; 2 – ребра ізолятора; 3 – контактний стержень; 4 – ізолятор; 5 – корпус;
6 – струмопровідний склогерметик (резистор); 7 – кільце ущільнювача; 8 – тепловідвідна шайба; 9 – центральний електрод; 10 – тепловий конус ізолятора; 11 – робоча камера;
12 – бічний електрод; h – іскровий зазор



Рис. 4.10. Свічки запалювання з кількома боковими електродами

3. Завдання до практичної роботи

1. Вивчити загальну будову батарейної контактної системи запалювання. Установити розміщення та кріплення на автомобілі агрегатів системи. Вивчити робочі процеси в системі запалювання. Прослідкувати за схемою шлях струму низької та високої напруги в системі при запуску двигуна та при його роботі на інших режимах.

2. Вивчити будову агрегатів системи: котушки запалювання, переривника – розподільника, свічок запалювання. Звернути увагу на будову та роботу регуляторів системи: відцентрового, вакуумного, октан-коректора. Ознайомитися з методикою регулювання зазорів між контактами переривника та свічки запалювання.

3. Вивчити будову та роботу батарейної контактно-транзисторної системи запалювання. Звернути увагу на конструктивні особливості агрегатів системи: котушки запалювання, переривника-розподільника, транзисторного комутатора.

4. Вивчити будову та роботу батарейної безконтактної системи запалювання з датчиком Холла (на прикладі ВАЗ-2108). Звернути увагу на конструктивні особливості агрегатів системи: котушки запалювання, переривника – розподільника, транзисторного комутатора.

5. На стенді моделі 085 за допомогою монтажних проводів з'єднати між собою джерела електричної енергії та агрегати й вузли системи запалювання. Увімкнути стенд. Спостерігати за роботою свічок запалювання.

4. Завдання до звіту

1. Виконати схему батарейної контактної системи запалювання. На схемі вказати шлях струму високої та низької напруги. Коротко описати роботу системи.

2. Виконати схему батарейної безконтактної системи запалювання. На схемі стрілками вказати шлях струму високої та низької напруги.

5. Питання для самоконтролю

1. Яке призначення системи запалювання?
2. З яких основних агрегатів складається батарейна контактна система запалювання?
3. Опишіть роботу батарейної контактної системи запалювання.
4. Регулятори системи запалювання, їх призначення та принцип дії.
5. Які недоліки батарейної контактної системи запалювання?
6. Які конструктивні особливості батарейної контактно-транзисторної системи запалювання?
7. Які конструктивні особливості батарейної безконтактної системи запалювання з датчиком Холла?
8. Як перевірити і відрегулювати момент запалювання на двигуні?

Література

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов – Київ : Вища школа, 1991. – 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
3. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. – Київ, Моноліт, 2019. – 288 с.
4. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів. – Київ : Каравела, 2009. – 400 с.
5. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. – Київ : Арістей, 2006. – 280 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

Вивчення будови та роботи коробок переміни передач

Мета: вивчити будову і роботу коробок переміни передач автомобілів, визначити їхні конструктивні особливості.

Обладнання: коробки передач автомобілів ГАЗ–53А, ЗІЛ–4331, Opel, гідромеханічні коробки передач ЛіАЗ-677 та Ford, плакати, інструкційні карти, підручники, набір інструментів, обтиральний матеріал.

1. Питання для самопідготовки

1. Призначення коробки переміни передач.
2. Ознаки класифікації коробок переміни передач.
3. Загальна будова механічної ступінчастої коробки передач.
4. Способи переключення передач.

2. Теоретичні відомості

Коробка передач призначена для зміни в широкому діапазоні крутного моменту, що передається від двигуна на ведучі колеса автомобіля при русанні з місця та розганянні. Крім цього, коробка передач забезпечує рух автомобіля заднім ходом і дає змогу на тривалий час роз'єднувати двигун і ведучі колеса, що потрібно, коли двигун працює на холостому ходу під час руху автомобіля або на стоянці.

На сучасних вітчизняних автомобілях застосовують переважно механічні ступінчасті коробки передач із зубчастими шестернями. Кількість передач переднього ходу звичайно дорівнює чотирьом або п'яти (без урахування передач заднього ходу).

Передачі перемикаються пересуванням шестерень, які по черзі входять у зачеплення з іншими шестернями, або блокуванням шестерень на валу за допомогою синхронізаторів. Синхронізатори вирівнюють частоту обертання шестерень, що вмикаються, і блокують одну з них із веденим валом. Пересуванням шестерень або синхронізаторів керує водій при вимкненому зчепленні.

Залежно від кількості передач переднього ходу коробки передач бувають триступінчастими, чотириступінчастими і т. д.

Основні деталі триступінчастої коробки передач (рис. 5.1): ведучий вал 1, ведений вал 5, проміжний вал 6, установлений у корпусі коробки. На первинному валу жорстко закріплено шестірню Z_3 , що перебуває в постійному зачепленні з шестірнею Z_3' , жорстко закріпленою на проміжному валу. Інші шестерні проміжного вала Z_2' , Z_1' , і Z_{3x} також жорстко закріплено. На веденому валу 5 установлено шестірню Z_2 , що вільно обертається й перебуває в постійному зачепленні з шестірнею Z_2' . Шестірня Z_1 , і синхронізатор 2 з'єднані з валом 5 за допомогою шліців і можуть переміщуватися по них у напрямках, показаних стрілками. Шестірня Z_0 забезпечує зміну напрямку обертання веденого вала в разі вмикавання передачі заднього ходу.

Кожна передача характеризується *передаточним числом*, під яким розуміють відношення кількості зубів веденої шестірні до кількості зубів ведучої. Якщо в передачі бере участь кілька пар зубчастих шестерень, то для визначення передаточного числа треба перемножити значення передаточних відношень усіх пар.

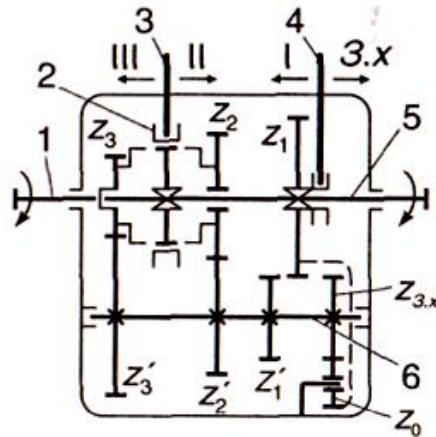


Рис. 5.1. Схема приступінчастої коробки передач:

1 – ведучий вал; 2 – синхронізатор; 3, 4 – вилки; 5 – ведений вал;
6 – проміжний вал

У розглядуваній схемі коробки передач для вмикання першої передачі шестірню Z_1 , пересувають вилкою 4 вліво до зачеплення її з шестірнею Z_1' . Тоді крутний момент передаватиметься з первинного вала 1 через шестерні постійного зачеплення Z_3 і Z_3' на шестерні Z_1' , і Z_1 , які утворюють першу передачу.

Передаточне число для першої передачі можна визначити за формулою

$$I_1 = (Z_3' / Z_3) (Z_1 / Z_1'),$$

де Z_1 , Z_1' , Z_3 , Z_3' – кількість зубів відповідних шестерень.

Друга передача вмикається переміщенням синхронізатора 2 за допомогою вилки 3 вправо. При цьому шестірня Z_2 блокується на веденому валу, а крутний момент на ньому визначатиметься передаточним числом $I_2 = (Z_3' / Z_3) (Z_2 / Z_2')$.

Третя передача вмикається пересуванням синхронізатора 2 вліво. В цьому разі ведений і ведучий вали жорстко з'єднуються, а передаточне число в коробці не змінюється й дорівнює одиниці. Таку передачу називають *прямою* й використовують для руху автомобіля з великою швидкістю.

Механізм перемикання передач розміщується у верхній кришці коробки передач і приводиться в дію важелем, установленим на кульовій опорі. Нижній кінець важеля, відхиляючись, входить у пази вилок перемикання. Вилки закріплено на штоках, які можуть переміщуватися в осьовому напрямі й утримуються за допомогою фіксаторів.

Для захисту від випадкового вмикання двох передач водночас слугує *блокувальний пристрій (замок)*, який складається з двох плунжерів і штифта, закладених у горизонтальну просвердлину в кришці й середньому повзуні. В разі переміщення одного з крайніх повзунів блокувальний пристрій стопорить

середній і другий крайній повзуни в нейтральному положенні, а при переміщенні середнього повзуна стопоряться обидва крайні повзуни.

Випадковому вмиканню заднього ходу перешкоджає *пружинний запобіжник*, який у момент умикання заднього ходу задає відчутно більше зусилля на важелі перемикавання, ніж у разі вмикання передач переднього ходу.

На рис. 5.2. показано будову механічної, двовалової, п'ятиступеневої коробки переміни передач передньопривідного автомобіля Volkswagen Polo.

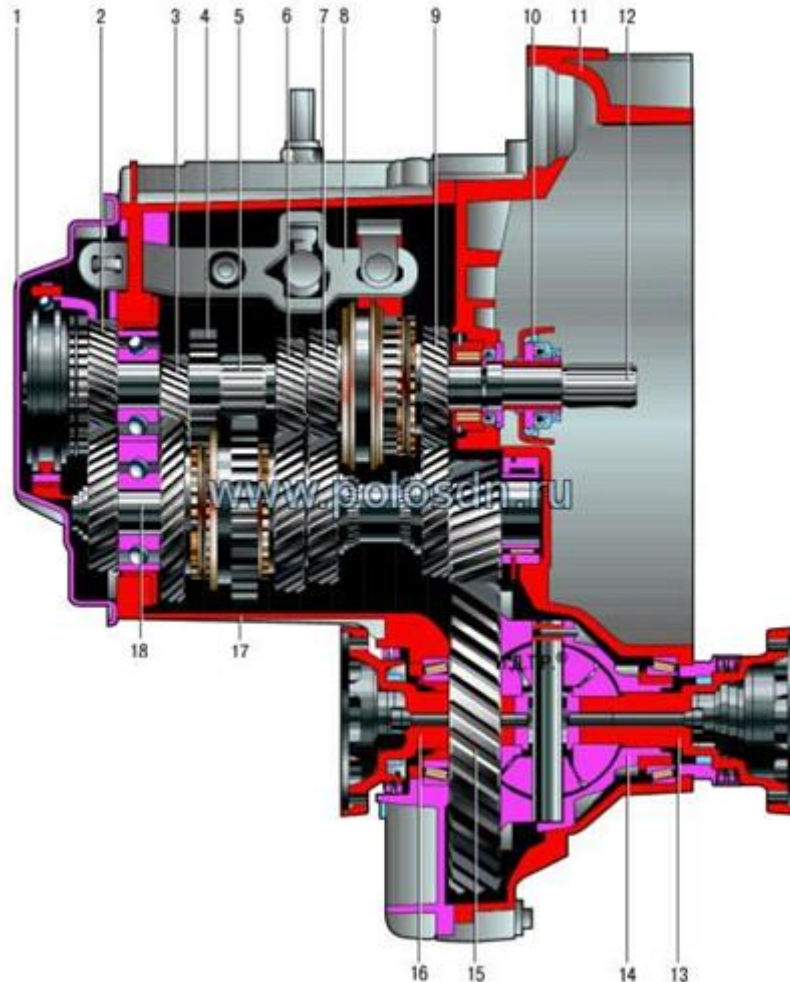


Рис. 5.2. Механічна коробка передач Volkswagen Polo:

1 – задня кришка коробки передач; 2 – ведуча шестерня передачі V; 3 – ведуча шестерня передачі I; 4 – проміжна шестерня заднього ходу; 5 – ведуча шестерня заднього ходу; 6 – ведуча шестерня II передачі; 7 – ведуча шестерня III передачі; 8 – механізм перемикавання передач; 9 – ведуча шестерня IV передачі; 10 – підшипник вимикання зчеплення; 11 – картер зчеплення; 12 – первинний (ведучий) вал; 13 – фланець напівосьової шестерні для кріплення приводу правого переднього колеса; 14 – коробка диференціала; 15 – ведена шестерня головної передачі; 16 – фланець напівосьової шестерні для кріплення приводу переднього лівого колеса; 17 – картер коробки передач; 18 – вторинний (ведений) вал

Гідромеханічна коробка передач

Гідромеханічна коробка передач складається з гідротрансформатора, який плавно, автоматично змінює величину крутного моменту в залежності від навантаження, і механічної коробки передач з декількома передачами.

Гідротрансформатор (рис 5.3) складається з трьох коліс з радіально розміщеними криволінійними лопатками: насосного 3, яке через корпус з'єднано з колінчастим валом 1 двигуна, турбінного 2, з'єданого з ведучим валом 7 коробки передач, і реакторного 4, встановленого на нерухомому пустотілому валі 6 за допомогою муфти вільного ходу 5. Корпус гідротрансформатора заповнений в'язким маслом.

При обертанні колінчастого валу масло, що заповнює проміжки між лопатками насоса, під дією відцентрових сил перетікає від внутрішніх країв лопаток до зовнішніх. Вдаряючись у лопатки турбінного колеса, масло віддає частину накопиченої кінетичної енергії. І тому турбінне колесо починає обертатися в тому ж напрямку, що і насосне. Від турбінного колеса масло поступає до лопаток реакторного колеса, які змінюють напрям струменів масла, а потім до внутрішніх країв лопаток насосного колеса. Таким чином, частина масла циркулює по замкнутому контуру: насосне - турбінне - реакторне - насосне колесо. При цьому кутова швидкість $\omega_{тур}$ турбінного колеса є меншою за кутову швидкість ω_n насосного колеса, оскільки робота гідротрансформатора супроводжується проковзуванням насосного колеса відносно турбінного. Проковзування зростає із збільшенням навантаження. Однак чим більше проковзування гідротрансформатора, тим більшу частину кінетичної енергії масла сприймає турбінне колесо, і тим більший момент $M_{тур}$ на цьому колесі.

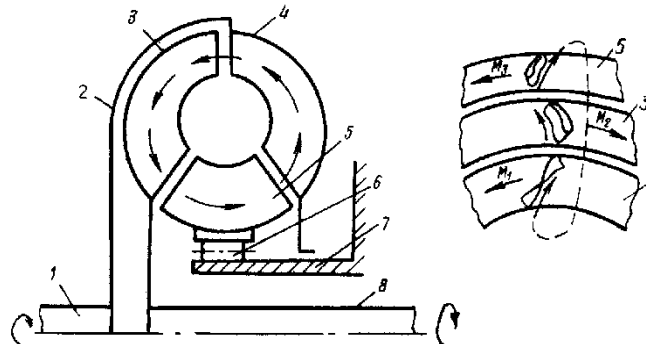


Рис. 5.3. Схема гідротрансформатора:

1 – вал насосного колеса, 2 – кожух, 3 – турбінне колесо, 4 – насосне колесо, 5 – колесо реактора, 6 – ролик муфти вільного ходу, 7 – цапфа реактора, 8 – вал турбіни

У випадку зупинки турбінного колеса, або при рушанні автомобіля з місця, коли кутова швидкість $\omega_{тур}=0$, момент $M_{тур}$ досягає максимального значення. По мірі зростання кутової швидкості $\omega_{тур}$, величина $M_{тур}$ зменшується.

При невеликих значеннях $\omega_{тур}$ в результаті удару струменів масла у вгнуті сторони лопаток реакторного колеса (рис. 5.4, а) на нього діє сила P_p , направлена в той же бік, що і сила P_n удару струменів масла в лопатки насосного колеса. Муфта вільного ходу при цьому заклинюється, і тому реакторне колесо залишається нерухомим. Оскільки сума моментів M_n , $M_{тур}$ і M_p всіх зовнішніх сил рівна нулю, то момент

$$M_{тур} = M_n + M_p,$$

тобто момент на турбінному колесі в цьому випадку більший за момент двигуна $M_e = M_n$. Відповідно, гідротрансформатор є перетворювачем крутного моменту.

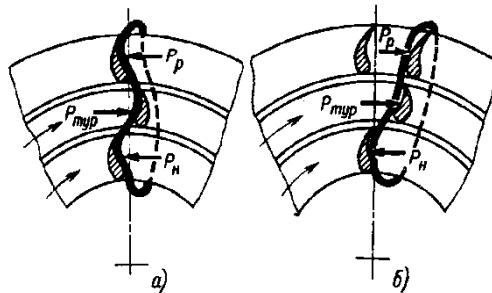


Рис. 5.4. Схема сил, що діють у гідротрансформаторі при роботі:

а – на режимі перетворювача, б – в період переходу на режим гідромуфти.

При великих значеннях $\omega_{тур}$, внаслідок удару струменів масла у випуклі сторони лопаток реакторного колеса (рис. 5.4, б) сила P_p змінює свій напрям на протилежний, і тому момент $M_{тур}$ стає рівним різниці моментів $M_n - M_p$. Муфта вільного ходу, при цьому розклинаються, і реакторне колесо починає обертатися в тому ж напрямі, що і турбінне, не змінюючи напрямку струменів масла. Гідротрансформатор переходить на режим гідромуфти, при якому величина моменту, який передаються, не змінюється:

$$M_{тур} = M_n, \text{ оскільки } M_p = 0,$$

Оскільки між насосним і турбінним колесами немає жорсткого зв'язку, то розрізняють кінематичне передаточне відношення $i_{ГТ} = \frac{\omega_{тур}}{\omega_n}$ і силове

передаточне відношення, або коефіцієнт трансформації гідротрансформатора

$$K_{ГТ} = \frac{M_{тур}}{M_n}. \text{ ККД гідротрансформатора рівний:}$$

$$\eta_{ГТ} = i_{ГТ} K_{ГТ},$$

причому його максимальне значення менше за ККД ступінчастої механічної коробки передач.

Переваги і недоліки гідромеханічної трансмісії в значній мірі пов'язані з використанням гідротрансформатора, в якості основного перетворювача.

До переваг гідротрансформатора слід віднести безступінчасту автоматичну зміну передаточного числа трансмісії в залежності від навантаження, що забезпечує плавне рушення автомобіля з місця, а також відпадає необхідність переключення передач, що зменшує втомлюваність водія; покращує прохідність автомобіля внаслідок плавної і безперервної передачі моменту; приблизно в 2 рази підвищується довговічність двигуна і трансмісії в результаті зменшення в ній крутих коливань і динамічних навантажень; зменшується ймовірність зупинки двигуна при раптовому збільшенні навантаження.

Однак гідромеханічна трансмісія в порівнянні зі ступінчастою механічною трансмісією має ряд недоліків: значно менший ККД, що погіршує динамічність і паливну економічність автомобіля; більшу складність, масу і вартість конструкції; необхідність встановлення ступінчастої механічної коробки, оскільки коефіцієнт трансформації гідротрансформатора невеликий (від 2 до 5).

Таблиця 5.1. Технічна характеристика передачі ЛАЗ–НАМІ

№ п/п	Найменування параметрів	Значення параметрів
1	Максимальний коефіцієнт трансформації гідротрансформатора	3,2
2	Активний діаметр гідротрансформатора, мм.	340
3	Максимальний крутний момент на насосному колесі гідротрансформатора, Нм	480 при 2100 об/хв
4	Передаточні числа механічної коробки: перша передача; друга передача; задній хід	1,79 1,0 1,71
5	Заправочна ємність передачі, л	16,0
6	Маса передачі, кг	170

Гідромеханічна передача ЛАЗ–НАМІ складається з чотириколісного гідротрансформатора і механічної двоступінчастої коробки передач. Переключення передач здійснюється за допомогою трьох дискових фрикціонів.

Кінематична схема гідромеханічної передачі ЛАЗ–НАМІ зображена на рис. 5.5.

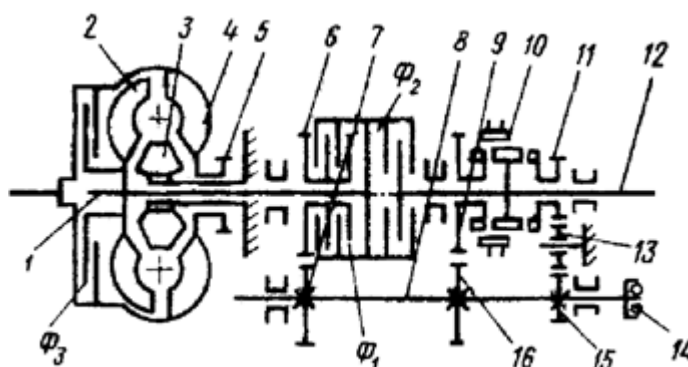


Рис. 5.5. Схема гідромеханічної коробки передач автобуса ЛіАЗ – 677:

Ф1 – муфта включення першої передачі, Ф2 – муфта включення другої передачі, Ф3 – муфта блокування гідротрансформатора, 1 – ведучий вал коробки передач, 2 – турбінне колесо, 3 – реактор, 4 – насосне колесо, 5 – шестерня масляного насоса, 6 – ведуче зубчасте колесо першої передачі, 7, 15, 16 – зубчасті колеса проміжного вала, 8 – проміжний вал, 9 – ведене зубчасте колесо першої передачі, 10 – зубчаста муфта, 11, 13 – зубчасті колеса заднього ходу, 12 – ведений вал коробки передач, 14 – відцентровий регулятор

В нейтральному положенні всі фрикціони гідромеханічної передачі виключені. Для отримання першої передачі включають фрикціон Φ_1 . На другій передачі включений фрикціон Φ_2 . Для отримання третьої прямої передачі необхідно включити два фрикціони Φ_2 і Φ_3 . Включення фрикціону Φ_3 приводить до блокування гідротрансформатора. Для включення заднього ходу муфту 11 пересувають в крайнє праве положення і включають фрикціон Φ_1 .

Крім того, може бути включена понижена передача при заблокованому гідротрансформаторі. Для цього необхідно включити два фрикціони Φ_1 і Φ_3 .

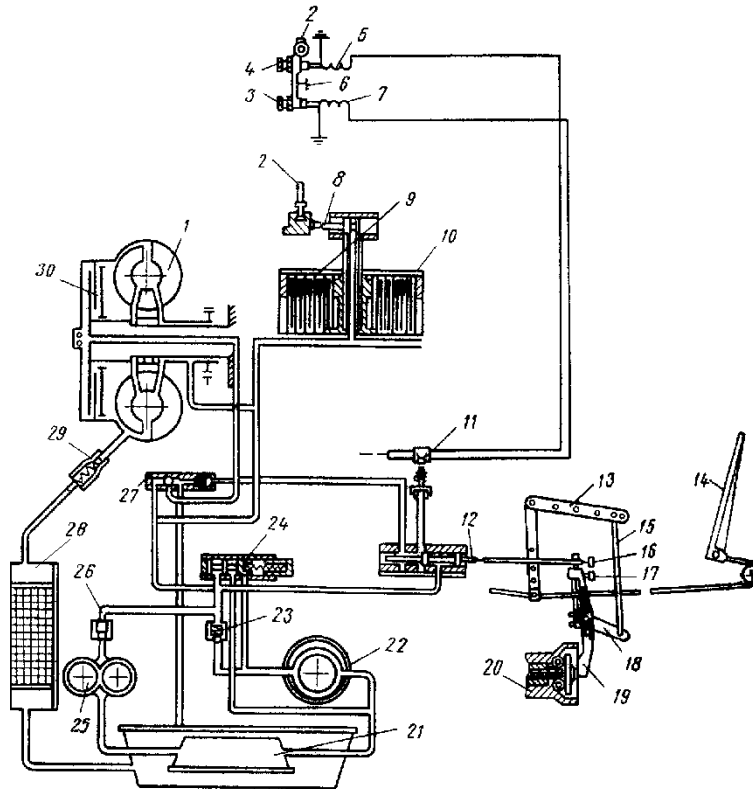


Рис. 5.6. Схема гідравлічної системи:

1 – гідротрансформатор, 2 – повідець, 3 – регулювальний гвинт другої передачі, 4 – регулювальний гвинт першої передачі, 5 – електромагніт першої передачі, 6 – важіль, 7 – електромагніт другої передачі, 8 – периферійний золотник, 9 – фрикціон першої передачі, 10 – фрикціон другої передачі, 11 – мікро-перемикач, 12 – головний золотник, 13, 18 – важелі приводу до головного важеля автомата, 14 – педаль керування дроселем, 15 – тяга, 16 – гвинт головного золотника, 17 – гвинт регулювання швидкості при переключенні передач, 19 – головний важіль, 20 – відцентровий регулятор, 21 – оливоприймач, 22 – великий оливний насос, 23 – зворотній клапан великого насоса, 24 – редукційний клапан, 25 – малий оливний насос, 26 – зворотній клапан малого насоса, 27 – клапан блокування, 28 – радіатор, 29 – клапан зливу, 30 – фрикціон блокування гідротрансформатора

Гідравлічна система складається з оливоприймача 21 (рис. 5.6), двох насосів великого 22 і малого 25. Великий насос з шестернями внутрішнього зачеплення працює завжди, коли працює двигун. Малий оливний насос є допоміжним і працює при русі автобуса. Він виконаний з шестернями зовнішнього зачеплення. Обидва насоси подають оливу в головну магістраль через кулькові зворотні клапани 23 і 26. Необхідний тиск рідини в системі

підтримується редукційним клапаном 24. До складу системи входять: головний золотник 12, клапан блокування 27, периферійний золотник 8, радіатор 28 і клапан зливу 29.

Головний золотник переміщається під дією відцентрового регулятора 20, встановленого на проміжному валі, і силового регулятора 13 - 19, який приводиться в дію переміщенням педалі 14, керування дросельною заслінкою карбюратора. Периферійний золотник переміщається за допомогою повідка, на який діють електромагніти 5 і 7, першої і другої передачі. Електромагніт першої передачі вмикається водієм, а другої мікроперимикачем 11.

3. Завдання до практичної роботи

1. Ознайомитися з розміщенням коробок передач на автомобілях.
2. Вивчити будову коробки передач автомобіля ГАЗ-3307.
3. Вивчити будову і роботу синхронізаторів коробки передач автомобіля ГАЗ-3307.
4. Вивчити будову і роботу механізму переключення передач коробки передач автомобіля ГАЗ-3307.
5. Ознайомитися з конструктивними особливостями коробок передач автомобілів ЗАЗ-1102, ВАЗ-2108, ЗІЛ-4331, КамАЗ-5320.
6. Ознайомитися з будовою та роботою гідромеханічної коробки ЛАЗ-НАМІ.

4. Завдання до звіту

1. Скласти кінематичні схеми коробок передач автомобілів ГАЗ-3307 і ЗАЗ-1102. На схемі стрілками вказати передачу крутного моменту при включеній передачі (передачу вказує викладач).
2. Дати коротку характеристику коробок передач автомобілів ВАЗ-2108, ЗІЛ-4331 та КамАЗ - 5320.
4. Виконати схему гідромеханічної передачі автобуса ЛіАЗ-677 та коротко описати її роботу.

5. Питання для самоконтролю

1. Для чого призначені коробки передач і як їх класифікують?
2. Як побудована коробка передач автомобіля ГАЗ-3307?
3. Як здійснюється передача крутного моменту коробкою передач?
4. Опишіть будову і роботу синхронізаторів коробки передач автомобілів ГАЗ-3307 і ЗІЛ-130?
5. Які відмінності в будові коробок передач автомобілів ГАЗ-3307 і ЗІЛ-130?
6. Які конструктивні особливості коробок передач автомобілів ВАЗ-2108 та КамАЗ-5320?
7. Яка будова гідротрансформатора і як він працює?
8. Опишіть будову гідромеханічної коробки передач автобуса ЛіАЗ-677.
9. Як працює гідромеханічна коробка передач?
10. Які переваги і недоліки гідромеханічної коробки передач у порівнянні з механічною?

Література

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов – Київ : Вища школа, 1991. – 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
3. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. – Київ, Моноліт, 2019. – 288 с.
4. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів.– Київ : Арістей, 2006. – 280 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №6

Вивчення будови ходової частини легкових автомобілів

Мета: вивчити будову ходової частини легкового автомобіля, виявити її конструктивні та експлуатаційні особливості.

Обладнання: агрегати ходової частини легкових автомобілів, плакати, підручники, інструкційні карти.

1. Питання для самопідготовки

1. Загальна будова ходової частини автомобіля.
2. Функції та загальна будова кузова легкових автомобілів.
3. Призначення та основні елементи підвіски легкових автомобілів.
4. Характерні схеми підвісок.

2. Теоретичні відомості

Ходова частина легкових автомобілів складається з кузова, підвіски і коліс.

Кузов легкового автомобіля виконує дві функції: утворює закритий простір для розміщення водія, пасажирів і багажу цілком чи частково, при наявності рами, виконує функції несучої системи автомобіля.

Кузов можна уявити таким, що складається з двох частин: верхньої чи власне кузова, що утворює корисно використовуваний простір, і нижньої – основи, що включає в себе панель підлоги й формує разом з порогами, підсилювачами і рамою (при її наявності) базу для кріплення силового агрегату і ходової частини. З'єднання верхньої і нижньої частин кузова може бути нерозбірним (зварюванням чи за допомогою заклепок) чи розбірним (за допомогою болтів).

Верхня частина в основному складається з каркаса і облицювальних панелей. У залежності від використання облицювальних панелей як несучого елементу кузова поділяють на каркасні, кістякові й оболонкові.

Оболонкові кузови (рис. 6.1) складаються з зовнішньої і внутрішньої оболонки, що з'єднують так, щоб вони по можливості працювали спільно. Такий кузов виконують переважно з великих штампованих деталей з малою кривизною з відповідними фланцями, що дозволяють за допомогою зварювання утворювати замкнуті перетини.

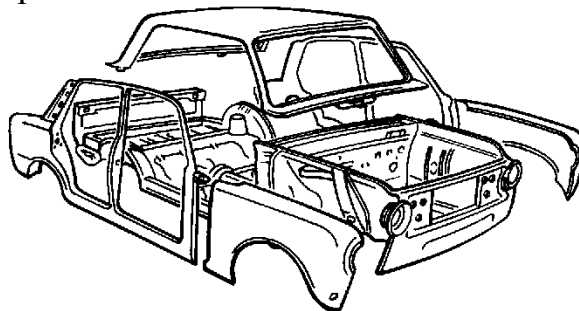


Рис. 6.1. Оболонковий кузов

Підвіскою автомобіля називається сукупність пристроїв, що забезпечують пружний зв'язок між несучою системою і (чи) мостами (колесами) автомобіля, зменшення динамічних навантажень на несучу систему та колеса і загасання їхніх коливань, а також регулювання положення кузова автомобіля під час руху.

За призначенням деталі підвіски поділяються на пружний елемент, направляючий пристрій і гасячий пристрій. Пружний елемент передає вертикальні навантаження і знижує рівень динамічних навантажень, що виникають при русі автомобіля по нерівностях поверхні дороги, забезпечуючи при цьому необхідну плавність ходу автомобіля.

Направляючий пристрій підвіски передає несучій системі автомобіля сили і моменти між колесом і кузовом і визначає характер переміщення коліс щодо несучої системи автомобіля. У залежності від конструкції направляючий пристрій повністю або частково звільняє пружний елемент від додаткових навантажень, що передаються колесами рамі автомобіля.

Гасячий пристрій, а також тертя в підвісці забезпечують загасання коливань кузова і коліс автомобіля, при цьому механічна енергія коливань переходить у теплову.

Підвіски за типом пружного елемента поділяються на ресорні, пружинні, торсійні, гумові, пневматичні, гідравлічні і комбіновані.

У залежності від типу направляючого пристрою усі підвіски поділяються на залежні і незалежні. Особливістю залежної підвіски коліс є наявність жорсткої балки, що зв'язує ліве і праве колеса, тому переміщення одного колеса в поперечній площині передається іншому. При незалежній підвісці відсутній безпосередній зв'язок між колесами. Кожне колесо даного моста переміщається незалежно одне від іншого.

Для того щоб кузов автомобіля мав незалежно від навантаження постійну частоту власних коливань, характеристика підвіски повинна бути прогресивною.

Існує ряд способів одержання нелінійної пружної характеристики бажаного виду. Для того, щоб при лінійній характеристиці основного пружного елемента одержати задану нелінійну характеристику підвіски, звичайно застосовують кілька пружних елементів.

Додатковий пружний елемент може застосовуватися для збільшення ємності підвіски чи для одержання заданого статичного прогину.

На рис. 6.2 представлені характерні схеми підвісок. Залежна (рис. 6.2, а) і однаважільна незалежна (рис. 6.2, б) підвіски відрізняються тим, що вертикальне переміщення колеса супроводжується зміною кута λ , що викликає гіроскопічний ефект, який збуджує коливання колеса щодо шворня. У двоважільній підвісці з важелями рівної довжини – паралелограмній (рис. 6.2, в) кутове переміщення відсутнє, але є значним поперечне переміщення колеса, що веде до швидкого зношування шин і зменшенню бічної стійкості.

У двоважільній підвісці з важелями різної довжини (рис. 6.2, г) гіроскопічний момент гаситься моментом сил тертя в системі, а поперечне переміщення $\Delta L = 1\text{--}5$ мм компенсується пружністю шин.

Важільно-телескопічна підвіска передніх коліс легкових автомобілів (рис. 6.2, д) забезпечує незначні зміни колії, розвалу і сходження коліс, при цьому сповільнюється зношування шин, поліпшується стійкість автомобіля. Підвіска має один поперечний важіль унизу, її основний елемент – амортизаторна стійка, яка має верхнє шарнірне кріплення під крилом, що забезпечує велике плече між опорами стійки. У верхній опорі є підшипник, необхідний для запобігання закручування пружини, що могло б викликати стабілізуючий момент і додаткові згинаючі навантаження. Малі розміри і маса, велика відстань по висоті між опорами, великий хід також відносяться до переваг цієї підвіски. Конструктивні труднощі обумовлені навантаженням крила в місці кріплення верхньої опори.

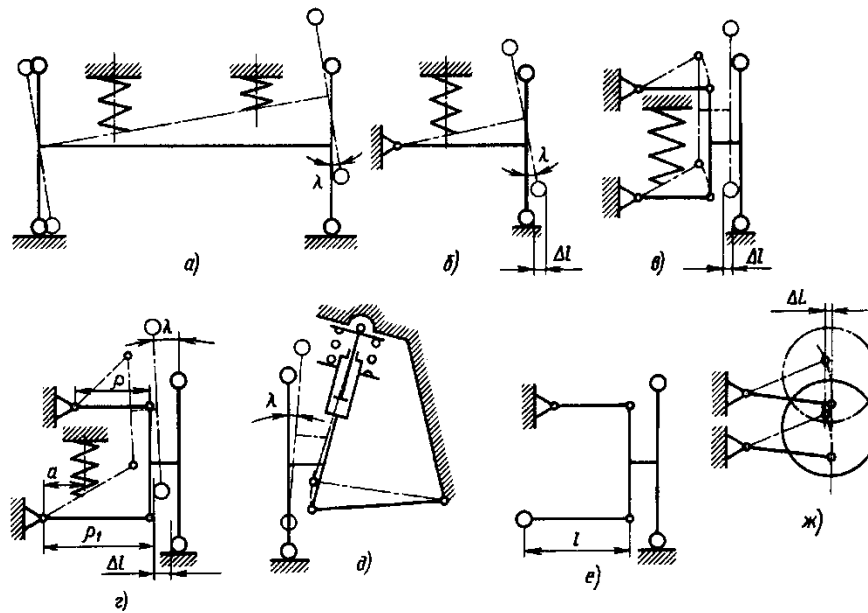


Рис. 6.2. Характерні схеми підвісок

а – одноважільна залежна підвіска; б – одноважільна незалежна підвіска; в – двоважільна паралелограмна підвіска; г – двоважільна підвіска з важелями різної довжини; д – важільно-телескопічна підвіска; е – незалежна двоважільна з торсіоном; ж – незалежна з повздовжнім хитанням

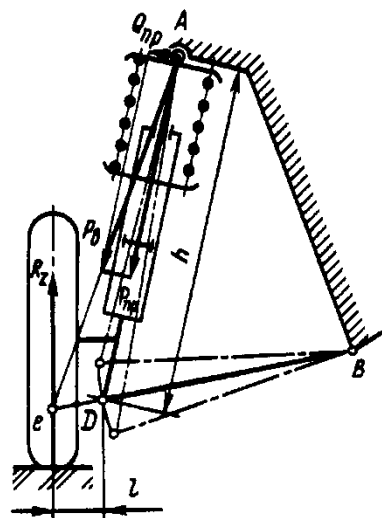


Рис. 6.3. Сили, що діють у важільно-телескопічній підвісці

На рис. 6.3 показані сили, що діють у важільно-телескопічній підвісці. По лінії eA діє сила P_v , що може бути розкладена на дві складові сили: $P_{пр}$, що діє на пружину, і $Q_{пр}$, перпендикулярну осі стійки, прикладену в точці A до опори стійки. Під дією цієї сили підвищується тертя штока поршня в направляючій стійці. У результаті погіршується реагування підвіски на дрібні дорожні нерівності.

При суміщенні осової лінії підвіски з лінією eA сили P_v і $P_{пр}$ співпадуть, а поперечна сила зникне. Для цієї мети пружини розташовують під кутом, як це виконано на автомобілі ВАЗ–2108 (рис. 6.4), чи зміщують пружину убік колеса.

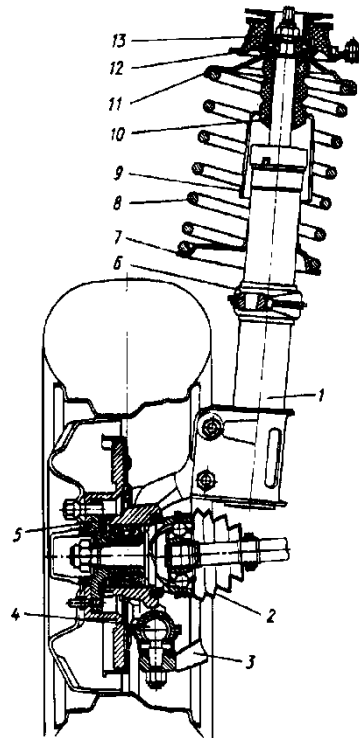


Рис. 6.4. Важільно-телескопічна підвіска ВАЗ-2108:

1 – телескопічна стійка; 2 – поворотний кулак; 3 – нижній важіль; 4 – кульова опора; 5 – маточина; 6 – поворотний важіль; 7 – нижня опорна чашка; 8 – пружина; 9 – захисний кожух; 10 – буфер стиску; 11 – верхня опорна чашка; 12 – підшипник верхньої опори; 13 – верхня опора стійки

На рис. 6.5 показана шворнева передня незалежна двоважільна підвіска автомобіля ГАЗ–24. Тут шворінь 2 з'єднує поворотний кулак 1 і вертикальну стійку 3, гумові буфери віддачі 4 і стиску 5 попереджають удари при динамічному прогині. Така схема мала широке поширення, але в даний час поступається місцем більш компактним і меншої маси безшворневій (рис. 6.6) і важільно-телескопічній підвіскам. До переваг незалежних підвісок відносяться: можливість великого прогину, зменшення гіроскопічного моменту, поліпшення стійкості і керованості, зменшення маси непружних частин, гарна пристосовність коліс до нерівностей дороги.

На рисунках 6.7 і 6.8 показано будову підвіски задньої осі автомобілів ВАЗ–2105 і ВАЗ–2108.

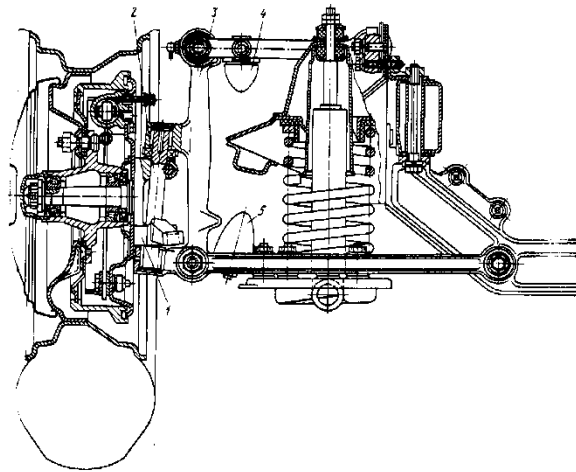


Рис. 6.5. Шворнева передня незалежна двоважільна підвіска автомобіля ГАЗ-24:

1 – поворотний кулак; 2 – шворень; 3 – стійка; 4 – буфер віддачі; 5 – буфер стиску

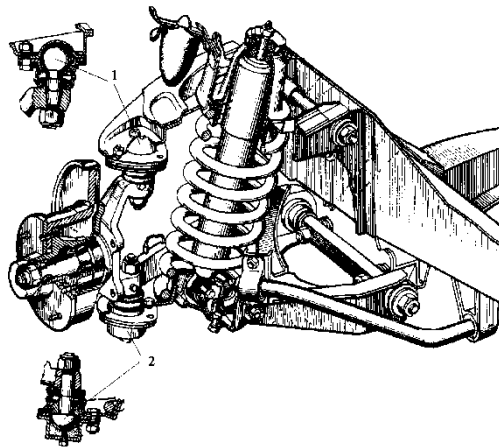


Рис. 6.6. Безшворнева передня незалежна двоважільна підвіска легкового автомобіля:

1 – верхня кульова опора; 2 – нижня кульова опора

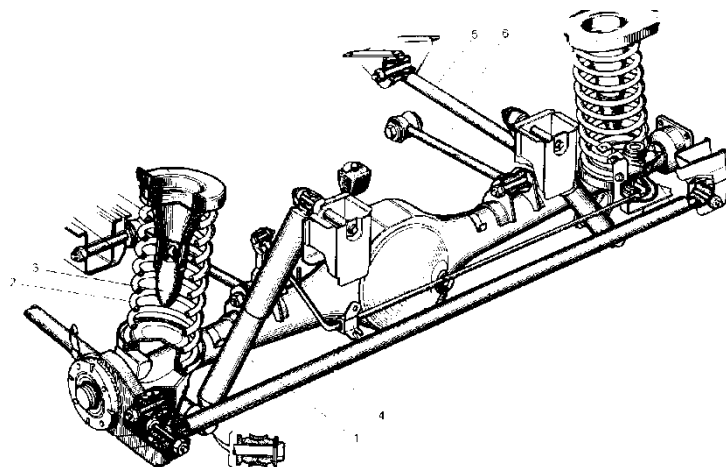


Рис. 6.7. Підвіска задньої осі автомобіля ВАЗ-2105:

1 – амортизатор; 2 – пружина; 3 – буфер стиску; 4 – поперечна штанга; 5, 6 – верхня і нижня повздовжні штанги

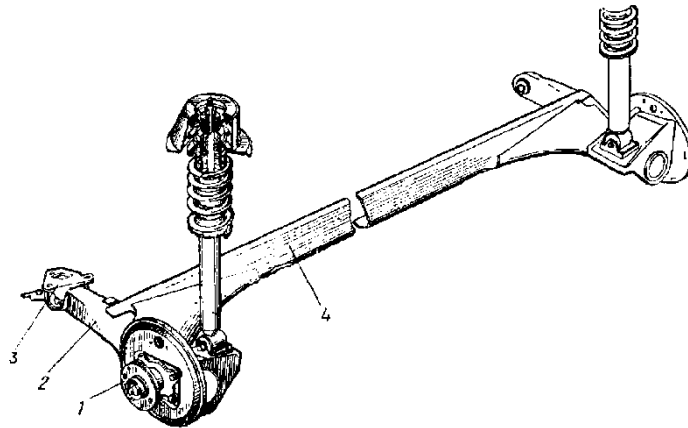


Рис. 6.8. Підвіска задньої осі автомобіля ВАЗ – 2108:

1 – маточина; 2 – важіль балки; 3 – кронштейн кріплення важеля; 4 – з'єднювач важелів

Призначення амортизаторів підвіски автомобіля полягає в гасінні вертикальних і повздовжніх кутових коливань кузова, а також вертикальних коливань коліс, що виникають під дією дорожніх нерівностей і неврівноваженості коліс. На сучасних автомобілях широке застосування одержали гідравлічні амортизатори.

Найширше застосування отримали телескопічні амортизатори двосторонньої дії з несиметричною характеристикою і розвантажувальними клапанами.

Робочий процес двотрубного телескопічного амортизатора показаний на рис. 6.9.

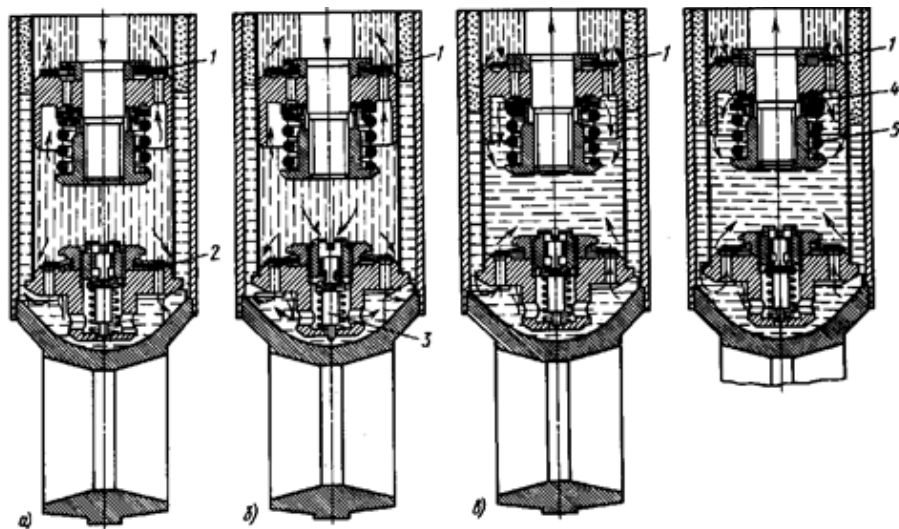


Рис. 6.9. Робочий процес двотрубного телескопічного амортизатора:

а – плавний стиск; б – різкий стиск; в – плавна віддача; г – різка віддача; 1 – перепускний клапан стиску; 2 – калібрований отвір; 3 – розвантажувальний клапан стиску; 4 – диски; 5 – пружина розвантажувального клапана

При плавному стиску перепускний клапан 1 під тиском $P_{ст}$ перепускає рідину з нижнього у верхній об'єми, частина рідини перетікає в компенсаційну камеру і стискає там повітря.

При різкому стиску тиск зростає і відкривається розвантажувальний клапан – 3, збільшення сили опору сповільнюється.

При віддачі поршень переміщається вгору, клапан 1 закривається, рідина перетікає через калібрований отвір 6, росте тиск рідини над поршнем. Частина штока виводиться з робочого циліндра, нестача рідини під поршнем поповнюється з компенсаційної камери.

При різкій віддачі тиск рідини переборює силу пружини 5 розвантажувального клапана віддачі, диски 4 звільняють прохід рідини.

На легкових автомобілях широко застосовують однотрубні гідравлічні амортизатори. Конструкція має одну трубу в якій переміщається поршень з клапаном, через який перекачується робоча рідина. Також в трубі амортизатора знаходиться механічно з нічим не зв'язаний плаваючий поршень, що розділяє робочу рідину і газ під високим тиском.

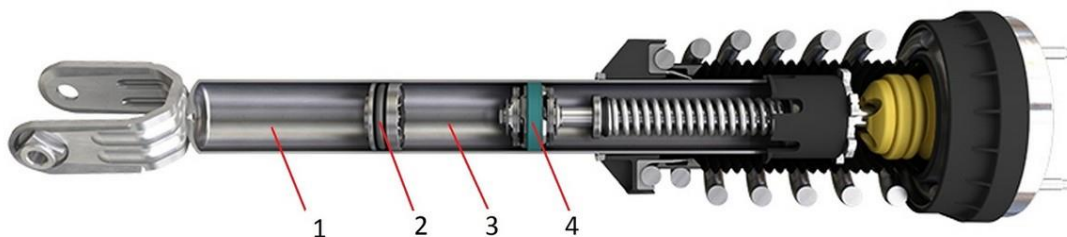


Рис. 6.10. Однотрубний амортизатор:

1 – газонаповнена частина; 2 – плаваючий поршень; 3 – частина с робочою рідиною; 4 – робочий поршень

При ході стиску переміщення робочого поршня призводить до зростання тиску рідини в робочій порожнині, що у свою чергу призводить до переміщення плаваючого поршня та відповідно зростання тиску у газонаповненій частині. При ході віддачі плаваючий поршень буде переміщатися у протилежний бік. Таким чином нестача чи надлишок робочої рідини будуть компенсуватися переміщенням плаваючого поршня.

Однотрубні амортизатори простіші за будовою, адже мають менше деталей. Такі амортизатори можуть працювати під великими кутами нахилу і у перевернутому положенні. Проте конструкція чутлива до механічних пошкоджень зовнішньої поверхні корпусу (труби) амортизатора.

3. Завдання до практичної роботи

1. Вивчити будову і роботу підвіски передніх і задніх коліс автомобіля ВАЗ - 2105.
2. Вивчити будову і роботу підвіски передніх і задніх коліс автомобілів ЗАЗ-1102 та ВАЗ - 2108.
3. Вивчити будову і роботу гідравлічного телескопічного амортизатора.

4. Завдання до звіту

Дати характеристику підвіски передніх і задніх коліс автомобілів ЗАЗ–1102, ВАЗ–2105, ВАЗ–2108 за наведеною схемою (таблиця 6.1.).

Таблиця 6.1. Характеристика підвісок

Марка автомобіля	Вісь	Тип підвіски	Пружні елементи	Напрямний пристрій	Гасячий пристрій
ЗАЗ–1102	передня				
	задня				
ВАЗ–2105	передня				
	задня				
ВАЗ–2108	передня				
	задня				

5. Питання для самоконтролю

1. Опишіть загальну будову ходової частини легкового автомобіля.
2. Для чого призначена підвіска автомобіля? З яких елементів вона складається?
3. Опишіть будову підвіски передніх і задніх коліс автомобілів ЗАЗ–1102, ВАЗ–2105, ВАЗ–2108.
4. Для чого призначений і як працює гідравлічний амортизатор?

Література

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов – Київ : Вища школа, 1991. – 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
3. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. – Київ, Моноліт, 2019. – 288 с.
4. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів.– Київ : Арістей, 2006. – 280 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 7

Вивчення будови та роботи рульового керування автомобілів

Мета: вивчити будову і роботу рульового керування автомобіля, виявити його конструктивні та експлуатаційні особливості.

Обладнання: розрізи рульових механізмів автомобілів ГАЗ–3307 і ЗІЛ–4331, деталі рульового керування, балки передньої осі автомобілів УАЗ–452, ГАЗ–3307 з рульовим приводом, рульовий привід легкового автомобіля BMW, плакати, підручники.

1. Питання для самопідготовки

1. Способи повороту колісних машин.
2. Призначення рульового керування.
3. Призначення, класифікація та загальна будова рульового механізму.
4. Призначення, класифікація та загальна будова рульового привода.

2. Теоретичні відомості

Рульове керування призначене для зміни напрямку руху автомобіля повертанням передніх керованих коліс і складається з рульового механізму та рульового привода. На вантажних автомобілях великої вантажопідйомності в рульовому керуванні застосовують підсилювач, який полегшує керування автомобілем, зменшує поштовхи на рульове колесо й підвищує безпеку руху.

Рульовий механізм перетворює обертання рульового колеса на поступальне переміщення тяг привода, що повертає керовані колеса. При цьому зусилля, що передається водієм від рульового колеса до коліс, які повертаються, зростає в багато разів.

Рульовий привод разом із рульовим механізмом передає керуюче зусилля від водія безпосередньо до коліс і забезпечує цим поворот керованих коліс на заданий кут.

Рульовий механізм забезпечує повертання керованих коліс з невеликим зусиллям на рульовому колесі. Цього можна досягти збільшенням передаточного числа рульового механізму. Однак передаточне число обмежене частотою обертання рульового колеса. Якщо вибрати передаточне число з кількістю обертів рульового колеса понад 2 – 3, то істотно збільшується час, потрібний на повертання автомобіля, а це недопустимо за умовами руху. Тому передаточне число в рульових механізмах беруть у межах 20 – 30, а для зменшення зусилля на рульовому колесі в рульовий механізм або привод умонтовують підсилювач.

Обмеження передаточного числа рульового механізму пов'язане також із властивістю оборотності, тобто здатністю передавати зворотне обертання через механізм на рульове колесо. В разі великих передаточних чисел збільшується тертя в зачепленнях механізму, властивість оборотності зникає, й самоповертання керованих коліс після повернення в прямолінійне положення виявляється неможливим.

Рульові механізми залежно від типу рульової передачі бувають: черв'ячні; гвинтові; шестерінчасті.

У черв'ячному рульовому механізмі (з передачею типу черв'як–ролик) за ведучу ланку править черв'як, який закріплено на рульовому валу, а ролик установлено на роликовому підшипнику на одному валу із сошкою. Щоб у разі великого кута повороту черв'яка зачеплення було повним, нарізку черв'яка виконують по дузі кола – глобоїді. Такий черв'як називають *глобоїдним*.

У гвинтовому рульовому механізмі обертання гвинта, зв'язаного з рульовим валом, передається гайці, яка закінчується рейкою, зачепленою із зубчастим сектором. Сектор установлено на одному валу із сошкою. Такий рульовий механізм утворений рульовою передачею типу гвинт – гайка – сектор.

У шестерінчастих рульових механізмах рульова передача утворюється циліндричними або конічними шестернями. До них належить також передача типу шестірня – рейка, в якій циліндрична шестірня зв'язана з рульовим валом, а рейка, зачеплена із зуб'ями шестірні, править за поперечну тягу.

Рейкові передачі й передачі типу черв'як – ролик як такі, що забезпечують порівняно невелике передаточне число, застосовують переважно на легкових автомобілях. Для вантажних автомобілів використовують рульові передачі типу черв'як – сектор і гвинт – гайка – сектор, обладнані або вмонтовані в механізм підсилювачами, або підсилювачами, винесеними в рульовий привод.

Конструкції рульового привода різняться розташуванням важелів і тяг, з яких складається рульова трапеція, відносно передньої осі. Якщо рульову трапецію розміщено спереду передньої осі, то така конструкція рульового привода називається *передньою рульовою трапецією*, а якщо позаду – *задньою*. На конструктивне виконання й схему рульової трапеції істотно впливає конструкція підвіски передніх коліс.

Коли підвіска залежна (див. рис. 7.1, а), рульовий привод має простішу конструкцію, бо складається з мінімуму деталей. Поперечну рульову тягу в цьому разі виконано суцільною, а сошка хитається в площині, паралельній поздовжній осі автомобіля. Можна зробити привод і з сошкою, що хитається в площині, паралельній передньому мосту. В такому разі поздовжньої тяги не буде, а зусилля від сошки передаватиметься прямо на дві поперечні тяги, зв'язані з цапфами коліс.

Якщо підвіска передніх коліс незалежна, схема рульового привода (див. рис. 19.1, б) конструктивно складніша: з'являються додаткові деталі привода, яких немає в схемі із залежною підвіскою коліс. Змінюється конструкція поперечної рульової тяги. Її роблять розчленованою, з трьох частин: основної поперечної тяги 4 та двох бічних тяг – лівої 3 й правої 6. Для опори основної тяги вслугує маятниковий важіль 5, який за формою й розмірами відповідає сошці 1. Бічні поперечні тяги з'єднано з поворотними важелями 2 цапф і з основною поперечною тягою за допомогою шарнірів, які допускають незалежні переміщення коліс у вертикальній площині. Розглянуту схему рульового привода застосовують переважно на легкових автомобілях.

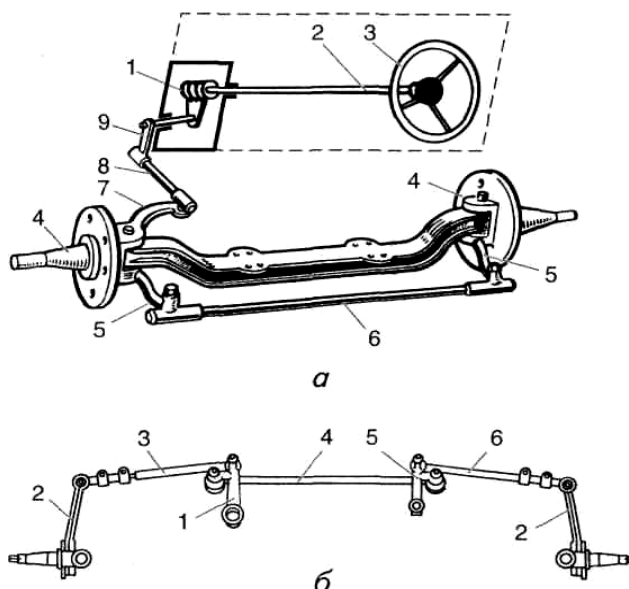


Рис. 7.1. Схеми рульового керування:

а – залежна підвіска (1 – рульова передача; 2 – рульовий вал; 3 – рульове колесо; 4 – поворотна цапфа; 5 – нижні важелі лівої та правої поворотних цапф; 6 – поперечна тяга; 7 – верхній важіль лівої поворотної цапфи; 8 – поздовжня тяга; 9 – сошка рульового привода); б – незалежна підвіска; (1 – сошка; 2 – поворотні важелі; 3, 6 – відповідно ліва й права бічні тяги; 4 – основна поперечна тяга; 5 – маятниковий важіль)

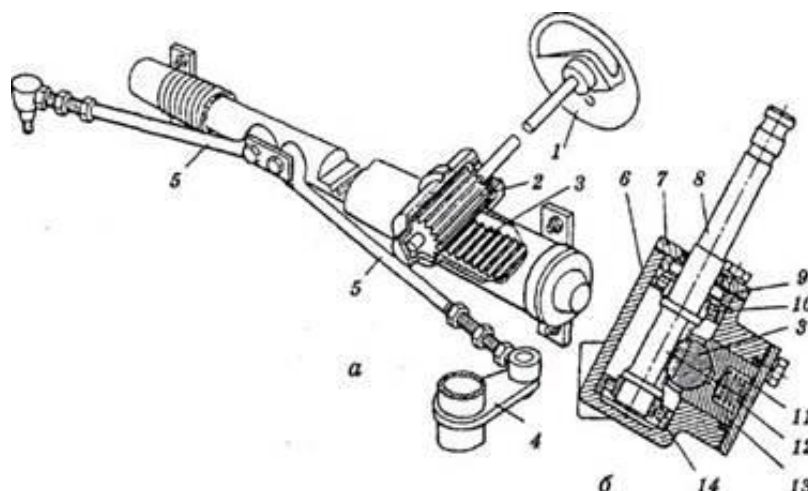


Рис. 7.2. Рульове керування з рейковим механізмом:

1 – рульове колесо; 2 – шестерня; 3 – рейка; 4 – поворотні важелі; 5 – рульові тяги; 6 – картер; 7 – кришка; 8 – рульовий вал; 9 – регулювальне кільце; 10, 14 – упорні підшипники; 12 – пружина; 13 – упор

Рейковий рульовий механізм (рис. 7.2) з робочою парою шестерня – зубчаста рейка застосовується на легкових автомобілях. Шестерня встановлюється на валу рульового колеса і знаходиться в постійному зачепленні з рульовою (зубчастою) рейкою. При обертанні рульового колеса рейка переміщається вправо або вліво. При русі рейки переміщуються приєднані до неї тяги рульового привода.

Рейковий рульовий механізм характеризується простотою конструкції, високим ККД, високою жорсткістю. Також у конструкції механізму передбачено

автоматичне усування зазору між шестернею і рейкою (за рахунок постійного підтискання рейки до шестерні), поява якого зумовлена зношуванням цих деталей.

Проте механізм є чутливим до ударних навантажень, зумовлених рухом по дорожніх нерівностях, схильний до вібрацій. В силу своїх конструктивних особливостей рейковий рульовий механізм встановлюється на передньопривідних автомобілях з незалежною підвіскою керованих коліс.

Рульовий механізм з передачею типу черв'як–ролик застосовується на легкових і вантажних автомобілях ГАЗ (рис. 7.3). Основні деталі рульового механізму: рульове колесо 4, рульовий вал 5, установлений у рульовій колонці 3 і з'єднаний з глобоїдним черв'яком 1. Черв'як установлено в картері 6 рульової передачі на двох конічних підшипниках 2 й зачеплено з тригребневим роликом 7, який обертається на шарикопідшипниках на осі. Вісь ролика закріплено у вилковому кривошипі вала 8 сошки, який спирається на втулку й роликівий підшипник у картері 6. Зачеплення черв'яка й ролика регулюють болтом 9, у паз якого вставлено ступінчастий хвостовик вала сошки. Заданий зазор у зачепленні черв'яка з роликом фіксується фігурною шайбою зі штифтом і гайкою.

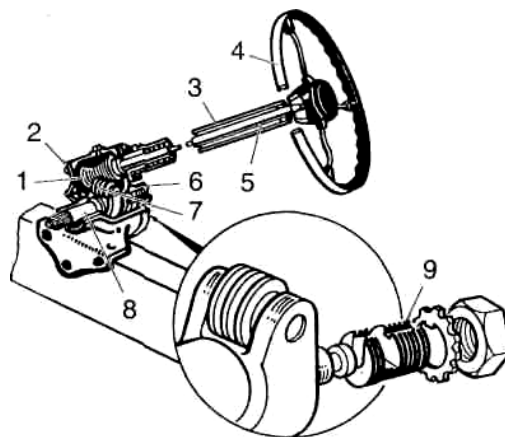


Рис. 7.3. Рульовий механізм автомобіля ГАЗ-3307:

1 – глобоїдний черв'як; 2 – конічні підшипники; 3 – рульова колонка; 4 – рульове колесо;
5 – рульовий вал; 6 – картер; 7 – тригребневий ролик; 8 – вал сошки; 9 – регулювальний болт

Картер 6 рульової передачі прикріплено болтами до лонжерона рами. Верхній кінець рульового вала має конічні шліци, на які посаджено й закріплено гайкою рульове колесо.

Рульовий привод як частина рульового керування автомобіля не тільки забезпечує повертання керованих коліс, а й допускає коливання коліс у разі наїзду ними на нерівності дороги. При цьому деталі привода відносно переміщуються у вертикальній і горизонтальній площинах і на повороті передають зусилля, що повертають колеса. За будь-якої схеми привода деталі з'єднуються за допомогою шарнірів – кульових або циліндричних.

Рульовий механізм гвинт-гайка – рейка-сектор (гвинторейковий) застосовується на вантажних автомобілях і зображений на рис. 7.4. Даний механізм має дві робочі пари: гвинт-гайка та рейка-сектор.

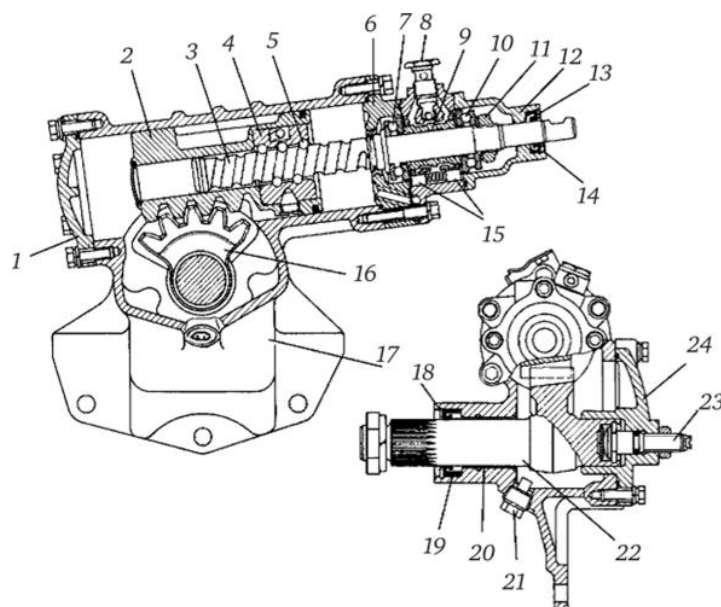


Рис. 7.4. Гвинторейковий рульовий механізм автомобіля ЗІЛ-4331:

1 – передня кришка; 2 – поршень-рейка; 3 – гвинт рульового механізму;
 4 – кулькова гайка гвинта; 5 – кульки; 6 – проміжна кришка; 7, 10 – упорні підшипники;
 8 – штуцер зливного трубопровода; 9 – золотник клапана керування гідропідсилювачем;
 11 – регулювальна гайка; 12 – задня кришка; 13 – манжета ущільнення гвинта;
 14, 18 – стопорні кільця; 15 – плунжери; 16 – сектор вала сошки; 17 – корпус рульового механізму;
 19 – манжета ущільнення вала сошки; 20 – втулка; 21 – зливна пробка;
 22 – вал сошки; 23 – гвинт регулювання зазору в зачепленні рейка-сектор; 24 – бокова кришка

Будова рульового привода в разі залежної підвіски коліс (автомобіль ЗІЛ-4551). Основу привода (рис. 7.5, а) становлять поздовжня тяга 2, шарнірно з'єднана з сошкою 1 і верхнім важелем 3 поворотної цапфи, а також поперечна тяга 5, з'єднана з нижніми важелями 4 поворотних цапф коліс.

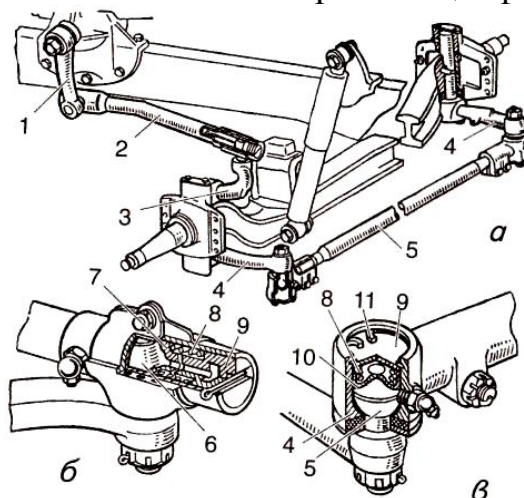


Рис. 7.5. Будова рульового привода в разі залежної підвіски коліс:

а – загальний вигляд, б, в – наконечники відповідно поздовжньої та поперечної тяг;
 1 – сошка; 2 – поздовжня тяга; 3, 4 – відповідно верхній та нижні важелі поворотних цапф;
 5 – поперечна тяга; 6 – палець; 7 – сухар; 8 – пружина; 9 – нарізна пробка; 10 – шайба;
 11 – стопорне кільце

Рульові тяги виготовлено з труб. На їхніх кінцях є наконечники, в які встановлено кульові пальці сошки й поворотних важелів. Палець 6 закріплено в

наконечнику поздовжньої тяги (рис. 7.5, б) сухарем 7, притиснутим пружиною 8 за допомогою нарізної пробки 9. Під час закручування пробки пружина стискається й сильніше затискає головку пальця, вибираючи зазори у зчленуванні внаслідок спрацювання, а також пом'якшує поштовхи, що передаються від колеса на рульовий механізм.

Деяку іншу конструкцію мають наконечники поперечної рульової тяги автомобіля ГАЗ-3307. Їх нагвинчують на кінці тяги за допомогою лівої та правої різьби, тому обертанням тяги можна змінювати її довжину під час регулювання сходження.

Будова рульового привода в разі незалежної підвіски коліс (автомобіль ГАЗ-3102). Головна відмінність цієї конструкції привода (рис. 7.6, а) від попередньої (див. рис. 7.5) полягає в тому, що поперечну тягу виконано з трьох частин: двох бічних тяг 4 та середньої тяги 5, з'єднаних шарнірно. Середня тяга, безпосередньо зв'язана із сошкою 2, має шарнірну опору на маятниковому важелі 1, який за формою й розмірами аналогічний сошці.

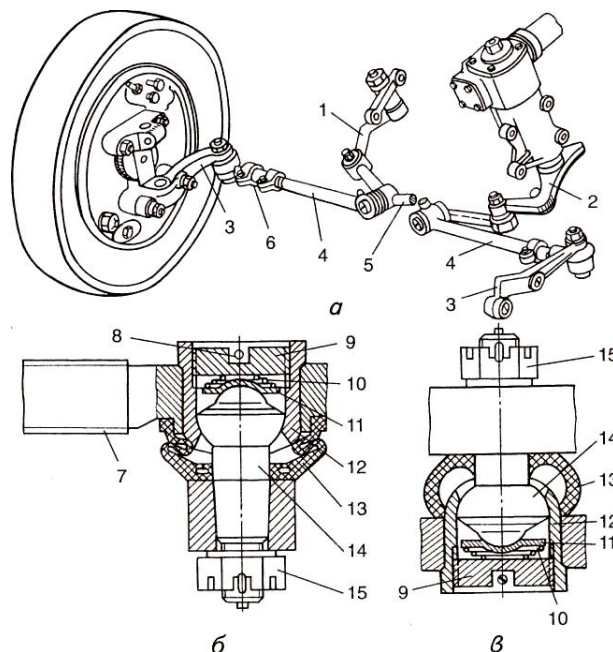


Рис. 7.6. Будова рульового привода в разі незалежної підвіски коліс:

- а – загальний вигляд; б, в – кульовий палець головкою вниз і вгору відповідно;
 1 – маятниковий важіль; 2 – сошка; 3 – важелі цапф; 4 – бічні тяги; 5 – середня тяга;
 6 – регулювальні трубки; 7 – головка тяги; 8 – шплінт; 9 – нарізна пробка; 10 – пружина;
 11 – п'ята; 12 – корпус шарніра; 13 – гумовий ущільнювач; 14 – кульовий палець; 15 – гайка

Бічні тяги з'єднано з поворотними важелями 3 цапф коліс. Тяги 4 складаються з двох частин, з'єднаних регулювальними трубками 6. На кінцях трубок є внутрішня різьба, яка дає змогу обертанням їх змінювати довжину бічних тяг. Щоб запобігти самочинному відкручуванню трубок, їхні кінці розрізано вздовж і стягнуто хомутами. Зміною довжини бічних тяг регулюють сходження коліс.

Середня й бічні тяги на кінцях мають шарніри, за допомогою яких здійснюється рухоме з'єднання. Шарніри передають зусилля при зміні кутів між

тягами й важелями під час роботи підвіски та рульового керування. Всі шарніри самопідтяжні, розбірні й не потребують систематичного мащення під час експлуатації.

Основну частину шарніра (рис. 7.6, б) становить кульовий палець 14, який запресований у відповідний важіль й утримується гайкою 15. Сферична поверхня кульового пальця працює в корпусі 12 шарніра, запресованого в головку тяги 7. Постійне зусилля підтискання пальця до корпусу створюється через п'яту 11 пружиною 10, яка запирається іззовні нарізною пробкою 9 і стопориться шплінтом 8. Захист шарніра від потрапляння всередину пилу й вологи забезпечується гумовим ущільнювачем 13.

Усі шарніри рульового привода уніфіковано за основними деталями. Проте вони можуть неістотно відрізнятися. Наприклад, для встановлення кульового пальця головкою догори (рис. 7.6, в) застосовують гумовий ущільнювач іншої форми, ніж у разі нижнього встановлення шарніра.

Конструкція шарнірів допускає хитання пальця на кут до 20° уздовж наконечника в обидва боки й поворот навколо своєї осі. Зазори в шарнірі внаслідок спрацювання автоматично компенсуються підтисканням пружини 10. Для підвищення довговічності робочих поверхонь шарнірів їх піддано термічній обробці.

Підсилювачі рульового керування

Для зменшення зусилля, яке водій повинен прикладати до рульового колеса під час повороту керованих коліс, у рульовому керуванні застосовують підсилювачі. За принципом дії вони можуть бути гідравлічними, електричними, електрогідравлічними.

Одним з найпоширеніших є гідравлічний підсилювач.

Гідропідсилювачем рульового керування називається його конструктивний елемент, в якому додаткове зусилля при повороті керованих коліс створюється за допомогою гідравлічного приводу. На рис. 7.7 зображено гідропідсилювач автомобіля ЗІЛ-4331.

Найпростіший гідропідсилювач має привід гідронасоса від колінчастого вала двигуна. У такого підсилювача продуктивність прямо пропорційна частоті обертання колінчастого вала двигуна, що суперечить реальним потребам рульового керування (при максимальній швидкості руху потрібен мінімальний коефіцієнт підсилення, і навпаки).

Найбільш досконалим з погляду споживчих властивостей та конструкції є електрогідравлічний підсилювач руля. Перевагами електрогідравлічного підсилювача є компактність, можливість функціонування на двигуні, що не працює, економічність за рахунок включення в потрібний момент. У конструкції даного гідропідсилювача передбачено можливість електронного регулювання коефіцієнта посилення. Тому, поряд із комфортністю керування підсилювач може забезпечити легкість маневрування на малих швидкостях, що недоступне звичайному гідропідсилювачу.

Загальна будова електрогідравлічного підсилювача руля зображена на рис. 7.8.

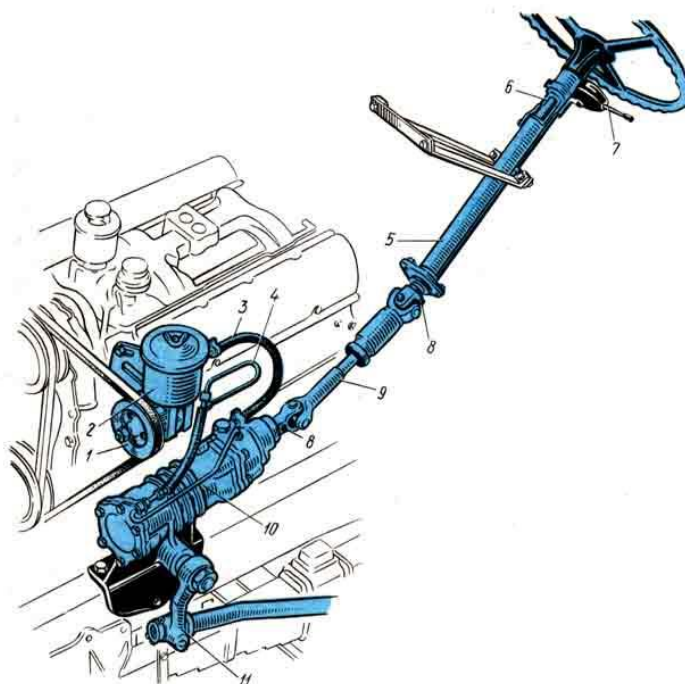


Рис. 7.7. Гідропідсилювач рульового керування автомобіля ЗІЛ-4331:

1 – насос підсилювача; 2 – бачок насоса; 3 – трубопровід низького тиску; 4 – трубопровід високого тиску; 5 – рульова колонка; 10 – рульовий механізм з вмонтованим гідроциліндром підсилювача; 11 – рульова сошка

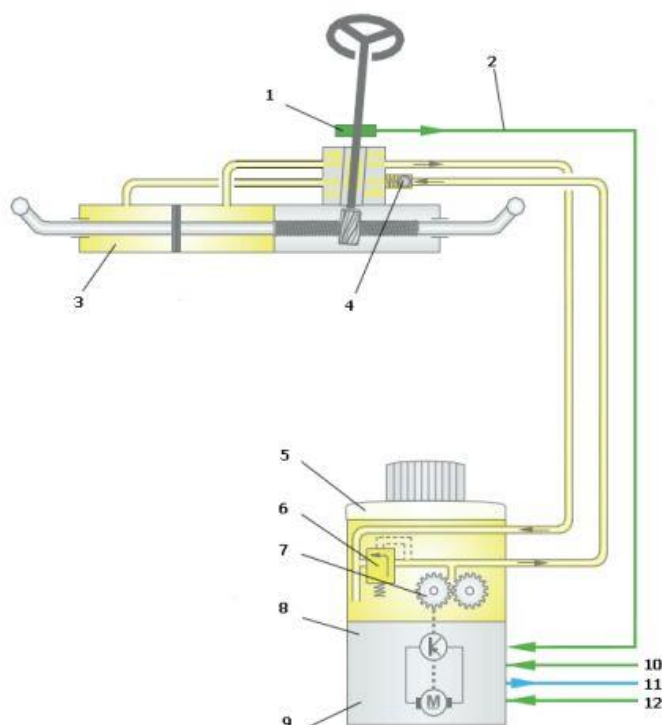


Рис. 7.8. Електрогідравлічний підсилювач рульового керування:

1 – датчик підсилювача руля; 2 – сигнал про швидкість повороту рульового колеса; 3 – рульовий механізм; 4 – зворотний клапан; 5 – бачок робочої рідини; 6 – редукційний клапан; 7 – шестерінчастий насос; 8 – блок керування підсилювачем; 9 – електродвигун; 10 – сигнал про швидкість руху автомобіля; 11 – діагностичний сигнал; 12 – сигнал про частоту обертання колінчастого вала двигуна

3. Завдання до практичної роботи

1. Користуючись наявними вузлами, плакатами та літературою, вивчити будову та роботу рульового керування автомобіля ГАЗ–3307.
2. Користуючись плакатами, ознайомитись з розміщенням на автомобілі, будовою та роботою агрегатів гідروпідсилювача рульового керування автомобіля ЗІЛ-4331.
3. Користуючись плакатами і наявною літературою вивчити будову і роботу рейкового рульового механізму автомобілів ЗАЗ–1102, ВАЗ–2108.
4. Користуючись плакатами і наявною літературою вивчити будову рульового привода легкових автомобілів.

4. Завдання до звіту

Виконати схеми рульового керування автомобілів з цільною і розчленованою рульовими трапеціями.

5. Питання для самоконтролю

1. Опишіть будову і роботу рульового механізму автомобілів ЗАЗ-1102 та ГАЗ–3307.
2. Від чого залежить вільний хід рульового колеса автомобіля?
3. Яка різниця в будові рульових приводів при незалежній і залежній підвісці керованих коліс?
4. Опишіть будову і роботу рульового механізму автомобіля ЗІЛ–4331.
5. Як працює гідропідсилювач рульового керування автомобіля ЗІЛ–4331?

Література

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов – Київ : Вища школа, 1991. – 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
3. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. – Київ, Моноліт, 2019. – 288 с.
4. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів.– Київ : Арістей, 2006. – 280 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 8

Вивчення будови та роботи гальмівної системи автомобілів з гідравлічним приводом

Мета: вивчити будову та роботу гальмівної системи з гідравлічним приводом, виявити її конструктивні та експлуатаційні особливості.

Обладнання: стенд "Гальмівна система автомобіля ГАЗ–53А", механізми та вузли гальмівної системи автомобіля, макет, плакати, навчальна література.

1. Питання для самопідготовки

1. Типи гальмівних приводів.
2. Загальна будова гідравлічного гальмівного привода.
3. Гальмівні рідини, їх властивості.

2. Теоретичні відомості

Гідравлічний гальмівний привод застосовують на всіх легкових і вантажних автомобілях повною масою до 7,5 т.

Переваги гідравлічного привода наступні: малий час спрацювання; рівність приводних сил на гальмівних механізмах лівих і правих коліс; зручність компоновки; високий ККД; можливість розподілу приводних сил між гальмівними механізмами передніх і задніх коліс шляхом застосування робочих циліндрів різного діаметра.

До недоліків привода відносять зниження ККД при низьких температурах, можливість виходу з ладу при місцевих пошкодженнях.

Щоб підвищити надійність гальмівної системи, на автомобілях застосовують двоконтурний гідравлічний привод, який складається з двох незалежних приводів або у приводі гальм застосовують роздільник, який дає змогу використати справну частину гальмівної системи як запасну, якщо в іншій частині гальмівної системи порушилася герметичність.

Загальна схема гідравлічного гальмівного привода наведена на рис. 8.1.

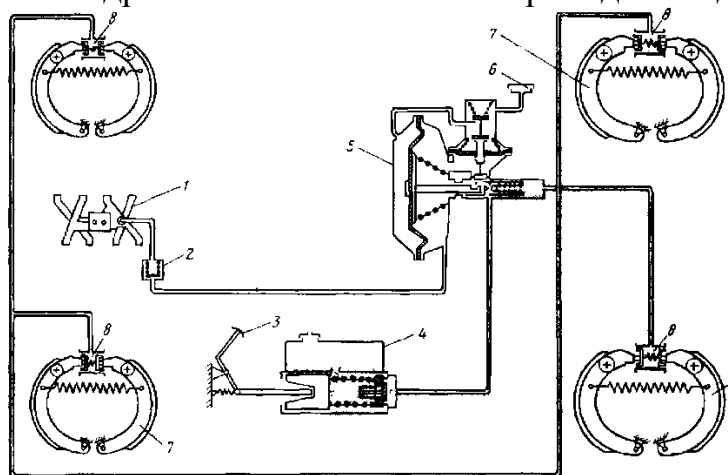


Рис. 8.1. Схема гальмівної системи з гідроприводом:

- 1 – впускний трубопровід двигуна; 2 – запірний клапан; 3 – педаль; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – гідровакуумний підсилювач; 6 – фільтр; 7 – гальмівна колодка; 8 – колісний гальмівний циліндр

Гальмівні механізми. Гальмівні механізми призначені для створення і зміни за величиною штучного опору рухові автомобіля.

У гальмівних системах автомобілів здебільшого застосовуються фрикційні гальмівні механізми, принцип дії яких ґрунтується на виникненні гальмівних сил унаслідок тертя обертових деталей об необертові нерухомі.

Гальмівні механізми класифікуються за такими ознаками:

- за місцем встановлення (колісні і трансмісійні);
- за формою обертової деталі (барабанні і дискові);
- за формою поверхонь тертя (колодкові і стрічкові).

Дискові гальмівні механізми застосовуються в основному на легкових автомобілях як на передніх, так і на задніх колесах. В останні роки такі механізми застосовуються і на вантажних автомобілях ряду зарубіжних фірм.

Конструкції дискових гальмівних механізмів можуть виконуватися з нерухомою або плаваючою скобою. Конструкція з нерухомою скобою показана на рис. 8.2. Гальмівний диск закріплений на маточині переднього колеса, а скоба кріпиться з допомогою кронштейна на фланці поворотного кулака. Гальмівні легко знімні колодки розміщені в пазах скоби. Гальмівні циліндри розміщені з обох сторін гальмівного диска. Встановлені в циліндрах поршні ущільнені гумовими кільцями, які завдяки своїй пружності повертають поршні в вихідне положення при розгальмуванні. В той же час при зношуванні накладок вони дозволяють поршневі переміститись в нове положення. Таке автоматичне регулювання зазору можливе за рахунок його незначної величини (біля 0,1 мм).

Зустрічаються конструкції в яких з обох боків диска встановлено по 2 циліндри.

В дисковому гальмівному механізмі з плаваючою скобою (рис. 8.3) скоба може перемішатись в пазах кронштейна, закріпленого на фланці поворотного кулака. В цьому випадку циліндр (в деяких конструкціях - два чи три) розміщений з одного боку. При гальмуванні переміщення поршня викликає переміщення скоби в протилежну сторону, завдяки чому обидві колодки притискаються до диска. Плаваюча скоба має значно меншу ширину в порівнянні з нерухомою, що дозволяє легко реалізувати від'ємне плече обкатування (ВАЗ-2108). Основною перевагою дискового гальмівного механізму є його хороша стабільність. В даний час стабільності віддається перевага перед ефективністю так як необхідний гальмівний момент можна отримати збільшенням приводних сил, застосувавши робочий циліндр більшого діаметра чи підсилювач.

До інших переваг дискових гальмівних механізмів слід віднести такі:

- менша чутливість до води, що попала на колодки;
- можливість збільшення передаточного числа гальмівного привода завдяки малому ходові поршня;
- добре охолодження гальмівного диска, так як гальмівний механізм відкритий; для інтенсивнішого охолодження диска в ньому виконують радіальні канали;
- нижча маса в порівнянні з барабанними гальмами.

Дисковий гальмівний механізм незрівноважений, так як при гальмуванні створюється додаткова сила, що навантажує підшипники колеса. Слід зазначити

також, що в дискових гальмівних механізмах гальмівні накладки зношуються інтенсивніше, ніж в барабанних, що потребує частішої заміни колодок. Конструкція дискових гальмівних механізмів передбачає легку і швидку заміну гальмівних колодок.

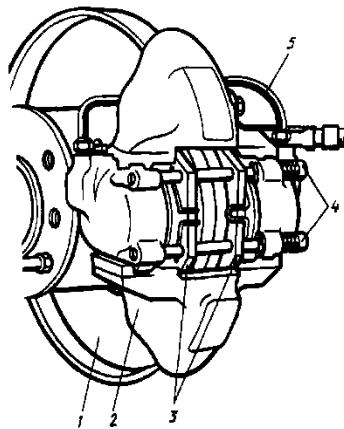


Рис. 8.2. Дисковий гальмівний механізм з нерухомою скобою:

1 – гальмівний диск; 2 – скоба; 3 – гальмівні колодки; 4 – пальці встановлення колодок;
5 – з'єднувальна трубка

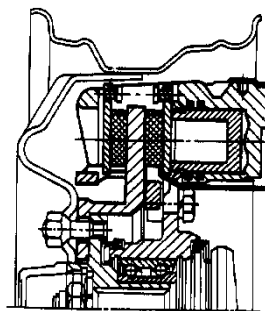


Рис. 8.3. Дисковий гальмівний механізм з плаваючою скобою

Барабанні гальмівні механізми застосовуються переважно на вантажних автомобілях, автобусах, причепах і напівпричепах.. Можна зустріти їх і на задніх колесах легкових автомобілів. Конструкції механізмів різняться конструкцією розтискного пристрою і розміщенням опор гальмівних колодок.

На автомобілі ГАЗ-3307 (рис. 8.4) встановлено гальмівні **механізми з одnobічним розміщенням опор і однаковими приводними силами**. Механізм складається з двох колодок 2 з фрикційними накладками, встановлених на опорному диску 3. Нижні кінці колодок шарнірно закріплені на опорах 5, а верхні через сталеві сухарі впираються в поршні розтискного колісного циліндра 1. Стяжна пружина 6 притискає колодки до поршнів циліндра 1, забезпечуючи зазор між колодками та гальмівним барабаном 4 в неробочому положенні гальма. Коли рідина з привода надходить у колісний циліндр 1, його поршні розходяться й розсувають колодки до стикання з гальмівним барабаном, який обертається разом із маточиною колеса. Унаслідок тертя колодок об барабан виникає сила, що загальмівнує колеса. Після припинення тиску рідини на поршні колісного циліндра стяжна пружина 6 повертає колодки у вихідне положення, й гальмування припиняється.

Колодку, яка моментом сил тертя притискається до гальмівного барабана, називають активною або первинною. Колодку, яка моментом сил тертя відтискається від барабана, називають пасивною або вторинною.

У розглянутій конструкції барабанного гальма передня за ходом руху колодка активна, задня – пасивна. Це є причиною нерівномірного їх спрацювання. Тому, аби запобігти нерівномірному спрацюванню передньої й задньої колодок, передню накладку роблять довшою, ніж задню, або рекомендують міняти місцями колодки через певний строк.

Гальмівна ефективність такого типу механізмів не залежить від напрямку обертання колеса. Механізм володіє гіршою стабільністю в порівнянні з дисковим і є незрівноваженим.

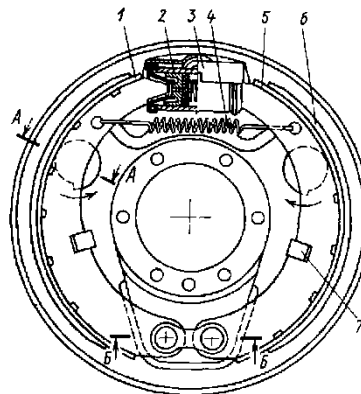


Рис. 8.4. Гальмівний механізм автомобіля ГАЗ-3307:

1 і 5 – гальмівні колодки; 2 – колісний циліндр; 3 – екран; 4 – стяжна пружина;
6 – фрикційна накладка колодки; 7 – направляюча скоба колодки

В механізмі з рознесеними опорами і однаковими приводними силами опори колодок розміщують на протилежних сторонах гальмівного щита й привод кожної колодки виконують від окремого гідроциліндра (рис. 8.5). Цим досягають більшого гальмівного моменту й рівномірного спрацювання колодок на кожному колесі, обладнаному за такою схемою. Обидві колодки активні.

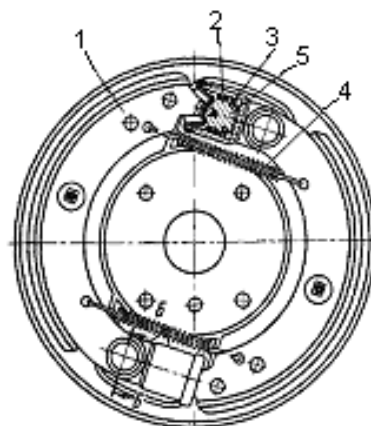


Рис. 8.5. Гальмівний механізм переднього колеса автомобіля ГАЗ-24:

1 – колодка; 2 – колісний гальмівний циліндр; 3 – упорне кільце; 4 – поршень;
5 – стяжна пружина.

Коефіцієнт гальмівної ефективності такого механізму більший за одиницю, тобто гальмівний момент більший за приводний. При русі назад ефективність гальмівного механізму знижується приблизно у 2 рази. Механізм є зрівноваженим.

Таку конструкцію можна зустріти на передніх колесах автомобілів ГАЗ-24, ГАЗ-66.

Головний гальмівний циліндр (рис. 8.6) приводиться в дію від гальмівної педалі, встановленої на кронштейні кузова. Корпус головного циліндра виконано як одне ціле з резервуаром для гальмівної рідини. Всередині циліндра є алюмінієвий поршень 10 з ущільнювальним гумовим кільцем. Поршень може переміщуватися під дією штовхача 1, шарнірно з'єднаного з педалью. Днище поршня впирається через сталеву шайбу в ущільнювальну манжету 9, що притискається пружиною 8. Ця сама пружина притискає до гнізда впускний клапан 7, усередині якого розміщено нагнітальний клапан 6.

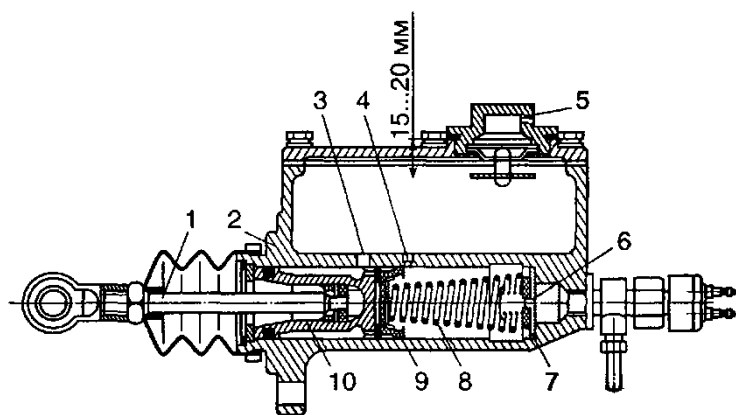


Рис. 8.6. Головний гальмівний циліндр:

1 – штовхач; 2 – корпус; 3 – перепускний отвір; 4 – компенсаційний отвір; 5 – пробка; 6, 7 – відповідно нагнітальний і впускний клапани; 8 – пружина; 9 – манжета; 10 – поршень.

Внутрішня порожнина циліндра сполучається з резервуаром компенсаційним 4 та перепускним 3 отворами. В кришці резервуару зроблено нарізний отвір для заливання рідини, який закривається пробкою 5. Після натискання на гальмівну педаль поршень із манжетою під дією штовхача переміщується й закриває отвір 4, внаслідок чого тиск рідини в циліндрі збільшується, відкривається нагнітальний клапан 6 і рідина надходить до гальмівних механізмів. Якщо відпустити педаль, то тиск рідини в приводі знизиться й вона перетече назад у циліндр. При цьому надлишок рідини крізь компенсаційний отвір 4 повернеться в резервуар. Водночас пружина 8, діючи на клапан 7, підтримуватиме в системі привода невеликий надлишковий тиск після повного відпускання педалі.

У разі різкого відпускання педалі поршень 10 відходить у крайнє положення швидше, ніж переміщується манжета 9, і рідина починає заповнювати порожнину циліндра, що звільняється. Водночас у порожнині виникає розрідження, для усунення якого в днищі поршня, зроблено отвори, що сполучають робочу порожнину циліндра з внутрішньою порожниною поршня. Крізь них рідина перетікає в зону розрідження, завдяки чому й усувається небажане підсмоктування повітря в циліндр. При дальшому переміщенні манжети рідина витісняється у внутрішню порожнину поршня й далі через перепускний отвір 3 у резервуар.

Колісний гальмівний циліндр гальмівного механізму заднього колеса складається з чавунного корпусу, всередині якого вміщено два алюмінієвих поршні з ущільнювальними гумовими манжетами. В торцьову поверхню поршнів для зменшення спрацьовування вставлено сталеві сухарі. Циліндр з обох боків закрито захисними гумовими чохлами. Рідина надходить у порожнину циліндра крізь отвір, в який вкручено приєднувальний штуцер. Для випускання повітря з порожнини циліндра використовується клапан прокачування, закритий із зовні гумовим ковпачком. У циліндрі є пристрій для регулювання зазора між колодками та барабаном – пружинне упорне кільце, вставлене з натягом у корпус циліндра.

Під час гальмування всередині циліндра створюється тиск рідини, під дією якого поршень переміщується й відтискає гальмівну колодку. В міру спрацьовування фрикційної накладки хід поршня під час гальмування збільшується й настає момент, коли він своїм буртиком пересуває упорне кільце, долаючи зусилля його посадки. При зворотному переміщенні колодки під дією стяжної пружини упорне кільце залишається в новому положенні, оскільки зусилля стяжної пружини недостатнє, щоб зсунути його назад. Таким чином досягається компенсація спрацьовування накладок і автоматично встановлюється мінімальний зазор між колодками та барабаном.

Колісний циліндр гальмівного механізму переднього колеса діє лише на одну колодку, тому відрізняється від колісного циліндра заднього колеса зовнішніми розмірами та кількістю поршнів: у циліндрі заднього колеса розміщено два поршні, в циліндрі переднього – один. Конструкції решти деталей циліндрів гальмівних механізмів переднього й заднього коліс, за винятком корпусу, однакові.

Гідровакуумний підсилювач гальм. Робота гідровакуумного підсилювача ґрунтується на використанні енергії розрідження у впускному трубопроводі двигуна, завдяки чому створюється додатковий тиск рідини в системі гідропривода гальм. Це дає змогу при порівняно невеликих зусиллях на гальмівній педалі дістати значні зусилля в гальмівних механізмах коліс, обладнаних такою системою привода. Гідровакуумні підсилювачі застосовують на легкових автомобілях, а також на вантажних марки ГАЗ.

Основними частинами гідровакуумного підсилювача (рис. 8.7) є циліндр 11 із клапаном керування та камера 15. Гідропідсилювач сполучається відповідними трубопроводами з головним гальмівним циліндром 13, впускним трубопроводом 14 двигуна й роздільником 12 гальм. Камера 15 складається зі штампованого корпусу та кришки. Між ними затиснуто діафрагму 16, яка жорстко з'єднується з штоком 10 поршня 9 і відтискається конічною пружиною 1 у вихідне положення після розгальмування. У поршні 9 є запірний кульковий клапан. Зверху на корпусі циліндра розміщено корпус 6 клапана керування 7. Поршень 8 жорстко з'єднано з клапаном 7, який закріплено на діафрагмі 2. Всередині корпусу 6 розміщено вакуумний клапан 3 і зв'язаний із ним за допомогою штока атмосферний клапан 4. Порожнини I і II клапана сполучаються з відповідними порожнинами III і IV камери, яка через запірний клапан сполучається із впускним трубопроводом двигуна.

На легкових автомобілях, гальмівний привод яких виконаний за двоконтурною схемою, застосовують головні гальмівні циліндри тандемного

типу (в одному корпусі об'єднано 2 циліндри). Прикладом такого гальмівного циліндра є головний гальмівний циліндр автомобіля ВАЗ-2108 (рис. 8.8).

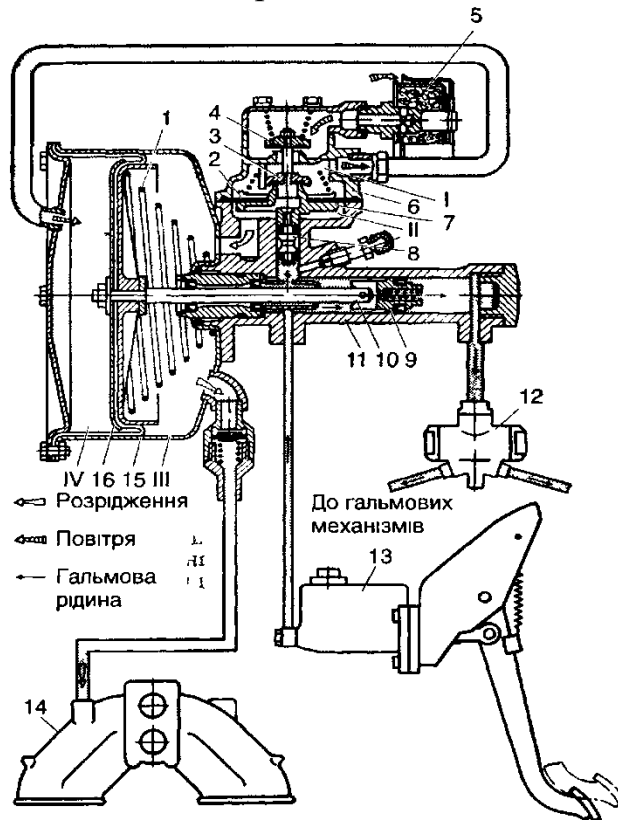


Рис. 8.7. Гідровакуумний підсилювач гальм:

1 – конічна пружина; 2 – діафрагма; 3, 4 – відповідно вакуумний і атмосферний клапани; 5 – фільтр; 6 – корпус; 7 – клапан; 8, 9 – поршні; 10 – шток; 11 – циліндр; 12 – роздільник; 13 – головний гальмівний циліндр; 14 – впускний трубопровід; 15 – камера; 16 – діафрагма

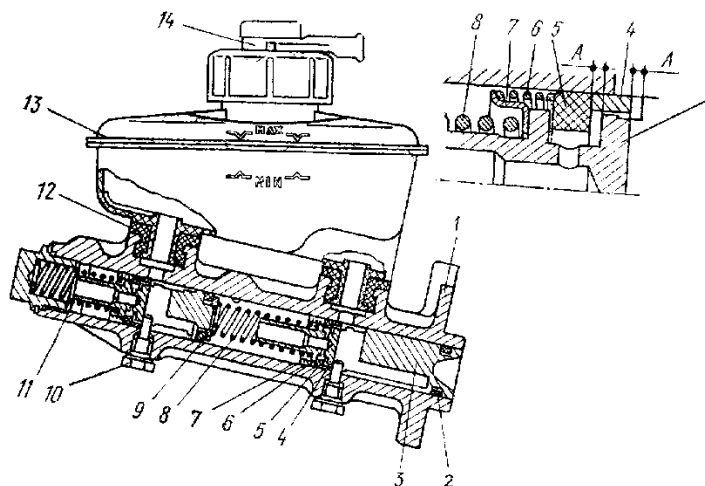


Рис. 8.8. Головний гальмівний циліндр в зборі з бачком автомобіля ВАЗ-2108:

1 – корпус, 2 – ущільнювальне кільце низького тиску, 3 – поршень привода “ліве переднє – праве заднє гальмо”, 4 – розпірно втулка, 5 – ущільнювальне кільце високого тиску, 6 – притискна пружина ущільнювального кільця, 7 – тарілка пружини, 8 – зворотня пружина поршня, 9 – шайба, 10 – стопорний гвинт, 11 – поршень привода “праве переднє – ліве заднє гальмо”, 12 – з’єднувальна втулка, 13 – бачок, 14 – датчик аварійного рівня палива

Регулятор тиску (рис. 8.9) регулює тиск в приводі гальмівних механізмів задніх коліс в залежності від навантаження на задню вісь автомобіля. Зі збільшенням навантаження він забезпечує проходження рідини до колісних циліндрів задніх гальм, внаслідок чого підвищується тиск в їх контурі і зростає ефективність роботи задніх гальмівних механізмів. Із зменшенням навантаження регулятор зменшує подачу рідини до гальмівних механізмів до повного перекриття її подачі. Внаслідок цього зменшується тиск в приводі задніх гальм і ймовірність блокування задніх коліс. Цим самим попереджається “юз” задніх коліс і занос автомобіля.

Корпус 11 закріплений на кузові, а важіль 7, що діє на шток поршня 3, з'єднаний із заднім мостом. Між поршнем і втулкою є кільцевий зазор. До втулки притиснутий пружиною 9 ущільнювач 7. Іншим кінцем пружина упирається в гумове кільце. Зверху корпус закритий пробкою 4. До порожнини А через штуцер 2 підключений трубопровід від головного гальмівного циліндра. Порожнина Б штуцером 6 і трубопроводами з'єднана з робочими циліндрами коліс. При натисканні на педаль 13 рідина з головного гальмівного циліндра надходить у порожнину А і через отвори у фланці поршня і зазор між голівкою поршня і втулкою – у порожнину Б, а потім подається до робочих циліндрів задніх коліс. Зростаючий тиск діє на поршень регулятора з двох сторін неоднаково: під впливом різниці сил поршень намагається переміститися вниз. При притисненні голівки поршня до ущільнювача 7 порожнини А і Б роз'єднуються, і з цього моменту співвідношення тисків у цих порожнинах визначається співвідношенням активних площ двох сторін голівки поршня.

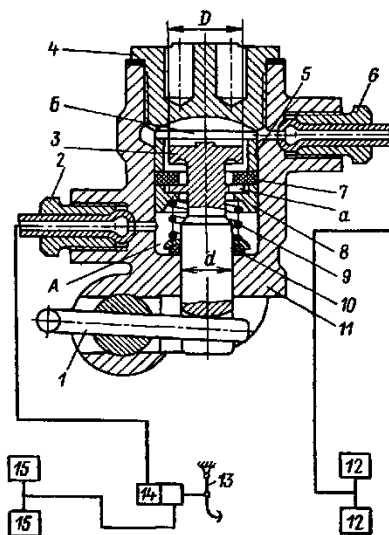


Рис. 8.9. Регулятор гальмівних сил ВАЗ-2101:

1 – важіль; 2 – штуцери; 3 – поршень; 4 – пробка; 5 – втулка; 7 – ущільнювач; 8 – упорне кільце; 9 – пружина; 10 – сальник; 11 – корпус; 12 і 15 – колісні циліндри; 13 – педаль; 14 – головний циліндр.

Чим менше вертикальне навантаження на задній міст, тим менша сила, сприйнята штоком від важеля 1, і тим менший тиск при якому роз'єднуються порожнини А і Б регулятора. Внаслідок цього приводні гальмівні сили колісних

циліндрів задніх коліс зменшуються в порівнянні з приводними силами передніх гальмівних механізмів – знижується ймовірність блокування задніх коліс, а отже, підвищується стійкість автомобіля при гальмуванні.

Антиблокувальна система АБС

Призначення АБС – забезпечення оптимальної гальмівної ефективності (мінімального гальмівного шляху) при збереженні стійкості і керованості автомобіля. Система значно підвищує безпеку при русі автомобіля, тому що при гальмуванні перешкоджає блокуванню коліс.

Принципова схема клапанної антиблокувальної системи представлена на рис. 8.10. Вона включає в себе стандартні елементи звичайної гальмівної системи: головний гальмівний циліндр 1, робочі гальмівні циліндри 2 і з'єднувальні гідропроводи 10. Але неодмінним і найважливішим елементом АБС є електронний блок керування (ЕБК), до якого надходить інформація від електромагнітних датчиків частоти обертання всіх коліс 3. Вони монтуються поблизу деталей маточин коліс, що обертаються, з певним зазором навпроти зубчастого вінця і зчитують електронні імпульси від кожного зубця (до 12 в секунду).

ЕБК обробляє за частки секунди отримані сигнали і видає керуючий сигнал на блок модулятора тиску 6, тобто на клапани, що регулюють величину тиску в приводі гальмівного механізму. Тиск в робочих гальмівних циліндрах при різкому зменшенні швидкості обертання «загальмованих коліс» зменшується, а при збільшенні швидкості обертання – збільшується. Така дія АБС відчувається на натиснутій педалі гальма як імпульсні поштовхи у вигляді «зворотного удару» на педаль, і супроводжується звуком роботи антиблокувальної системи, схожим на звук тріскачки.

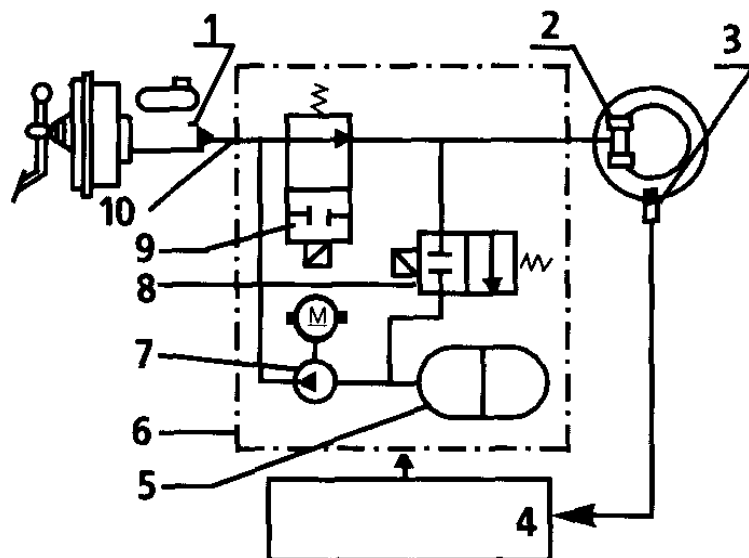


Рис.8.10. Принципова схема АБС клапанного типу:

- 1 – головний гальмівний циліндр, 2 – колісний гальмівний циліндр; 3 – датчик швидкості колеса, 4 – електронний блок керування; 5 – акумулятор тиску; 6 – модулятор тиску; 7 – насос високого тиску, 8 – нормально закритий клапан; 9 – нормально відкритий клапан, 10 – гідропровід

При сильнішому натисканні на педаль гальма такі поштовхи на педалі будуть найчастішими, а ефективність гальмування зростає.

У блок модулятора тиску входить нормально відкритий клапан 9, встановлений у гідросистему гальм між головним гальмівним циліндром і робочим колесом для підводу гальмівної рідини, а за ним - звичайно закритий клапан 8. Він призначений для відводу гальмівної рідини в акумулятор тиску 5 або бачок головного гальмівного циліндра 1 для зниження тиску у робочому циліндрі гальма колеса, не доводячи його до блокування. Повернення гальмівної рідини здійснюється або насосом високого тиску 7, або головним гальмівним циліндром.

Коли при гальмуванні швидкість одного з коліс різко знижується, що свідчить про початок блокування, ЕБК видає команду на закриття відкритого клапана 9 і на відкриття закритого клапана 8. У результаті тиск гальмівної рідини в робочому циліндрі 2 даного колеса знижується.

Але тільки-но швидкість обертання колеса знову збільшується, ЕБК видає команду на закриття клапана 8, через який гальмівна рідина відводилася в акумулятор тиску, і на відкриття клапана 9, який підводить тиск рідини до робочого циліндра гальма.

Таким чином, відбувається індивідуальне керування гальмуванням кожного колеса автомобіля, причому більш ефективне, ніж це може зробити водій.

3. Завдання до практичної роботи

1. Користуючись плакатами та наявною літературою з'ясувати розміщення агрегатів гідравлічної системи на автомобілі.

2. Користуючись стендом, окремими механізмами і плакатами, вивчити будову та роботу гальмівних механізмів, головного гальмівного циліндра, колісних гальмівних циліндрів.

3. Вивчити будову та роботу гідровакуумного підсилювача гальм автомобіля ГАЗ-3307. Звернути увагу на те, як забезпечується слідкуюча дія підсилювача, яке призначення зворотного клапана.

4. Користуючись плакатами і наявною літературою ознайомитися з конструктивними особливостями гальмівної системи автомобілів ГАЗ-24, ГАЗ-3102 і ВАЗ-2108. Звернути увагу на призначення, будову та роботу роздільника привода гальм автомобіля ГАЗ-24 та регулятора гальмівних сил. Ознайомитися з двоконтурним приводом гальм ВАЗ-2108.

5. Вивчити загальну будову та принцип роботи анти блокувальної системи.

4. Завдання до звіту

1. Виконати схему гальмівної системи з гідравлічним приводом автомобіля ВАЗ-2108.

2. Виконати схему антиблокувальної системи клапанного типу та коротко описати її роботу.

5. Питання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте загальну будову гальмівної системи автомобіля ГАЗ–3307 і розміщення основних агрегатів.
2. Опишіть будову і роботу головного гальмівного циліндра.
3. Опишіть будову і роботу гідровакуумного підсилювача гальмівної системи автомобіля ГАЗ–3307.
4. Які конструктивні особливості гальмівної системи автомобілів ЗАЗ–1102, ВАЗ–2108?
5. Опишіть призначення, загальну будову та принцип роботи антиблокувальної системи.

Література

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов – Київ : Вища школа, 1991. – 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
3. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. – Київ, Моноліт, 2019. – 288 с.
4. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів.– Київ : Арістей, 2006. – 280 с.

Список використаних джерел

1. Боровських Ю. І. Будова автомобілів / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов – Київ : Вища школа, 1991. – 304 с.
2. Кисликов В. О. Будова й експлуатація автомобілів / В. О. Кисликов, В. В. Лущик – Київ : Либідь, 2018. – 400 с.
3. Омелічев А.В. Підручник з будови автомобіля. – Київ, Моноліт, 2019. – 288 с.
4. Сажко В. А. Електрообладнання автомобілів і тракторів. – Київ : Каравела, 2009. – 400 с.
5. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів.– Київ : Арістей, 2006. – 280 с.
6. Скварок Ю.Ю., Нижник Р.Р. Лабораторний практикум з будови автомобілів. Частина 1. Механізми та системи двигуна. Електрообладнання. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2010. – 104 с.
7. Скварок Ю.Ю., Нижник Р.Р., Хула В.Д. Лабораторний практикум з будови автомобілів. Частина II. Трансмісія. Ходова частина. Механізми керування. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2010. – 107 с.
8. Скварок Ю. Ю. Паливна апаратура двигунів. Курс лекцій / Ю. Ю. Скварок – Дрогобич: ШВИДКО ДРУК, 2008. – 112 с.