

ВИПУСКНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

ТЕМА:

«Аналіз особливостей роботи охолоджуючих рідин автомобільних двигунів та теоретичні дослідження їх якісних показників й строків напрацювань»

спеціальність: *274 «Автомобільний транспорт»*.

Виконав _____ /Юрій Юрійович Колеснік/

Керівник роботи _____ /А.В. Веснін/

Кривий Ріг 2024

ЗМІСТ РОБОТИ

ВСТУП	5
1. АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМИ РІДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ.....	10
1.1. Призначення та основний принцип роботи системи рідинного охолодження двигуна	10
1.2. Теорія функціонування системи охолодження двигуна	17
1.3. Аналіз основних несправностей та основні експлуатаційні питання системи рідинного охолодження силових установок автомобілів	18
2. АНАЛІЗ ГОЛОВНИХ АСПЕКТІВ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН	29
2.1. Функції охолоджуючої рідини в двигуні внутрішнього згоряння.....	29
2.2. Експлуатаційні властивості охолоджувальних рідин	37
2.3. Висновки до розділу	39
3. АНАЛІЗ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ Й СТРОКІВ НАПРАЦЮВАНЬ ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН СИЛОВИХ УСТАНОВОК АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ.....	40
3.1. Класифікація охолоджуючих рідин	40
3.2. Якісні показники на основі класифікації охолоджувальних рідин	43
3.4. Питання термінів експлуатації та змішування охолоджуючих рідин ...	50
3.5. Питання представлення та пакування.....	56
4. ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ УМОВ ПРАЦІ У ЛАБОРАТОРІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	58
4.1. Забезпечення нормативних умов освітлення лабораторій.	Ошибка!
Закладка не определена.	
4.2. Заходи щодо обмеження впливу шуму у лабораторних приміщеннях	Ошибка! Закладка не определена.

4.3. Заходи що до забезпечення опалення й вентиляції в лабораторних приміщеннях.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.4. Вимоги пожежної безпеки у лабораторіях та заходи її забезпечення.	Ошибка! Закладка не определена.
4.5. Загальні заходи з охорони праці в лабораторії експлуатаційних матеріалів	77
СИСТЕМАТИЗОВАНИ В ХОДІ ВИКОНАННЯ РОБОТИ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ ПОСИЛАННЯ ВИКОРИСТАНІ В РОБОТІ...	84

ВСТУП

Будь який інженер та звичайний автовласник знає, що основна частина тепла при роботі силової установки автотранспортної техніки, все ж таки, утворюється саме в процесі згорання палива. Тобто перетворення енергії горіння рідкого чи газоподібного пального у механічну роботу, що відтворюється у обертанні колінчастого валу. При цьому кількість теплової енергії, що віддає двигун при роботі, значна та змінюється у широких межах по мірі навантаження силової установки. У зв'язку з цим для сучасних силових установок автотранспортної техніки необхідна високоефективна система підтримання певного теплового балансу, що має назву – система охолодження.

Слід зазначити, що переважна більшість існуючих двигунів внутрішнього згорання автомобілів використовують для відведення надлишкового тепла у атмосферу рідинний радіатор охолоджувальної системи, в якому теплоносієм виступають спеціальні експлуатаційні матеріали, що здійснюють циркуляцію, сполучаючи сорочку охолодження двигуна та згаданий радіатор. З теорії двигунів внутрішнього згорання відомо, що близько третини теплової енергії, яка виділяється при згоранні палива, має бути відведена охолоджувальною рідиною, тоді як енергія, що спрямовується безпосередньо на обертання колінчастого валу двигуна, становить лише чверть цієї енергії для силових установок, що працюють на бензині та газовому пальному та третину для більш ефективних дизельних двигунів. У будь якому разі, температурні показники для якісної роботи повинні зберігатися у певних межах, так як, будь яке відхилення матиме негативні наслідки. Так навіть відносно незначне підвищення температури стінок камер згорання може призвести до втрати потужності, погіршення наповнення циліндрів паливо повітряною сумішшю, зниженню якості змащування, а також виникнення детонації, передчасного запалювання та інших неприємних явищ, які здатні перетворити працюючий двигун у грудку металобрухту. Для підтримання певного температурного балансу та

запобігання перегріву важливих деталей двигуна застосовують так зване рідинне охолодження. В якості охолоджувальних агентів використовуються спеціальні рідини, що заповнюють внутрішні порожнини двигуна, оскільки в них блок і головка циліндрів мають подвійні стінки, між якими саме й утворюється охолоджуюча сорочка. Охолоджувальна рідина забирає тепло від стінок і головки циліндрів, передаючи його навколишньому середовищу через повітря, яке подається вентилятором на охолоджуючі соти радіатора. Таким чином, рідина постійно циркулює в замкнутій системі охолодження, нагріваючись у блоці та головці циліндрів і охолоджуючись у радіаторі.

Охолоджувальні рідини це достатньо складні, з хімічної точки зору, матеріали, що повинні відповідати таким основним вимогам:

- ефективно відводити тепло від циліндрів двигуна, маючи високу теплоємність і теплопровідність;
- мати низьку температуру кристалізації (застигання);
- не утворювати відкладень у системі охолодження;
- бути нейтральними до металевих деталей і не руйнувати гумові елементи системи;
- не утворювати піну під час роботи двигуна;
- забезпечувати відповідність якісних характеристик продовж встановленого терміну експлуатації.

Саме переліку питань відносно встановлених специфічних вимог до сучасних охолоджуючих рідин й присвячена дана робота.

Актуальність теми.

Якісне розуміння особливостей експлуатації силових установок автомобілів та їх складових компонентів в сучасних умовах виконання транспортних завдань й розробка обґрунтованих рекомендацій спрямованих на дотримання ефективних показників використання автотransпортних засобів є ключовим завданням магістрів у галузі автомобільного транспорту. Тому, проведення глибокого та всебічного теоретичного аналізу особливостей роботи охолоджуючих рідин автомобільних двигунів та

встановлення їх якісних показників і визначення меж напрацювань є достатньо актуальним питанням сьогодення.

До того ж, спираючись на сформовані компетенції для магістра спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», можна дійти висновку, що саме розуміння специфіки застосування сучасних експлуатаційних матеріалів для підвищення ефективності використання автотранспортної техніки є одним з пріоритетних вмінь які має опанувати майбутній фахівець.

Мета та задачі досліджень.

Основною метою даного дослідження є певна аналітична систематизація теоретичних відомостей стосовно сучасних охолоджуючих рідин, як експлуатаційних матеріалів. В рамках даної роботи зазначене досягається шляхом всебічного аналізу значного масиву теоретичних відомостей стосовно зазначеного напрямку.

Для досягнення сформульованої мети слід встановити ряд завдань, а саме:

1. Провести узагальнення теоретичної інформації щодо особливостей конструкції та роботи системи рідинного охолодження силових установок внутрішнього згоряння;

2. Здійснити теоретичний аналіз та провести систематизацію питань стосовно головних аспектів функціонуванні та хімічного складу сучасних охолоджуючих рідин;

3. Проаналізувати існуючих якісних показники та встановити обґрунтовані строки напрацювань для охолоджуючих рідин певних якісних класів.

3. Скомпонувати перелік роз'яснень та рекомендацій щодо забезпечення розуміння специфіки необхідності застосування сучасних охолоджуючих рідин для підвищення загальної ефективності використання автотранспортної техніки

Об'єкт та предмет дослідження

Об'єктом дослідження є процес роботи охолоджуючих матеріалів у системі охолодження двигунів внутрішнього згорання під час їх експлуатації.

Предметом дослідження є охолоджуючі рідини, що можуть бути застосовані для видалення надлишкової теплової енергії від згорання пального в автомобільному ДВЗ.

Застосовані методи здійснення досліджень. В роботі застосовано, так званій комплексний метод досліджень, що ввібрав у себе аналіз літературних джерел, аналітичний морфологічний технічний аналіз зміни фізичного та хімічного стану піддослідного об'єкту продовж терміну його напрацювання.

Певна новизна отриманих в роботі результатів, полягає в обґрунтуванні необхідності здійснення періодичних теоретичних досліджень сучасних експлуатаційних матеріалів, що використовуються в авто техніці, з метою можливого підвищення її експлуатаційних показників.

Практичне значення результатів роботи можливо сформулювати таким чином:

- проведено комплекс всебічних теоретичних досліджень та встановлено, що здійснення аналізу якісних показників сучасних експлуатаційних матеріалів та їх вірне застосування, на цьому підґрунті, здатне впливати на загальне підвищення експлуатації автотранспортних засобів;

- на основі аналітичних досліджень визначені та систематизовані основні якісні показники та встановлені обґрунтовані строки напрацювань для охолоджуючих рідин певних якісних класів;

- скомпоновано перелік роз'яснень та рекомендацій щодо забезпечення розуміння специфіки необхідності застосування сучасних охолоджуючих рідин для підвищення загальної ефективності використання автотранспортної техніки.

Структура магістерської роботи.

Текст магістерської роботи викладено на восьми десяти сторінках машинописного тексту та складається із чотирьох повних розділів та містить у собі вступ, викладення актуальних питань та завдань теоретичного дослідження, та отриманих висновків та сформованих рекомендацій. Робота також включає двадцять чотири рисунки та одинадцять таблиць, що ілюструють та обґрунтовують надбані висновки. Список використаних джерел містить двадцять п'ять фахових джерел.

Такий структурований підхід дозволив чітко представити результати теоретичних досліджень та зробити їх доступними для подальшого використання у навчальному процесі, що здійснюють викладачі кафедри автомобільного транспорту.

1. АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМИ РІДИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

1.1. Призначення та основний принцип роботи системи рідинного охолодження двигуна

Система рідинного охолодження призначена для відведення надлишкового тепла від циліндрів двигуна з подальшою передачею його навколишньому середовищу. Її необхідність зумовлена тим, що під час роботи двигуна внутрішні деталі, які контактують із гарячими газами, нагріваються до високих температур. Відсутність охолодження може призвести до перегріву, що спричиняє вигорання мастильного шару між деталями, а також заклинювання рухомих елементів через їх надмірне розширення.

Особливості систем охолодження сучасних автомобілів

Системи охолодження більшості сучасних автомобілів мають схожу конструкцію та принцип роботи. Узагальнена схема функціонування представлена на рисунку 1.1. На схемі червоним кольором позначено нагріту рідину, яка забирає тепло від деталей двигуна, а синім – охолоджену рідину після проходження через радіатор.

Найпоширенішою на сьогодні є система водяного охолодження з примусовою циркуляцією. Її компоненти включають водяні сорочки головки та блоку циліндрів, радіатор, верхні та нижні сполучні патрубки зі шлангами, водяний насос (помпу) з розподільною трубою, вентилятор та термостат.

Під час роботи двигуна водяний насос, що приводиться в дію самим двигуном, забезпечує циркуляцію охолоджувальної рідини. Вона проходить через водяну сорочку, патрубки та радіатор, утворюючи замкнений цикл (див. рис. 1.2).

Принцип роботи системи охолодження

Охолоджувальна рідина через водорозподільну трубу спершу спрямовується до найбільш нагрітих зон головки та блоку циліндрів.

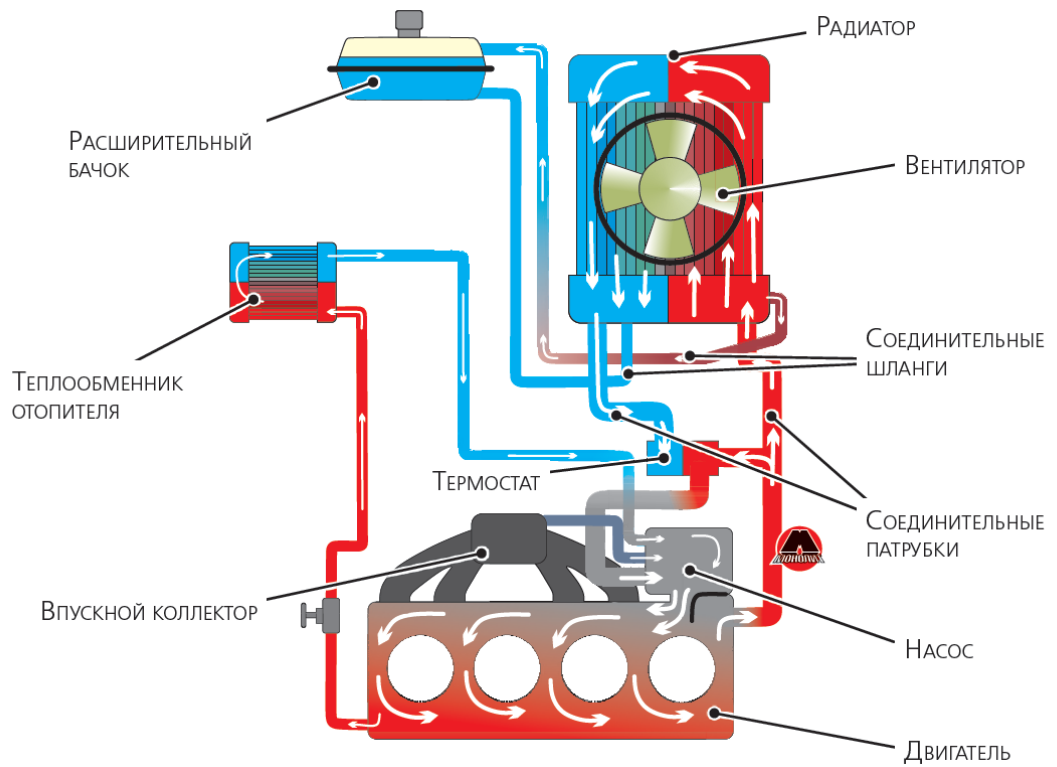


Рис. 1.1. Принципова схема системи охолодження двигуна.

Рухаючись водяною сорочкою, рідина омиває стінки циліндрів та камери згоряння, ефективно знижуючи температуру двигуна. Нагріта рідина потрапляє у радіатор через верхній патрубок.

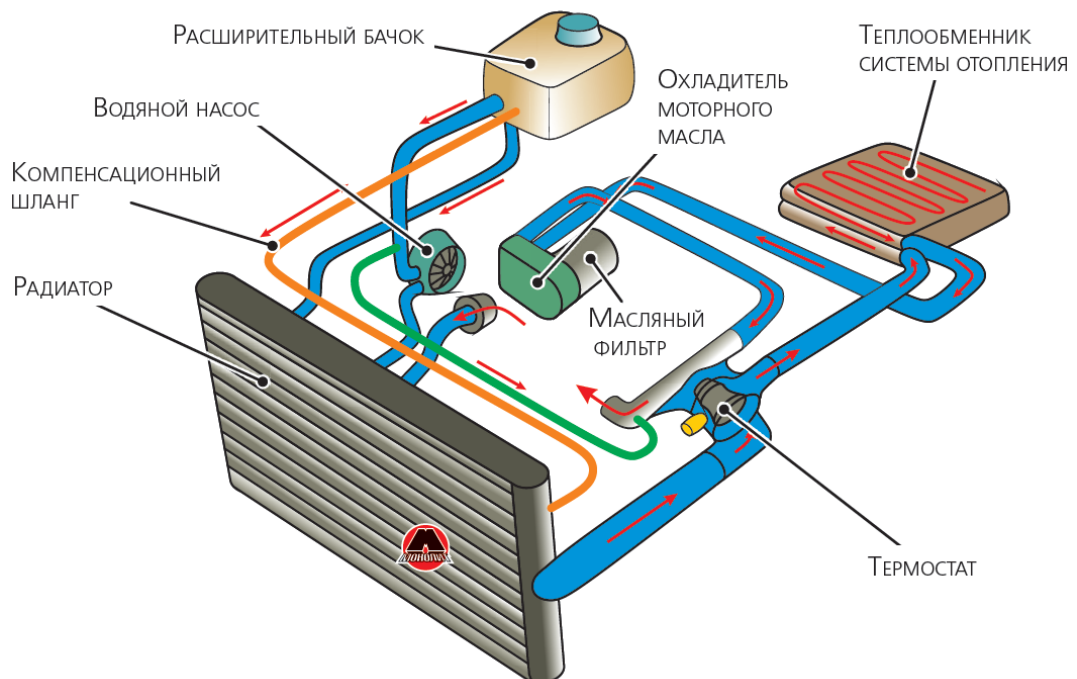


Рис. 1.2. Типова схема системи рідинного охолодження силових установок.

У радіаторі вона розподіляється тонкими потоками через трубки, охолоджуючись повітрям, яке проходить повз під дією вентилятора. Охолоджена рідина повертається у водяну сорочку двигуна, забезпечуючи замкнений цикл тепловідведення. Ключовим елементом системи охолодження є радіатор, класичне розташування якого зображено на рисунку 1.3.



Рис. 1.3. Типове розташування радіатора охолодження в автомобілі.

Радіатор сучасних автомобілів.

Сучасний радіатор складається з набору тонких трубок із закріпленими вертикальними пластинами, що збільшують площу для тепловідведення. Його основна функція - охолодження рідини, яка циркулює трубками. Конструктивні схеми радіаторів із різними варіантами розташування додаткових пластин показані на рисунку 1.4.

На верхній і нижній частинах радіатора можуть бути розташовані бачки, до яких під'єднуються відповідно верхній і нижній патрубки системи охолодження. Якщо бачки присутні, то у верхньому, зазвичай, розміщується заливна горловина для охолоджувальної рідини. У разі відсутності бачків горловина розташовується безпосередньо на радіаторі.

Для підвищення ефективності охолодження рідини трубки радіатора виготовляють плоскими та розташовують у кілька рядів у шаховому порядку. Поперек трубок встановлюють численні тонкі пластини з латуні або алюмінію, відомі як охолоджувальні ребра. Вони збільшують площу

теплообміну серцевини радіатора, сприяючи більш інтенсивному відведенню тепла від рідини до повітря, що проходить через серцевину під час руху автомобіля або роботи вентилятора.

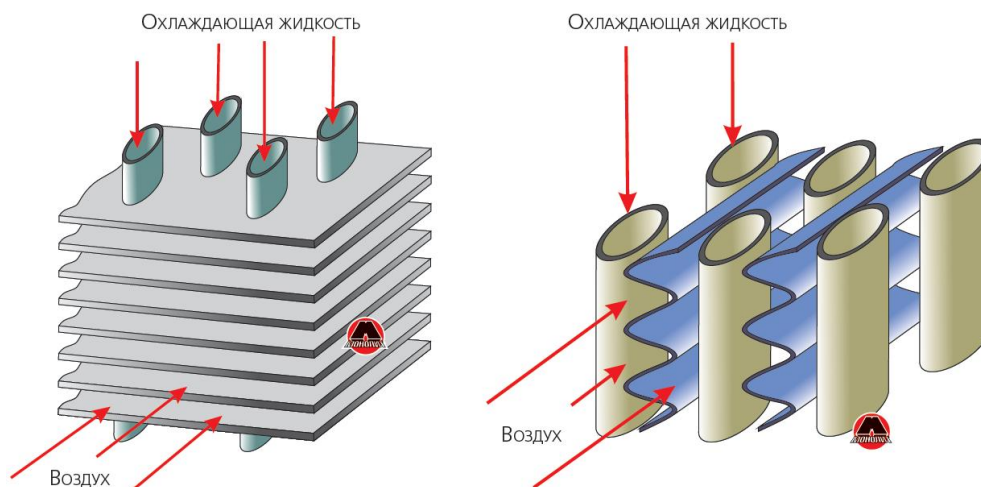


Рис. 1.4. Варіанти виконання радіатора системи охолодження.

У системах охолодження закритого типу горловина радіатора герметично закривається спеціальною кришкою, оснащеною подвійним пароповітряним клапаном (див. рисунок 1.5).

Робота клапанів і водяного насоса в системі охолодження

Повітряний клапан кришки радіатора оснащений слабкою пружиною, яка пропускає атмосферне повітря всередину радіатора. Це запобігає утворенню розрідження в бачку під час конденсації водяної пари. Паровий клапан, навантажений більш жорсткою пружиною, відкривається лише за умов, коли тиск у радіаторі перевищує атмосферний і досягає 1,28–1,38 кг/см².

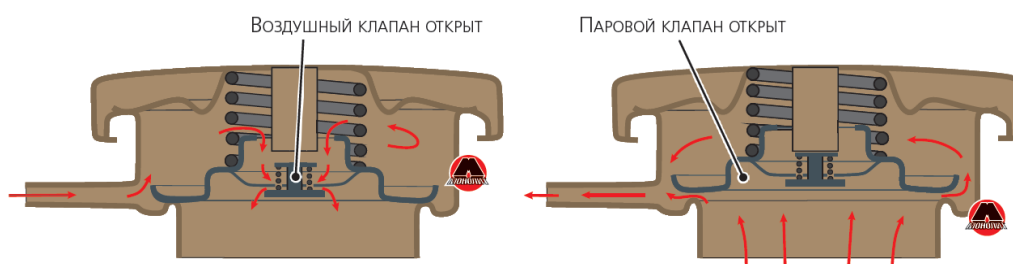


Рис. 1.5. Типовий пристрій та принцип роботи кришки радіатора або розширювального бачка.



Рис.1.6. Загальний вигляд пробки встановленої на розширювальному бачку.

Рух охолоджувальної рідини забезпечується водяним насосом, або помпою, що відповідає за її циркуляцію в системі. В автомобільних двигунах найчастіше використовують відцентрові насоси. Привід насоса здійснюється за допомогою ремня, закріпленого на шківі колінчастого валу.

Конструкція насоса є простою: на валу, що спирається на підшипник у кришці помпи, з одного боку встановлено крильчатку (рис. 1.7), а з іншого - шків для приводного ремня. Рідина потрапляє до корпусу насоса через підвідний патрубок і подається до центру крильчатки. Під час обертання крильчатка захоплює рідину, надає їй обертального руху та відкидає до стінок корпусу під дією відцентрової сили. Через вихідний канал рідина під тиском спрямовується до водяної сорочки двигуна.

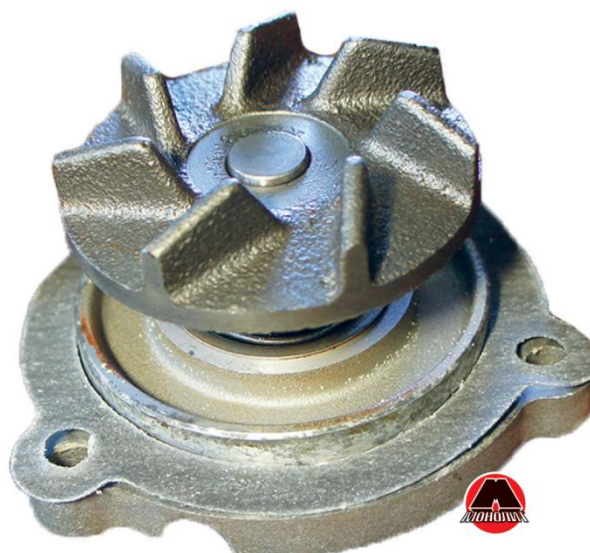


Рис. 1.7. Типовий насос системи рідинного охолодження сучасного двигуна

Особливості роботи вентилятора та термостата в системі охолодження автомобіля

Для забезпечення ефективного охолодження рідини через радіатор, навіть у момент зупинки автомобіля або недостатнього повітряного потоку під час руху, використовується вентилятор.

У старіших моделях автомобілів вентилятор охолодження жорстко закріплювався на одній осі з валом водяного насоса і працював постійно разом із двигуном завдяки приводу від колінчастого валу. Така конструкція мала недоліки: взимку надмірне охолодження шкодило роботі двигуна, а влітку, особливо під час повільного руху чи стояння у заторах, вентилятор не забезпечував достатнього потоку повітря.



Рис. 1.8. Загальний вигляд вентилятора оснащеного віскомуфтою

З розвитком технологій вентилятори почали оснащувати електромоторами, що вмикаються датчиком температури. Це рішення виявилось ефективним і зручним: двигун швидше прогрівається, а вентилятор вмикається лише за необхідності (див. рис. 1.9). Така конструкція сприяє економії палива, забезпечує комфорт пасажирам і водієві, оскільки гаряча охолоджувальна рідина також використовується для обігріву салону. Рідина проходить через радіатор обігрівача, нагріваючи повітря, яке подається в салон. Температура регулюється спеціальним краном, що контролює потік рідини через радіатор.

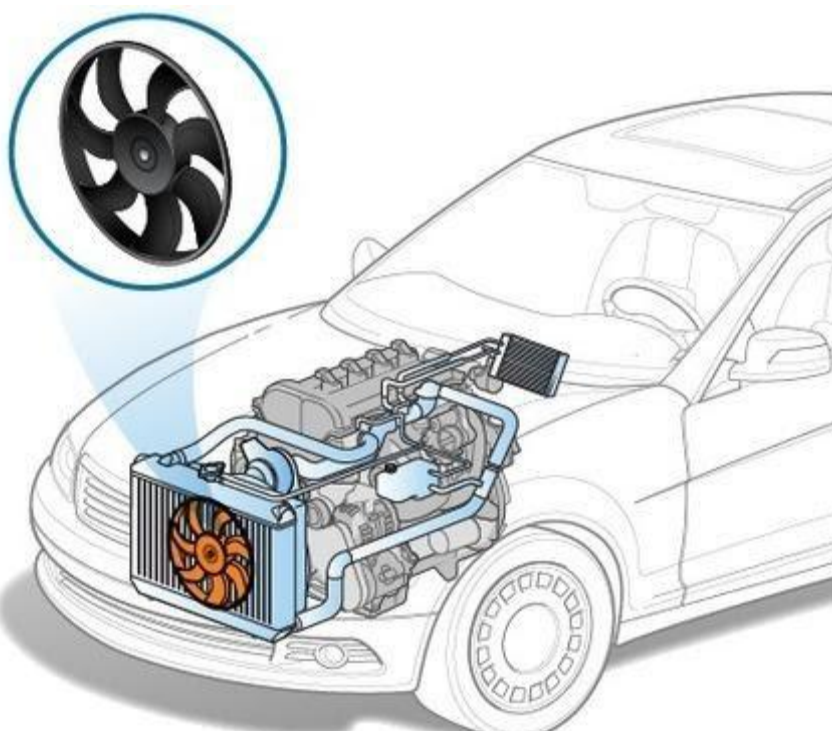


Рис. 19. Розташування сучасного вентилятора з електроприводом для рідинної системи охолодження двигуна.

У сучасних автомобілях електровентилятори мають два режими роботи - швидкий і повільний, що керуються електронікою. Також існують вентилятори з муфтою, яка приводиться в рух ременем від шківів колінчастого валу. У такій системі вентилятор працює лише тоді, коли це необхідно: муфта з'єднує його з приводом у момент потреби в охолодженні.

Для підтримання оптимальної робочої температури двигуна використовується термостат — пристрій, який відкривається при досягненні

рідиною заданої температури. Це термодіапан у корпусі, що регулює потік рідини через систему. Схема роботи термостата показана на рисунку 1.10.

1.2. Теорія функціонування системи охолодження двигуна

Система охолодження двигуна має два контури циркуляції: малий і великий. Коли термостатичний клапан закритий, охолоджувальна рідина циркулює лише в межах головки та блоку циліндрів за допомогою водяного насоса, забезпечуючи швидке прогрівання двигуна (малий контур). У міру нагрівання рідини та двигуна клапан термостата поступово відкривається, дозволяючи рідині проходити через радіатор для додаткового охолодження (великий контур).

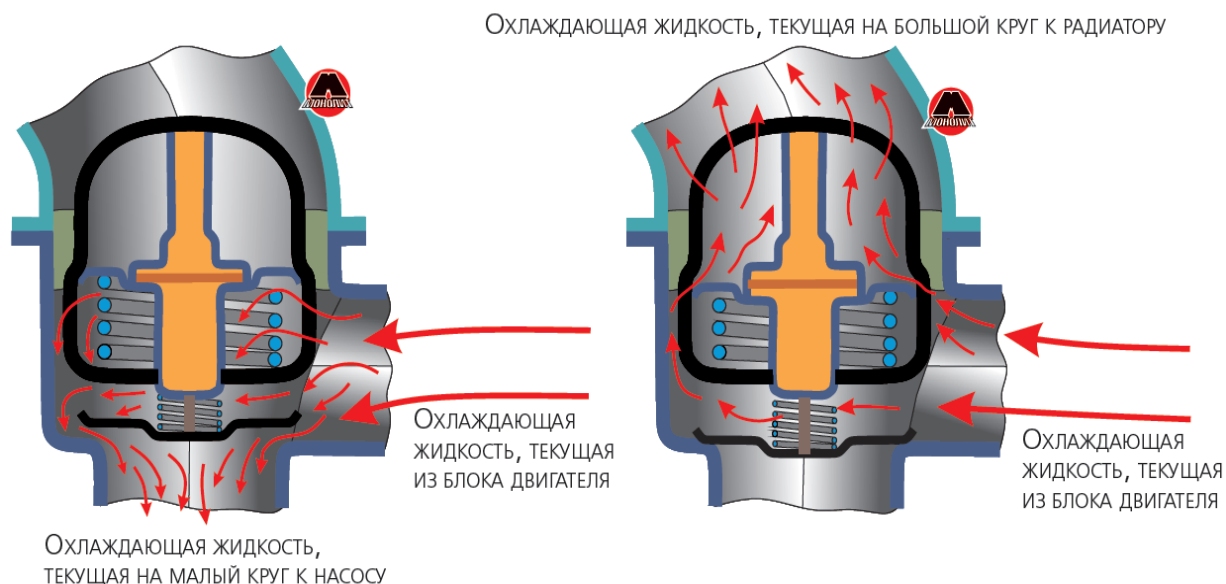


Рис. 1.10. Принципова схема роботи та особливості конструкції термостата, рідинної системи охолодження двигуна.

Для контролю температури охолоджувальної рідини на приладовій панелі автомобіля встановлено спеціальний індикатор. Нормальна робоча температура рідини становить 80–95 °С, залежно від типу та конструкції двигуна.

Перегрівання охолоджувальної рідини знижує потужність двигуна та його економічність. Водночас недостатнє прогрівання також шкідливе: воно спричиняє конденсацію палива, що призводить до змивання мастила зі стінок

циліндрів, розрідження мастила в картері, збільшення теплових втрат і, як наслідок, зниження потужності двигуна та підвищення витрати палива.

Система охолодження виконує одну з ключових функцій у роботі двигуна внутрішнього згорання, тому несправність будь-якого її елемента може призвести до перегріву та серйозних пошкоджень двигуна. Експлуатація автомобіля з несправною системою охолодження категорично не рекомендується та, в деяких випадках, заборонена.

1.3. Аналіз основних несправностей та основні експлуатаційні питання системи рідинного охолодження силових установок автомобілів

Охолоджувальна рідина є ключовим елементом системи охолодження, оскільки вона забезпечує рідинне з'єднання між її компонентами. Вона виконує низку важливих функцій: поглинає тепло від двигуна, захищає від замерзання та сприяє підвищенню точки кипіння. Система охолодження двигуна працює за принципом, що рідина під тиском кипить при більш високих температурах, ніж при атмосферному тиску. Окрім цього, охолоджувальна рідина запобігає корозії та утворенню іржі в системі завдяки наявності антикорозійних присадок, сповільнювачів корозії та мастила для водяного насоса, що забезпечують надійність її роботи.

Для належної роботи автомобіля необхідно регулярно оглядати підкапотний простір. Якщо рівень охолоджувальної рідини в розширювальному бачку знизився або рідина зникла, слід одразу долити її та встановити причину витоку самостійно або за допомогою фахівця. У процесі експлуатації двигуна охолоджувальна рідина нагрівається майже до точки кипіння, що призводить до поступового випаровування води, яка входить до її складу. Незначне зниження рівня рідини за кілька місяців щоденного використання автомобіля вважається нормальним. Однак, якщо за короткий час рівень суттєво зменшився, слід негайно перевірити систему охолодження на наявність витоків.

Зараз для сучасних автомобілів використовуються спеціальні рідини, схвалені виробниками, оскільки система охолодження стала складнішою, з компонентами, виготовленими з різних матеріалів. Захист цих частин від іржі та корозії є важливою причиною для різноманіття охолоджувальних рідин, рекомендованих автомобільними компаніями. Одна рідина не підходить для всіх моделей автомобілів.

Саме тому, однією з основних проблем, що виникають у системах охолодження двигунів внутрішнього згоряння, є використання неякісних охолоджувальних рідин. На сьогоднішній день, в Україні ринок автотоварів переповнений підробками, і під виглядом антифризу можуть продаватися різні суміші, починаючи від підфарбованої води до метилового спирту з додаванням азотистих добрив.

Автомеханіки відзначають, що погана охолоджувальна рідина може стати безпосередньою причиною проблем з двигуном у 11% випадків, що вимагають ремонту. Крім того, в 40% випадків неякісний антифриз запускає ланцюг поломок, що також призводить до несправностей (див. рис. 1.11).



Рис. 1.20. Закупорювання підводячого патрубку головки блоку двигуна внутрішнього згоряння, внаслідок використання неякісної охолоджуючої рідини.

Як кислотна, так і кавітаційна корозія можуть серйозно пошкодити систему охолодження двигуна. Відсутність належних антикорозійних присадок в антифризі може призвести до руйнування алюмінієвих і сталевих деталей. Накип і інші осади накопичуються в радіаторі, що призводить до його поступового виходу з ладу.

Термостат також є вразливим елементом, оскільки накопичення відкладень може спричинити його застрягання в одному положенні, що порушує регулювання потоку охолоджуючої рідини в залежності від температури. Це може призвести до перегріву або недостатнього охолодження двигуна. Важливу роль відіграють ущільнювачі, чия реакція на компоненти неякісного антифризу може бути непередбачуваною.

Зниження здатності системи охолодження поглинати, переміщувати і розсіювати тепло може призвести до зниження продуктивності двигуна і навіть до критичного перегріву. Погано працюючі або зношені компоненти, як герметична кришка, можуть також негативно вплинути на роботу охолоджувальної системи. Це підкреслює важливість належної роботи кожного елемента системи, яка має забезпечити ефективне розсіювання тепла.

Іноді охолоджувальна рідина може виглядати чистою, але наявність забруднень, таких як пісок, абразиви, частинки корозії або мінеральні домішки, не завжди видно неозброєним оком. Тому важливо не лише перевіряти зовнішній вигляд рідини, але й регулярно промивати систему охолодження і замінювати рідину, особливо якщо автомобіль має великий пробіг. Це допоможе запобігти проблемам, а не лише усунути їх. Рекомендується проводити заміну рідини разом з оглядом та діагностикою еластичних патрубків системи (див. рис. 1.12).

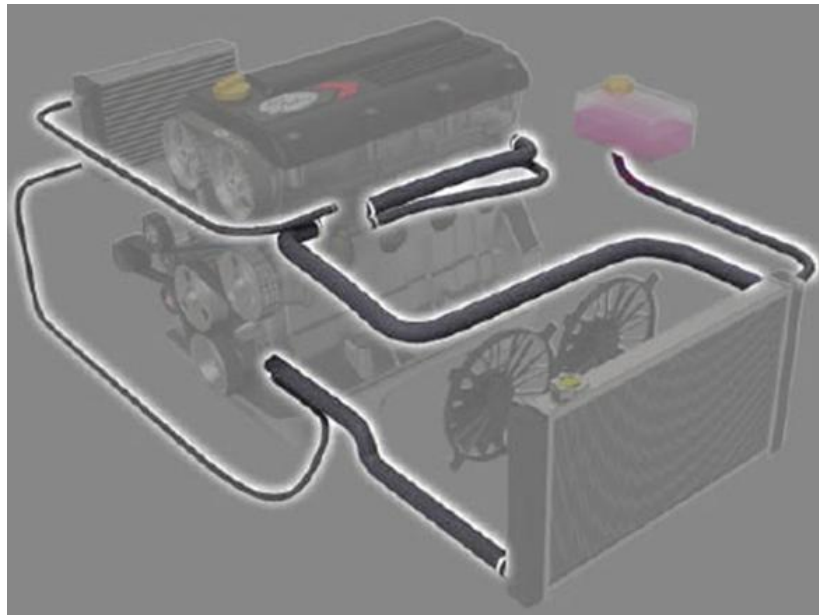


Рис. 1.12. Загальний вигляд та типове розташування еластичних патрубків рідинної системи охолодження сучасної силової установки.

У сучасних автомобілях, де підкапотний простір обмежений, патрубки системи охолодження мають різноманітні форми та розміри, щоб відповідати конкретним умовам і вміщуватися в обмежені простори. Вони розподіляють охолоджуючу рідину між різними компонентами під капотом, включаючи радіатор двигуна, термостат, водяний насос та радіатор обігрівача. Крім традиційних елементів системи охолодження, таких як верхній, нижній та патрубки радіатора, а також шланги для обігрівача салону, сучасні двигуни мають шланги малого діаметру для доставки рідини до дросельної заслінки, турбокомпресора, масляного радіатора та інших компонентів.

Хоча функції патрубків системи охолодження змінилися з часом, їх конструкція залишилася практично незмінною. Вони складаються з трьох основних частин: трубки, яка проводить охолоджуючу рідину; обплетення, яке запобігає розривам під тиском; і зовнішнього покриття, що захищає патрубків від пошкоджень через вплив навколишнього середовища та забруднень. Ці компоненти з'єднані за допомогою спеціальних зв'язуючих матеріалів.

Сучасні матеріали, з яких виготовляються патрубки, значно покращили їх довговічність, що дозволяє їм служити довше. Однак, зважаючи на важкі

умови експлуатації, навіть найякісніші патрубки з часом зношуються, зазвичай через електрохімічну деградацію всередині. Оскільки візуально виявити внутрішні пошкодження неможливо, а статистика показує, що несправності збільшуються після чотирьох років експлуатації, рекомендується замінювати патрубки не рідше ніж кожні чотири роки або після 100 000 км пробігу.

Попри рекомендації щодо інтервалу заміни, він може змінюватися залежно від умов експлуатації автомобіля. Автомобілі, що працюють у суворих умовах або часто простоюють, можуть потребувати частішої заміни. Тому варто регулярно перевіряти патрубки на наявність ушкоджень від електрохімічної деградації, протікань, впливу температури, озону, абразивів та мастил, особливо під час технічного обслуговування. Якщо на шлангу виявлені ознаки зносу, його слід негайно замінити.

При огляді патрубків слід перевірити, чи не перегнуті вони і чи не торкаються гарячих частин двигуна або рухомих гострих кромek. Перегин може знижувати потік охолоджуючої рідини, що призведе до перегріву двигуна, а гострі краї можуть прорізати або протерти шланг, спричиняючи витік рідини. Перевірка температури патрубків також дозволить визначити, чи працює система охолодження належним чином.

Ось кілька ознак, які вказують на необхідність заміни патрубка:

1. Внутрішнє пошкодження через електрохімічну деградацію (див. рис. 1.13).

Основною причиною пошкодження патрубків є електрохімічна деградація, яка зруйнує шланг зсередини, що ускладнює її виявлення через візуальний огляд. Спочатку необхідно перевірити жорсткість патрубка на його кінцях, а потім стиснути шланг в середині, порівнюючи його жорсткість з краями.

Електрохімічна деградація виникає через поширення електричних зарядів у системі охолодження між компонентами, виготовленими з різних металів. При високій концентрації цих заряджених частинок вони впливають

на внутрішню поверхню еластичного патрубку, утворюючи дрібні тріщини та ослаблюючи матеріал.



Рис. 1.13. Метод виявлення електрохімічної деградації еластичних патрубків системи охолодження силової установки, шляхом тактильного відчуття.

У разі виявлення таких дефектів необхідно замінити пошкоджений шланг. Найефективнішим заходом для запобігання електрохімічній деградації є використання патрубків, стійких до цього виду пошкодження.

2. Витік охолоджуючої рідини може проявлятися у вигляді вологи, крапель чи патьоків поблизу хомутів, з'єднувачів або на самому шлангу (див. рис. 1.14).



Рис. 1.14. Ознаки витіку охолоджуючої рідини на з'єднанні еластичного шлангу та патрубка радіатора.

Витік охолоджуючої рідини зазвичай виникає через недостатньо щільне затягування хомута або пошкодження з'єднувача. Під час нагрівання метали розширюються. Якщо новий шланг встановлювався на ще гарячий двигун, то збільшений діаметр патрубків не дозволить надійно затягнути хомут. Оскільки гума розширюється набагато більше, ніж метали, хомут лише утримує шланг на трубі, але в розширеному стані. Після охолодження двигуна між внутрішнім діаметром патрубків і зовнішнім діаметром металевих трубок утворюється зазор, через який починає витікати охолоджуюча рідина. Окрім проблем з хомутом чи з'єднувачем, витік може бути спричинений зносом самого шланга. У будь-якому випадку для вирішення проблеми необхідно замінити шланг з ознаками протікання. Одним із сучасних рішень для запобігання витікам є використання пружинних хомутів, які автоматично регулюють натяжку в залежності від температури системи охолодження.

3. Теплове пошкодження еластичних шлангів показано на рисунку 1.15.



Рис. 1.15. Ознаки теплового пошкодження з розшаруванням еластичного шлангу.

Теплові пошкодження можуть виникати як з внутрішнього, так і з зовнішнього боку шлангу. Легке здуття є ознакою внутрішнього пошкодження. Зовнішнє покриття шланга, пошкодженого під впливом високих температур, стає жорстким, глянцеvim і покривається тріщинами.

Як зазначалось вище, сучасні автомобілі мають все більш обмежений підкапотний простір, що веде до підвищення температури під капотом.

Температури, спричинені близьким розташуванням гарячих компонентів двигуна, низький рівень охолоджуючої рідини та різкі перепади температури сприяють виникненню таких пошкоджень. Виявлення таких дефектів є підставою для обов'язкової заміни еластичного патрубка.

4. Ушкодження еластичних патрубків системи охолодження від дії озону (див. рис. 1.16).



Рис. 1.16. Типове ушкодження еластичного патрубка системи охолодження двигуна під впливом озону.

На зовнішньому покритті патрубків можуть з'являтися дрібні тріщини, що зазвичай утворюються на вигинах і місцях напруги матеріалу. Основною причиною таких ушкоджень є підвищена концентрація озону, що виникає через викиди, що впливають на з'єднувальні компоненти гумових сумішей. Тріщини формуються в найбільш вразливих місцях патрубків, таких як вигини, обводи та зони хомутів. Забруднюючі речовини проникають через ці тріщини, поступово руйнуючи матеріал. У разі виявлення такого дефекту, необхідно замінити пошкоджений патрубок.

5. Механічні пошкодження еластичних патрубків (див. рис. 1.17).

Механічні ушкодження зазвичай проявляються у вигляді потертостей або пошкоджень зовнішнього покриття патрубків. Ці дефекти часто виникають через тертя шланга об деталі двигуна або інші об'єкти, що знаходяться поблизу. Також шланг може бути пошкоджений через

випадковий контакт із деталями, які змістилися під час обслуговування чи ремонту, або внаслідок впливу зовнішніх чинників.



Рис. 1.17. Приклад механічного пошкодження еластичного патрубка системи охолодження автомобіля.

Механічний знос може відбутися також через пошкодження заводських направляючих для укладання патрубків або неправильне їх розташування. У будь-якому випадку, виявлення такого дефекту є чітким показником необхідності заміни шланга та усунення причини контакту з поверхнею, яка спричинила пошкодження.

б. Забруднення зовнішньої оболонки еластичного патрубка моторною олією, показано на рис. 1.18.



Рис. 1.18. Типовий вплив мастильних матеріалів на зовнішню поверхню еластичного патрубка системи охолодження двигуна.

Унаслідок впливу олії патрубків стає м'яким, клейким або губчастим на дотик. На його поверхні з'являються помітні здуття та набухання. Олія хімічно взаємодіє з гумовою основою патрубків, ослаблюючи молекулярні зв'язки матеріалу. Це спричиняє розм'якшення, набухання та розшарування

патрубка, що в кінцевому результаті призводить до його несправності. У разі виявлення такого дефекту необхідно замінити патрубок та усунути джерело потрапляння олії на його поверхню.

Про підтікання рідини свідчать темні, маслянисті плями на землі після стоянки автомобіля. Відкривши капот, можна виявити місце витoku, зіставляючи мокрі сліди з розташуванням елементів системи. Рекомендується перевіряти рівень рідини щотижня, а за наявності витоків — усувати їх і доливати рідину. Несвоєчасне усунення несправностей може призвести до серйозних наслідків, включаючи необхідність заміни усїєї силової установки.

Раніше в автомобілях, вироблених за радянських часів, широко використовувалась низькозамерзаюча рідина ТОСОЛ А-40, яка замерзає при температурі -40°C . Для північних регіонів застосовували ТОСОЛ А-65 (гранична температура замерзання -65°C). Цей розчин, що складається з води, етиленгліколю та спеціальних присадок, має антикорозійні, антиспінюючі властивості й не утворює накипу. У разі потреби до системи можна додавати лише дистильовану воду.

Важливо також стежити за натягом і станом ременя приводу водяного насоса, адже його обрив може спричинити перегрів двигуна. Завжди варто мати запасний ремінь, який можна замінити навіть у польових умовах.

Кипіння охолоджувальної рідини може статися через несправність датчика електроприводу вентилятора, коли електровентилятор не вмикається, а рідина продовжує нагріватися. Щоб уникнути цієї проблеми, водій повинен контролювати показання датчика температури на приладовій панелі. У разі перегріву рідини додатковими сигналами є вібрація або шум вентилятора, характерні для багатьох автомобілів, особливо радянського виробництва.

Під час руху, особливо в заторах, температура охолоджувальної рідини може підвищуватися до критичного рівня. Якщо вентилятор працює, але не забезпечує достатнього охолодження, можна скористатися радіатором обігрівача салону. Для цього потрібно повністю відкрити кран подачі охолоджувальної рідини та ввімкнути вентилятор обдуву салону на

максимальну потужність. Це допоможе знизити температуру двигуна і продовжити рух. Однак такий спосіб ефективний лише за наявності достатньої кількості охолоджувальної рідини в системі.

Недостатній рівень рідини в умовах високого навантаження двигуна чи в спеку може призвести до перегріву, руйнування механічних компонентів і порушення теплових зазорів у тертьових парах. Також важливо враховувати можливу несправність термостата, який може не відкриватися для циркуляції рідини по великому колу. Це легко визначити: радіатор залишатиметься холодним навіть після досягнення робочої температури охолоджувальної рідини. Якщо ж радіатор нагрівається занадто швидко на холодному двигуні, це може свідчити про недозакриття термостата.

Ознакою серйозної проблеми є наявність крапель охолоджувальної рідини в моторному маслі, що проявляється білою емульсією або краплями на щупі. Це зазвичай викликано пошкодженням прокладки головки блоку циліндрів або теплообмінника. У таких випадках подальша експлуатація двигуна неможлива, оскільки охолоджувальна рідина в маслі спричиняє прискорений знос деталей.

Ще однією поширеною несправністю є вихід з ладу підшипників водяного насоса. Початкові ознаки включають свистячий або хрусткий звук у зоні розташування насоса. Навіть за відсутності витoku рідини слід замінити насос відповідно до регламенту виробника або одразу після появи шуму.

Особливої уваги потребує безпека під час роботи з перегрітою системою охолодження. Підвищений тиск у системі може спричинити викид киплячої рідини при відкриванні кришки радіатора або розширювального бачка. Це небезпечно для водія, механіка та перехожих. Перед відкриттям кришки слід дочекатися зниження тиску та охолодження системи, а сам процес проводити обережно та поступово.

Дотримання цих правил допоможе уникнути серйозних пошкоджень силової установки і забезпечить безпечну експлуатацію автомобіля навіть у складних умовах.

2. АНАЛІЗ ГОЛОВНИХ АСПЕКТІВ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ І ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

2.1. Функції охолоджуючої рідини в двигуні внутрішнього згоряння

Як зазначено в попередньому розділі, охолоджуюча рідина необхідна для належного функціонування автомобільних систем. Вона виконує ключову роль у підтримці теплового балансу двигуна і захищає його компоненти від корозії. Приблизно 60% часу, коли автомобілі використовуються в комерційних цілях, витрачається на ремонт через проблеми, пов'язані з охолоджувальною системою та рідиною.

Основна роль охолоджуючої рідини полягає в її фізичній функції теплоносія в системі охолодження двигуна внутрішнього згоряння та інших механізмів. Сучасні охолоджуючі рідини виконують також додаткові функції, такі як запобігання корозії та утворенню накипу, захист від розриву через розширення при замерзанні і перегріві, а також інших можливих ушкоджень.

Однією з найбільш поширених і ефективних охолоджувальних рідин є звичайна вода, яка зазвичай не утворює накип, особливо у вигляді дистильованої чи деіонізованої води. Переваги води як охолоджуючої рідини включають її високу питому теплоємність, низьку в'язкість, високу текучість, доступність і низьку вартість. Однак вода має високу корозійну активність по відношенню до багатьох металів. Важливо зазначити, що саме слабкий електроліт, що утворюється через домішки в воді, є основною причиною електрохімічної корозії. Крім того, вода замерзає при низьких температурах, утворюючи монолітний лід, який при замерзанні збільшується в об'ємі, що може призвести до пошкодження водяної сорочки охолодження двигуна і радіаторів. Тому в сучасних системах охолодження використовуються спеціальні рідини, що базуються на воді, але з додаванням спеціальних добавок, які покращують їх експлуатаційні характеристики.

Етиленгліколь ($C_2H_4(OH)_2$) - це двоатомний аліфатичний спирт, безбарвна сиропоподібна рідина з солодким смаком. Його температура замерзання становить $-12,3^{\circ}C$, температура кипіння - $197,6^{\circ}C$, а щільність при $20^{\circ}C$ - 1113 кг/м^3 . При додаванні води температура замерзання знижується до $-75^{\circ}C$ при третині води в розчині, а з подальшим збільшенням концентрації води температура замерзання підвищується. Залежність цієї температури від концентрації етиленгліколю та води є нелінійною.

Охолоджувальні рідини на основі етиленгліколю, відомі як «тосоли», мають низку переваг порівняно з водою:

- низька температура замерзання;
- вища температура кипіння;
- хороші мастильні властивості, що підвищують ресурс водяного насоса;
- при замерзанні утворюється пухка маса, що майже не збільшується в об'ємі і не руйнує систему охолодження.

Проте, етиленгліколі мають і деякі недоліки:

- токсичність;
- корозійний вплив на конструкційні матеріали;
- вища проникність порівняно з водою;
- великий коефіцієнт теплового розширення.

Основний недолік етиленгліколю - його токсичність навіть при невеликих концентраціях. При потраплянні в організм можуть виникати серйозні отруєння, тому важливо дотримуватися правил безпеки при роботі з тосолами. Сучасні охолоджувальні рідини, що містять етиленгліколь, є сумішшю з водою та додаванням спеціальних присадок:

- антикорозійних;
- антифрикційних;
- протипінних.

Характеристики охолоджувальних рідин на основі етиленгліколю наведені в таблиці 2.1.

Основні характеристики охолоджуючих рідин з використанням
етиленгліколю

Показники	Олена-40	Олена-65	Тосол А	Тосол А-40	Тосол А-65
	ТУ-6-01-7-153-85		ТУ 6-02-751-86		
Зовнішній вигляд	Злегка каламутна масляниста рідина				
Колір	Жовто-зелений		Блакитний	Блакитний	Червоний
Щільність при 20 °С, кг/м ³	1075-1085	1085-1100	1140	1075-1085	1075-1095
Температура кристалізації, °С	-40	-65	-11,5	-40	-65
Температура кипіння, °С	108	115	170	108	115
Етиленгліколь, % за масою	52	64	96	53	63
Вода по масі	47	35	3	44	35
Присадки, г /л: декстрин,	1,0	1,0	1,0	0,4	0,5
динатрій фосфат,	2,5-3,5	3,0-3,5	-	-	-
анти спінювальна, композиція	-	-	0,1	0,05	0,08
наявність антикорозійних компонентів	-	-	5,0	2,55	2,95

Використання тосолів вимагає дотримання деякого переліку правил, обумовлених їх властивостями:

1. Систему охолодження слід заповнювати на 6–8% нижче за її повну місткість. Це обумовлено великим коефіцієнтом об'ємного розширення. При нагріванні рідини до робочої температури система охолодження буде повністю заповнена. На сучасних автомобілях встановлюються розширювальні бачки, які компенсують зміну рівня рідини через теплове розширення антифризу.

2. Обов'язково потрібно перевірити герметичність з'єднань в системі охолодження, оскільки антифризи мають підвищену проникність.

3. Після заливки рідини необхідно уважно оглядати з'єднання на предмет підтікання. Антифризи можуть розчиняти накип, що може призвести до витоків через закупорені накипом місця. Однак розчинення накипу не

знижує якості антифризу, і після фільтрації його можна повторно використовувати в системі.

4. Перед заливкою антифризу потрібно повністю видалити накип зі стінок системи охолодження. Накип вступає в хімічну реакцію з динатрійфосфатом, що міститься в антифризі і забезпечує захист від корозії чорних металів та латуні.

5. Температура кипіння антифризів вища, ніж у води. Якщо рівень рідини знижується без підтікання, це може свідчити про випаровування води і підвищення концентрації етиленгліколю. У такому випадку потрібно додати чисту воду. Якщо ж рівень знизився через підтікання, втрати слід компенсувати стандартним антифризом.

Періодично слід перевіряти концентрацію антифризу в системі охолодження. Для цього використовують гідрометр — спеціальний ареометр з термометром і подвійною шкалою, яка показує відсотковий вміст етиленгліколю та відповідні температури замерзання. Шкала розрахована на вимірювання при температурі антифризу 20°C. Якщо температура рідини відрізняється, потрібно привести її до 20°C перед вимірюванням. Якщо неможливо відкоригувати температуру, поправки до показів гідрометра можна визначити за таблицею 2.3.

Концентрацію етиленгліколю можна також визначити за щільністю розчину. Якщо значення щільності було отримано при температурі, відмінній від 20 °C, його слід перерахувати за допомогою такої формули:

$$\rho_{20} = \rho_t + \gamma(t - 20),$$

де ρ_t - густина розчину при температурі t ; γ - температурна поправка для етиленгліколю становить 0,525 кг/м³·°C.

Поправки до показання гідрометра під час вимірювання концентрації антифризів

t °C рідини	Вміст етиленгліколю в рідині, % за обсягом																										
+30	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	46	48	50	52	54	56	58	60	61	62	64	66
28	18	20	22	23	25	28	30	32	33	36	38	39	42	44	46	47	49	51	53	55	57	59	61	62	63	65	67
26	19	20	22	24	26	29	31	32	34	36	39	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	63	64	66	68
24	20	21	23	25	27	30	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	64	65	67	69
22	21	22	24	26	28	31	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	65	66	68	70
+20	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	66	67	69	71
18	22	24	26	28	30	31	34	36	38	40	42	44	46	48	50	51	55	56	58	60	62	64	66	67	68	70	72
16	23	25	27	29	31	32	34	36	39	41	42	45	47	48	50	52	54	57	59	61	63	65	67	68	69	71	73
14	24	26	27	30	31	32	35	37	39	42	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	64	66	68	69	70	72	74
12	24	26	28	31	32	33	35	37	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	67	69	70	71	73	75
+10	25	27	28	31	32	34	36	38	40	43	45	46	48	51	53	55	57	59	61	63	65	68	70	71	72	74	76
8	25	27	29	31	33	34	36	38	41	43	45	47	49	51	53	55	58	59	61	63	66	68	70	71	72	74	77
6	25	27	29	32	33	35	37	39	41	44	46	47	49	52	54	56	58	60	62	64	67	69	71	72	73	75	77
4	26	28	30	32	33	35	37	39	42	44	47	48	50	53	55	57	59	61	63	65	68	70	72	73	74	76	78
2	26	28	30	32	34	36	38	40	42	45	48	49	50	54	56	58	60	62	64	66	69	71	73	74	75	77	79
0	26	28	30	32	34	36	38	40	43	45	48	49	51	54	56	59	61	63	65	67	70	72	74	75	76	78	80
-1	27	29	31	33	34	36	38	40	43	45	48	49	51	54	56	59	61	63	65	67	70	72	74	75	76	78	80
-2	27	29	31	33	35	37	39	41	43	46	49	50	52	55	57	60	62	64	66	68	71	73	75	76	77	79	81
-3	27	29	31	33	35	37	39	41	44	46	49	50	53	55	58	60	62	64	66	68	71	73	75	76	77	79	81
-4	27	29	31	33	35	37	39	41	44	46	49	51	54	56	58	61	63	65	67	69	72	74	76	77	78	80	82
-5	27	29	31	33	35	37	39	41	44	46	49	51	54	57	59	61	63	65	67	69	72	74	76	77	78	80	82

Після коригування значень щільності і концентрації етиленгліколю до температури 20 °C можна визначити температуру замерзання розчину, використовуючи залежності, показані на рис. 2.1.

У процесі експлуатації систем охолодження силових установок виникає необхідність коригувати процентне співвідношення етиленгліколю та води в антифризі. Кількість етиленгліколю і води, що додаються, визначається за наступними формулах:

для додавання етиленгліколю:

$$M = \frac{a - b}{b} \cdot H ;$$

для додавання води:

$$M = \frac{c - d}{d} \cdot H ,$$

де: M - кількість компонента, що додається, в літрах; N - обсяг вихідного розчину, в літрах; a і b - вміст води у вихідному розчині та необхідній суміші, % за обсягом; c і d — вміст етиленгліколю у вихідному розчині та в необхідній суміші, % за обсягом.

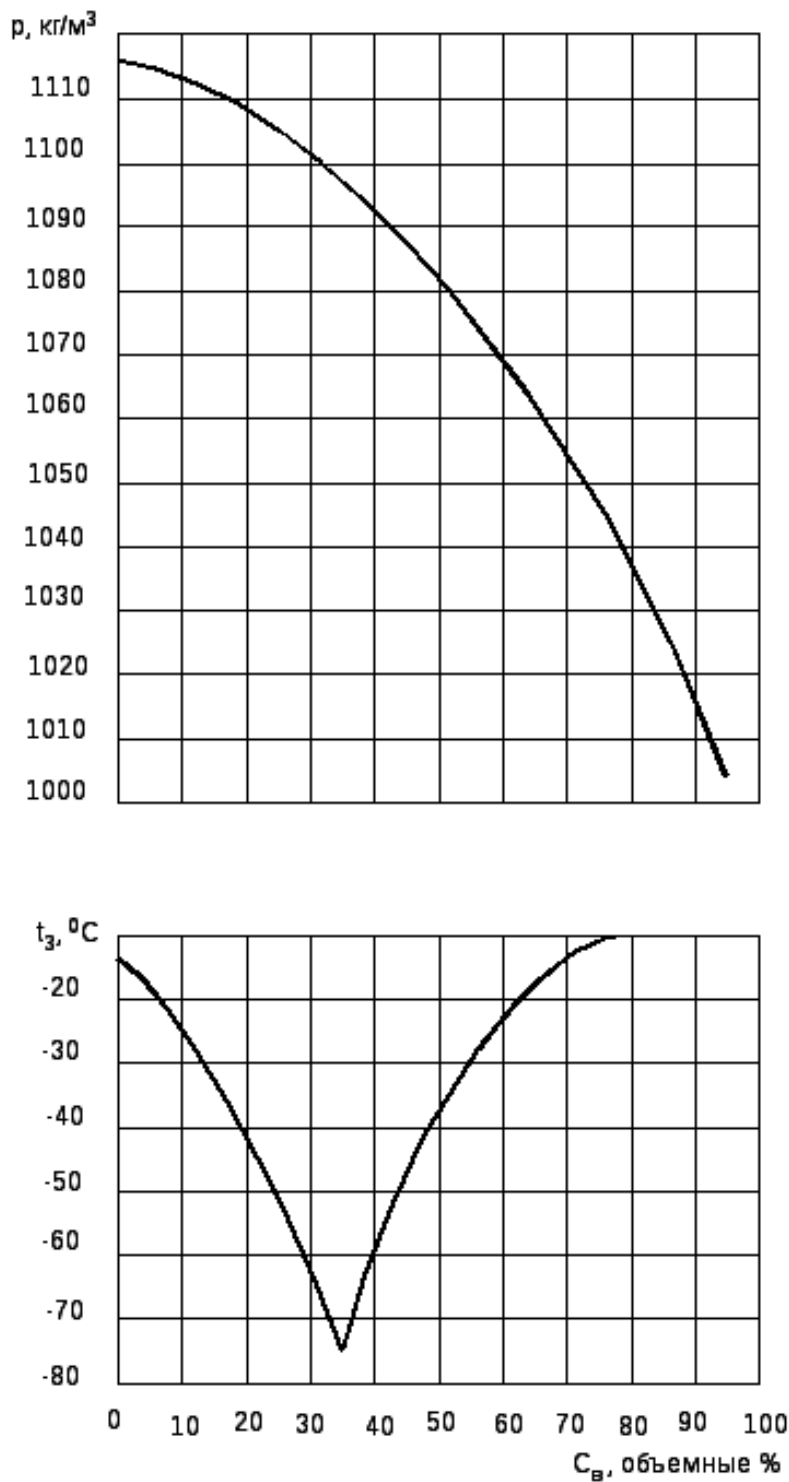


Рис. 2.1. Залежність щільності ρ та температури замерзання t_z етиленгліколевих антифризів від вмісту в них води $C_{ст}$.

У високогірних умовах або при напружених теплових режимах у форсованих силових установках використовуються спеціальні охолоджувальні рідини з високими температурами кипіння, що є сумішами високомолекулярних спиртів та ефірів. Основні показники якості таких рідин наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Охолоджуючі рідини з високими температурами кипіння

Показник якості	Рідини із температурою кристалізації	
	-40 °З	-60 °З
Колір	Прозора безбарвна або слабомутна жовта рідина	
Щільність при 20 °З кг/м ³	1100	1050
Температура кипіння °,		
початку	130–145	130–140
кінця	-	195–210
Зміст механічних домішок, %, трохи більше	0,005	0,005
Зольність, %, трохи більше	0,8-1,0	0,8-1,0
В'язкість, кінематична, мм ² /с, при температурі –35 °З, не більше	500	320

Сучасні охолоджувальні рідини можна поділити на дві основні категорії: літні охолоджувальні рідини та зимові (низькозамерзаючі), також відомі як тосоли або антифризи. Завдяки значному покращенню експлуатаційних властивостей антифризів, в країнах з помірним та холодним кліматом вони часто використовуються для цілорічної експлуатації автотранспорту.

Літні охолоджувальні рідини призначені для використання в теплу пору року або в умовах теплового безморозного клімату. Зазвичай вони є дистильованою або деіонізованою водою з додаванням пакету інгібіторів корозії. Такі рідини часто випускаються у вигляді концентрату, який розводиться водою перед використанням.

Низькозамерзаючі охолоджувальні рідини, або тосоли та антифризи, складаються з води (дистильованої або деіонізованої), яка становить близько половини складу, та компонента, що знижує температуру замерзання. Зазвичай для цього використовується етиленгліколь, до якого додається пакет присадок (інгібіторів корозії) для зменшення корозійної активності води та етиленгліколю. Основною різницею між різними сортами етиленгліколевих рідин є процентне співвідношення води та етиленгліколю, яке визначає температуру початку кристалізації. Також можуть бути різними склади присадок, часто вироблені великими хімічними концернами, такими як BASF. Якість сировини, зокрема чистота води та етиленгліколю, також є важливим фактором. У найдешевших рідинах замість моноетиленгліколю можуть використовуватися його сурогати, такі як діетиленгліколь та інші полігліколи, які мають гіршу хімічну стабільність і коротший термін служби. Наразі активно розвивається використання пропіленгліколю як заміни етиленгліколю, оскільки він менш токсичний, але дорожчий і має нижчу температуру кипіння.

Для досягнення низькотемпературних властивостей в охолоджувальних рідинах можуть використовуватися різні водні розчини неорганічних солей, такі як хлористий натрій, хлористий калій, хлористий кальцій, анілін, спирти, гліцерин, гліколи, целлозольви, карбітоли та інші. Одним з кращих антифризів є 40-градусний етиловий спирт, але через високу вартість, летючість, займість та психоактивні властивості він не отримав широкого поширення. Дешевший метиловий спирт також використовувався в складі деяких антифризів, але через високу токсичність та пожежонебезпечність він є небезпечним.

Охолоджувальні рідини на основі етиленгліколю є дуже токсичними при прийомі всередину (летальна доза для чистого етиленгліколю складає приблизно 2 мл/кг маси тіла для дорослого). При отруєнні етиленгліколем спостерігаються симптоми, схожі на алкогольне отруєння: втрата координації, слабкість, блювання, що через 20-30 хвилин може перейти у

втрату свідомості та судоми. Без лікування смертельний результат може наступити через 13-20 днів. Через солодкий смак етиленгліколю діти та тварини найбільш схильні до отруєнь.

Особливу небезпеку становлять пари антифризу, які можуть проникати в салон через витоки в радіаторі опалювальної установки або його крані, викликаючи хронічне отруєння. Симптоми такого отруєння включають подразнення очей і верхніх дихальних шляхів, млявість та сонливість. Хоча інгаляційне отруєння зазвичай не становить загрози для життя, воно все ж може бути небезпечним при тривалому впливу.

2.2. Експлуатаційні властивості охолоджувальних рідин

У цьому пункті детально розглядаються властивості охолоджувальних рідин, що безпосередньо впливають на ефективність роботи силової установки автомобіля. Як зазначалося раніше, найкращі охолоджувальні властивості має вода. Етиленгліколь, гліцерин і спирти, а також їх суміші з водою, мають нижчі охолоджувальні характеристики. Температурний режим двигуна, особливо при високих температурах навколишнього середовища та великих навантаженнях, найбільш стабільно підтримується системою охолодження, що заправлена водою.

Температурні властивості. Діапазон температур, в якому можна використовувати охолоджувальні рідини, визначається температурами замерзання і кипіння. Для зниження температури замерзання застосовуються суміші води з іншими рідинами, що дозволяє знизити точку замерзання до -65 °С, що є достатнім для експлуатації автомобілів в будь-якому кліматичному поясі України. Для підвищення температури кипіння систему охолодження герметизують, що дозволяє збільшити тиск і, відповідно, підвищити температуру кипіння.

В'язкість також впливає на нижній температурний діапазон застосування рідини. Спирти, при високих температурах, мають схильність

до випаровування, що підвищує температуру замерзання та збільшує пожежонебезпеку.

Корозійні властивості – важливий фактор, що впливає на довговічність системи охолодження. Корозійний вплив охолоджувальних рідин на матеріали визначається вмістом кисню і хлору. Тому вода, що використовується в системах охолодження, повинна містити хлор не більше 0,0007%. Водопровідна вода, яка хлорується для дезінфекції, має вміст хлору близько 0,01%, що робить її корозійно агресивною.

Водні розчини етиленгліколю та спиртів мають підвищену корозійність щодо металів. Для зменшення цього ефекту в рідину додаються присадки:

1. двозаміщений фосфорно-кислий натрій (Na_2HPO_4) у кількості 2,5–3,5 г/л захищає від корозії чавунні, сталеві та мідні деталі;
2. декстрин картопляний (ізомер крохмалю, $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) в кількості 1–1,1 г/л захищає припої, алюміній і мідь;
3. присадки на основі бензойно-кислого натрію, нітрату натрію та бури забезпечують захист від корозії всіх металевих сплавів у системі охолодження.

Слід зазначити, що сучасні етиленгліколеві рідини можуть викликати корозію цинкових покриттів, тому зберігати їх у оцинкованих контейнерах не рекомендується. Для захисту цинку можна додавати молібденовокислий натрій (Na_2MoO_4) в кількості 7,5 - 8%, що дає змогу маркувати антифриз як 40 м або 65 м.

Спінюваність охолоджувальних рідин погіршує ефективність тепловідведення, оскільки повітря проводить тепло значно гірше, ніж вода. Гліколеві рідини в чистому вигляді не схильні до піноутворення, але при попаданні нафтопродуктів у суміш утворюється стійка піна. Спінюваність водогліцеринових сумішей можна зменшити, додаючи спирт.

Пожежонебезпека суміші етиленгліколю з водою є низькою. При вмісті води понад 20% суміш не спалахує. Температура самозаймання

етиленгліколю в повітрі перевищує 400°C. Суміші етилового спирту з водою можуть горіти при вмісті спирту понад 30-40%, залежно від температури.

2.3. Висновки до розділу

Більшість автолюбителів розуміють важливість антифризу для нормальної роботи двигуна і знають, що потрібно регулярно перевіряти його рівень, додаючи при необхідності до розширювального бачка. Проте не всі одразу можуть назвати всі функції, які виконує ця рідина. Термін «антифриз» охоплює кілька видів рідин, і всі вони мають важливе значення для охолодження двигуна внутрішнього згорання. Без антифризу двигун перегріється, що може призвести до серйозних наслідків, зокрема, необхідності капітального ремонту.

Окрім охолодження, антифриз також захищає від замерзання. На відміну від води, він має високу стійкість до низьких температур. Крім того, охолоджувальна рідина характеризується низьким коефіцієнтом розширення: під час замерзання вода може збільшувати свій обсяг на 9%, тоді як антифриз лише на 1,5%.

Завдяки спеціальним присадкам, що входять до складу антифризу, рідина забезпечує не тільки захист від перегріву і замерзання, але й від корозії, а також допомагає запобігти пошкодженню деталей. Перевірити наявність цих присадок можна за допомогою вимірювальних інструментів та відповідних таблиць.

3. АНАЛІЗ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ Й СТРОКІВ НАПРАЦЮВАНЬ ОХОЛОДЖУЮЧИХ РІДИН СИЛОВИХ УСТАНОВОК АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

В Україні вимоги до охолоджуючих рідин регулюються ДСТУ 28084-10 – «Рідини охолоджуючі низькозамерзаючі. Загальні технічні умови». Цей стандарт визначає основні характеристики охолоджуючих рідин на основі етиленгліколю, зокрема зовнішній вигляд, щільність, температуру початку кристалізації, корозійну активність щодо металів, здатність до вспінювання, вплив на гумові матеріали та інші показники. Європейські та американські виробники охолоджуючих рідин дотримуються стандартів ASTM і SAE.

Кожна виробнича компанія розробляє охолоджуючі рідини за власними технічними вимогами, що пояснює наявність великої кількості марок рідин для охолодження двигунів внутрішнього згоряння на ринку запасних частин. Важливо пам'ятати, що змішувати рідини від різних виробників і марок не рекомендується, оскільки це може призвести до небажаних хімічних реакцій між компонентами.

Згідно з ДСТУ, строк експлуатації охолоджуючих рідин зазвичай становить від 2 до 5 років, залежно від умов експлуатації та хімічного складу рідини. Важливо також врахувати, що незалежно від того, чи знаходиться транспортний засіб в експлуатації чи зберігається в гаражі, рідину слід замінювати відповідно до регламенту, затвердженого виробниками рідин, автомобілів або силових установок.

3.1. Класифікація охолоджуючих рідин

Вибір підходящої охолоджуючої рідини для конкретного транспортного засобу може бути досить складним. Одним із параметрів вибору часто є колір рідини. Однак, багато виробників не дотримуються єдиних стандартів щодо кольору, і рідини одного кольору можуть мати абсолютно різні властивості. Тому розуміння класифікації охолоджуючих

рідин є важливим для того, щоб правильно вибрати необхідну рідину. Зазвичай охолоджуючі рідини класифікуються за їх характеристиками та типом.

Продуктивність охолоджуючої рідини визначається її характеристиками, що вимірюються під час тестувань за стандартами галузі або специфікаціями OEM. Ці тести також дозволяють оцінити сумісність рідини з матеріалами, з яких виготовлені компоненти системи охолодження двигуна. Американська спільнота з випробувань і експлуатаційних матеріалів (ASTM) розробила низку тестів для визначення якості і сумісності охолоджуючих рідин.

Серед найбільш часто використовуваних стандартів є ASTM D3306 і ASTM D6210. Стандарт ASTM D3306 містить численні тести, що визначають вимоги до охолоджуючих рідин, які працюють у легких умовах експлуатації. Ця специфікація включає характеристики, як температура замерзання (початок кристалізації) та кипіння, а також оцінку захисту від корозії в різних експлуатаційних умовах і впливу кавітації на лопатки водяного насоса.

Більш сучасний стандарт ASTM D6210 включає всі вимоги стандарту D3306, а також додаткові випробування, що оцінюють ефективність рідини в умовах важких експлуатаційних ситуацій, таких як перегрів або холодні умови. Цей стандарт також включає перевірки здатності охолоджуючої рідини захищати мокрі гільзи блоку двигуна від кавітації і відкладень накипу на перегрітих поверхнях.

При виборі охолоджуючої рідини для експлуатації в Україні, що можна віднести до важких умов, особливо важливо звертати увагу на відповідність стандарту ASTM D6210, зазначеному на упаковці рідини.

Охолоджувальні рідини можуть бути класифіковані за типом продукту, що визначається базовими присадками, які додаються до рідини для підвищення її ефективності. Хоча кольори рідин можуть бути корисним орієнтиром, вони не завжди є точним індикатором характеристик продукту, оскільки рідини одного кольору можуть мати різні властивості. Розуміння

класифікації охолоджуючих рідин допомагає правильно вибрати потрібну рідину для будь якого транспортного засобу. Зазвичай охолоджуючі рідини поділяються на три основні типи: звичайні, гібридні та ОАТ.

1. Звичайні охолоджувальні рідини. Це найстаріший тип рідин, що використовують базові технології виготовлення та присадки. Вони мають найменші витрати на виробництво, але вимагають частих заміन через коротший термін служби. Зазвичай такі рідини потрібно міняти через короткі інтервали.

2. Гібридні охолоджувальні рідини. Ці рідини поєднують стару технологію виробництва з сучасними органічними присадками. Вони мають перевагу в збільшених інтервалах заміни, порівняно з звичайними рідинами, але можуть деградувати через старіння присадок, що знижує їхню ефективність на тривалих високих температурах.

3. Охолоджувальні рідини ОАТ. Це найсучасніший тип, який використовує органічні присадки для підвищення ефективності охолодження. Вони потребують мінімального технічного обслуговування, мають тривалий термін служби, добре взаємодіють з гумовими ущільненнями та запобігають корозії. Такі рідини є найбільш ефективними для сучасних силових установок автомобілів, забезпечуючи найкращі показники на довгострокову експлуатацію.

При виборі охолоджуючої рідини важливо враховувати міжсервісний інтервал і рекомендації виробника. На упаковці або в інструкції до автомобіля зазвичай вказується термін, через який потрібно замінити охолоджуючу рідину.

Основні стандарти для охолоджувальних рідин, що використовуються в системах охолодження, включають:

- BS 6580: 1992 (Велика Британія)
- SAE J 1034 (США)
- ASTM D 3306 (США)
- ONORM V5123 (Австрія)

- AFNOR NF R15-601 (Франція)
- CUNA NC956 16 (Італія)
- JIS K2234 (Японія)

Ці стандарти допомагають визначити якість і сумісність рідини для конкретних умов експлуатації. Для більш повного розуміння якісних показників охолоджуючих рідин, необхідно перейти до аналізу наступного розділу.

3.2. Якісні показники на основі класифікації охолоджувальних рідин

Традиційним охолоджувачем, що досі часто застосовується, є звичайна природна вода, яка складається з розчинених у ній солей і мінералів. Високий вміст кальцієвих і магнієвих солей, а також хлоридів і сульфатів, значно впливає на «жорсткість» води. Вода з високим рівнем карбонатної жорсткості сприяє утворенню осадових відкладень або накипу на металевих частинах системи охолодження. У разі використання води з надмірною жорсткістю на металевих поверхнях силової установки утворюється тверде осадження, що може призвести до значних проблем.

Згодом, утворення накипу знижує ефективність тепловідведення системи охолодження і може викликати перегрів окремих частин силової установки, що в крайніх випадках призводить до пошкодження таких компонентів, як поршні або блок циліндрів. Крім того, хлориди і сульфати підвищують ймовірність корозії металевих частин системи охолодження, особливо радіаторів і трубок, що подають охолоджувальний агент.

Однак вода має й інші суттєві недоліки як охолоджуюча рідина. Вона замерзає при температурі 0°C і закипає при 100°C, а також схильна до випаровування при високих температурах, що призводить до втрат об'єму рідини в системі. Для підвищення температури кипіння систему герметизують, але при цьому виникає високий тиск, який негативно впливає на шланги, гумові ущільнення та радіатор. Щодо низьких температур, то

межу замерзання води можна знизити за рахунок додавання одноатомних спиртів, проте їх низька температура кипіння (65-82°C) не вирішує проблему в цілому.

Гліцерин, хоча й має високу температуру кипіння (близько 290°C), при низьких температурах значно збільшує в'язкість, що ускладнює циркуляцію рідини в тонких трубках радіатора і підвищує навантаження на водяний насос.

Щоб мінімізувати недоліки використання природної води в якості охолоджувальної рідини, часто застосовується водно-гліколева суміш, яка складається з водного розчину етиленгліколю. Водночас, сам етиленгліколь у чистому вигляді є агресивним до металевих частин охолоджувальної системи, тому до нього додають антикорозійні присадки (інгібітори), а також компоненти для зменшення піноутворення та стабілізації теплопередачі. Концентрація етиленгліколю у суміші прямо впливає на її фізичні характеристики, зокрема на щільність, температури замерзання та кипіння.

Важливою є також хімічна чистота води, оскільки вона значною мірою визначає ефективність роботи присадок, що додаються до охолоджувальної рідини. Оцінка якості таких рідин відповідно до стандартів здійснюється згідно з ДСТУ «Рідини, що охолоджують, низькозамерзаючі. Загальні технічні умови». Цей нормативний документ визначає зовнішній вигляд рідини, її щільність, температурні межі кристалізації та кипіння, а також здатність до спінювання. Проте склад і концентрація присадок, а також питання змішування різних охолоджуючих рідин не регулюються цим стандартом і залишаються на розсуд виробника.

Існуючі проблеми з вибором охолоджуючих рідин обумовлені відсутністю чітких норм щодо їхнього робочого терміну та тестування на можливість змішування. Сертифікація охолоджувальних рідин в Україні часто є добровільною, що може призводити до ризику низької якості продукту.

Щодо імпортованих охолоджувальних рідин, то для рідин, які працюють в умовах легких навантажень, застосовуються вимоги ASTM D3306, а для рідин, що використовуються в важких умовах експлуатації або на вантажному транспорті, визначені в ASTM D4985. Ці стандарти описують фізико-хімічні властивості рідин та їхні робочі вимоги. Додатково, багато виробників силових установок автомобілів мають власні специфікації для охолоджувальних рідин, що включають більш строгі вимоги. Наприклад, стандарти General Motors вимагають особливих характеристик щодо взаємодії охолоджуючої рідини з алюмінієвими компонентами та обмежують використання інгібіторів корозії, таких як нітрити, нітрати, фосфати та інші компоненти, що можуть бути шкідливими.

Основна функція охолоджувальних рідин не обмежується лише запобіганням замерзанню системи охолодження взимку та перегріву влітку. Як зазначено раніше, існує багато інших важливих характеристик, що визначають ефективність рідини як експлуатаційного матеріалу, тому це питання потребує детальнішого розгляду. Базовим компонентом більшості охолоджуючих рідин є гліколевий ефір, зокрема моноетиленгліколь, до якого додаються десятки хімічно активних добавок. Ці присадки необхідні для забезпечення рідиною всіх необхідних експлуатаційних властивостей. Важливо відзначити, що охолоджувачі на основі моноетиленгліколю мають чітко визначену концентрацію, і змішування таких рідин повинно відбуватися з урахуванням цих пропорцій, щоб зберегти їх протикорозійні якості.

Згідно з чинним стандартом ДСТУ, охолоджувальні рідини для силових установок поділяються на три основні типи. Перший тип — концентрати, які вимагають розведення дистильованою водою. Окремі маркування на упаковках, такі як «40» або «65», вказують на температури кристалізації, що відповідають умовам певного кліматичного регіону. Також присутні літерні позначення, що додають уточнення щодо типу рідини.

Наприклад, «A40-M» означає, що рідина призначена для автомобілів, модернізована з покращеною хімічною формулою або пакетом присадок.

Незважаючи на те, що охолоджувальні рідини, вироблені в Європейському Союзі, не підпадають під вимоги українського ДСТУ, їх технічні параметри зазвичай є більш жорсткими. Наприклад, стандартні 1:1 водні розчини моноетиленгліколю можуть мати температуру кристалізації до -40°C , однак вони можуть бути значно більш агресивними до металевих частин системи охолодження через відсутність спеціальних добавок. Це підкреслює важливість пакету присадок, які використовуються для зменшення агресивності та підвищення стійкості до корозії. Ось саме на цьому етапі приходиться розуміння, що основна відмінність якості криється саме в пакеті присадок, що використовуються для виготовлення холодоагенту. І згідно з чинним ДСТУ підлягають обов'язковому контролю лише 10% присадок до охолоджуючої рідини, тоді як європейські вимоги наказують обов'язковий контроль не менше ніж 30%.

Що стосується класифікації охолоджувальних рідин, то вона була вперше введена автомобільним концерном Volkswagen Audi Group (VAG) в 90-х роках ХХ століття.

Це позначення, як-от G11 і G12, стали широко використовуватися й іншими виробниками. Класифікація VAG передбачає поділ рідин на кілька груп, одна з яких — G11. Рідини цієї групи є гібридними сумішами води та етиленгліколю з антикорозійними присадками. Вони призначені для відносно старих автомобілів (до 1998 року) та мають термін служби до 3 років.

Охолоджувальні рідини G12 — це карбоксилатні суміші на основі води та етиленгліколю з додаванням органічних присадок. Їх основна перевага полягає в здатності запобігати корозії, ефективно діючи на ділянки, де вона може виникнути. Ці рідини особливо підходять для алюмінієвих двигунів, оскільки не утворюють накипу і нальоту в системі охолодження. Термін служби охолоджуючих рідин G12 досягає 5 років без необхідності заміни.

Випуск оригінальних антифризів цієї групи припинили у 2004 році, їх замінили модифікації G12+.



Рис. 3.1. Візуалізація так званого G-маркування охолоджуючих рідин введена автомобільним концерном Volkswagen Audi Gruppe.

Охолоджувальні рідини G12+ не лише утворюють захисну плівку в місцях корозії, але й виконують профілактичні функції, запобігаючи її виникненню. Це стало можливим завдяки вдосконаленому складу присадок, зокрема інгібіторів корозії на основі карбонових кислот. Рідини G12+ потребують заміни через 5 років або після 200 тис. км пробігу.

Охолоджувальні рідини G12++ мають лобридний склад, що поєднує органічні та мінеральні інгібітори корозії. Така комбінація дозволяє забезпечити ефективний захист від корозії на локальних ділянках двигуна. Термін служби рідин G12++ може досягати до 10 років, що робить їх дуже ефективними.

Охолоджувальні рідини G13 відрізняються від попередніх груп тим, що в них використовується менш токсичний пропіленгліколь, який швидше розкладається після використання. Ці рідини підходять для

високопродуктивних двигунів, включаючи спортивні авто, які працюють в умовах інтенсивного нагрівання та потребують ефективного відведення тепла. Інтервал заміни охолоджувальних рідин G13 може досягати 10 років навіть при високих навантаженнях.

Необхідно зазначити, що сертифікація антифризів за стандартами Volkswagen Audi Group (VAG) не завжди підходить для інших силових установок, оскільки вони розраховані на конкретні автомобілі таких марок, як Volkswagen, Audi, Skoda, Seat, Porsche, Bentley, Bugatti, Lamborghini і Ducati. Інші виробники можуть використовувати свої власні позначення та стандарти. Тож, краще орієнтуватися на допуски охолоджувальних рідин безпосередньо в інструкції по експлуатації конкретно взятого силового агрегату певного автомобіля.

Окремо необхідно пояснити, що колір охолоджуючої рідини, теж ніяк не впливає на її характеристики. Як правило, охолоджуюча рідина, яка відслужила встановлений термін не має певного кольору й він може бути від цілком прозорого до темно брудного. А яскраве фарбування застосовується виробниками для того, щоб охолоджуюча рідина, на будь-якому етапі свого життєвого циклу, не була випадково вжита в їжу. Як правило, вибирається яскравий насичений неприродний колір. У нашій країні, до останнього часу, частіше використовувався синій - пурпурний або світло - зелений насичений колір, у Німеччині рідина для навантажених силових установок комерційної техніки, як правило, забарвлюється в темно-зелений колір, у той час як у країні того ж Євросоюзу – Італії, охолоджуюча рідина такого ж призначення і з тим же пакетом присадок робиться яскраво червоною.

Неправильним є припущення, що антифризи можна змішувати лише за кольором. (див рис. 3.2). Однак, як було зазначено та доведено вище, принципового впливу на характеристики колір не має, а іноді, охолоджувальні рідини однакової пігментації нерідко розрізняються за стандартами виробництва і допусками виробників.



Рис. 3.2. Візуалізація можливих кольорів сучасних охолоджуючих рідин.

Класифікація антифризів за кольором була введена німецьким автоконцерном VAG, щоб полегшити ідентифікацію охолоджувальних рідин за їх типами. Зазвичай антифризи з маркуванням G поділяються за такими кольорами:

- G11 — синій або зелений;
- G12 — червоний;
- G12+ та G12++ — рожевий;
- G13 — жовтий або фіолетовий.

Варто зазначити, що барвники в антифризах використовуються в основному для виявлення проблем з герметичністю з'єднань шлангів і патрубків системи охолодження. Яскраві кольори добре видно під ультрафіолетовим світлом, що спрощує виявлення витоків під час технічних оглядів.

Незважаючи на те, що рідини одного кольору можуть виглядати схожими, це не означає, що вони належать до однієї групи. Виробники можуть вибирати колір на власний розсуд, не обов'язково залежно від складу антифризу. Тому колір не є визначальним фактором у класі охолоджувальної

рідини. Наприклад, один антифриз може бути червоним у одного виробника, а в іншого — мати зелений або фіолетовий відтінок.

В Європі найпоширеніший спосіб використання антифризу полягає в розведенні концентратів, що мають певний колір, з дистильованою водою. Розведення в пропорції 1:1 забезпечує температуру замерзання близько -40 °С. Якщо розвести концентрат у пропорції 2:3 (концентрат/вода), температура замерзання буде -30 °С. Для співвідношення 1:2 температура замерзання складе близько -20 °С. Це дозволяє підібрати оптимальні характеристики охолоджувальної рідини в залежності від кліматичних умов, в яких експлуатуватиметься транспортний засіб.

3.4. Питання термінів експлуатації та змішування охолоджуючих рідин

Будь-яка охолоджуюча рідина, при будь якій експлуатації змінює свої властивості - зменшується запас лужності, підвищується схильність до піноутворення, знижується здатність захисту від корозії металевих деталей і елементів ущільнень системи охолодження. За стандартами, визначеними діючими нормативами, строк служби охолоджувальної рідини зазвичай становить 3 роки або 60 тис. км пробігу при умові підтримки щільності не менше 1,075 кг/л. Це значення є особливо важливим наприкінці терміну експлуатації, оскільки воно безпосередньо впливає на температуру кристалізації рідини при низьких температурах.

При заміні охолоджувальної рідини слід врахувати, що влітку, якщо для відновлення рівня рідини в розширювальному бачку використовувалася звичайна вода, а не дистильована, на внутрішніх поверхнях системи охолодження може утворитися накип. Це може привести до звуження каналів. У такому випадку необхідно провести ретельне промивання системи за допомогою спеціальних засобів для видалення накипу, а потім залити чисту дистильовану воду, прогріти двигун до відкриття термостату і забезпечити циркуляцію рідини по всіх колах системи охолодження. Після

цього слід злити промивну воду, а вже після охолодження двигуна залити нову охолоджувальну рідину.

Важливо зазначити, що якісна охолоджуюча рідина, навіть при замерзанні, не перетворюється на тверду масу, як це може статися з водою. Вона набуває вигляду пухкої маси з водяними кристалами (див. рис. 3.3), що дозволяє уникнути механічних пошкоджень системи охолодження та деталей двигуна, таких як головка блоку та блок циліндрів, під час розморожування. Як правило, утворення цієї маси не веде до заморожування радіатора і не заважає запуску двигуна. Після його запуску і прогрівання охолоджуюча рідина, через незначний проміжок часу відновлює свої властивості, стає плинною і повертає необхідні свої функції щодо забезпечення охолодження силової установки.

Для охолоджуючих рідин виробництва країн Європейського Союзу є додаткові характеристики стану, такі як температура утворення пластівців льоду (наприклад, -38°C) і температура застигання (-45°C). Однак, ці значення не є необхідними для вказівки на упаковці.

Надмірно високі температури охолоджуючої рідини, також надають негативний, а іноді і руйнівний, для пакету її присадок, вплив. Слід також пам'ятати, що після напрацювання певного терміну, а іноді, при експлуатації в особливо важких умовах роботи на гоночній техніці, після певної кількості циклів нагрівання, охолоджуюча рідина, що застосована в двигуні, втрачає свої робочі властивості: знижується початкові концентрації та вміст інгібіторів корозії, зменшується здатність та загальний коефіцієнт передачі тепла, суттєво підвищується піноутворення. Процес старіння йде швидше, якщо в системі охолодження опиняються відпрацьовані газы, мастильні матеріали або велика кількість повітря. Отже, необхідно регулярно стежити за місцями потенційних витоків рідини та за зовнішнім виглядом еластичних шлангів. У більшості випадків середні терміни напрацювання охолоджуючих рідин та рекомендовані інтервали її заміни вказуються в інструкціях до експлуатації автомобіля або силової установки. Виробники охолоджуючих

рідин також можуть наводити рекомендовані терміни експлуатації та таблиці необхідної концентрації на етикетках упаковок охолоджуючих рідин.

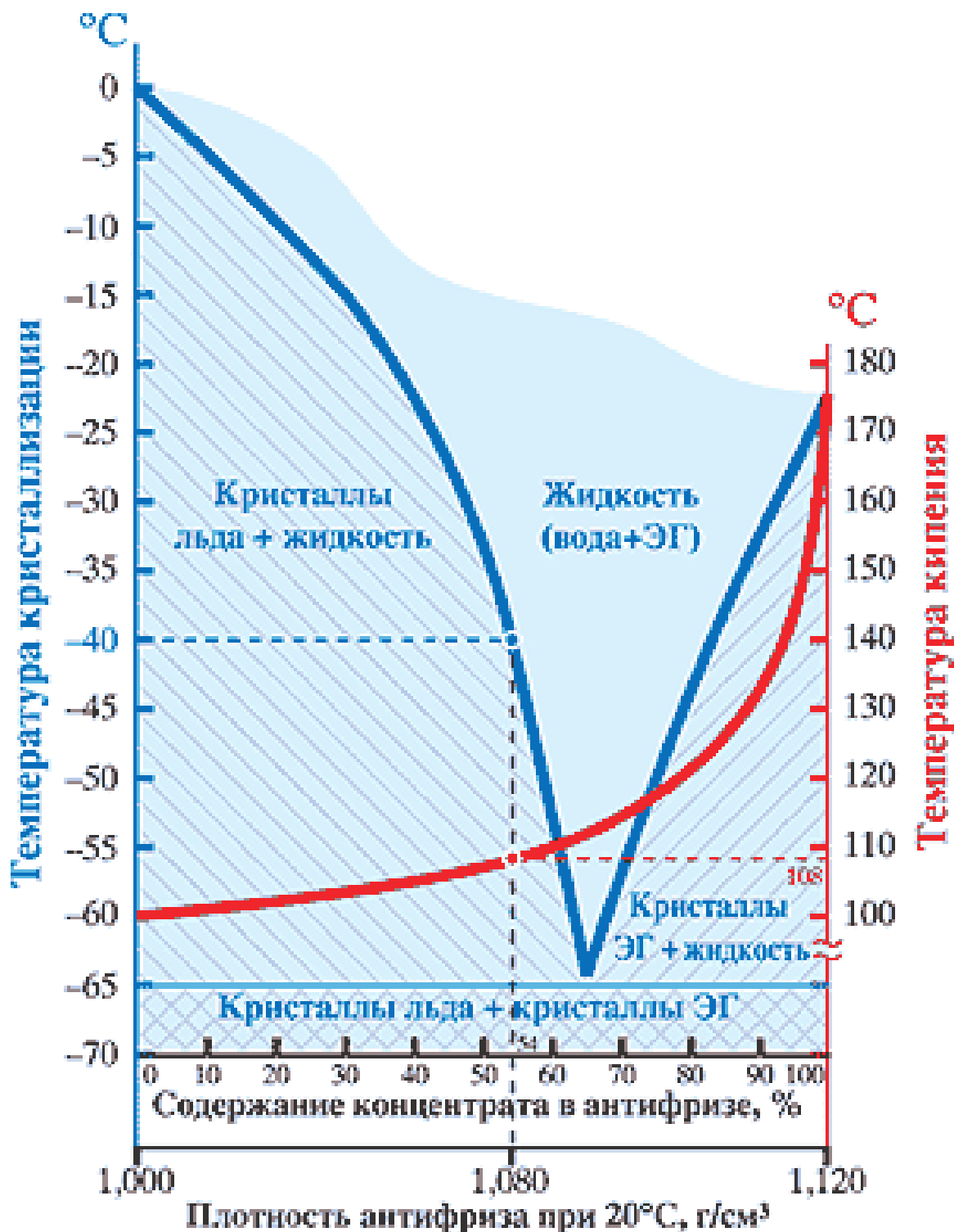


Рис. 3.3. Діаграма якісних показників стану охолоджуючої рідини залежно від щільності та температурного фактора.

В деяких випадках охолоджуюча рідина, вимагає своєї заміни раніше визначеного в інструкції терміну. Це можна як правило визначити за наявності зовнішніх ознак:

- формується желеподібна паста на горловині розширювального бачка, за негативної температури відбувається помутніння, утворюється осад, зменшуються інтервали між роботою та відключенням електроventилятора охолодження силової установки.

- рідина в розширювальному бачку набуває рудо-бурого кольору. Це означає, що в системі почалася та інтенсивно розвивається корозія.

В описаних випадках таку охолоджувальну рідину слід якнайшвидше замінити незалежно від того, скільки вона відпрацювала в системі охолодження даної силової установки. Крім цього, протягом терміну роботи охолоджувальної рідини рекомендується періодично перевіряти її реальну щільність. Для цього зазвичай необхідно використовувати ареометр і зіставляти його показання з рекомендованими величинами для певної кліматичної зони експлуатації автотранспортного засобу.

Якщо рівень рідини в розширювальному бачку або радіаторі зменшується, необхідно визначити причину - можливо, вода випарувалася або виник витік. Якщо проблема полягає у нестачі води, її можна долити (як дистильовану, так і кип'ячену воду). Якщо виявлено витік, слід доливати саме ту охолоджувальну рідину, яка застосовується в даному двигуні. Зазвичай охолоджуючі рідини різних виробників, але з дотриманням стандартів ДСТУ та європейських вимог, можна змішувати без побоювань (див. табл. 3.1). Однак, якщо невідомо, яка саме рідина була використана раніше, слід уникати змішування і провести повну заміну охолоджувальної рідини, дотримуючись рекомендацій для конкретного двигуна. Несумісні присадки можуть вступати в небажані реакції, що призведе до втрати ефективності охолоджувальної рідини. Тому змішування різних груп охолоджувальних рідин не рекомендується.

На зовсім вже крайній випадок допускається можливість вимушеного змішування охолоджувальних рідин за наступною схемою, що наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Теоретичні можливості сумісності різних груп охолоджуючих рідин при виникненні необхідності їх вимушеного змішування

Сумісність антифризів		Антифриз в системі охолодження				
		G11	G12	G12+	G12++	G13
Антифриз для додавання до системи охолодження двигуна	G11	+	-	-	-	-
	G12	-	+	-	-	-
	G12+	+	+	+	-	-
	G12++	+	+	+	+	-
	G13	+	+	+	+	+

Змішування охолоджуючих рідин різного складу може призвести до серйозних проблем у майбутньому, таких як корозія системи охолодження, тріщини на патрубках, утворення осаду, забивання радіатора та інші. У випадку, коли змішування різних типів антифризів неминуче, найкраще одразу провести промивку системи та замінити рідину на рекомендовану виробником.

При виборі охолоджуючої рідини слід орієнтуватися на рекомендації, наведену в інструкції до транспортного засобу. Особливо варто звернути увагу на антифризи бренду Cool Stream. Ці холодоагенти є результатом новітніх розробок у галузі запобігання корозії металів і сполук. У складі присадок до охолоджуючих рідин Cool Stream використовуються екологічно чисті карбонові кислоти. Продукція постачається на ринок лише у вигляді концентратів. Концентрована рідина не повинна безпосередньо заливатися в систему охолодження, оскільки має високу в'язкість і не підходить для циркуляції через водяний насос системи охолодження. На упаковках концентрату зазначені спеціальні таблиці розведення, які дозволяють

приготувати рідину, що відповідає вимогам кліматичних умов для експлуатації.

Охолоджуючі рідини основних груп, таких як G11 – G13, представлені на ринку як готові рідини, так і концентрати для подальшого розведення з дистильованою водою (див рис. 3.4). Готові рідини можна безпосередньо заливати в розширювальний бачок, а концентрати потребують розведення у відповідних пропорціях, що вказані на упаковці виробником.



Рис. 3.4. Візуалізація пакування концентрату охолоджуючої рідини, що потребує розведення дистильованою водою

Змішування антифризу з великою кількістю води допускається, але потрібно враховувати деякі нюанси. Наприклад, в результаті розведення температура замерзання охолоджуючої рідини знижується. Для експлуатації в помірних або теплих кліматичних умовах це зазвичай не є проблемою, зокрема в зимовий період чи влітку.

Основним критерієм для вибору охолоджуючої рідини є стандарт, згідно з яким вона була виготовлена. Класифікація сучасних охолоджувальних рідин, що виробляються в Європейському Союзі, виглядає наступним чином:

- ASTM D3306 - для легкових автомобілів та малих вантажівок, які експлуатуються в стандартних умовах;

- ASTM D4985 - для комерційної та важкої техніки, що працює в умовах високих навантажень;
- G11 - для легкових автомобілів та малих вантажівок в стандартних умовах експлуатації;
- G12 - для важкої техніки, що працює в умовах високих навантажень.

Особливу увагу варто звернути на інформацію щодо відсутності силікатів (free of silicate / silicate free) в антифризах, які застосовуються в силових установках, що працюють в складних умовах або за високих температур. При тривалій роботі при високих температурах силікати в складі присадок можуть утворювати гелеподібні маси. Ці маси можуть знижувати прохідність каналів системи охолодження або навіть блокувати їх, що призводить до перегріву окремих компонентів силової установки та зменшення їхнього загального ресурсу.

3.5. Питання представлення та пакування

Охолоджуючі рідини, як і будь-яка продукція високої якості, повинні постачатися в надійно упаковану тару, яка має відповідати стандартам якості. Упаковка повинна мати захисні елементи, такі як логотипи, фарбування та високоякісну поліграфію, що свідчить про увагу виробника до свого товару на кожному етапі виробництва. Оцінюючи каністру, слід звернути увагу на її конструкцію, оскільки це може бути показником ставлення до якості на всіх етапах виготовлення.

Зазвичай каністра оснащена спеціальною пробкою з «колючою» смугою, а також пломбою, які повинні бути щільно прикріплені, без будь-яких пошкоджень чи слідів розривів. Важливо перевірити герметичність упаковки, для цього можна перевернути каністру або обережно стиснути її з боків. Якщо з упаковки витікає рідина або чути шипіння повітря, це може бути сигналом того, що товар не відповідає стандартам якості або є контрафактним.

У разі, коли каністра прозора, варто скористатися цією можливістю, щоб оцінити вміст. Рідина повинна бути чистою та прозорою, без будь-якого осаду. При струшуванні упаковки піна повинна зникати протягом 3 секунд. Для концентрату цей час може бути дещо більшим - до 5-6 секунд. Етикетка на упаковці має бути якісно надрукована та добре приклеєна. Всі написи, цифри та штрих-код повинні бути чіткими та легко читабельними. Використання дрібного, нечитабельного шрифту може бути ознакою підробки.

На етикетці повинна бути вказана інформація про виробника, контактні дані, інструкція по застосуванню охолоджуючої рідини, температура замерзання та кипіння, термін зберігання і дата виробництва. Для впевненості в якості товару не буде зайвим зателефонувати за вказаним номером на етикетці. Добросовісні виробники завжди готові відповісти на питання. Якщо така інформація відсутня або виглядає підозріло, це може свідчити про низьку якість або підробку продукту. Адже від якості охолоджуючої рідини безпосередньо залежить ефективність роботи двигуна та загальна працездатність транспортного засобу.

4. ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ УМОВ ПРАЦІ У ЛАБОРАТОРІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

4.1. Забезпечення нормативних умов освітлення лабораторій.

Освітлення робочого місця - найважливіший фактор створення нормальних умов праці.

Умови роботи зору можна охарактеризувати як кількісними, так і якісними показниками. До якісних показників відноситься фон, контраст об'єкта із фоном, видимість, циліндрична освітленість, показник засліпленості, показник дискомфорту й коефіцієнт пульсації освітленості. До кількісних - світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість і світність.

При недостатній освітленості зорове сприйняття знижується, розвивається короткозорість, з'являються хвороби очей і головні болі. Через постійну напругу зору наступає зорове стомлення. При недостатнім освітленні працюючий чи навчаючийся нахилється до встаткування, внаслідок чого зростає небезпека нещасного випадку. Тривала робота при високій освітленості може привести до світлохвороби - підвищеної чутливості очей до світла з характерною сльозотечею, запаленням слизоватої оболонки або роговиці ока.

Для освітніх закладів застосовують три види освітлення: природне, штучне й змішане.

Природне освітлення характеризується відношенням природної освітленості, створюваної усередині приміщення світлом неба (безпосереднім або відбитим), до значення зовнішньої освітленості земної поверхні від небозводу, виражене у відсотках. Це відношення прийняте називати коефіцієнтом природної освітленості КПО.

У навчальних кабінетах нормативні значення КПО для другої групи по ресурсах світлового клімату відповідно до представлені в таблиці 4.1.

Рівень освітленості на робочих поверхнях залежить від характеру зорової роботи, розміру розглянутих деталей і контрасту їх із фоном, але повинен бути не менш зазначених даних у табл. 4.1.

У учбових приміщеннях навчальних закладів повинен бути лівосторонній світлорозподіл. При глибині навчальних приміщень більше 6 м обов'язковий пристрій правобічного підсвіту. Висота правобічного підсвіту при наявності глухої перегородки повинна бути не менш 2,2 м від стелі й 0,5 м від підлоги (при висоті 3,0 м).

Приміщення із ВДП і ПЕОМ повинні мати природне й штучне освітлення. Природне освітлення повинне здійснюватися через світлопроеми, орієнтовані переважно на північ і північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості (КПО) не нижче 1,5 відсотків.

Таблиця 4.1

Норми освітленості приміщень освітніх установ.

N з/п	Приміщення	Площина (Г-горизонтальна, В-вертикальна) нормування освітленості й КПО, висота площини над підлогою, м.	Штучне освітлення			Природне освітлення КПО, при бічному освітленні
			Освітлення робочих поверхонь, Люкс	Показник дискомфорту, М не більше	Коефіцієнт пульсації К _п освітлення, % не більше	
1.	Класні кімнати, аудиторії навчальні	На середній дошці, Г-0,8 на робочих столах і партах	500	-	-	-
2.	Кабінети, лабораторії, лаборантські	На середній дошці, Г-0,8 на робочих столах	300	40	15	1,2
3.	Дисплейні класи	Підлога	150	-	-	0,8
		На столах	300-500	-	-	-

Примітка: * для місцевого освітлення слід передбачати штепсельні розетки.

Нормована горизонтальна (Г) і вертикальна (В) освітленість в точках її мінімального значення при штучному освітленні люмінесцентними лампами

Для приміщень освітніх установ наведені в таблиці 4.1. При застосуванні ламп накаливання норми зменшуються у два рази.

Загальне штучне освітлення приміщень повинне забезпечуватися газорозрядними джерелами світла, як правило, люмінесцентними лампами. У випадку неможливості або техніко-економічної недоцільності застосування люмінесцентних ламп (у підвалах, санвузлах, теплових пунктах і інших аналогічних приміщеннях) допускаються лампи накаливання.

Для ряду приміщень, наприклад, аудиторій де передбачено виконувати креслення, нормуються коефіцієнти пульсації освітленості, показники дискомфорту.

Коефіцієнт пульсації (K_p) освітленості - критерій оцінки глибини коливань освітленості, що створюються освітлювальною установкою, у результаті зміни в часі світлового потоку розрядної лампи при живленні їх змінним струмом. Так, наприклад, світловий потік розрядної лампи пульсує з подвоєною частотою щодо живлячої напруги (тобто при частоті змінного струму 50 Гц маємо 100 світлових імпульсів у секунду) і змінюється в часі.

Коефіцієнт пульсації освітлювальної установки (OU) залежить від коефіцієнта пульсації світлового потоку джерела світла, світлорозподілу освітлювального приладу і їх розміщення в просторі освітлюваного приміщення, також від схеми включення їх у мережу трифазного електричного струму. Однак коефіцієнт пульсації OU в будь-якій точці освітлюваного приміщення не може бути більше коефіцієнта пульсації світлового потоку джерела світла, використовуваного в даній OU.

K_p виражається (визначається) формулою:

$$K_p = \frac{E_{max} - E_{min}}{2E_{серед}} \times 100$$

де E_{max} , E_{min} - відповідно максимальне й мінімальне значення освітленості за період її коливання, лк; $E_{серед}$ - середнє значення освітленості за цей же період, лк.

Коефіцієнт пульсації становить для люмінесцентних ламп типу ЛБ і ЛТБ - 25%, ЛХБ - 35%, ЛДЦ - 40%, ЛД - 55%. Підвищення концентрації світлового потоку освітлювального приладу й збільшення відносної відстані між ними приводить за інших рівних умов до збільшення коефіцієнта пульсації. Слід зазначити, що збільшення глибини пульсації позначається негативно на зоровій працездатності й підвищує стомлюваність працюючого (студента). Тому при проектуванні ОУ загального й місцевого освітлення з розрядними лампами (РЛ) припустимий K_p обмежується від 10 до 20%.

Для зменшення K_p використовують наступні способи:

- включають у різні фази мережі змінного струму два або три освітлювальних прилади, які розміщені в одній світловій точці; застосовують дволампові освітлювальні прилади з люмінесцентними лампами, із застосуванням компенсувальних пускорегулюючих апаратів, коли живлення однієї половини ламп у світильнику здійснюється відстаючим струмом, а іншої половини – випереджаючим;
- живлять освітлювальні прилади з розрядними лампами змінним струмом із частотою 400 Гц і вище.

У таблиці 4.2. наведені умови, при яких нормовані значення K_p дотримуються, і перевірка їх виконання в освітлювальних установках з люмінесцентними лампами (ЛЛ) не потрібна.

Освітні поверхні, що мають високою яскравістю (світильники, що світяться стелі, панелі, вікна), розташовані на периферії поля зору працюючих (студентів), викликають засліпленість або відчуття дискомфорту й також знижують контрастну чутливість і інші функції зору. Цей якісний параметр оцінюється показником дискомфорту.

Показник дискомфорту (M) при загальному освітленні для приміщень освітніх установ наведений у таблиці 4.1.

Для приміщень, довжина яких не перевищує подвійною висоту установки світильників над підлогою, показник дискомфорту не нормується.

Нормоване значення K_p

Розташування світильників із ЛЛ і схема включення ламп	Нормоване значення K_p , не більше			
	10	15	20	30
При будь-якій розташуванні світильників: число ламп у світильнику, кратне трьом, з рівномірним розподілом між фазами мережі	+	+	+	+
Число ламп у світильнику, кратне двом, з включенням половини ламп за схемою випереджального й половини - за схемою відстаючого струму:				
ламп ЛБ і ЛТБ	+	+	+	+
ламп ЛХБ	-	+	+	+
ламп ЛДЦ	-	-	+	+
ламп ЛД	-	-	+	+
Будь-яке число ламп у світильнику й будь-яка схема включення:				
лампи ЛБ і ЛТБ	-	-	-	-
При суцільних лініях світильників і висоті підвісу $h_p > 2$ м. трифазні лінії з почерговим включенням світильників на різні фази мережі будь-які лампи й схеми тех, але двофазні лінії:	+	+	+	+
лампи ЛБ, ЛТБ	+	+	+	+
лампи ЛХБ	-	+	+	+
лампи ЛДЦ і ЛД	-	-	+	+
Двофазні лінії з почерговим включенням світильників на різні фази мережі, число ламп у світильнику, кратне двом, із включенням половини ламп за схемою випереджальні й половини - за схемою відстаючого струму, лампи всіх типів	+	+	+	+

Примітки: умови, при яких дотримуються нормування значення коефіцієнта пульсації, відзначені знаком +

ЛБ - люмінесцентна лампа (ЛЛ) білих кольорів, нормальна; ЛТБ - ЛЛ тепло-білих кольорів, нормальна; ЛХБ - ЛЛ холодно-білих кольорів, нормальна; ЛД - ЛЛ денного світла; ЛДЦ - ЛЛ денного світла з поліпшеною передачею кольору.

Нормоване значення $M=60$ забезпечується при всіх сполученнях коефіцієнта відбиття стін (ρ_c) і підлоги (ρ_n), крім $\rho_c=0,3$ і $\rho_n=0,1$. Нормоване значення $M=15$ не забезпечується при ρ_c і ρ_n , рівним 0,3 і 0,1. В

освітлювальних установках відбитого світла й зі світловими стелями нормовані значення M забезпечуються при умовах, якщо рівень освітленості приймається згідно нормативних документів СНиП 23-05-05 і коефіцієнт відбиття стін становить не менш 0,3.

Конкретні значення показника дискомфорту визначають у торцевій стіні на центральній осі приміщення на висоті 1,5 м від підлоги. У будинках освітніх установ важливу роль грає сприйняття освітлення за рахунок зменшення контрастів яскравості в полі зору, тому коефіцієнти відбиття поверхонь стін, стелі, підлоги і меблів повинні мати наступні значення: стелі - 0,7...0,75; стін - 0,4...0,5; підлоги - 0,3; меблів - 0,4. Крім того, щоб уникнути відбиттів чи відблисків не слід застосовувати блискуче фарбування. При зазначених значеннях коефіцієнтів відбиття коефіцієнти використання освітлювальної установки на 10-15% вище, ніж при фарбуванні в темні тони. У таблиці 4.3. наведені коефіцієнти відбиття різних поверхонь.

У навчальних та лабораторних приміщеннях коефіцієнт відбиття повинен бути не менш ніж:

- стеля 0,7...0,8;
- верхні частини стін 0,5...0,6;
- панелі стін 0,5;
- меблі 0,35;
- підлога 0,3...0,5.

Для обробки навчальних приміщень слід використати наступні кольори фарб:

- для стін - світлі тони жовтого, бежевого, рожевого, зеленого, блакитного;
- для класних дощок - темно-зелений, темно-коричневий;
- для дверей, віконних плетінь - білий.

Для забезпечення комфортних умов у приміщенні з поля зору студентів варто виключити поверхні, що дзеркально відбивають світло.

Для освітлення навчальних приміщень та лабораторій вищих навчальних закладів необхідно застосовувати світильники розсіяного світла із ЛЛ, а також світильники, що направляють у верхню півсферу не менш 15% випромінюваного ними світлового потоку. До таких світильників можна віднести, наприклад, світильники серії ЛС002, ЛП001, ЛП0028.

Таблиця 4.3

Коефіцієнти відбиття різних поверхонь

Центр поверхні або матеріал	Коефіцієнт відбиття
Скляне дзеркало	0,85
Біла клейова (грейдова) фарба	0,80
Білий папір	0,75
Жовта фарба	0,40
Чорна тканина, папір	0,02
Віконне поліроване скло	0,08
Матоване скло	0,10
Сірий	0,35
Темно-коричневий	0,15
Синій	0,10

Для освітлення аудиторної дошки встановлюються спеціальні світильники типу ЛПО 121x40 (на кронштейнах над дошкою) або світильники типу ЛПО 132x40 на стелі, що забезпечують необхідну освітленість у вертикальній площині дошки.

У навчальному приміщенні слід передбачати наявність сонцезахисних пристроїв на вікнах (жалюзі, тканеві штори). У темний час вони повинні використатися як, відбиваючи поверхні, тому що вікна у вечірній час поглинають велику кількість світла. Тому сонцезахисні пристрої повинні мати світле фарбування з коефіцієнтом відбиття не менш 0,4. Допускається застосування штор з бавовняних тканин, що мають достатній ступень світлопропускання й гарні світлорозподільні властивості (поплін, штапельне полотно, репс), що сумісні з кольорами стін, меблів.

У кабінетах і кімнатах викладачів, у спеціалізованих лабораторіях, читальних залах для місцевого освітлення повинні бути передбачені штапельні розетки.

Для освітлення приміщень де застосовується комп'ютерна техніка використовують систему загального освітлення, виконану стельовими або підвісними люмінесцентними світильниками, рівномірно розміщеними по стелі рядами, паралельно світлопроймам вікон, так, щоб екран монітора перебував у зоні захисного кута світильника і його проєкція не потрапляла на екран монітора. Студенти, що працюють на відеотерміналах, не повинні бачити відбиття світильників на екранах ВДТ. Застосовувати місцеве освітлення при роботі із ВДТ у дисплейній аудиторії не рекомендується. Мінімальна освітленість робочої поверхні стола й аудиторної дошки повинна бути

Світильники очищаються не рідше 2 разів у рік і вчасно замінюються перегорілі лампи. Забороняється залучати до цієї роботи студентів. Очищення вікон необхідно проводити не рідше 3...4 разів у рік зовні й не менш 1...2 разів на місяць - зсередини.

4.2. Заходи щодо обмеження впливу шуму у лабораторних приміщеннях

При навчанні в освітніх установах, а також при проходженні виробничої практики повинен здійснюватися контроль за характером, частотною характеристикою, рівнями звуку, тривалістю впливу шуму відповідно до ДСТУ 12.1.003-03*, СНиПом П-12-07. Припустимі рівні звукового тиску в дБ (еквівалентні рівні звукового тиску в дБА) в октавних смугах частот для освітніх установ відповідно до представлені в таблиці 4.4.

Джерелами шуму є вентилятори, електродвигуни, повітрорегулюючі пристрої (драсельні пристрої, клапани, заслінки, направляючі лопатки), повітророзподільні пристрої (приточні й витяжні ґрати), елементи мережі повітропроводів (повороти, зміна поперечного перерізу, розгалуження).

Шумові характеристики вентиляторів, повітрорегулюючих і повітророзподільних пристроїв повинні бути зазначені в паспортах або каталогах вентиляційного встаткування, а при їхній відсутності повинні

визначатися шляхом проведення замірів. Якщо в приміщенні одночасно працює кілька вентиляторів, то для кожної октавної смуги необхідно визначити сумарний рівень звукової потужності всіх вентиляторів шляхом додавання рівнів звукової потужності окремих вентиляторів.

Періодично, один раз на півріччя, варто контролювати холостий хід усього встаткування з виміром частотної характеристики шуму.

Таблиця 4.4

Припустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Приміщення, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах зі середньо геометричними частотами, Гц								Еквівалентні рівні звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Аудиторні приміщення, навчальні кабінети, лабораторії вищих навчальних закладів	63	52	45	39	35	32	30	28	40
Читальні зали, приміщення відпочинку	55	44	35	29	25	22	20	18	30

Зниження рівня шуму в будинках навчальних закладів забезпечується виконанням наступних заходів:

- а) у рекреаційних приміщеннях стеля й стіни необхідно облицьовувати звуковбирними матеріалами типу акмигран, перфорована плитка й ін.;
- б) приміщення з підвищеними рівнями шуму (майстерня, механічні лабораторії навчальні цехи) повинні розташовуватися вдалині від навчальних аудиторій, бібліотеки.

Двері всіх навчальних і виробничих приміщень повинні безшумно й щільно закриватися. При встаткуванні навчальних кабінетів столами й стільцями необхідно застосовувати прокладки (гумові, повстяні або з іншого подібного матеріалу), що відповідають опорної частини ніжок стільців, а при

навантаженості парт із кришками, що відкриваються, - у місцях, що являють собою опору для кришок парт.

Приміщення з підвищеними рівнями шуму забороняється облицьовувати керамічними плитками, офарблювати олійною фарбою.

Рівень звуку для світлових приладів з розрядними лампами на відстані 1 м від його зовнішнього контуру повинен бути для навчальних кабінетів і лабораторій у вузах і технікумах не більше 20 дБА.

Рівень шуму (звукового тиску) від труб діючої системи водяного опалення не повинен перевищувати 40 дБА для всіх учбових установ.

Навчальні приміщення (дисплейні класи, кабінети й ін.) не повинні граничити із приміщеннями, у яких рівні шуму й вібрації перевищують нормоване значення (майстерні, механічні лабораторії, навчальні цехи й т.п.).

Звуковий тиск при непрацюючій обчислювальній техніці не повинен перевищувати 40 дБА, під час роботи – 50 дБА. Встаткування, що створює багато шуму, така, як механізми та двигуни внутрішнього згорання, повинне перебувати поза навчальними приміщеннями (лаборантська, лабораторії, спеціальне приміщення), що б не перевищувати припустимі рівні шуму.

4.3. Заходи що до забезпечення опалення й вентиляції в лабораторних приміщеннях

В освітніх установах системи опалення й вентиляції повинні проектуватися й експлуатуватися згідно СНиПу 2.08.02-05, ДСТУ 12.1.005-08.

Розрахункова температура повітря для проектування й експлуатації опалення й кратність обміну повітря в приміщеннях повинні бути у відповідності з представлені в табл. 4.5. У позанавчальний час у приміщенні повинна підтримуватися температура не нижче 15⁰С.

Розподіл приточного повітря й видалення повітря із приміщень освітніх установ необхідно передбачати з урахуванням режиму використання

приміщень протягом доби або року, а також з урахуванням змінних надходжень теплоти, вологи й шкідливих речовин.

У кожному приміщенні площа, відкривання, фрамуг і кватирок повинна становити не менш 1/50 площі підлоги, фрамуги й кватирки, у навчальних і лабораторних приміщеннях забороняється їх забивати й заклеювати.

Таблиця 4.5

Нормативна температура повітря й кратність обміну повітря в приміщеннях освітніх установ

№ з/п	Приміщення	Температура повітря, град. С°	Кратність повітрообміну за одна година	
			надходження повітря	витяга повітря
1	Аудиторні приміщення, навчальні кабінети	18 - 21	16 м ³ /год	на 1 студен.
2	Технічний центр та технічні лабораторії	18 - 21	-	2
3	Аудиторії, лабораторії без виділення шкідливих речовин (неприємних запахів)	18 - 21	20 м ³ /год	на 1 студен.
4	Лабораторії й інші приміщення з виділенням шкідливих речовин, мийні при лабораторіях з витяжними шафами	18 - 21	З розрахунку відповідно до технологічних завдань	
5	Лабораторії із приладами підвищеної точності	20 - 21	Те ж	-
6	Мийні лабораторного посуду без витяжних шаф	18 - 20	4	6

Навчальні приміщення ретельно провітрюються під час перерв, а рекреаційні - під час занять. По закінченні занять і перед початком занять, а також у перерві між першою й другою змінами проводиться наскрізне провітрювання приміщень (див. табл. 4.6).

Запиленість повітря в навчальних аудиторіях, кабінетах, лабораторіях не повинна перевищувати 0,15 мг/м³. Вміст вуглекислоти, обумовлено життєдіяльністю організму студентів, та повинно бути не більше 0,7 мг/л. Частину повітря, що знаходиться у приміщенні допускається подавати в коридори

або суміжні приміщення в об'ємі не більше 50% витрати повітря, призначеного для обслуговування приміщення.

Таблиця 4.6

Тривалість наскрізного провітрювання

Зовнішня температура (у град. С)	Тривалість провітрювання приміщень (у хв.)	
	у малі перерви	у великі перерви й між перервами
від + 10 до + 6	4-10	25-36
від + 5 до 0	3-7	20-30
від 0 до - 5	2-5	15-25
від - 5 до - 10	1-3	10-15
Нижче - 10	1-1,5	5-10

Проведення досліджень в навчальних кабінетах та лабораторіях, при яких можливе забруднення повітря токсичними речовинами, необхідно проводити при справній витяжній вентиляції, а якщо це можливо у витяжній шафі.

При експлуатації вентиляційних систем, вентиляторів необхідно дотримувати вимоги ДСТУ 12.4.021-05, періодично проводити аеродинамічні випробування відповідно до Держстандарту 12.3.018-09, використовуючи анемометри.

При експлуатації навчальних кабінетів та навчальних лабораторій необхідно дотримувати правил.

Всі приміщення вищих навчальних закладів підлягають щоденному вологому прибиранню: протирання підвіконь, шаф, столів, парт, миття аудиторних дощок і т.п. Прибирання приміщень необхідно проводити при відкритих вікнах і фрамугах. Паркетні підлоги один раз на місяць натирають воском або мастикою.

Прибирання проводиться: аудиторій, навчальних кабінетів - після закінчення останнього заняття й повторно після закінчення підготовки до занять і роботи лабораторій; коридорів і рекреацій - після кожної перерви.

Відповідно до СНиПу 2.04.05-09 опалювальні прилади систем опалення повинні мати температуру в освітніх установах не більше 80⁰С.

Швидкість руху теплоносія в трубах систем водяного опалення повинна забезпечувати необхідну температуру поверхні опалювальних приладів.

Системи вентиляції й опалення в навчальних кабінетах та лабораторіях повинні забезпечувати параметри внутрішнього повітря відповідно до вимог. Гранично припустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони кабінетів та лабораторій не повинна перевищувати значень, зазначених у ДСТУ. Вологість повітря в навчальних кабінетах повинна бути в межах 40...60%. Якщо дозволяють погодні умови, заняття повинні проводитися при відкритих вікнах (фрамуги, ступки вікон).

Відповідно до п.3.58 СНиПу декоративні екрани (грати) допускається передбачати у опалювальних приладів з урахуванням доступу до опалювальних приладів для їхнього очищення. При цьому декоративні грати у нагрівальних приладів необхідно влаштовувати так, щоб не виникла необхідність збільшення поверхні нагрівання приладів більш, ніж на 10%. Грати повинні бути виконані із природної деревини.

Відповідно до п.3.59 в опалювальних приладах слід встановлювати регулюючі арматури (автоматичні терморегулятори).

У кабінеті (лабораторії) лаборантських повинні бути встановлені раковини з підводкою холодної й гарячої води.

Водогінна мережа повинна мати загальний вентиль на увведенні в кабінет, а також вентиль перед розведенням на ряди лабораторних столів студентів, демонстраційному столі й у лаборантську.

4.4. Вимоги пожежної безпеки у лабораторіях та заходи її забезпечення.

В освітній установі повинна бути система пожежної безпеки, тобто комплекс організованих заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі й збитку від неї. У процесі експлуатації треба:

- забезпечити утримання споруди й працездатність засобів її протипожежного захисту відповідно до вимог проектної й технологічної документації на них;

- не допускати змін конструктивних, об'ємно-планувальних і інженерно-технічних рішень без проекту, розробленого відповідно до діючих норм і затвердженого у встановленому порядку;

- при проведенні ремонтних робіт не допускати застосування конструкцій і матеріалів, що не відповідають вимогам діючих норм.

Відповідно до діючого законодавства керівники, викладачі, обслуговуючий персонал і інші працівники, а також студенти зобов'язані знати й строго виконувати правила пожежної безпеки, а у випадку виникнення пожежі приймати всі залежні від них міри до евакуації людей і гасінню пожежі.

Відповідальність за забезпечення пожежної безпеки в цілому в освітній установі несуть її керівники - директора, завідувачі. В окремих кабінетах та лабораторіях відповідальність за пожежну безпеку несуть безпосередньо завідувачі кабінетами, майстернями, викладачі, які проводять там заняття. Наказом керівника установи повинні бути призначені відповідальні за пожежну безпеку в навчальному закладі й по кожному кабінету, лабораторії, майстерні, підвальному, горючому, допоміжному і іншим приміщенням.

У кабінетах, лабораторіях та спеціалізованих лабораторіях забороняється:

- робити перепланування приміщення з відступом від вимог діючих будівельних норм і правил;

- установлювати ґрати, жалюзі й подібні їм незнімні сонцезахисні, декоративні й архітектурні пристрої на вікнах;

- застосовувати для цілей опалення нестандартні (саморобні) нагрівальні пристрої;

використовувати електроплитки, кип'ятильники, електричні чайники, газові плити й т.п. для готування їжі, за винятком спеціально обладнаних приміщень;

- обертати електричні лампи папером, матерією й іншими горючими матеріалами;

- застосовувати для освітлення свічі, газові лампи й ліхтарі;

- робити прибирання приміщень, очищення деталей і встаткування із застосуванням легкозаймистих і горючих рідин;

- зберігати на робочих місцях і в шафах, а також залишати в кишенях спецодягу використані обтиральні матеріали;

- залишати без догляду включені в мережу, кінопроектори, верстати й інші електроустановки.

У навчальних аудиторіях, кабінетах слід розміщати тільки необхідні для забезпечення навчального процесу прилади, моделі, приналежності, посібники, транспаранти й т.п., які повинні зберігатися в шафах, на стелажах або на стаціонарно встановлених стійках.

Зберігання в навчальних кабінетах, лабораторіях і лаборантських учбово-наочних посібників і навчального встаткування, проведення досліджень і інших видів робіт, які не передбачені затвердженими переліками й програмами, не допускаються.

Зберігання матеріалів і речовин, що використовуються при проведенні лабораторних робіт, повинно забезпечуватися з врахуванням їх фізичних і хімічних властивостей і вимог пожежної безпеки. Спільне зберігання речовин, взаємодія яких може викликати пожежу або вибух, не допускається.

По закінченні занять у аудиторіях, кабінетах і лабораторіях викладачі, лаборанти й інші працівники освітнього закладу повинні ретельно оглянути приміщення, усунути виявлені недоліки, знеструмити електромережу й закрити приміщення.

При експлуатації систем вентиляції й кондиціонування повітря забороняється:

- відключати вогнезатримуючі пристрої, випалювати жирові відкладення, пил і інші горючі речовини, що накопичились у повітроводах і зонтах;

- закривати витяжні канали, отвори, ґрати.

У місцях забору повітря повинна бути виключена можливість появи горючих газів і пари, диму, іскор і відкритого вогню.

Всі кабінети повинні бути пов'язані з евакуаційними виходами. Евакуаційні виходи повинні забезпечувати безпечну евакуацію всіх людей, що перебувають у приміщеннях навчального закладу, через евакуаційні виходи.

Виходи є евакуаційними, якщо вони ведуть із приміщень (див. рис. 4.1):

- а) першого поверху назовні безпосередньо або через коридор, вестибюль, сходову клітку;

- б) будь-якого поверху, крім першого, у коридор, що веде на сходову клітку, або безпосередньо в сходову клітку (у тому числі через хол). При цьому сходові клітки повинні мати вихід назовні безпосередньо або через вестибюль, відокремлений від примикаючих коридорів перегородками із дверима;

- в) у сусідні приміщення на тій же поверсі, яке забезпечено виходами, зазначеними в підпунктах а й б.

При влаштуванні евакуаційних виходів із двох сходових кліток через загальний вестибюль одна з них, крім виходу у вестибюль, повинна мати виходи безпосередньо назовні.

Розміщення меблів і встаткування в аудиторіях, кабінетах і інших приміщеннях не повинно перешкоджати евакуації людей і підходу до засобів пожежогасіння.

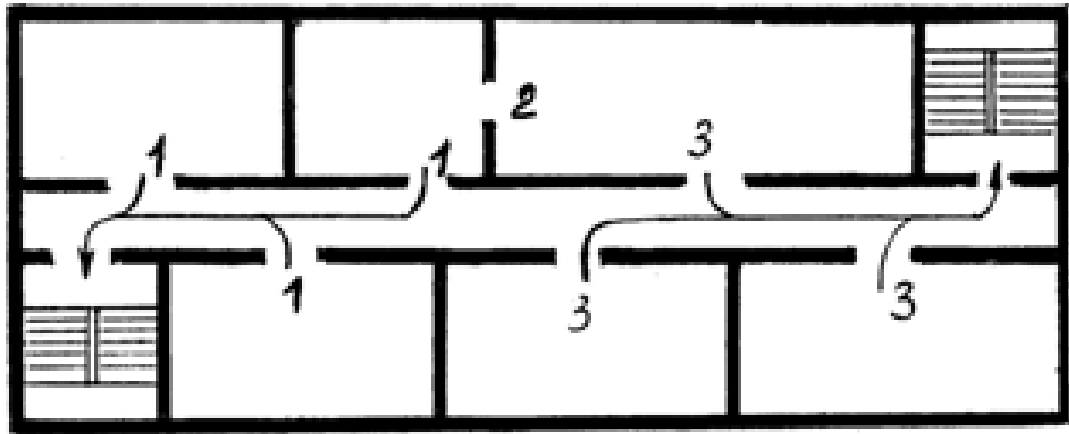


Рис. 4.1. Евакуаційні виходи із приміщень другого й поверхів, що розташовані вище. 1 - вихід із приміщень у коридор, що веде до сходової клітки, яка має безпосередній вихід назовні; 2 - вихід у сусіднє приміщення; 3 - вихід із приміщень у коридор, що веде до сходової клітки, яка має вихід через вестибюль, відділений від коридору перегородкою із дверима.

У навчальних аудиторіях і кабінетах число парт (столів) не повинне перевищувати кількості, встановленої нормами проектування.

Відповідно до діючих нормативних документів застосування килимових покриттів, легкоспалахуючих і з високої димоутворюючою здатністю, надзвичайно небезпечних по токсичності, в освітніх установах не допускається.

У коридорах і холах освітніх установ допускається використовувати килими з горючих матеріалів з помірної димоутворюючою здатністю й малонебезпечних по токсичності. Килимові покриття повинні бути наклеєні на негорючу основу.

Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися по напрямку виходу з будинку. Зовнішні евакуаційні двері будинків не повинні мати запорів, які не можуть бути відкриті зсередини.

У коридорах, вестибюлях, холах, на сходових клітках і дверях евакуаційних виходів повинні бути ще вказівні знаки безпеки.

Освітні установи повинні бути оснащені первинними засобами пожежогасіння, незалежно від устаткування будинків і приміщень,

установками пожежогасіння й пожежних кранів. Норми первинних засобів пожежогасіння відповідно до ППБ 101-09 наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Норми первинних засобів пожежогасіння

№	Назва приміщення	Одиниця виміру	Вогнегасники		
			Пінні емн. 10 л. або порошків 5 кг.	Вуглекислотні емн. 2 л.	Брезентові або азбестове полотно розміром 2х2 м.
1	Кабінети, аудиторни, лекційні й адміністративні приміщення, гуртожитки	30 п.м. довжини коридору, фойє холу, рекреації	1		Примітка Не менш 2-х на поверх або його частину, що виділена глухими стінами й перегородками.
2	Лабораторії, лаборантські при них, приміщення для майстерень, бібліотеки, кімнати для відпочинку.	100 м ² .	1		Не менш одного на приміщення.
3	Кабінети інформатики та лабораторії з застосуванням обчислювальної техніки, приміщення вентиляційних систем.	100 м ² .	1	1	Не менш одного пінного й одного вуглекислотного на приміщення.
4	Закриті учбово-спортивні зали, лекційні й читальні зали, майстерні по обробці металу і проведення технічних випробувань.	200 м ² .	1		Не менш двох на приміщення.

Місця розташування первинних засобів пожежогасіння повинні вказуватися в планах евакуації, що розроблюються відповідно до Держстандарту 12.1.114-02. Зовнішнє оформлення й вказівні знаки для визначення місць розташування первинних засобів пожежогасіння повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.4.026-06*.

Ручні вогнегасники повинні розміщатися відповідно до вимог ДСТУ 12.4.009-21:

- шляхом навішення на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника;

- шляхом навішення на вертикальні конструкції на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника;
- шляхом установки в пожежні шафи разом з пожежними кранами в спеціальні тумби або на пожежному стенді.

Вогнегасники повинні встановлюватися таким чином, щоб був видний наявний на його корпусі текст інструкції з використання. Конструкції й зовнішнє оформлення тумб і шаф для розміщення вогнегасників повинні дозволити візуально визначити тип установлених у них вогнегасників.

Вогнегасники повинні розміщатися в легкодоступних місцях, де виключено їх ушкодження, влучення на них прямих сонячних променів і атмосферних опадів, безпосередній вплив опалювальних і нагрівальних приладів. При розміщенні вогнегасників не повинні погіршуватися умови евакуації людей. Вогнегасники, що розміщуються поза приміщеннями або в неопалюваних приміщеннях, підлягають зніманню на холодний період. У цих випадках на пожежних стендах повинна бути інформація про місце їхнього розташування.

На період перезарядження й технічного обслуговування вогнегасників, пов'язаного з їх ремонтом, замість повинні бути встановлені вогнегасники з резервного фонду.

4.5. Загальні заходи з охорони праці в лабораторії експлуатаційних матеріалів

Всі лабораторії кафедри автомобільного транспорту оснащені діючими приладами і моделями, для приведення в дію яких використовується напруга до 220 В. Рівень напруги в лабораторіях є небезпечним для життя.

Загальні вимоги безпеки повинні відповідати вимогам ДСТУ 2.4.113-21 ССБТ «Роботи навчальні лабораторні». При проведенні лабораторних робіт викладач, що веде лабораторні роботи, є відповідальною особою за роботу приладів в лабораторії, стані трудової дисципліни, а також за дотримання студентами техніки безпеки. Студенти, що виконують роботу

(бригадами 2-3 чоловіки), повинні працювати на строго визначеному місці. За невиконання вимог справжньої інструкції студент несе відповідальність в дисциплінарному порядку, в разі ушкодження приладів та устаткування по його провini - несе матеріальну відповідальність.

Перед початком роботи студенти повинні бути проінструктовані з техніки безпеки та ознайомлені зі схемою електропостачання робочих місць. Інструктаж проводиться викладачем, що веде лабораторні роботи, з наступним оформленням контрольних листів про проведення інструктажу. Перед початком роботи необхідно зовнішнім оглядом перевірити стан ізоляції провідників, електрообладнання, вимірювальних приладів, цілісність заземлюючого провідника. В разі виявлення пошкодження - звернутися до викладача. Вимірювальні прилади слід розташовувати так, щоб було зручно та безпечно працювати. Не допускати перетину електричних провідників в натягнутому стані.

При виявленні диму чи запаху горілого необхідно відімкнути електричне живлення та сповістити викладача. При виникненні пожежі необхідно відімкнути електроживлення та викликати пожежну охорону (телефон 101). До прибуття пожежної охорони гасити полум'я підручними засобами.

Після закінчення робіт з дозволу викладача при відімкнутому електроживленні вимкнути діючу модель. При виході з лабораторії вимкнути основну лінію електричного живлення та освітлення, робочі місця прибрати.

СИСТЕМАТИЗОВАНИ В ХОДІ ВИКОНАННЯ РОБОТИ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кожен власник автомобіля повинен пам'ятати, що антифриз потрібно заливати тільки того типу, який вказує виробник автомобіля або його силової установки. Цю інформацію можна знайти в інструкції з експлуатації транспортного засобу або у відповідній довідковій літературі. У документації зазначено, які марки антифризу можна використовувати під час заміни, а якщо мова йде лише про доливання, то слід додавати той самий антифриз, який уже використовувався в системі. Ігнорування цієї рекомендації може призвести до серйозних проблем із системою охолодження й силовою установкою загалом.

Охолоджуючі рідини мають різні марки, і кожна з них має відповідне маркування на упаковці. Багато водіїв вважають, що основним фактором при виборі антифризу є його колір, але це не зовсім так.

Якщо необхідно долити більше третини загального об'єму рідини, фахівці радять не економити, а замінити антифриз повністю. Не слід змішувати антифризи різних марок, таких як G-11 і G12+, оскільки їх технічні і хімічні характеристики можуть суттєво відрізнятися.

Для деяких випадків, наприклад, доливання незначної кількості охолоджувальної рідини, можна використати дистильовану воду. Проте важливо пам'ятати, що для сучасних легкових автомобілів малих класів максимальний обсяг води, який можна додати в систему охолодження, становить не більш ніж 200 мл. Більший обсяг води може значно знизити ефективність антифризу. Особливо це актуально в зимовий період, коли рідина може замерзнути. У разі непередбаченої ситуації, коли рівень антифризу критично низький, але температура на вулиці дозволяє, можна додати воду для того, щоб дістатись до найближчого сервісного центру.

Навіть досвідчені водії іноді не зовсім правильно оцінюють, коли і як часто потрібно доливати антифриз. Ось основні випадки, коли це необхідно робити:

- коли спрацьовує клапан розширювального бачка;
- коли рівень рідини знижується;
- коли охолоджуюча рідина вже не підходить для подальшого використання.

Якщо на розширювальному бачку часто спрацьовує клапан, це може бути сигналом того, що антифриз втрачає свої властивості і не виконує функцію охолодження належним чином. Різке зниження рівня антифризу без явних ознак випаровування зазвичай свідчить про витік рідини. Така проблема може бути спричинена пошкодженням патрубків, радіатора або інших елементів охолоджувальної системи.

На кожному розширювальному бачку автомобіля є дві мітки, що вказують на мінімальний та максимальний рівень антифризу. У більшості автомобілів це літери LOW (мінімум) та FULL (максимум). Якщо рівень антифризу опуститься нижче позначки L, рідина не зможе ефективно поглинати тепло. Крім того, швидка втрата обсягу антифризу погіршує його характеристики, що може призвести до перегріву силової установки та інших проблем, таких як підвищене споживання масла.

Деякі сучасні автомобілі мають спеціальний індикатор на панелі приладів, який сповіщає про низький рівень охолоджуючої рідини. Якщо рідина швидко втрачає свої властивості, її слід замінювати частіше, навіть якщо термін заміни ще не настав. Також варто звернути увагу на зміни кольору чи консистенції охолоджуючої рідини - темніша або густа рідина є ознакою того, що її необхідно замінити.

Одне з основних питань автовласників - коли заливати антифриз: на гарячий чи холодний двигун? Правильна відповідь - тільки на холодний двигун. Якщо виникла ситуація, коли потрібно долити рідину на гарячому

двигуні, важливо дати системі охолонути, щоб уникнути опіків та інших небезпек, які можуть виникнути через різкі температурні зміни.

У сучасних автомобілях розширювальний бачок зазвичай розташований у моторному відсіку, трохи вище головки блоку двигуна. Щоб правильно долити або замінити охолоджуючу рідину, варто дотримуватись такого порядку дій:

1. встановити автомобіль на невеликий ухил, щоб передня частина була трохи вищою за задню. Це допоможе ефективніше вивести повітря з системи охолодження. Якщо потрібно долити лише невелику кількість антифризу, можна поставити машину в будь-яке зручне положення.

2. відкрити кришку пластикового бачка, при цьому необхідно дотримуватися обережності, оскільки в системі може залишатись надмірний тиск. Для захисту рук скористайтеся чистою ганчіркою.

3. додавати охолоджуючу рідину слід повільно, тонким струмком. Це дозволить повітрю поступово виходити з системи, що допоможе уникнути утворення бульбашок на поверхні рідини. Якщо цей крок ігнорувати, можна зіткнутися з проблемами через появу повітряної пробки.

4. доливати охолоджуючу рідину слід на рівень 75% від загального об'єму ємності. Орієнтуйтеся на позначку «максимум» на бачку.

5. після доливання слід запустити двигун та надати йому можливість працювати на холостих обертах близько 5 хвилин. Це дозволить антифризу рівномірно розподілитися по системі, а рівень рідини трохи знизиться.

6. якщо рівень охолоджуючої рідини після цього трохи знизився, слід повторити процедуру доливання.

7. по завершенні всіх маніпуляцій витріть залишки рідини з поверхні бачка і щільно закрийте кришку.

Навіть після використання всієї охолоджуючої рідини не варто викидати каністру. На ній вказана марка антифризу та його характеристики,

що можуть знадобитися для перевірки відповідності марки при наступних доливках чи замінах.

Іноді рівень антифризу залишається стабільним, і термін його служби ще не завершений, але все одно потрібно провести заміну. Це трапляється, коли рідина помутніла або стала густішою. У таких випадках заміну варто виконати без зволікань, оскільки затримка може призвести до пошкодження двигуна.

Також слід замінити антифриз, коли рівень рідини в бачку знизився більш ніж на $1/3$ від нормального обсягу. Для цього потрібно злити весь антифриз і промити систему за допомогою фільтрованої або дистильованої води. У деяких випадках рекомендується використовувати спеціальні засоби для очищення системи охолодження силової установки.

При купівлі антифризу важливо пам'ятати, що він може надходити у продаж у двох варіантах, тобто він може бути як концентратом, так і готовим продуктом. Концентрат не можна використовувати без попереднього розведення. Всі маніпуляції з рідиною мають виконуватися чітко за інструкцією виробника. Якщо на упаковці відсутня необхідна інформація, її слід уточнити у продавця або вибрати інший продукт з відповідними характеристиками.

Термін експлуатації антифризу залежить від його типу, зазвичай він коливається від 2 до 5 років, при цьому такі рідини, як G12+, можуть служити понад 5 років, а теоретично заявлений термін напрацювання охолоджуючої рідини G13 складає десять років.

Підсумовуючи усе вищевикладене можна сказати, що урамках даної роботи усі встановлені завдання виконано, а саме:

1. Проведено узагальнення теоретичної інформації щодо особливостей конструкції та роботи системи рідинного охолодження силових установок внутрішнього згорання;

2. Здійснено теоретичний аналіз та проведено систематизацію питань стосовно головних аспектів функціонуванні та хімічного складу сучасних охолоджуючих рідин;

3. Проаналізовані існуючі якісні показники та встановлені обґрунтовані строки напрацювань для охолоджуючих рідин певних якісних класів.

3. Скомпоновано перелік роз'яснень та рекомендацій щодо забезпечення розуміння специфіки необхідності застосування сучасних охолоджуючих рідин для підвищення загальної ефективності використання автотранспортної техніки.

Певна новизна отриманих в роботі результатів, полягає в обґрунтуванні необхідності здійснення періодичних теоретичних досліджень сучасних експлуатаційних матеріалів, що використовуються в авто техніці, з метою можливого підвищення її експлуатаційних показників.

Практичне значення результатів роботи виглядає наступним чином:

- проведено комплекс всебічних теоретичних досліджень та встановлено, що здійснення аналізу якісних показників сучасних експлуатаційних матеріалів та їх вірне застосування, на цьому підґрунті, здатне впливати на загальне підвищення експлуатації автотранспортних засобів;

- на основі аналітичних досліджень визначені та систематизовані основні якісні показники та встановлені обґрунтовані строки напрацювань для охолоджуючих рідин певних якісних класів;

- скомпоновано перелік роз'яснень та рекомендацій щодо забезпечення розуміння специфіки необхідності застосування сучасних охолоджуючих рідин для підвищення загальної ефективності використання автотранспортної техніки.

Такий структурований підхід дозволив чітко представити результати теоретичних досліджень та зробити їх доступними для подальшого

використання у навчальному процесі, що здійснюють викладачі кафедри автомобільного транспорту.

ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ ПОСИЛАННЯ ВИКОРИСТАНІ В РОБОТІ

1. Pacejka H.B. The magic formula tyre modell. / H.B. Pacejka, E. Bakker // Prog. 1stCollog. Models for Vehicle Dynamics Analysis. Delft, 1991. - Amsterdam : Swits and Zeitlinger. - 1993. - P. 1-18.
2. Акатов Е. И., Белов П. М., Дьяченко Н. Х. Работа автомобильного двигателя на неустановившемся режиме. - К. : Машинобудування, 1998. - 216 с.]
3. Бібліотека Криворізького національного університету (м. Кривий Ріг, вул. Пушкіна, 37). – Режим доступу: <http://lib.knu.edu.ua/>,
4. Бойченко С.В., Иванов С.В., Бурлака В.Г. Моторные топлива и масла для современной техники. /Монография/. – К.; НАУ, 2005. – 216 с.
5. Грамолін А.В., Кузнецов А.С. Пальне, масла, змазки, рідини, матеріали для експлуатації та ремонту автомобілів. - К.: Машинобудування, 1995. - 63 с.
6. Гришкевич А.И. Автомобили. Теория, [учеб. для вузов] / А.И. Гришкевич. - Мінськ. : Наука., 1986.-208 с.
7. Гурвич И.Б. Долговечность автомобильных двигателей. К., «Машинобудування». 1987. 112 с.
8. Гутаревич Ю. Ф. Екологія автомобільного транспорту: навч.посібник / Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г.- К.: Основа, 2002. -312 с.
9. Державна науково-технічна бібліотека України - <https://dntb.gov.ua>
- 10.ДСТУ 12.1.003-03*. ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки. - Київ.: Видавництво стандартів, 2008.
- 11.ДСТУ 12.1.004-01. ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги. - Київ.: Видавництво стандартів, 2002.
- 12.ДСТУ 12.4.113-02. ССБТ. Роботи навчальні лабораторні. Загальні вимоги безпеки. - Київ.: Видавництво стандартів, 2002.

12. ДСТУ 12.4.113-02. ССБТ. Роботи навчальні лабораторні. Загальні вимоги безпеки. - Київ.: Видавництво стандартів, 2002.
13. ДСТУ 2389-94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1999.
14. ДСТУ 2860–94 Надійність техніки. Терміни та визначення.
15. Електронна бібліотека ELIBUKR - <http://www.elibukr.org>
16. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю : ДСТУ 3649-97 / К.: Держстандарт України, - 1998.- 20 с.- (Національні стандарти України).
17. Канарчук В. Е., Арсенюк Ю. В. Визначення технічного стану двигуна без розбирання.— Механізація мл. госп-ва, 1998, № 11, с. 18—19.
18. Канарчук Е. А., Канарчук В. Е. Влияние режимов работы на износ автомобильного двигателя. К-, Киев. торг.-экон. ин-т, 1990. 228 с.
19. Кисликов В. Лищик В. Будова й експлуатація автомобілів. «Либідь», 2000 -150 с.
20. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник – К.: Либідь, 2000. – 400 с.
21. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління». Київ,-Знання-Пресс, 2004. - 508 с.
22. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
23. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. - 511 с.
24. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
25. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. - К.: Знання-Прес, 2003. - 511 с.