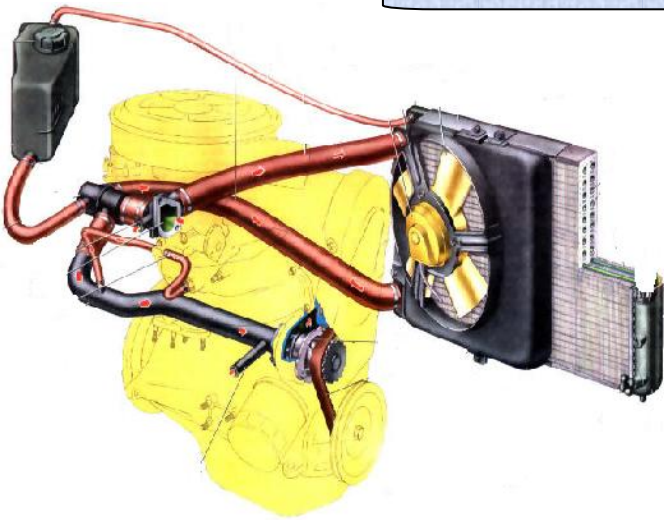


Міністерство освіти і науки, молоді та спорту
України
Управління освіти і науки Рівненської обласної
державної адміністрації
Рівненський професійний ліцей

Система охолодження двигуна

Підготував викладач Маркушин О.Г.

СИСТЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА (1-2 розряд)



розподіл
теплоти.
тепловий
баланс

загальне та
по елементне
призначення

ОСНОВНІ
ПИТАННЯ ТЕМИ:
СИСТЕМА
ОХОЛОДЖЕННЯ

види і
типи

Будова та
розміщення
приладів

Читай
декілька
разів те
що
винесено у
рамках!
Форма
рамки
відповідає
змісту
питання.

1. Розподіл тепла тепловий баланс у двигуні внутрішнього згорання

Розподіл тепла, яке виділяється при згоранні горючої суміші в циліндрах двигуна видно з рівняння теплового балансу, яке може бути орієнтовно закладене на основі теоретичних підрахунків або визначено шляхом лабораторного дослідження. Рівняння теплового балансу має вигляд:

$$Q_T = Q_e + Q_{ox} + Q_g + Q_{nc} + Q_{oc}, \text{ де}$$

Q_e – теплота, еквівалентна ефективній роботі двигуна, Дж/год; Q_T – теплота, яка виділяється паливом за одну годину при його згоранні в циліндрі двигуна, Дж/год; Q_{ox} – теплота, що виводиться системою охолодження, Дж/год; Q_g – теплота, що виводиться з відпрацьованими газами, Дж/год; Q_{nc} – теплові втрати, обумовлені неповним згоранням палива в циліндрах двигуна, Дж/год; Q_{oc} – залишковий член рівняння теплового балансу, включаючи всі інші теплові втрати, що не ввійшли в величини Q_{ox} , Q_g , Q_{nc} , Дж/год.

Розподіл тепла в різних двигунах неоднаковий. Воно залежить від конструктивних факторів, таких як тип двигуна, ступінь стискання, діаметр і хід поршня, а також експлуатаційних показників (частота руху колінчастого валу і навантаження двигуна).

Розподіл тепла, що утворився внаслідок згорання палива на корисну роботу та загальні втрати тепла називається **тепловим балансом двигуна** і має такі приблизні данні

- корисна робота – 25-35%;
- тертя і привід механізмів – 10-15%;
- з відпрацьованими газами – 40-25%;
- з охолоджуваною рідиною – 25%.

залишається
на корисну
роботу
25%-35%

втрачається
на тертя та
привід
25%-30%
механізмів

відходить з від-
працьованими
газами 25%-40%

відходить з
охолоджуючою
рідиною 25%

теплота 100%

Більш точний розподіл тепла знаходиться в межах показаних у таблиці:

Розподіл тепла в тепловому балансі двигуна

Показники	Карбюраторні двигуни	Дизельні двигуни
Теплота Q_e , еквівалентна ефективній роботі двигуна, %	24 – 28	32 – 40
Теплота $Q_{ох}$, що виводиться системою охолодження, %	25 – 35	20 – 30
Теплота Q_g , що виводиться з відпрацьованими газами, %	35 – 40	25 – 35
Теплові втрати $Q_{нс}$ і $Q_{ос}$, %	7 – 12	10 – 15

2. Призначення системи охолодження двигуна

Примусове відведення тепла від необхідне тому, що при високих температурах газів в циліндрах двигуна (під час процесу горіння 1800–2400 °С, середня температура газів за робочий цикл при **повному** навантаженні 600–1000 °С) природна віддача тепла в навколишнє середовище є недостатньою.

Двигуну автомобіля як і людині для правильної роботи необхідно підтримувати оптимальну температуру при якій проходить найменший знос деталей, найменша витрата палива і найбільший коефіцієнт корисної дії двигуна. Крім того система охолодження сучасного двигуна повинна не тільки забезпечити швидке виникнення завданої температури, а і утримання завданого параметру не залежно від режимів роботи та навантаження на двигун.

Система охолодження призначена для підтримки найвигіднішої температури двигуна (80-95 °С)

Оптимальна температура сучасного двигуна коливається в межах:

- бензинові двигуни 80-90°C
- дизельні двигуни 85-95 °C
- двигуни з повітряним охолодженням 120-130°C

Порушення правильного відведення тепла викликає погіршення змазування поверхонь, що труться, вигорання масла і перегрів деталей двигуна. Останнє приводить до різкого падіння міцності матеріалу деталей і навіть їх обгорання (наприклад, випускних клапанів). При сильному перегріві двигуна нормальні просвіти між його деталями порушуються, що звичайно приводить до підвищеного зносу, заїдання і навіть поломки. Перегрів двигуна шкідливий і тому, що викликає зменшення коефіцієнта наповнення циліндрів горючою сумішшю в бензинових двигунах, крім того, – детонаційне згорання і самозаймання робочої суміші.

Надмірне охолодження двигуна також небажано, оскільки воно спричиняє за собою конденсацію частинок палива на стінках циліндрів, погіршення сумішоутворення і займистості робочої суміші, зменшення швидкості її згорання і, як наслідок, зменшення потужності і економічності двигуна.

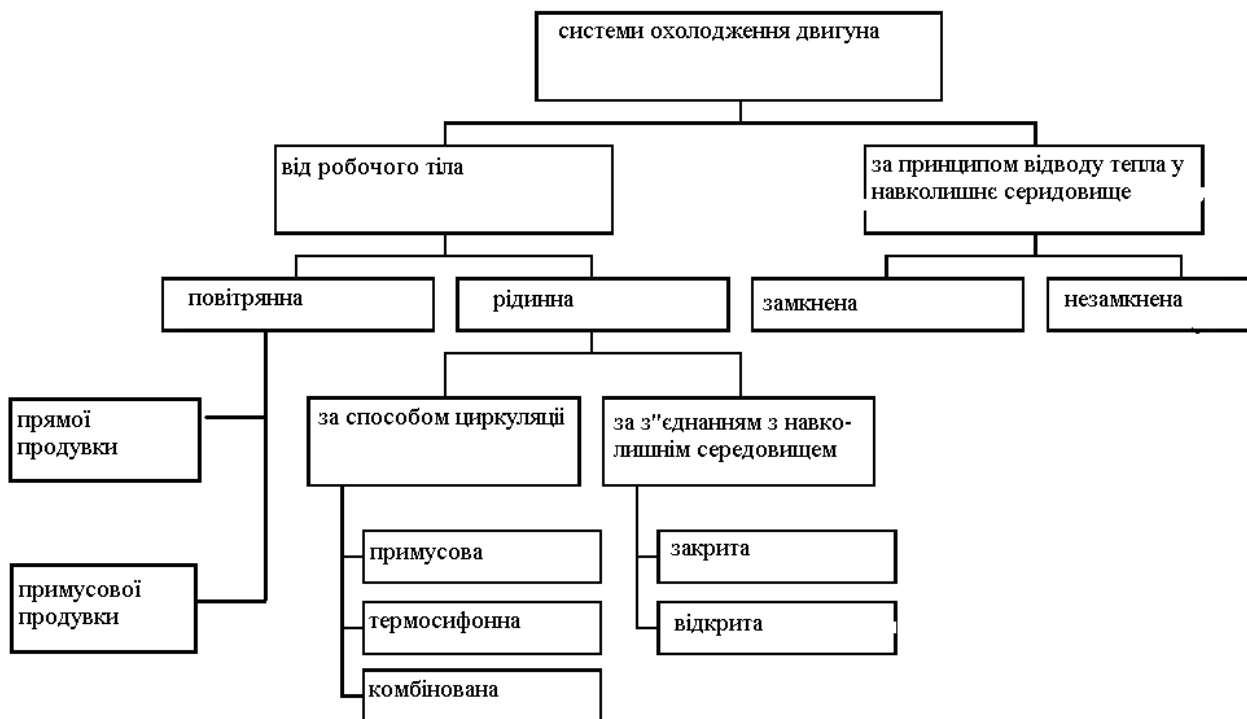
3. Класифікація системи охолодження двигуна

Для безперервного відведення частини тепла, що виділяється в циліндрах під час згоряння палива, та підтримання оптимального теплового режиму двигуни мають спеціальні пристрої, механізми і прилади, які в сумі й складають систему охолодження.

Систему охолодження, в якій її тепло від нагрітих частин двигуна спочатку передається рідині, яка їх омиває, а потім спеціальними пристроями відводиться від неї в оточуюче середовище, називають *рідинною* а систему, в якій тепло від нагрітих частин двигуна відводиться безпосередньо в оточуюче середовище — *повітряною*.

Розрізняють два види систем охолодження:
1) рідинна
2) повітряна

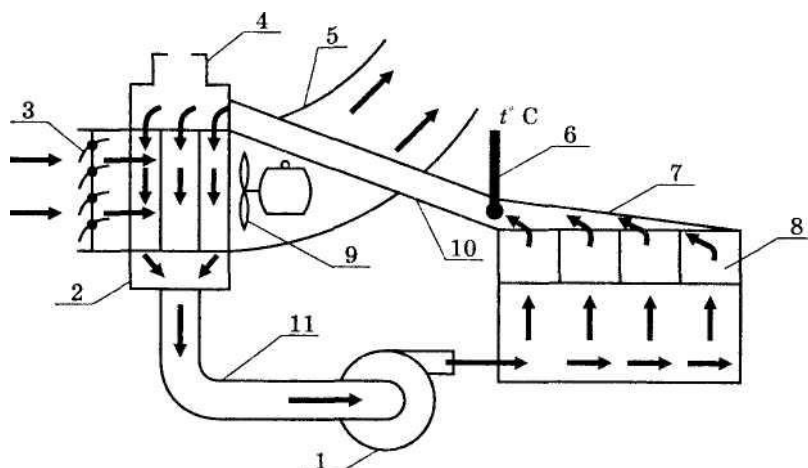
схема повної класифікації систем охолодження які використовують на двигунах внутрішнього згоряння різного призначення



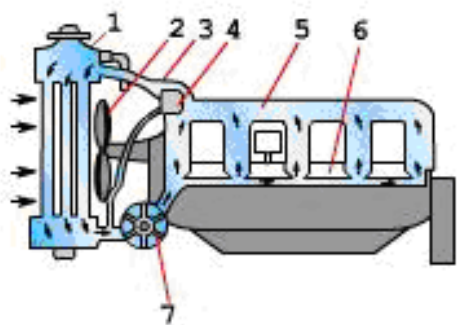
Рідинні системи охолодження транспортних двигунів бувають:

Відкриті – робочий елемент рідина безпосередньо сполучається з навколишньою атмосферою за допомогою паровідвідної трубки. (мал 1)

Мал.1 Відкрита рідинна система охолодження



- 1 - рідинний насос; 2 - радіатор; 3 - жалюзі;
- 4- заправна горловина з пробкою і отвором в ній для сполучення верхнього бачка радіатора з атмосферою; 5 - кожух відводу повітря від радіатора; 6 - термометр для вимірювання температури гарячої води на виході з двигуна; 7 - колектор відводу гарячої води від головок циліндрів; 8 - сорочка охолодження блока і головок циліндрів; 9 - вентилятор, 10 - патрубок від воду рідини від радіатора



Закриті – (Мал 2.) роз'єднані від навколишнього середовища встановленим в пробці радіатора пароповітряним клапаном або з'єднана трубою з розширювальним бачком. Температура закипання рідини у такій системі підвищується і становить 112-118 °С. Це дозволяє зменшити об'єм охолоджуючої рідини, знизити загальну масу двигуна при збереженні необхідної інтенсивності охолодження, крім того, зменшуються втрати на випаровування.

Мал.2 Закрита рідинна система охолодження

1 – радіатор з кришкою; 2 – вентилятор; 3 – патрубок; 4 – термостат; 5 – сорочка охолодження; 6 – розподільча труба; 7 – рідинний насос (помпа)

Термосифонні - циркуляція рідини в системі здійснюється завдяки тому, що гаряча вода легша від холодної і піднімається вгору, а замість неї з радіатора надходить охолоджена. Через ряд істотних недоліків (для нормального охолодження потрібно великий запас води, що значно збільшує вагу двигуна, неоднакове охолодження циліндрів по висоті тощо) термосифонну систему на автомобільних двигунах не застосовують.

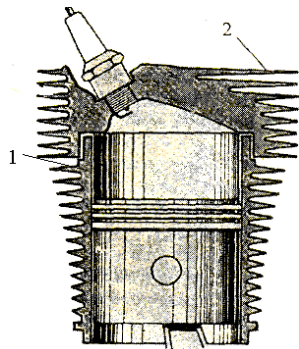
Існують три типи рідинних систем:

- відкрита
- закрита
- термосифонна

Повітряні системи охолодження транспортних двигунів

бувають:

Прямої продувки – теплота від ребер охолодження циліндрів відводиться у навколишнє середовище природним шляхом Мал.3 (надув повітря проходить тільки при русі транспорту).

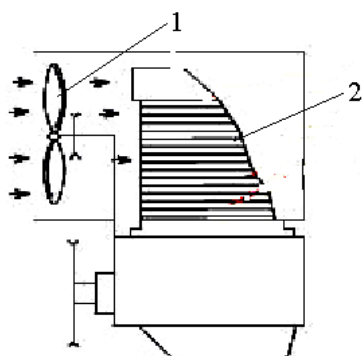


Мал.3 Повітряна система охолодження прямої продувки

1 – циліндр; 2 – ребра охолодження;

Примусової продувки – потік повітря якій відводить теплоту створюється вентилятором (незалежно від того рухається транспорт чи ні).

Мал 4



Мал.4 Повітряна система охолодження примусової продувки

1 – повітряна турбіна; 2 – ребра охолодження

Повітряні системи зустрічаються двох типів:

- прямої продувки
- примусової продувки

Переваги повітряної системи охолодження:

- такі двигуни легші за двигуни з рідинним охолодженням;
- простіші в обслуговуванні через відсутність рідини;
- менш чутливі до коливань температури, особливо в холодних регіонах.

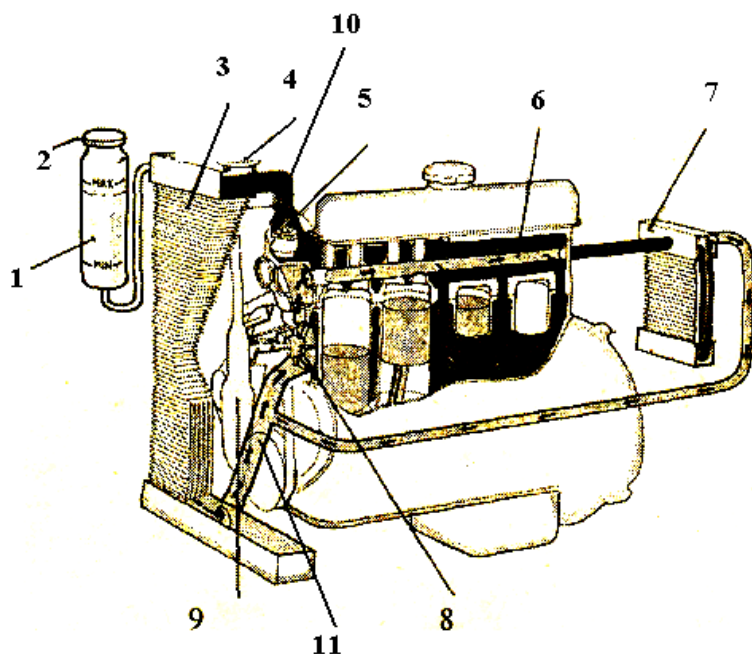
Недоліки повітряного охолодження:

- нерівномірність охолодження циліндрів багатоциліндрового двигуна по колу, що змушує виготовляти їх окремо і потім збирати в блок;
- велика напруженість, що призводить до погіршення вагового наповнення циліндрів, що веде до зниження потужності та економічності двигуна, прискореного його зносу;
- підвищений шум при роботі;
- витрата потужності на привод повітряної турбіни більша, ніж на привід вентилятора

4. Загальна будова рідинної системи живлення

Рідинні системи охолодження автотракторних двигунів мають замкнену систему охолодження, тобто постійна кількість рідини циркулює в системі. У проточній системі охолодження нагріта рідина після проходження через неї викидається в навколишнє середовище, а нова забирається для подачі в двигун. Застосування таких систем обмежується судновими і стаціонарними двигунами.

Типова будова автомобільної, рідинної, замкненої системи охолодження примусової циркуляції, закритого типу показана на Мал.5



Мал 5. Рідинна система охолодження:

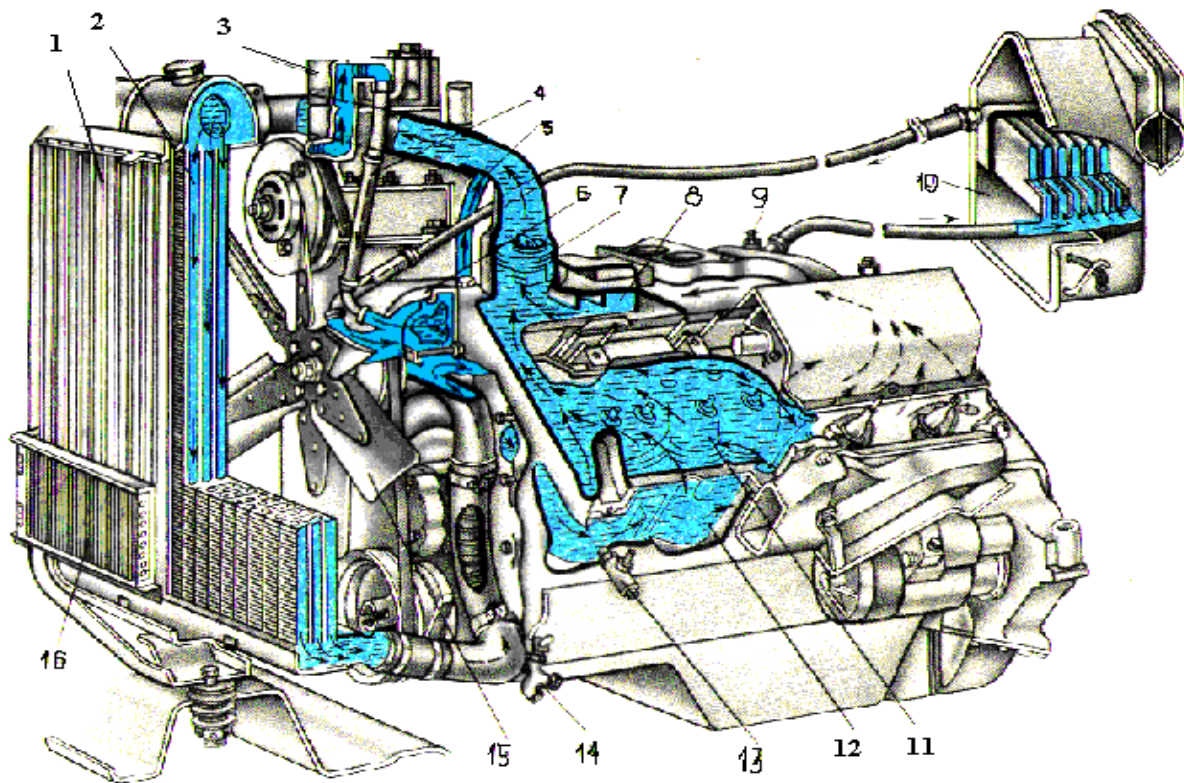
1 - розширюючий бачок; 2 — кришка розширюючого бачка; 3 - радіатор; 4 - пробка радіатора; 5 - термостат; 6 — магістральний трубопровід; 7 —опалювач кабіни; 8 - рідинний насос; 9 – вентилятор; 10 – верхній патрубок; 11 - нижній патрубок

Загальна будова системи охолодження двигуна:

- 1.радіатор
- 2.кришка радіатора
- 3.рідинний насос
- 4.сорочка охолодження
- 5.термостат
- 6.вентилятор
- 7.дачик температури
- 8.робоча рідина

До найбільш відповідальних частин рідинної системи охолодження належать: Радіатор, кришка радіатора, патрубки, рідинний насос, сорочка охолодження, термостат, вентилятор, привод вентилятора та насоса, робоча рідина.

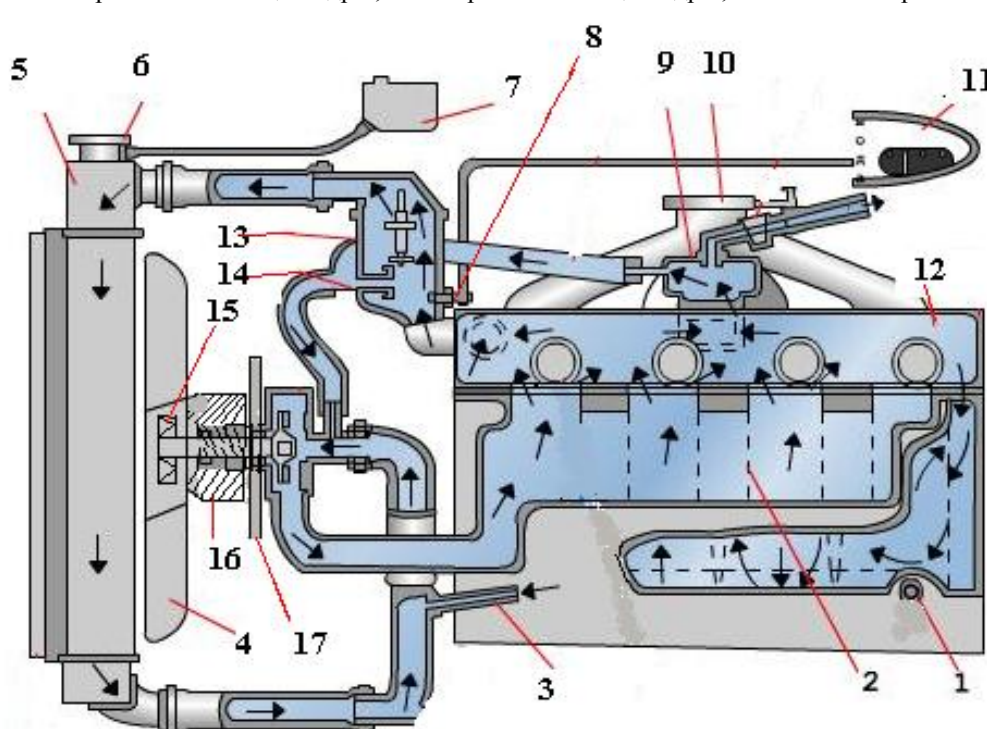
До спеціальних та додаткових приладів відносять: розширюючий бачок, опалювач кабіни, термо та гідромуфти вентилятора, передпусковий підігрівач, датчик температури, зливні та



перемикаючі крани, жалюзі радіатора, трубопроводи та шланги.

Мал.6 Система охолодження автомобіля ЗІЛ-130

1 – жалюзі; 2 – радіатор; 3 – компресор; 4 – відвідний трубопровід; 5 – підвідний трубопровід; 6 – рідинний насос; 7 – термостат; 8 – сорочка впускного газопроводу; 9 – кран опалювача кабіни; 10 – опалювач кабіни; 11 – сорочка головки циліндрів; 12 – сорочка блока циліндрів; 13 – зливний кран блока циліндрів; 14 –

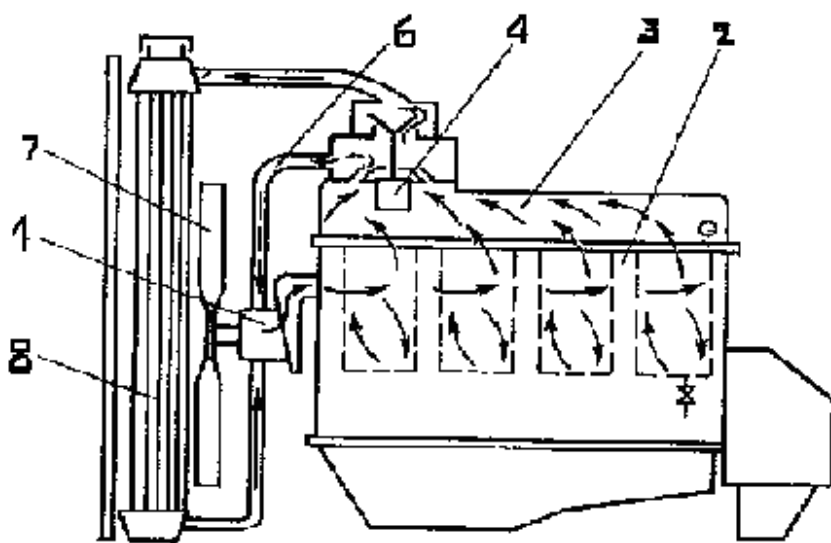


зливний кран радіатора; 15 – вентилятор; 16 – радіатор системи мащення.

Мал. 7 Типова система охолодження легкового автомобіля.

1 – зливна пробка; 2 – сорочка блока циліндрів; 3 – відвідний шланг опалювача кабіни; 4 – вентилятор; 5 – радіатор; 6 – кришка радіатора; 7 – розширюючий бачок; 8 – датчик температури; 9 – камера підігріву впускного газопроводу; 10 – впускний газопровід; 11 – показчик температури; 12 – сорочка головки блока; 13 – термостат; 14 – шланг зворотної подачі рідини; 15 – термомуфта вентилятора; 16 – електродвигун приводу вентилятора; 17 – шків приводу насоса.

5. Принцип роботи рідинної системи охолодження



Сорочка охолодження блоку циліндрів 2 і головки блоку 3, радіатор 8 і патрубки через заливну горловину заповнені охолоджуючою рідиною. Рідина омиває стінки циліндрів і камер згорання працюючого двигуна і, нагріваючись, охолоджує їх. Відцентровий насос 1 нагнітає рідина в сорочку блоку циліндрів, з якої нагріта рідина поступає в сорочку головки блоку і потім по верхньому патрубку витісняється в радіатор. Охолоджена в радіаторі рідина по нижньому патрубку повертається до насоса. Циркуляція рідини

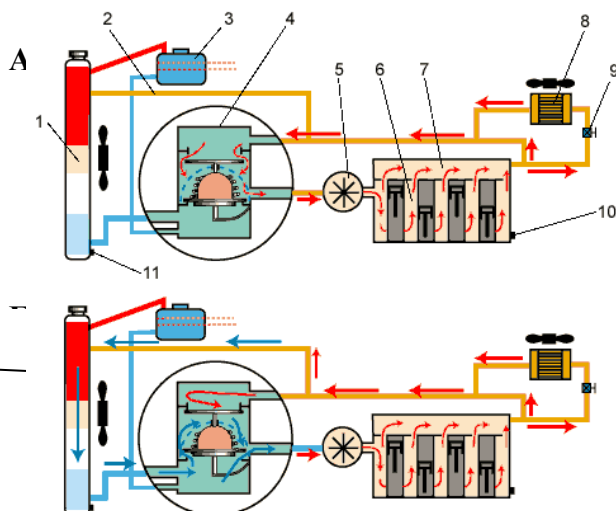
Мал. 7 Схема роботи рідинної системи охолодження

Схема роботи системи охолодження двигуна

а) мале коло циркуляції

а) велике коло циркуляції

1 - радіатор; 2 - патрубок для циркуляції охолодної рідини; 3 - розширювальний бачок; 4 - термостат; 5 - водяний насос; 6 - сорочка охолодження блоку циліндрів; 7 - сорочка охолодження головки блоку; 8 - радіатор нагрівника з електровентилятором; 9 - кран радіатора нагрівника; 10 - пробка для зливу охолодної рідини із блоку; 11 - пробка для зливу охолодної рідини з радіатора; 12 - вентилятор



залежно від теплового стану двигуна змінюється за допомогою термостата 4. При температурі охолоджуючої рідини нижче 70–75 °C

основний клапан термостата закритий. В цьому випадку рідина не поступає в радіатор 5, а циркулює по малому контуру через патрубок 6, що сприяє швидкому прогріванню двигуна до

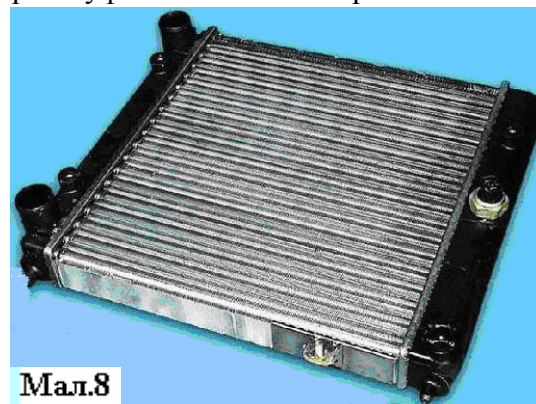
оптимального теплового режиму. При нагріванні термочутливого елемента термостата до 70–75 °C

основний клапан термостата починає відкриватися і пропускати воду в радіатор, де вона охолоджується. Повністю термостат відкривається при 80–95 °С. З цієї миті вода циркулює по радіаторному, тобто великому, контуру. Температурний режим двигуна регулюється також за допомогою поворотом жалюзі перед радіатором (якщо передбачені конструкцією), або шляхом зміни інтенсивності повітряного потоку, що створюється вентилятором 7 і що проходить через радіатор, завдяки термомуфті та автономній роботі приводного електродвигуна.

Радіатор – для збільшення площі охолодження робочої рідини

6. Призначення елементів рідинної системи охолодження

Радіатор (Мал.8) є теплорозсіючим пристроєм, призначеним для передачі тепла від охолоджуючої рідини, навколишньому повітрю. Радіатори виготовляють з латуні або алюмінію, конструктивно встановлюють з переду двигуна.



Мал.8



Мал.9

Рідинний насос (Мал.9) забезпечує циркуляцію охолоджуючої рідини в системі. Як правило, в системах охолодження встановлюють малогабаритні одноступінчаті відцентрові насоси низького тиску продуктивністю до 13 м³/ч, що створюють тиск 0.05–0.2 МПа. Такі насоси конструктивно прості, надійні і забезпечують

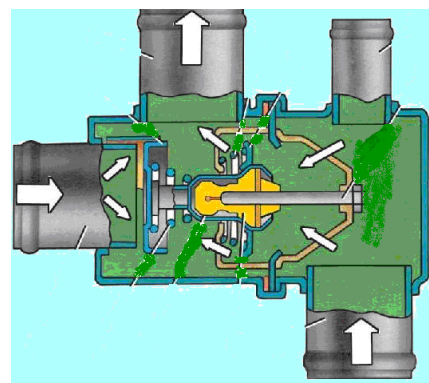
Насос (помпа) – для примусового нагнітання рідини у сорочку охолодження.

високу продуктивність. Приводиться в рух від колінчастого валу за допомогою клинопасової передачі, встановлено у блок циліндрів з боку розподільчих шестерень.

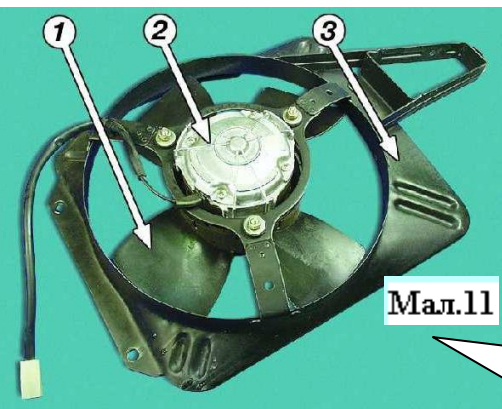
Термостат – для автоматичного регулювання температури двигуна, шляхом перекривання потоку рідини до радіатора

Термостат (Мал.10) призначений для забезпечення автоматичного регулювання температури охолоджуючої рідини під час роботи двигуна. Для швидкого прогрівання двигуна при його пуску встановлюють термостат у вихідному патрубку сорочки головки блоку циліндрів. Він підтримує бажану температуру охолоджуючої рідини шляхом зміни інтенсивності її циркуляції через радіатор.

Вентилятор (Мал.11) в рідинних системах охолодження встановлюють для створення штучного потоку повітря, що проходить через радіатор і спрямований на двигун. Вентилятор приводиться в рух клинопасовою передачею від колінчастого валу



Створює повітряний потік

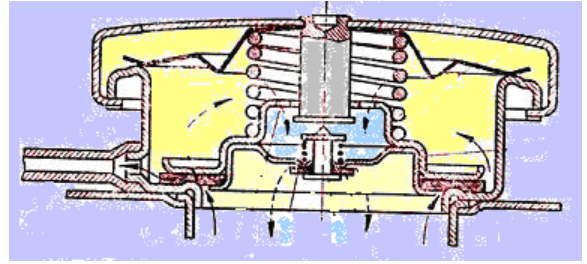


Мал.11

Закриває заливну горловину радіатора, завдяки клапану утримує заданий тиск у всій системі

Мал.13

Кришка радіатора (мал.12) закриває заливну горловину радіатора. У закритих системах охолодження в ній встановлюють пароповітряний клапан який розрахований на певний тиск при якому проходить його відкриття та перекриття. (На деяких автомобілях де передбачено розширюючий бочок, кришка як і сама заливна горловина відсутня)



Мал.12



Розширюючий бочок (Мал.13) необхідний для компенсації зміни обсягу й тиску охолодної рідини при її нагріванні й охолодженні.

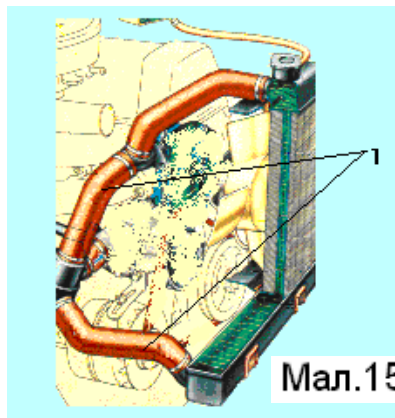
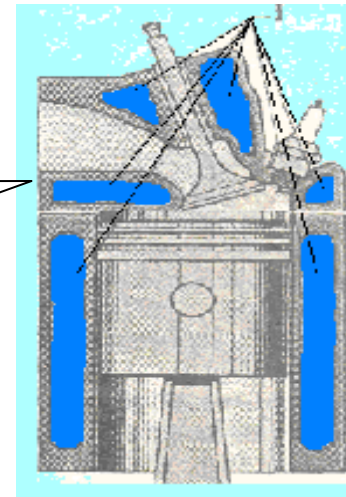
Слугує резервуаром у якому конденсуються пари

Сорочка охолодження (Мал.14) це спеціальні порожнини та канали навколо циліндрів заповнені рідиною якій передається тепло від надмірно нагрітих циліндра

Сорочка охолодження (Мал.14) це

Канали навколо циліндрів та камери згоряння

стінок



Мал.15

Патрубки та шланги (Мал.15) це армовані ниткою гумові труби які слугують герметично з'єднуючим елементом між приладами і пристроями системи охолодження. Для надійної фіксації вони затискаються металевими хомутами.

Робоча рідина (Мал.16) це рідина якою заправляється система охолодження і є зв'язуючим ланцюгом між найбільш нагрітими деталями двигуна і навколишньою атмосферою. В якості рідини для системи охолодження використовують: м'яка вода (дощова, снігова, річкова та озерна), антифриз, тосол.

З'єднуючи з'єднують гідравлічні пристрої системи охолодження

Рідина для системи охолодження двигуна:

- м'яка вода
- антифриз
- тосол



Мал.16