

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

КАРПИНЕЦЬ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ

**ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ ТО І РЕМОНТУ СИСТЕМ
МАЩЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ
ВПРОВАДЖЕННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ ЗАПРАВКИ
МАСЛИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.38 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Транспорт»**

Особистий підпис – _____ О. М. Карпинець

Науковий керівник –  _____ к.т.н., доцент О. О. Ревякіна
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

Зав. кафедри –  _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
 «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
 РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

Декан факультету технологій та
 інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
 щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Карпинець Олександр Михайлович
 (прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Транспорт»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Ревякіна Ольга Олександрівна, к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Оптимізація організації робіт ТО і ремонту систем мащення вантажних автомобілів на основі впровадження установки для ефективної заправки мастильних матеріалів
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ Карпинець О. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Ревякіна О. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Оптимізація організації робіт ТО і ремонту систем мащення вантажних автомобілів на основі впровадження установки для ефективної заправки мастильних матеріалів» виконана на 67 сторінках пояснювальної записки з використанням 20 літературних джерел.

У роботі розглянуто питання:

- призначення, конструктивні особливості та принцип дії системи мащення;
- проаналізовано експлуатаційні властивості мастильних матеріалів та їх вплив на технічні системи автомобіля;
- проведено обґрунтування необхідності регулярного технічного обслуговування та своєчасного ремонту системи мащення автомобіля;
- розроблено конструкцію пристосування для заправлення мастила.

На сучасних підприємствах автомобільного транспорту організація робіт з ТО і ремонту систем мащення часто супроводжується втратами часу та матеріалів через неефективні методи заправки мастилом, недостатню автоматизацію процесу та відсутність централізованих систем дозування.

Впровадження спеціалізованих установок для ефективної заправки мастильних матеріалів дозволяє оптимізувати технологічний процес, скоротити час на обслуговування та підвищити точність дозування, що безпосередньо впливає на якість виконуваних робіт і економічну ефективність підприємства. Таким чином, оптимізація організації робіт ТО і ремонту систем мащення вантажних автомобілів із застосуванням сучасних установок для заправки мастильних матеріалів є важливим і своєчасним завданням, що сприяє підвищенню ефективності та безпеки експлуатації транспортного парку.

Ключові слова: ремонт систем мащення, мастильні матеріали, технічне обслуговування, оптимізація організації робіт.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНИЙ	7
1.1 Призначення, конструктивні особливості та принцип дії системи мащення вантажного автомобіля	7
1.2 Аналіз несправностей системи мащення двигуна вантажного автомобіля	11
1.3 Експлуатаційні властивості мастильних матеріалів та їх вплив на технічні системи автомобіля	14
1.4 Розподіл теплової енергії в дизельному двигуні	21
Висновки до розділу I.....	23
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	24
2.1 Планування ділянки зони ТО-2 для виконання мастильно-заправних робіт	24
2.2 Технічне обслуговування і ремонт системи мащення автомобіля	26
2.3 Характеристика оливного насоса та процес відновлення його складових елементів.....	30
Висновки до розділу II.....	38
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	39
3.1 Аналіз існуючого обладнання для проведення мастильно-заправних операцій	39
3.2 Розробка конструкції пристосування для заправлення мастила.....	46
3.3 Розрахунок вузлів пристосування на міцність	49
Висновки до розділу III	54
РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
4.1 Загальні вимоги до працівників, які займаються ТО і ремонтом автомобілів	55
4.2 Охорона праці та безпеки під час виконання робіт із системами мащення	59
4.3 Пожежна безпека під час роботи із мастильними матеріалами	60
Висновки до розділу IV	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66

ВСТУП

Сучасні умови експлуатації вантажних автомобілів висувають підвищені вимоги до надійності, довговічності та економічності роботи їхніх агрегатів і систем. Одним із ключових чинників, що впливають на технічний стан транспортних засобів, є ефективність системи мащення. Від своєчасності та якості проведення технічного обслуговування та ремонту цієї системи залежить стабільність роботи двигуна, зниження зносу деталей, а також зменшення простоїв автомобілів у ремонті.

В умовах зростання інтенсивності використання вантажного транспорту особливої актуальності набуває питання оптимізації організації робіт технічного обслуговування (ТО) і ремонту систем мащення. Традиційні методи проведення змащувальних операцій часто є малоефективними, трудомісткими та пов'язаними з великими витратами мастильних матеріалів. Водночас нераціональне використання мастил призводить до перевитрат ресурсів, підвищення собівартості обслуговування та негативного впливу на довкілля.

Одним із напрямів підвищення ефективності робіт з технічного обслуговування є впровадження спеціалізованих установок для заправки мастильних матеріалів. Такі установки дозволяють автоматизувати процеси дозування, транспортування та заправки мастил, що суттєво скорочує час обслуговування транспортних засобів, зменшує втрати матеріалів і покращує умови праці персоналу.

Таким чином, удосконалення організації робіт з технічного обслуговування та ремонту систем мащення вантажних автомобілів шляхом впровадження ефективних технічних засобів є важливим завданням, спрямованим на підвищення продуктивності діляниць обслуговування, зниження експлуатаційних витрат і забезпечення надійної роботи автопарку.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Призначення, конструктивні особливості та принцип дії системи мащення вантажного автомобіля

Двигун автомобіля є основним силовим агрегатом, що забезпечує його рух, та складається з великої кількості взаємодіючих елементів. Більшість цих деталей працюють у складних умовах підвищених температур і значного тертя.

Ефективність та довговічність роботи двигуна значною мірою залежать від наявності якісної мастильної системи. Основні функції моторної оливи полягають у наступному:

- зниження тертя між поверхнями деталей шляхом утворення захисної мастильної плівки;
- охолодження елементів, що інтенсивно нагріваються під час роботи;
- очищення робочих поверхонь від продуктів зносу, дрібних частинок та нагару;
- запобігання корозійним процесам і окисленню металевих компонентів;
- виконання ролі робочої рідини у гідравлічних механізмах (балансири, натягувачі ременя ГРМ та інші системи).

Система мащення двигуна призначена для безперервного забезпечення деталей оливою у процесі їх роботи. Основна функція цієї системи полягає у створенні стійкої оливної плівки на поверхнях, що перебувають у контакті, що значно знижує інтенсивність тертя та зношування.

Крім того, моторна олива виконує низку додаткових завдань: вона очищує поверхні від продуктів спрацювання, запобігає корозійним процесам, частково ущільнює зазори в механізмах і сприяє відведенню тепла від нагрітих деталей.

Залежно від способу подачі моторної оливи до поверхонь тертя розрізняють три основні типи систем мащення:

- розбризкувальну;
- під тиском;
- комбіновану.

У конструкції більшості сучасних автомобільних двигунів застосовують саме комбіновану систему мащення (рис. 1.1), яка поєднує переваги обох методів.

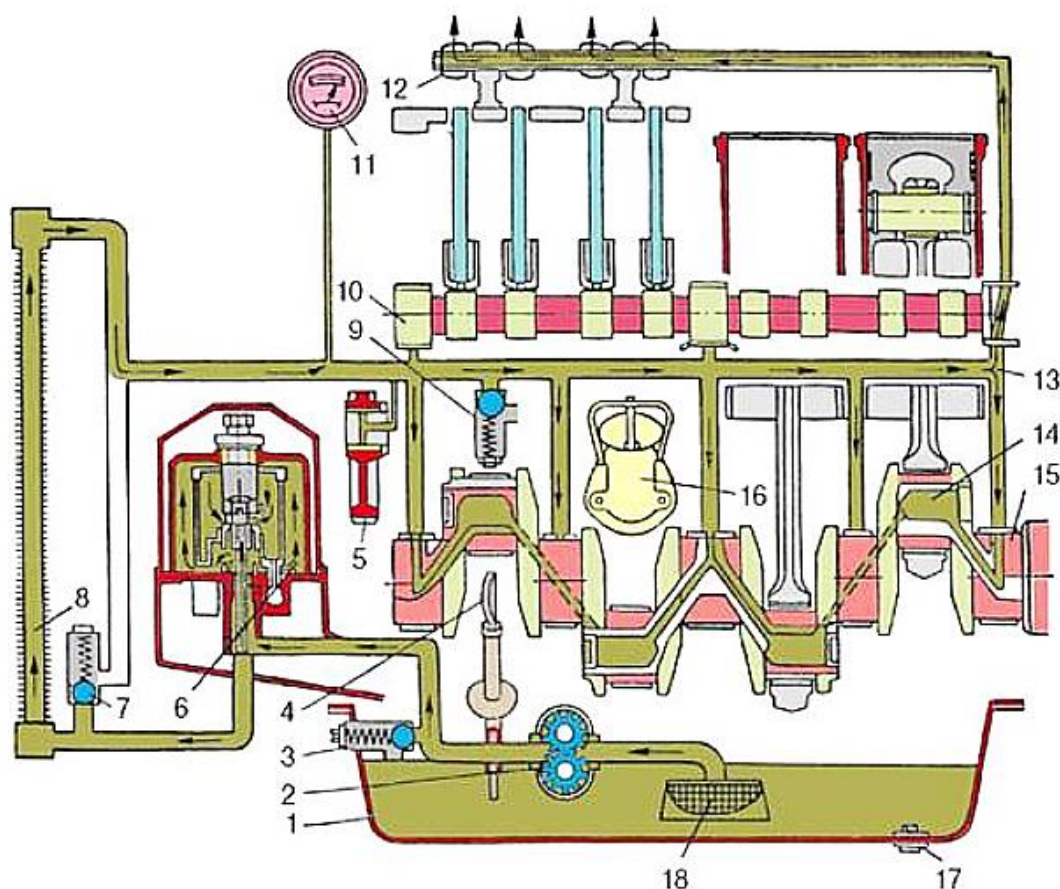


Рис.1.1.Схема комбінованої системи мащення дизеля: 1 – масляний піддон; 2 – масляний насос; 3, 7, 9 – редукційні клапани; 4 – масломірна лінійка; 5 – проміжна шестірня; 6 – масляний фільтр(центрифуга); 8 – масляний радіатор; 10 – розподільний вал; 11 – манометр; 12 – валик коромисел; 13 – головний масляний канал; 14 – порожнина гонкової шийки; 15 – колінчастий вал; 16 – маслозаливна горловина; 17 – короб зливного отвору; 18 – маслоприймач.

За її допомогою під тиском змащуються корінні та шатунні підшипники колінчастого вала, підшипники розподільного вала, а також опори і коромисла клапанного механізму.

Інші вузли, зокрема циліндри, поршні, зубчасті колеса розподільних механізмів, отримують оливу шляхом розбризкування. Окремі елементи, такі як штовхачі, кулачки і штанги розподільного вала, змащуються самопливом.

Комбінована система мащення функціонує таким чином. Мастильний матеріал заливається через маслозаливну горловину 16 у піддон картера, що виконує роль резервуара. Контроль його рівня здійснюється за допомогою масломірної лінійки, яка має дві контрольні позначки – верхню («П») та нижню («Н»). Нормальний рівень мастила повинен знаходитися в межах цих позначок. Злив масла із піддона виконується через спеціальний отвір, що герметизується різьбовим корком 17.

Під час роботи двигуна обертальний рух від колінчастого вала через проміжну шестірню передається на шестерні масляного насоса 2. При їх обертанні у патрубку між насосом і маслоприймачем 18 створюється розрідження, внаслідок чого мастило із піддона картера надходить у маслоприймач. У цьому вузлі здійснюється його попереднє очищення.

Надалі моторна олива за допомогою шестерень насоса нагнітається та подається під тиском у канал, який веде до масляного фільтра 6. У разі нормальної роботи фільтр здійснює її тонке очищення від механічних та мінеральних домішок. Якщо ж фільтруючий елемент засмічений, у системі підвищується тиск, що призводить до спрацювання редукційного клапана 3. У такому випадку надлишковий об'єм масла перепускається безпосередньо у піддон картера.

Після проходження крізь фільтр потік моторної оливи розподіляється: основна її частина надходить у масляний радіатор 8 для охолодження, тоді як менша повертається до піддона, забезпечуючи циркуляцію у фільтрувальній системі. При нормальній роботі двигуна олива, охолоджена в радіаторі, спрямовується в головний масляний канал.

Якщо ж у радіаторі утворюється надмірний гідравлічний опір (через засмічення трубок або високої в'язкості масла при низьких температурах), спрацьовує перепускний клапан 7, який направляє потік оливи в обхід радіатора безпосередньо у головний канал.

Із головного каналу мастило під тиском подається внутрішніми каналами картера до основних вузлів тертя: вальниць проміжної шестерні 5, корінних шийок колінчастого вала 15, опорних шийок розподільного вала 10, валика коромисел 12. У колінчастому валу передбачені внутрішні канали, якими мастило надходить у порожнини шатунних шийок та підшипників. У ряді конструкцій масло через отвори у стрижнях шатунів додатково подається до поршневого пальця і верхньої головки шатуна. Робочий тиск у системі контролюється манометром 11, встановленим на щитку приладів.

При надмірному підвищенні тиску спрацьовує редукційний клапан 9. У шатунних підшипниках під дією відцентрових сил мастило частково очищається від домішок, що осідають на стінках порожнин у вигляді щільної маси. Вона видаляється під час капітального ремонту двигуна. Для мащення валика коромисел олива пульсуючим потоком подається каналами блоку та головки, надходить у стояк і порожнистий валик, а далі – через отвори у втулки коромисел, регулювальні гвинти і штанги.

Витиснута із втулок олива розбризкується коромислами, утворюючи в надголовковому просторі масляний туман. Цим туманом змащуються штанги, внутрішні поверхні головки блоку та її накривки. Олива, яка виходить із вальниць колінчастого та розподільного валів, стікає у піддон картера у вигляді краплин.

При контакті з колінчастим валом, що обертається, краплі подрібнюються до стану аерозолі, завдяки чому мастильний туман додатково змазує поверхні циліндрів, поршнів, штовхачів, шатунів, валів та блок-картера.

Таким чином, комбінована система мащення поєднує подачу мастила під тиском із розбризкуванням і туманоутворенням, що забезпечує комплексне змащення всіх елементів двигуна.

1.2 Аналіз несправностей системи мащення двигуна вантажного автомобіля

Система мащення вантажного автомобіля є однією з ключових для забезпечення нормальної роботи двигуна, запобігання його передчасному зношенню та підтримання стабільної працездатності вузлів і механізмів. Основна функція цієї системи полягає у зменшенні тертя між рухомими частинами двигуна, охолодженні деталей за рахунок відведення тепла, видаленні продуктів зносу та захисті металевих поверхонь від корозії.

Несправності системи мащення можуть виникати з різних причин, серед яких механічні ушкодження, недостатній рівень оливи, використання неякісного змащувального матеріалу, або порушення нормального режиму експлуатації автомобіля.

Несправності можуть виникати і через використання оливи неналежної марки або в'язкості, яке не відповідає умовам експлуатації двигуна. Це призводить до порушення утворення масляної плівки на тертьових поверхнях, зростання зносу деталей і можливого появи задирів. Крім того, проблеми з системою контролю рівня та тиску масла, такі як несправні датчики або аварійні сигналізатори, можуть ускладнити своєчасне виявлення дефектів.

В цілому, несправності системи мащення небезпечні тим, що вони безпосередньо впливають на довговічність і надійність двигуна, і своєчасна діагностика разом з правильним обслуговуванням дозволяє уникнути серйозних пошкоджень та дорогого ремонту.

Основними несправностями, які можуть виникати в цій системі, є недостатнє або нерівномірне змащування, протікання мастила, засмічення

каналів подачі оливи, а також зниження ефективності масляного насоса. Кожна з цих проблем має свої причини та способи усунення.

Однією з поширених проблем є зниження рівня оливи в картері. Це може відбуватися через витікання мастила через пошкоджені сальники, прокладки або тріщини у корпусі двигуна. Недостатній рівень оливи призводить до недостатнього змащування деталей, підвищеного тертя та перегріву двигуна, що в кінцевому результаті може викликати серйозні пошкодження, зокрема заклинювання поршневої групи чи зношення підшипників.

Недостатнє або нерівномірне змащування часто виникає через використання неякісного або невідповідного типу масла, забруднення фільтрів або зношення деталей двигуна. В таких випадках необхідно провести заміну масла на рекомендований виробником тип і марку, а також очистити або замінити масляний фільтр. Якщо причиною є зношені вузли, такі як підшипники або розподільний вал, їх слід відремонтувати або замінити.

Ще однією поширеною несправністю є забруднення оливи. Вона може містити металеву стружку, пил, сажу або залишки продуктів згоряння палива. Забруднене мастило втрачає свої властивості, погіршується його здатність зменшувати тертя та відводити тепло. Як наслідок, деталі двигуна швидше зношуються, підвищується ризик заклинювання та виникають підвищені навантаження на елементи системи.

Засмічення каналів подачі оливи часто пов'язане з накопиченням шламу або нагару в системі мащення, що ускладнює циркуляцію масла і може призвести до перегріву двигуна. Усунути цю несправність можна шляхом промивання системи спеціальними очищувальними рідинами, а також регулярної заміни масла і фільтрів.

Низька ефективність масляного насоса зазвичай виникає через знос шестерень або робочих поверхонь, неправильне регулювання або

забруднення. Виправляється це шляхом ремонту або заміни насоса, перевірки його тиску та регулювання відповідно до технічних вимог.

Основні несправності системи мащення двигуна вантажного автомобіля наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Основні несправності системи мащення двигуна вантажного
автомобіля

№	Несправність системи мащення	Причини	Ознаки прояву	Спосіб усунення
1	Зниження тиску мастила	Нестача мастила, зношення масляного насоса, засмічення масляного фільтра	Горить сигнальна лампа тиску, шум у підшипниках	Долити мастило, перевірити насос і фільтр
2	Підвищений тиск мастила	Засмічення редукційного клапана або фільтра	Підвищені показники манометра	Очистити або замінити редукційний клапан
3	Попадання мастила в систему охолодження	Пошкодження прокладки головки блоку циліндрів	Масляні плями в розширювальному бачку, дим з вихлопу	Заміна прокладки ГБЦ, перевірка герметичності
4	Витік мастила з двигуна	Зношені сальники, прокладки, тріщини в корпусі	Плями мастила під автомобілем, зниження рівня	Замінити сальники, усунути тріщини, підтягнути з'єднання
5	Підвищена витрата мастила	Знос поршневих кілець або направляючих втулок клапанів	Синій дим із вихлопної труби, зниження компресії	Заміна кілець, відновлення направляючих втулок
6	Перегрів мастила	Забруднення радіатора системи мащення, недостатня циркуляція	Підвищена температура двигуна, потемніння мастила	Очистити радіатор, перевірити насос
7	Потрапляння пилу або домішок у мастило	Несправність фільтра або вентиляції картера	Зміна кольору мастила, підвищений знос деталей	Замінити фільтр, прочистити вентиляцію картера
8	Повітря в системі мащення	Підсмоктування повітря в маслопроводах	Нестійкий тиск мастила, шум насоса	Перевірити ущільнення, усунути підсмоктування

продовження таблиці 1 1

9	Залишки металевої стружки в мастилі	Знос підшипників, деталей кривошипно-шатунного механізму	Металевий блиск у мастилі, стуки в двигуні	Діагностика та ремонт зношених елементів
10	Відмова манометра або датчика тиску	Пошкодження електропроводки або датчика	Невірні показники при нормальній роботі двигуна	Перевірити електричні з'єднання, замінити датчик

Всі ці несправності системи мащення потребують своєчасної діагностики та усунення, оскільки їх ігнорування може призвести до серйозних пошкоджень двигуна, значних фінансових витрат на ремонт та зупинки транспортного засобу на тривалий час.

Профілактичне обслуговування, контроль рівня та якості оливи, своєчасна заміна фільтрів і перевірка роботи оливного насоса допомагають підтримувати систему мащення у належному стані та забезпечують безпечну та надійну роботу двигуна вантажного автомобіля.

Таким чином, для забезпечення надійної роботи системи мащення необхідно регулярно контролювати рівень і стан масла, своєчасно замінювати фільтри та мастило, а також проводити діагностику стану деталей, що беруть участь у циркуляції масла.

1.3 Експлуатаційні властивості мастильних матеріалів та їх вплив на технічні системи автомобіля

Надійна робота автомобіля гарантується за умови застосування рекомендованих заводом виробником марок олив. Оливи запропоновані в якості замінників, поступають по експлуатаційним властивостям оливам основних марок.

Використовувати дублюючі марки мастильних матеріалів допускається тільки в виключних ситуаціях, при відсутності основних марок мастильних

матеріалів. Властивості мастильних матеріалів та їх вплив на роботу автомобіля показана в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Експлуатаційні характеристики мастильних матеріалів та їхній вплив на функціонування автомобіля.

Властивість мастильного матеріалу	Сутність властивості	Вплив на технічні системи автомобіля
В'язкісно-температурні властивості	Збереження стабільності в'язкості при зміні температури.	Визначає роботу двигуна в холодних і гарячих режимах. Забезпечує легкий пуск та стабільне мащення при високих температурах.
Змашувальна здатність	Здатність утворювати міцну плівку на поверхнях тертя.	Зменшує механічний знос деталей, підвищує ресурс підшипників, циліндрів, поршнів, валів.
Антиокислювальні властивості	Спроможність протидіяти окисненню та старінню.	Зменшує утворення нагару й лаків, продовжує строк служби масла і двигуна.
Миючо-диспергувальні властивості	Здатність утримувати забруднення в завислому стані.	Запобігає утворенню відкладень, забезпечує чистоту поршнів і каналів мащення.
Антикорозійні властивості	Захист металу від корозії.	Попереджує пошкодження підшипників, гільз циліндрів, колінчастого вала.
Стабільність до зсуву	Здатність зберігати структуру при механічних навантаженнях.	Важливо для моторних і трансмісійних олів — запобігає зниженню в'язкості під час роботи.
Температура спалаху та застигання	Характеризує безпечність і поведінку при низьких/високих температурах.	Визначає можливість роботи у сильний мороз і при нагріванні без ризику займання.
Протизадирні та протизношувальні властивості	Наявність спеціальних присадок проти задирів.	Необхідні у вузлах із високими навантаженнями (розподільний вал, зубчасті передачі, підшипники).
Сумісність із матеріалами ущільнень	Спроможність не руйнувати гуми та полімери.	Захищає сальники й прокладки від набухання або розтріскування.
Пінність	Схильність до утворення піни	Надмірна піна погіршує циркуляцію масла, викликає масляне голодування.

Мастила, або рідкі мастильні матеріали, здебільшого являють собою рафіновані мінеральні оливи, до складу яких входять спеціальні присадки, що подовжують термін їх експлуатації у 2-4 рази (рис. 1.2). Оливи без присадок застосовують для змащування малонавантажених і швидкооберткових деталей.



Рис.1.2. Мастильні матеріали.

Рідкі мастила (мінеральні оливи) отримують шляхом переробки мазуту залишку після первинної перегонки нафти. Після вакуумної перегонки та очищення оливи набувають необхідних експлуатаційних характеристик, зокрема підвищеної стійкості до окиснення під дією кисню.

Покращення властивостей окремих марок мінеральних олив, що використовуються у підшипниках кочення, забезпечується введенням невеликих кількостей (0,01– 10%) спеціальних хімічних добавок присадок.

Присадки застосовують для підвищення в'язкості та покращення в'язкісно-температурних характеристик мастил, особливо у важконавантажених вузлах, які працюють при значних перепадах температур.

Вони також сприяють кращій плинності олив у холодних умовах, підвищують їх стійкість до окиснення та забезпечують ефективну роботу за підвищених температур.

Ключові експлуатаційні властивості та показники якості рідких мастильних матеріалів включають:

- здатність утворювати стійку оливну плівку (маслянистість);
- високу хімічну стабільність;
- температура, за якої мастило починає густіти та втрачати плинність (температура застигання);
- межу температури, при якій відбувається займання пари оливи (температура спалахування);
- вміст зольних компонентів;
- показник в'язкості та її зміни залежно від температурних умов;
- присутність або відсутність твердих механічних домішок.

Для оцінювання властивостей рідких мастильних матеріалів використовують показники кінематичної та динамічної в'язкості, які визначають за температур $+100$, $+50$, -15 , -20 та -35 °C. Для мастил, що працюють у широкому температурному діапазоні, надзвичайно важливою є зміна в'язкості залежно від температури.

Маслянистість (змащувальна здатність, липкість) характеризує спроможність мастила утримуватися на твердій поверхні та формувати на ній тонку, але міцну захисну плівку. Ця властивість має особливе значення для механізмів, що працюють під високими навантаженнями та на малих швидкостях. Температура застигання відображає здатність мастильного матеріалу загустіти в умовах низьких температур. Її визначають як температуру, за якої мастило настільки втрачає рухливість, що при нахилі пробірки під кутом 45° його рівень лишається нерухомим протягом однієї хвилини. Цей показник важливий під час транспортування, зберігання та заправлення систем змащування.

Хімічна стійкість (стабільність) означає здатність мастильного матеріалу не зазнавати окиснення під дією температур понад $+50$ °C та кисню повітря. Продукти окислення змінюють склад мастила та погіршують його експлуатаційні властивості.

Температура спалахування - це температура, за якої пари мастильного матеріалу утворюють з повітрям займисту суміш, що спалахує при контакті з відкритим полум'ям. Цей показник визначає умови безпечного використання та зберігання мастил.

Підвищення температури призводить до зменшення границі міцності мастила. Температуру, за якої цей показник майже дорівнює нулю, прийнято вважати верхньою межею працездатності мастильного матеріалу. Водночас у деяких мастил, зокрема комплексних кальцієвих чи силікагелевих, спостерігається протилежна тенденція: зі зростанням температури їхня границя міцності збільшується.

Механічна стабільність мастил, пов'язана з їхніми тиксотропними властивостями, є ключовою характеристикою, особливо для антифрикційних мастильних матеріалів, що працюють у підшипниках, шарнірних з'єднаннях і плоских опорах, де мастило перебуває у стані постійної деформації. Рівень механічної стабільності визначає здатність мастила чинити опір руйнуванню структури мастильні матеріали з низькою стабільністю швидко втрачають свої властивості. Оцінювання механічної стабільності здійснюють за зміною границі міцності під час руйнування структурного каркаса або відразу після його завершення. Основними показниками є індекс руйнування та індекс тиксотропного самовідновлення.

Змашувальний матеріал, що використовується в двигунах вантажного автомобіля, є рідиною, призначеною для забезпечення нормальної роботи механізмів двигуна, зменшення тертя між рухомими частинами та запобігання їх передчасному зношуванню.

Він утворює захисну плівку на поверхнях деталей, яка знижує тертя і перегрів, а також сприяє відведенню тепла від зон інтенсивного тертя. Крім того, такі матеріали виконують функцію очищення, оскільки переносять шлам, металеві частинки та продукти згоряння до фільтрів, забезпечуючи чистоту системи.

Вони також сприяють захисту від корозії металевих деталей двигуна і підтримують стабільну роботу за різних температурних режимів. В'язкість є однією з головних властивостей мастильних матеріалів, оскільки вона суттєво впливає на рівень тертя між рухомими деталями. Оскільки в'язкість змінюється обернено пропорційно температурі (у діапазоні від -30 до $+150$ °C може змінюватися в тисячі разів), для стабілізації цих параметрів у мастильні матеріали вводять спеціальні в'язкісні присадки. Вони забезпечують низьку в'язкість при низьких температурах і підвищену при високих. Показник в'язкості мастила зазвичай визначають при температурі 40 °C.

По функціональному призначенню моторні оливи поділяють на робочі, консерваційні та робочо-консерваційні.

Робочі оливи призначені для постійного застосування під час експлуатації двигуна. Вони забезпечують змащення тертьових поверхонь, зменшують знос деталей, охолоджують двигун та захищають його від корозії. Крім того, робочі оливи допомагають підтримувати чистоту внутрішніх компонентів двигуна, перешкоджаючи утворенню шламів і нагару. Вибір робочої оливи залежить від типу двигуна, умов експлуатації та рекомендованих виробником стандартів в'язкості та класифікації (рис. 1.3).

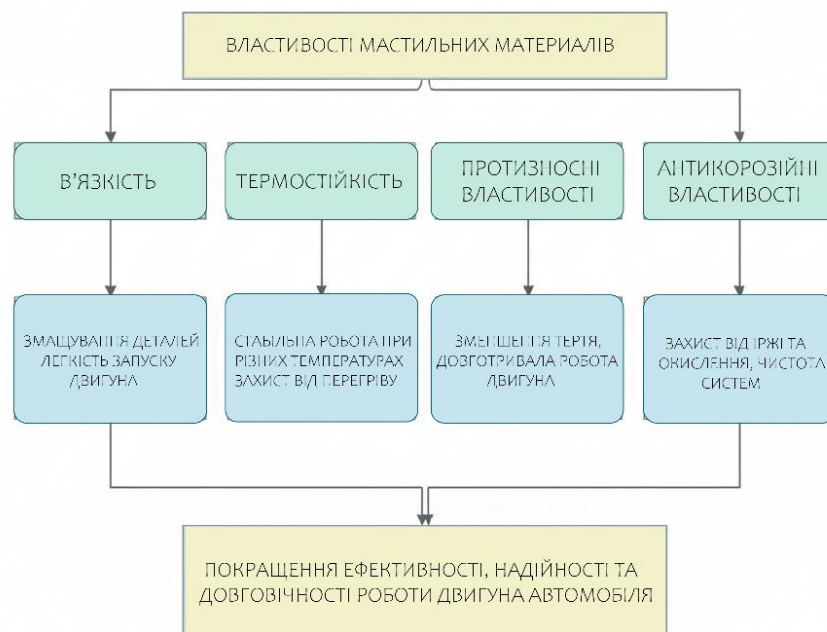


Рис. 1.3. Експлуатаційні властивості рідких мастильних матеріалів.

Консерваційні оливи використовуються для тривалого зберігання двигуна або його окремих компонентів без експлуатації. Вони утворюють на поверхнях металевих деталей захисну плівку, яка запобігає корозії та окисленню. Такі оливи не призначені для роботи в умовах високих температур і тертя, а лише для захисту двигуна під час консервації, перевезення чи зберігання.

Робочо-консерваційні оливи поєднують властивості робочих і консерваційних олив. Вони можуть застосовуватися під час експлуатації двигуна, забезпечуючи нормальне змащення, а також дозволяють зберігати двигун у безпечному стані під час простою.

Такий тип оливи зручний для сезонного використання або в умовах, коли двигун працює нерегулярно, оскільки зменшує ризик корозії та зносу одночасно.

Знос різних деталей і вузлів двигунів внутрішнього згоряння визначається багатьма факторами, серед яких конструктивні особливості двигуна, умови його експлуатації, технічний стан, а також якість палива та мастильних матеріалів. Інтенсивність зносу зростає при потраплянні абразивних частинок у мастильну систему до таких частинок належать також продукти розкладу оливи, що утворюють зольні відкладення.

Крім того, збільшення зносу спостерігається при переході з одного типу палива на інший (наприклад, з нафтового на спиртового), при підвищеному вмісті сірки в паливі, накопиченні у оливі води чи охолоджувальної рідини, зростанні хімічної активності оливи та підвищенні втрат оливи через піноутворення.

Особливу увагу слід приділяти зносу під час пуску двигуна, оскільки він зазвичай більший, ніж у сталому режимі роботи. Пусковий знос значною мірою залежить від в'язкості мастильного матеріалу: оливи з низькою в'язкістю забезпечують швидше підтікання до вузлів тертя, зменшуючи знос при пуску. У той же час для тривалої роботи у сталому режимі кращим вибором є оливи з більш високою в'язкістю.

Для нейтралізації корозійно-агресивних продуктів, що накопичуються в оливі під час експлуатації, у неї регулюють вміст детергентів. Вибір концентрації миючих присадок залежить від умов роботи оливи, характеристик двигуна та особливостей його експлуатації. При цьому надмірна концентрація присадок може призвести до підвищеного абразивного зносу. Загалом, експлуатаційні властивості мастильних матеріалів визначають не лише довговічність окремих вузлів автомобіля, але й економічність, екологічність та безпеку його експлуатації. Використання мастил, які відповідають нормам виробника, своєчасна заміна та контроль їхнього стану є необхідною умовою стабільної роботи технічних систем.

Правильний вибір мастильного матеріалу дозволяє оптимізувати енергоспоживання, зменшити ризик поломок і знизити витрати на ремонт та технічне обслуговування. Таким чином, властивості мастильних матеріалів безпосередньо впливають на ефективність роботи машин і механізмів, забезпечуючи їх стабільну та безпечну експлуатацію.

1.4 Розподіл теплової енергії в дизельному двигуні

Автомобільні двигуни виділяють значну кількість тепла, проте ефективно використовується лише близько 30–40% енергії, що виділяється під час згоряння палива. Приблизно 40% тепла втрачається разом з відпрацьованими газами, а значна частина (до 35%) відводиться через системи охолодження та змащення двигуна.

Нормальна робота двигуна можлива лише за правильного теплового режиму. Підтримку оптимальної температури забезпечують системи охолодження та змащення, які відводять надлишкове тепло від поршнів, циліндрів та інших деталей. Стан цих систем суттєво впливає на економічність і надійність роботи двигуна.

Перегрів двигуна проявляється різким підвищенням температури та зниженням потужності. Тривала робота в умовах перегріву може призвести до утворення тріщин або заклинювання двигуна.

Під час згоряння дизельного палива виділяється значна кількість теплоти. Умовно її можна розподілити на такі складові:

1. Корисна робота ($\approx 30\text{--}45\%$) Частина теплоти перетворюється на механічну роботу обертання колінчастого вала. Це та енергія, яку двигун фактично передає на трансмісію. Величина залежить від конструкції, ступеня стиску, якості згоряння й технічного стану.

2. Втрати з охолоджувальною рідиною ($\approx 20\text{--}30\%$) Частина тепла відводиться через стінки циліндрів, головку блока, клапани в систему охолодження. Від цього залежить потужність радіатора та насоса.

3. Втрати з відпрацьованими газами ($\approx 25\text{--}35\%$) Значна частина енергії виноситься газами, які залишають циліндр при високій температурі ($300\text{--}400\text{ }^{\circ}\text{C}$ і більше). Чим вище тиск та температура на виході — тим більші ці втрати.

4. Втрати з мастилом ($\approx 3\text{--}7\%$) Частина теплоти поглинається мастилом у системі мащення під час відведення тепла від тертьових поверхонь.

5. Втрати у вигляді випромінювання та конвекції ($\approx 1\text{--}3\%$) Невелика частка тепла розсіюється через поверхні двигуна у навколишнє середовище.

Щоб скласти тепловий баланс дизельного двигуна, спочатку розглянемо загальну ідею: вся теплова енергія, яка виділяється при згорянні палива, розподіляється між корисною роботою двигуна та різними втратами (через охолоджувальну рідину, вихлопні гази, тертя, стінки циліндрів і т.д.).

Тепловий баланс можна подати формулою:

$$Q_n = P_e + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_d$$

де:

- Q_n — теплота, що виділяється при згорянні палива (дж/с або кДж/год).

- P_e – корисна механічна потужність двигуна (дж/с).
- Q_1 – втрати тепла через охолоджувальну рідину.
- Q_2 – втрати тепла через вихлопні гази.
- Q_3 – втрати тепла через стінки циліндрів.
- Q_4 – втрати на тертя та допоміжні агрегати.
- Q_d – інші втрати (випромінювання, охолодження картеру тощо).

Визначення у відсотках:

$$100\% = \eta_e + \eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4 + \eta_d ,$$

де $\eta_e = \frac{P_e}{Q_n} \cdot 100\%$ — корисний ККД,

$$\eta_1 = \frac{Q_1}{Q_n} \cdot 100\%$$

Розрахунок розподілу теплової енергії в дизельному двигуні дозволяє оцінити ефективність використання теплоти, отриманої під час згоряння палива.

Висновки до розділу I

У розділі розглянуто призначення, конструктивні особливості та принцип дії системи мащення вантажного автомобіля. Система мащення виконує важливу функцію забезпечення надійної та довговічної роботи двигуна шляхом зменшення тертя між деталями, відведення тепла, очищення робочих поверхонь від продуктів зносу та запобігання корозії.

Також було проаналізовано основні несправності системи мащення двигуна вантажного автомобіля, їхні причини, прояви та наслідки. Вивчено експлуатаційні властивості мастильних матеріалів та їх вплив на технічні системи автомобіля. Зроблено висновок, що правильний вибір мастильного матеріалу відповідно до експлуатаційних умов автомобіля дозволяє підвищити ефективність роботи технічних систем, знизити витрати палива та продовжити строк служби агрегатів.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1 Планування ділянки зони ТО-2 для виконання мастильно-заправних робіт

Поточний ремонт автомобілів на автотранспортних підприємствах здійснюється за потреби на спеціально відведених постах у ремонтній зоні, або у відповідних виробничих ділянках обладнаних необхідним технологічним устаткуванням (рис. 2.1).

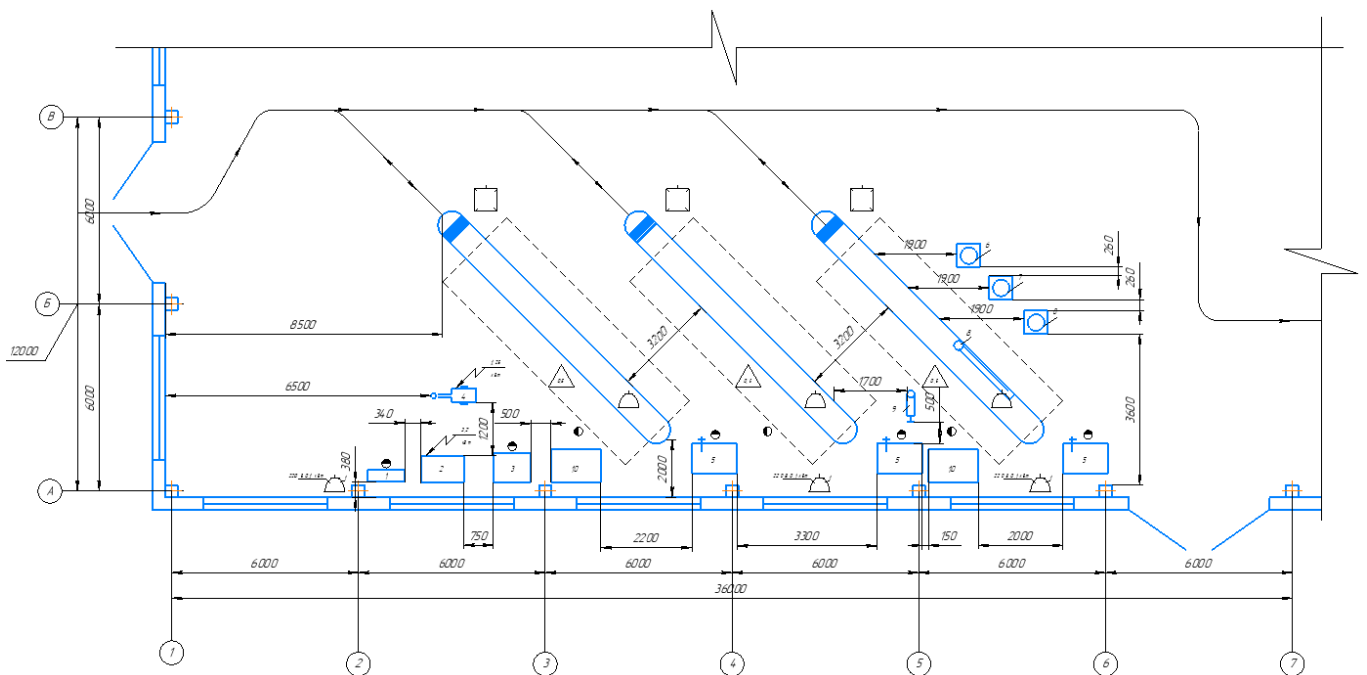


Рис. 2.1. План ділянки зони ТО-2 : 1 – комплект обладнання та пристосувань для ТО АКБ КИ-389; 2 – пусковий пристрій Э-312; 3 – пристрій перевірки світла фар ОП; 4 – інструмент для коліс; 5 – верстак слюсарний; 6 – пристрій для заправки консистентних мастил; 7 – пристрій для заправки моторних мастил; 8 – пристрій для збору мастила; 9 – домкрат; 10 – шафа для інструменту.

План ділянки зони технічного обслуговування №2 (ТО-2), призначеної для виконання мастильно-заправних робіт, передбачає раціональне розміщення обладнання, інструменту та робочих постів з урахуванням вимог

безпеки, зручності доступу до агрегатів автомобіля та оптимальної організації технологічного процесу. Умовно приміщення поділяється на робочу зону поста обслуговування та допоміжні відділення.

Дільниця призначена для проведення мастильно-заправних операцій під час ТО-2 вантажних автомобілів, що включає:

- зливання відпрацьованих олиव і охолоджувальної рідини;
- промивання системи мащення та охолодження;
- заправлення новими мастильними матеріалами й робочими рідинами;
- контроль рівня та герметичності систем.

Дільниця мастильно-заправних робіт у зоні ТО-2 розташовується в окремій частині виробничого корпусу або в межах постів технічного обслуговування, що обладнані необхідними пристроями для зберігання, подачі та збору мастильних матеріалів. План дільниці передбачає раціональне розміщення обладнання, забезпечення безпечних умов праці та зручного під'їзду автомобілів до постів.

Дільниця для мастильно-заправних операцій організовується таким чином, щоб забезпечити ефективне та безпечне обслуговування транспортних засобів і агрегатів. Підлога цієї зони повинна бути рівною, неслизькою та витримувати навантаження від транспортних засобів, а також мати ухил для відведення можливих витоків оливи чи робочих рідин.

В її складі виділяють кілька основних зон, кожна з яких виконує певну функцію.

У зоні приймання і підготовки мастильних матеріалів здійснюється контроль якості масел і мастил, їхнє зберігання у спеціальних резервуарах та підготовка до використання. Основну робочу зону складають місця безпосередньої заправки і змащування вузлів та агрегатів, де встановлюються насосні установки для рідких масел, нагнітачі для консистентних мастил, а також системи для контролю витрати і рівня мастильних матеріалів.

Крім того, передбачаються робочі місця для промивання та підготовки систем до заправки, обладнані ваннами, фільтрами та спеціальними шлангами.

Додатково дільниця обладнується вентиляційними системами, що забезпечують видалення парів мастильних матеріалів, і спеціальними засобами пожежної безпеки. Така організація дозволяє раціонально виконувати мастильно-заправні операції, мінімізуючи втрати матеріалів та забезпечуючи безпеку персоналу.

2.2 Технічне обслуговування і ремонт системи мащення автомобіля

Для всебічного дослідження особливостей організації технічного обслуговування автопарку доцільно почати з визначення ключових понять. Технічне обслуговування являє собою сукупність робіт і заходів, спрямованих на забезпечення справності та працездатності автомобіля під час його експлуатації. Роботи, пов'язані із системою змащення двигуна, виконуються на спеціальному посту мастильних робіт.

Цей пост призначений для проведення операцій, пов'язаних із мастилом і заправкою транспортних засобів. Залежно від типу автомобіля, на такі роботи припадає від 22,5 до 29% загальних трудовитрат при ТО-1 і від 12,5 до 17% при ТО-2.

При виконанні ТО-1 системи мащення основна увага приділяється перевірці загального стану системи мащення, наявності мастила та його якості. Проводиться зовнішній огляд агрегатів і з'єднань на відсутність підтікань оливи, перевіряється кріплення оливного насоса, фільтра та трубопроводів. Вимірюється рівень оливи у картері двигуна за допомогою щупа, і, при необхідності, здійснюється доливання оливи до нормального рівня.

ТО-2 проводиться через більший пробіг або після певного часу експлуатації. Воно включає більш глибоку перевірку технічного стану

системи мащення, часткове розбирання окремих вузлів і заміну робочих рідин та фільтрів.

Для усунення відкладень у системі змащення проводять промивання, використовуючи індустріальну або веретенну оливу, дизельне паливо чи спеціальну промивну рідину. Обраний засіб заливають у картер двигуна в об'ємі 2,5–3 літри, після чого двигун запускають і дають йому попрацювати 4–5 хвилин на холостих обертах. Потім промивну рідину зливають і заливають свіжу оливу. Така процедура дозволяє зменшити загальний вміст забруднень у системі мащення в 1,5–2 рази [12]. Схематичне зображення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту системи мащення автомобіля наведено на рисунку 2.2.

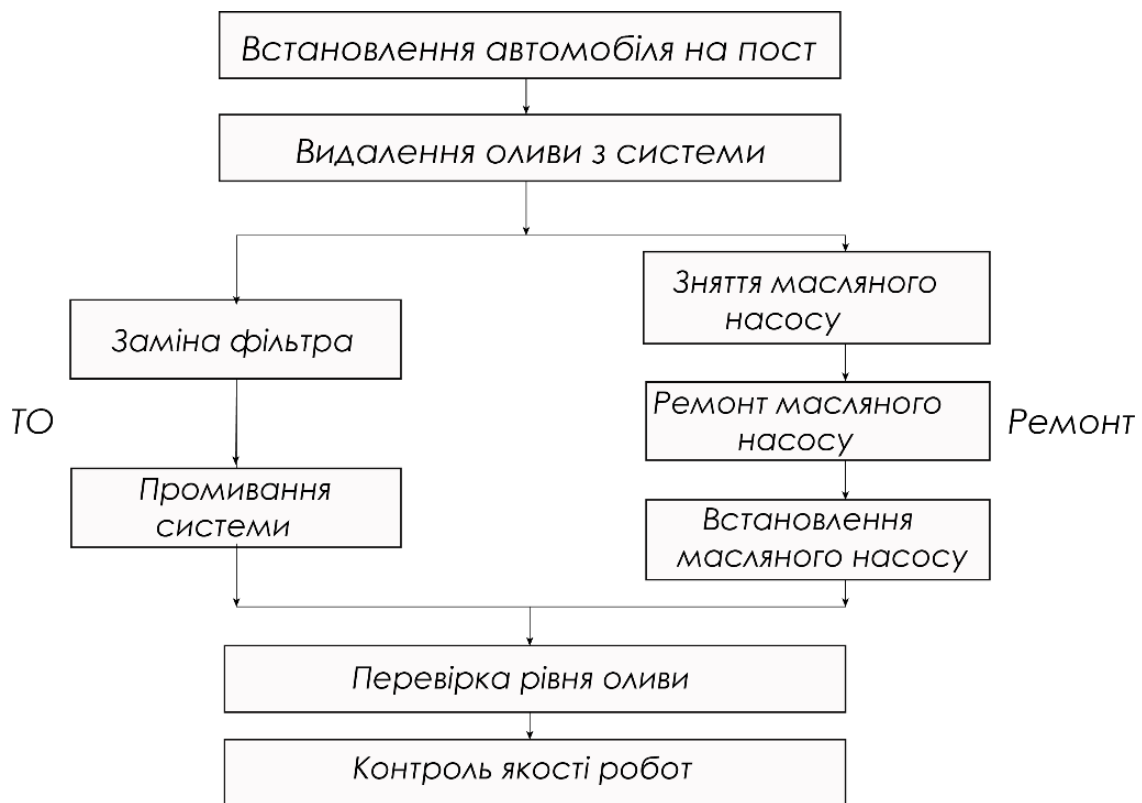


Рис. 2.2. Технологічний процес ТО та ремонту системи мащення.

Основною метою технічного обслуговування та ремонту є підтримка транспортних засобів у належному технічному стані та зовнішньому вигляді, гарантування їх надійності, економічності, безпечності руху, а також дотримання екологічних вимог.

Система мащення вантажного автомобіля є однією з ключових для забезпечення безперебійної та надійної роботи двигуна. Вона відповідає за подачу мастильного матеріалу до всіх рухомих елементів двигуна, зменшуючи тертя, охолоджуючи деталі та запобігаючи їх передчасному зношенню. Технічне обслуговування цієї системи передбачає ряд послідовних процесів, спрямованих на підтримку її працездатності.

Під час проведення ТО системи мащення виконуються наступні операції для забезпечення належної роботи двигуна та запобігання його пошкодження.

Перш за все, обслуговування починається з перевірки рівня та якості моторної оливи. Рівень оливи контролюється за допомогою щупа або через візуальний індикатор на масляному щупі. Кінець щупа знаходиться у масляній ванні на ньому є позначки «Min» та «Max» (іноді «Hot» та «Cold»), які вказують на рівень оливи у двигуні (рис. 2.3).

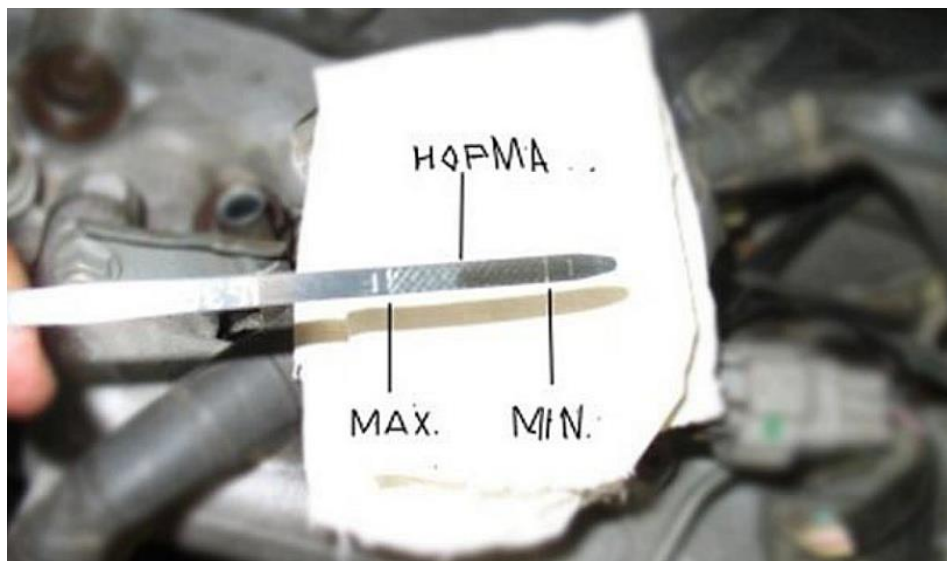


Рис. 2.3. Перевірка рівня оливи у двигуні за допомогою щупа.

Для перевірки рівня моторної олії потрібно:

1. Припаркувати автомобіль на рівній поверхні.
2. Перевірку слід проводити на холодному двигуні. При мінусових температурах двигун необхідно прогріти 5-10 хвилин, а потім дати постояти ще 5-10 хвилин.

3. Діставши щуп, його потрібно витерти безворсовою серветкою і занурити назад у масляну ванну. Через 2-3 секунди оцінити результат.

4. Оптимальний рівень оливи знаходиться між «Min» та «Max». Нижче «Min» – потрібно доливати (інакше поверхні тертя працюватимуть у підвищеному навантаженні), «Max» – надлишок оливи (підвищує споживання оливи і рівень тиску на сальники, і ущільнювачі).

5. Також потрібно оцінити оливу на вигляд. У ньому має бути слідів емульсії.

Проводити перевірку рівня оливи у двигуні рекомендується один раз на тиждень.

Якщо рівень оливи знижується, необхідно долити оливу відповідного класу і в'язкості, враховуючи рекомендації виробника двигуна. Важливо також перевіряти колір та запах оливи, адже зміна цих характеристик може свідчити про наявність сторонніх домішок або перегрівання двигуна.

Якщо олива світла та має чітко видимі межі рівня, вона придатна до подальшої експлуатації. Потемніння або чорний відтінок вказує на необхідність її заміни. Водночас оливи з присадками можуть мати темний колір без втрати експлуатаційних властивостей. Для додаткової перевірки чистоти та ступеня окиснення застосовують краплинний тест на білому фільтрувальному папері.

Періодично автомобілі потребують заміни оливи й масляного фільтра (рис. 2.4). Навіть за ідеальних умов поверхні тертя у процесі роботи двигуни зношуються. Інтенсивному тертю спричиняє появу металевої стружки, яка осідає на фільтрах.

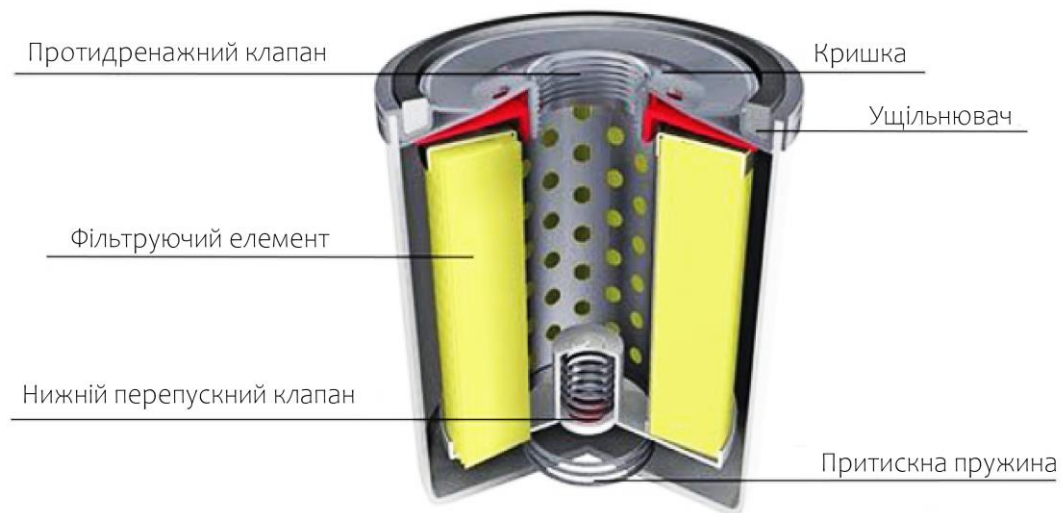


Рис. 2.4. Будова масляного фільтра.

Візуально визначити ступінь забруднення масляного фільтра неможливо тому потрібно дотримуватися рекомендацій виробника щодо його заміни. Змінюють фільтр під час заміни моторної оливи. В залежності від марки оливи і особливостей конструкції автомобіля, заміна проводиться через 8-15 тисяч кілометрів пробігу.

Фільтр слід змінювати у той момент, коли проводиться заміна оливи. Якщо вчасно не провести заміну, великі частки почнуть окислювати вже нову оливу, що проходить по застарілим фільтрам. Ця операція проводиться через певний інтервал пробігу або часовий проміжок. Стару оливу зливають з картера двигуна через спеціальний зливний отвір, після чого замінюють масляний фільтр, який затримує механічні домішки та забруднення. Після цього заливають нову оливу в двигун, перевіряють її рівень і запускають двигун на короткий час, щоб олива розподілилася по всіх каналах системи.

2.3 Характеристика оливного насоса та процес відновлення його складових елементів

Оливний насос двигуна – це агрегат, який забезпечує створення необхідного тиску в системі мащення та подачу моторної оливи до всіх

тертьових пар. Найчастіше в дизелях використовуються шестеренчасті насоси (зовнішнього або внутрішнього зачеплення), рідше роторні. Насос приводиться в дію від колінчастого вала або розподільчого механізму й працює постійно, забезпечуючи циркуляцію оливи по замкненому контуру.

Основні функції насоса:

- подавання оливи під тиском до корінних і шатунних підшипників колінчастого вала, розподільчого вала, турбокомпресора та інших елементів;
- забезпечення безперервного змащення і охолодження деталей;
- підтримання стабільного рівня тиску в системі незалежно від частоти обертів двигуна.

Шестеренчастий двосекційний оливний насос дизельного двигуна (рис. 2.5) закріплений на нижній площині блока циліндрів. Перша секція, що має шестерні 3 та 6, виконує функцію нагнітальної. Вона подає оливу в головну масляну магістраль двигуна.

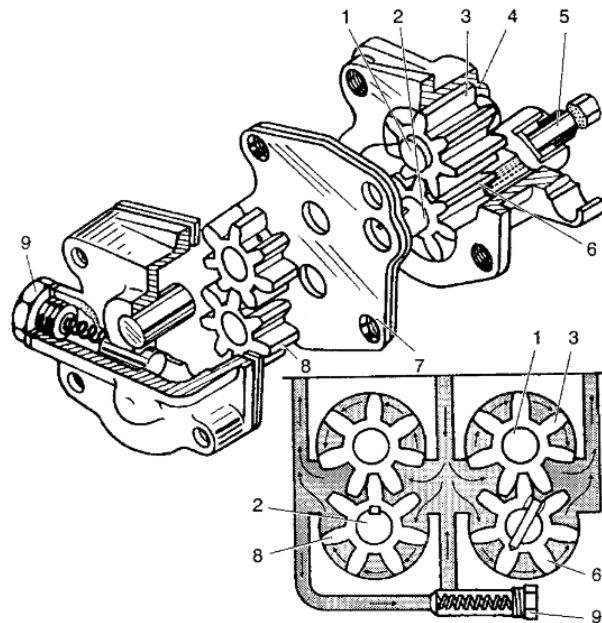


Рис. 2.5. Шестеренчастий двосекційний оливний насос дизеля КамАЗ-740: 1 – вісь веденої шестерні нагнітальної секції; 2 – ведучий валик; 3 – ведена шестерня нагнітальної секції; 4 – корпус нагнітальної секції; 5 – проміжний валик привода; 6 – ведуча шестерня нагнітальної секції; 7 – проставка; 8 – шестерня радіаторної секції; 9 – редукційний клапан.

Друга секція, оснащена шестернями 8, забезпечує подачу оливи у відцентровий фільтр і оливний радіатор, тому називається радіаторною. У корпусах обох секцій розташовані запобіжні клапани, які налаштовані на тиск відкривання 0,8–0,85 МПа. Крім того, у корпусі насоса встановлено диференціальний клапан, що обмежує тиск у головній лінії та спрацьовує при досягненні тиску 0,40–0,45 МПа.

Двосекційний оливний насос двигуна має корпус, що складається з трьох частин:

- верхньої для подачі оливи в головну магістраль;
- нижньої для подачі в оливний радіатор;
- середньої у якій розміщено редукційний клапан.

Усі частини корпуса з'єднані між собою болтами з шайбами через ущільнювальні прокладки та направляючі штифти. Робота насоса відбувається таким чином. Під час обертання валу починають обертатися ведучі шестерні, які у свою чергу приводять у рух ведені шестерні.

У результаті цього в корпусі насоса утворюється розрідження, тоді як у піддоні картера за допомогою системи вентиляції постійно підтримується атмосферний тиск. Завдяки різниці тисків мастило, проходячи через сітчастий фільтр оливозапобіжника, очищається від великих домішок і по трубці надходить у впускну порожнину насоса.

Оливний насос є одним із ключових елементів системи мащення двигуна, оскільки він забезпечує безперервну циркуляцію масла до всіх тертьових деталей. Неправильна робота насоса може призвести до зниження тиску масла та передчасного зносу двигуна, тому його регулярна перевірка та очищення є обов'язковими.

Оцінка працездатності та придатності оливного насоса здійснюється за допомогою спеціального стенду, що призначений для перевірки шестеренчатих оливних насосів (рис. 2.6). Цей стенд дозволяє контролювати стан насоса після ремонту, визначати його робочі характеристики, а також

проводити ресурсні випробування та тести на стабільність при тривалій роботі.

Випробуваний насос встановлюють на спеціальну плиту та фіксують за допомогою затискачів. Фланець насоса під'єднують до впускного трубопроводу, розташованого на кришці оливного бака. Олива, що нагнітається насосом, проходить по каналах до плити, далі через кран і потрапляє в піддон, звідки повертається у бак.

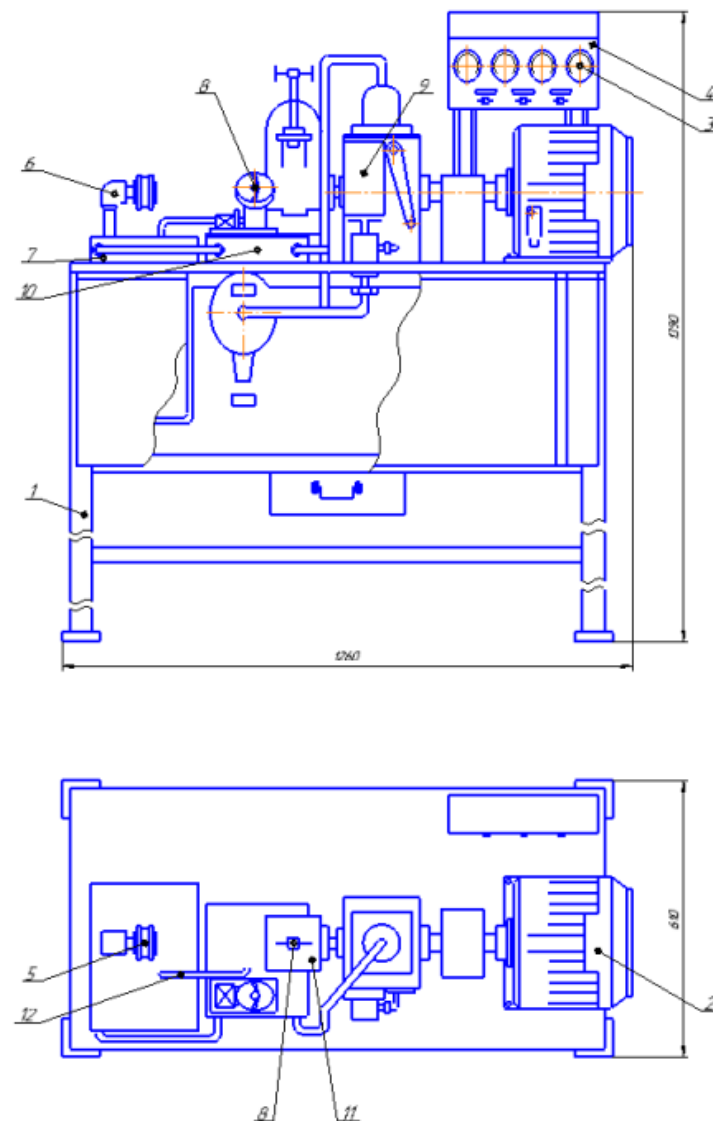


Рис. 2.6. Стенд для перевірки і регулювання оливних насосів: 1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – манометр; 4 – панель керування; 5 – штуцерний пристрій; 6 – впускний трубовід; 7 – бак; 8 – кран; 9 – двоступеневий редуктор; 10 – плита; 11 – витратомір; 12 – шланг.

Калібровані отвори крана налаштовані відповідно до еталонного насоса.

На стенді можна виконати такі операції:

- перевірити максимальний тиск, що створює насос;
- відрегулювати запобіжний та перепускний клапани;
- визначити продуктивність насоса.

Продуктивність насоса визначають за тиском, що виникає при подачі оливи через калібровані отвори крана. Значення тиску, що розвиває випробуваний насос, контролюється за показниками манометра на панелі керування.

Ведучий валик насоса приводиться в обертання за допомогою приводного механізму стенду, який включає спеціальний двоступеневий редуктор та електродвигун, вали яких з'єднані пружною муфтою.

Стенд дозволяє проводити випробування насоса в декількох режимах роботи, зокрема при номінальній та підвищеній частоті обертання, що дає можливість оцінити його надійність та ефективність. Отримані результати порівнюються з технічними характеристиками, встановленими виробником, після чого робиться висновок про придатність насоса до подальшої експлуатації.

Перед початком робіт перевірки стану елементів насоса необхідно підготувати робоче місце та інструменти: ключі, викрутки, спеціальні щітки, чисті ганчірки, тару для старого масла. Автомобіль встановлюють на рівну поверхню, двигун зупиняють, зливають масло з картера та знімають масляний фільтр. Це дозволяє уникнути потрапляння бруду і металевих частинок у систему під час розбирання насоса.

Внутрішні канали та корпус насоса ретельно промивають чистим розчинником або спеціальною рідиною для знежирення деталей. Особливу увагу приділяють шестерням та робочій камері, де можуть накопичуватися частинки нагару або металічної стружки. Використовують щітки та

пульверизатор для очищення важкодоступних місць. Після промивання насос сушать стисненим повітрям або чистою ганчіркою, не залишаючи ворсинок.

Послідовність виконання перевірки стану елементів насоса:

- шестерні або ротор: перевіряють на знос, тріщини, зазори. зношені шестерні підлягають заміні.
- корпус насоса: перевіряють на наявність тріщин або деформацій, які можуть викликати втрату тиску масла.
- підшипники та втулки: перевіряють на люфт. наявність надмірного люфту є ознакою зносу.
- зворотні клапани та сітка-фільтр: перевіряють на забруднення та працездатність. при необхідності промивають або замінюють.

Наступним етапом є підготовка поверхонь до відновлення, яка передбачає механічне очищення, знежирення, шліфування або піскоструминну обробку для забезпечення адгезії покриття чи нанесеного матеріалу.

У таблиці 2.1 наведено типову структурну послідовність виконання технологічного процесу відновлення елементів оливного насоса.

Після підготовки проводиться відновлення робочих поверхонь вибраним методом наплавленням, напиленням, гальванічним осадженням або металізацією. Для валу зазвичай застосовують електродугове наплавлення або газотермічне напилення з подальшою механічною обробкою. Ведучі шестерні можуть відновлюватися за допомогою хіміко-термічної обробки або нанесення зносостійких покриттів на зубчасті поверхні.

Після нанесення відновлювального шару проводиться механічна обробка токарна, шліфувальна або доводочна з метою надання поверхням необхідних геометричних розмірів і шорсткості.

Таблиця 2.1

Структурна послідовність виконання технологічного процесу
відновлення оливного насоса

№	Назва операції	Зміст операції	Обладнання, інструменти та пристрої	Контроль якості
1	Дефектація насоса	Зовнішній огляд, перевірка стану корпусу, шестерень, валу, ущільнень; визначення зносу	Верстак, штангенциркуль, мікрометр, індикатор	Візуальний та вимірний контроль
2	Очищення деталей	Видалення бруду, нагару, залишків мастил	Ванна з дизельним паливом або спеціальною рідиною, щітки, повітряний компресор	Перевірка чистоти поверхонь
3	Промивання деталей	Промивання каналів системи мастила індустріальною або веретенною оливою	Ванна для промивання, миюча рідина	Якість промивання, відсутність осаду
4	Відновлення робочих поверхонь валу	Наплавлення або напилення зношених ділянок; шліфування до номінального розміру	Верстат токарний, шліфувальний, наплавлювальне обладнання	Контроль розмірів мікрометром, шорсткість
5	Відновлення посадкових місць під підшипники	Відновлення геометрії та точності отворів	Розточувальний верстат, розгортки	Перевірка співвісності отворів
6	Відновлення шестерень	Наплавлення або заміна зубчастих коліс, шліфування профілю зубців	Верстат зубошліфувальний або зубофрезерний	Контроль профілю зубців шаблоном
7	Збірка насоса	Установлення всіх деталей у корпус, змащення рухомих частин	Монтажний стенд, мастило	Перевірка плавності ходу валу
8	Регулювання зазорів	Перевірка та регулювання зазорів між шестернями і корпусом	Набір щупів, індикатор	Відповідність технічним умовам
9	Випробування насоса	Перевірка продуктивності, тиску, герметичності	Стенд для перевірки оливних насосів	Порівняння результатів з нормативами
10	Передача у експлуатацію	Оформлення документації, передача у склад або на автомобіль	-	-

Далі виконують термічну обробку (загартування, відпуск або нормалізацію), щоб забезпечити необхідну твердість, міцність і зносостійкість деталей.

Завершальним етапом є контроль якості відновлених поверхонь: перевіряються геометричні розміри, твердість, шорсткість, концентричність, взаємне розташування поверхонь, а також проводяться випробування на герметичність і працездатність вузла після складання.

Таким чином, технологічний процес відновлення включає послідовність взаємопов'язаних операцій від дефектації до остаточного контролю які забезпечують повне відновлення експлуатаційних характеристик валу та ведучих шестерень оливного насоса. Після очищення і перевірки всіх деталей насос збирають у зворотній послідовності, замінюючи пошкоджені або зношені прокладки та ущільнювачі. При монтажі важливо забезпечити правильне положення шестерень і щільне прилягання корпусу до блоку двигуна.

Після встановлення насоса заливають нове масло, запускають двигун на холостому ході та контролюють тиск масла за допомогою манометра. Також перевіряють відсутність течії в місцях кріплення насоса та на прокладках. Систему також обстежують на предмет забруднення масляних каналів і форсунок. Для цього використовують промивку двигуна спеціальними промивними рідинами, які видаляють накопичені відкладення та лакофарбові утворення. Промивка дозволяє відновити нормальний потік оливи і запобігти забиванню каналів.

Регулярна перевірка герметичності системи має не менше важливе значення. Це включає огляд прокладок, сальників і ущільнювачів. Виявлені пошкоджені елементи підлягають заміні, оскільки навіть незначна протікання оливи може призвести до зниження тиску в системі та прискореного зносу деталей двигуна.

Таким чином, технічне обслуговування та ремонт системи мащення вантажного автомобіля включає комплекс заходів: контроль рівня та якості

оливи, її заміну разом із фільтром, перевірку і ремонт масляного насоса, очищення масляних каналів, огляд герметичності системи та при необхідності капітальний ремонт. Виконання цих процедур своєчасно та якісно забезпечує тривалий термін служби двигуна і надійну роботу транспортного засобу.

Висновки до розділу II

У розділі проведено аналіз планування ділянки технічного обслуговування №2 (ТО-2) з метою організації та виконання мастильно-заправних робіт з метою виконання мастильно-заправних робіт. Раціональне розміщення обладнання, технологічних постів, комунікацій та допоміжних приміщень забезпечує безперервність і високу якість робіт з обслуговування автомобілів.

Проведено обґрунтування необхідності регулярного технічного обслуговування та своєчасного ремонту системи мащення автомобіля для забезпечення надійної та безпечної експлуатації двигуна і механічних вузлів.

Дано характеристику оливному насосу та процесу відновлення його складових елементів. Оливний насос є ключовим елементом системи змащення вантажних автомобілів, забезпечуючи безперервну подачу мастила до всіх вузлів і агрегатів двигуна, що гарантує їх надійну роботу та зменшує знос деталей.

РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1 Аналіз існуючого обладнання для проведення мастильно-заправних операцій

Мастильно-заправні роботи є одними з ключових операцій технічного обслуговування, які забезпечують нормальну роботу двигуна та агрегатів автомобіля. Залежно від типу ТО (ТО-1 або ТО-2) використовуються різні види обладнання та інструментів для заправки, заміни і контролю мастильних матеріалів.

ТО-1: зазвичай передбачає поповнення мастильних матеріалів, перевірку рівня та дрібну заміну фільтрів; використовуються переносні установки, прості насоси і ручні пристрої.

ТО-2: включає повну заміну масла та фільтрів, очищення системи мастила; застосовуються стаціонарні або електропривідні установки, фільтрувальні пристрої та контрольні манометри.

Виконуються такі основні операції:

- заправлення картерів автомобільних двигунів моторними оливами; подавання трансмісійних олив у картери коробок передач, задніх мостів і рульових механізмів;
 - збір відпрацьованих мастильних матеріалів;
 - змазування окремих вузлів через прес-маслянки консистентними мастилами; промивання системи мащення двигуна;
 - заправлення гальмівної системи робочою рідиною;
 - наповнення системи охолодження охолоджувальною рідиною;
- підготовка та подача стисненого повітря;
- нанесення антикорозійного покриття на нижні частини автомобіля.

Для виконання кожного з перелічених видів робіт промисловість випускає спеціалізоване обладнання різних марок і модифікацій. Обладнання для мастильно-заправних операцій при ТО вантажних автомобілів:

- мастилороздавальні установки та баки;
 - колонки мастилороздавальні для видачі рідких мастил з бочки;
 - ванни для відкачування відпрацьованого масла;
 - масляні насоси і шланги;
 - фільтри та пристрої для очищення масла;
 - мастильні установки для сумісних мастил;
 - нагнітачі для промивання системи змащення двигуна;
 - баки для заправки гальмівною рідиною гідросистеми гальм;
 - установки для нанесення антикорозійного покриття на нижні поверхні автомобілів і мастила листових ресор.
- індикатори рівня і контрольні прилади.

Обладнання, призначене для виконання мастильних робіт (рис. 3.1), класифікується за типом приводу насоса на електричне, пневматичне та ручне (або педальне).

Найпоширенішими є установки з електричним приводом, що працюють від централізованої мережі змінного струму. Проте останнім часом дедалі ширше застосовуються пневматичні насоси, які функціонують від повітряної системи з робочим тиском близько 0,8 МПа.



Рис. 3.1. Обладнання для виконання мастильних робіт.

З огляду на різноманітність технологічних процесів виконання заправних робіт на автотранспортних підприємствах, промисловість випускає обладнання стаціонарного, пересувного та переносного типів.

Найпростішим серед них є ручний нагнітач консистентних мастил (шприц-маслянка) із жорстким наконечником (рис. 3.2). Його використання обмежується через невеликий тиск, який створює ручний насос поршневого типу [16].



Рис.3.2. Пневматичний нагнітач консистентних мастил JAT-6004K.

Більш складний нагнітач (рис. 3.3) з використанням ємності у вигляді бака на 13 літрів, виконаний із міцної та високоякісної сталі з покриттям, стійким до впливу різноманітних хімічних речовин, призначений для зберігання та подачі мастильних матеріалів під тиском. Максимальний тиск 25 мПа. Продуктивність нагнітача - до 0,75 л/хв.

Конструкція бака забезпечує герметичність, що унеможливорює витік рідини та гарантує безпечну експлуатацію навіть при підвищеному тиску.

Робота нагнітача ґрунтується на створенні надлишкового тиску всередині бака за допомогою ручного, пневматичного або електричного приводу. Після подачі повітря під тиском у ємність мастильний матеріал, що знаходиться в баку, через всмоктувальну трубку подається до насоса. Насос нагнітає оливу або мастило по напірному шлангу до роздавального пістолета або безпосередньо до точки змащення.



Рис. 3.3. Професійний ручний нагнітач мастила TORIN TRG2096.

Завдяки наявності манометра оператор може контролювати тиск у системі, що дозволяє забезпечити стабільну подачу мастильного матеріалу без перевантаження. Запобіжний клапан гарантує безпечну експлуатацію, автоматично скидаючи надлишковий тиск при його перевищенні допустимого рівня.

Бак обладнано зручною кришкою з ущільненням, що полегшує його наповнення та обслуговування. На виході встановлено фільтр, який затримує механічні домішки та запобігає потраплянню забруднень у систему мащення.

Завдяки компактним розмірам і наявності коліс або ручки пристрій легко транспортується та може використовуватися в умовах майстерні або сервісного центру.

На автотранспортних підприємствах для подачі пластичних мастил застосовують нагнітачі високого тиску (рис. 3.4). До них належать установки, що складаються з резервуара для зберігання мастильних матеріалів та насосів високого тиску з пневматичним або електромеханічним приводом (моделі 3154M, 390M) [16].

Такі нагнітачі призначені для подачі пластичних мастил до вузлів тертя транспортних засобів під високим тиском, що забезпечує ефективне заповнення прес-маслянок і рівномірне надходження мастила в підшипники, шарніри, втулки та інші елементи.

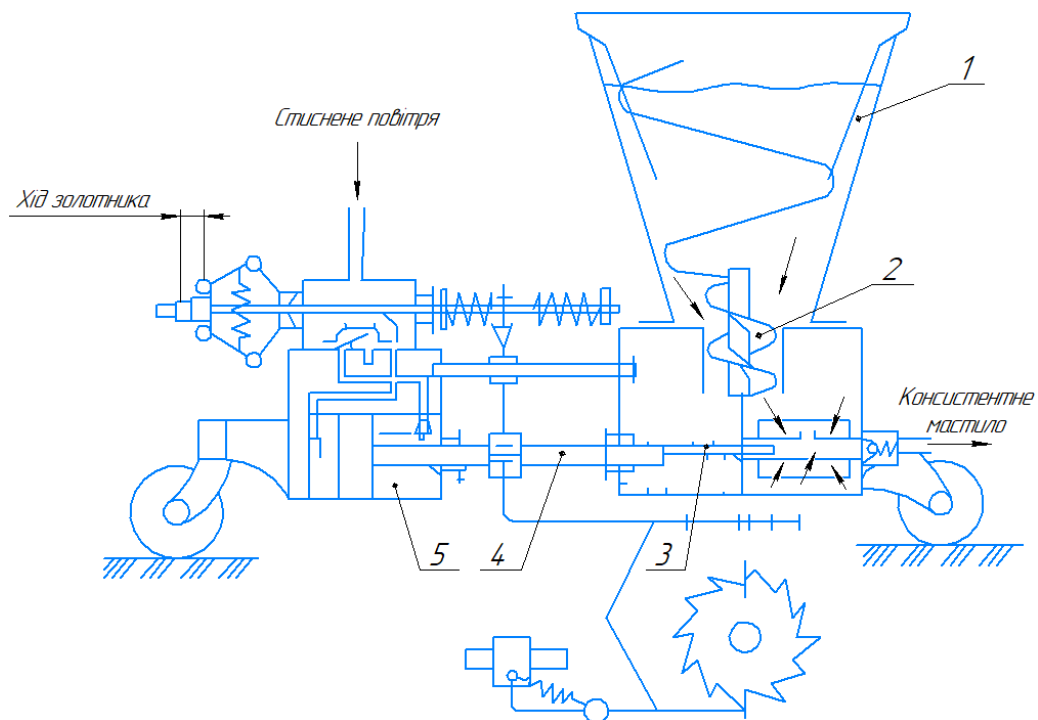


Рис. 3.4. Нагнітач із пневматичним приводом: 1 – бункер; 2 – шнек з розпушувачем; 3 – плунжер насоса високого тиску; 4 – шток; 5 – поршень пневматичного двигуна.

Резервуар служить для зберігання мастильного матеріалу і має герметичну конструкцію, яка запобігає потраплянню пилу та вологи. Насос

високого тиску, який є основною робочою частиною нагнітача, створює тиск, достатній для подолання опору у мастильних каналах.

У пневматичних моделях стиснене повітря використовується для приводу поршня насоса, що забезпечує безперервну і рівномірну подачу мастила. В електромеханічних нагнітачах привід здійснюється електродвигуном через редуктор, що дозволяє регулювати продуктивність і тиск подачі.

Більшість сучасних моделей обладнані манометрами для контролю тиску, запобіжними клапанами для безпечної роботи та шлангами високого тиску зі змінними наконечниками. Це дає можливість використовувати нагнітачі для обслуговування різних типів автомобільної техніки від легкових до вантажних автомобілів.

Застосування таких установок значно підвищує продуктивність робіт із технічного обслуговування, зменшує витрати мастильних матеріалів і забезпечує стабільну якість змащування, що, у свою чергу, сприяє подовженню ресурсу агрегатів та вузлів транспортних засобів.

Установки, призначені для перекачування рідких (моторних і трансмісійних) олив, суттєво відрізняються за конструкцією від установок для подачі консистентних мастил (рис. 3.5).

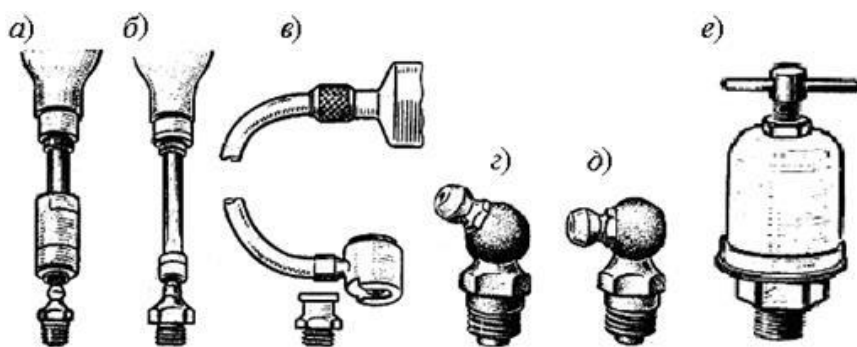


Рис. 3.4. Прес-маслянки, застосовувані на автотранспорті: а – з конусною головкою під наконечник із захоплюючими цангами; б – із круглою головкою під наконечник зі сферичною виїмкою; в – із плоскою головкою під спеціальний наконечник із гнучким шлангом; г – з конусною головкою, розташованої до осі штуцера під кутом 45° ; д – з конусною головкою, розташованої до осі штуцера під кутом 90° ; е – ковпакова маслянка.

Це пояснюється значною різницею в агрегатному стані та в'язкості цих мастильних матеріалів, а також великим протитиском, який виникає під час нагнітання мастила через прес-маслянку.

Принципові конструктивні відмінності установки для перекачування рідких (моторних і трансмісійних) олив і установки для подачі консистентних мастил обумовлені фізико-хімічними властивостями мастильних матеріалів.

Рідкі оливи мають низьку в'язкість і здатні вільно текти при звичайних температурах, тому для їх перекачування застосовуються насоси шестеренного, плунжерного або відцентрового типу, які забезпечують безперервний потік і точне дозування. Конструкція таких установок передбачає резервуари з герметичною кришкою, фільтри для очищення масла від механічних домішок і систему нагрівання у разі необхідності забезпечення оптимальної в'язкості при низьких температурах.

На відміну від цього, консистентні мастила мають значно більшу в'язкість і часто представляють собою напівтверду або густу пасту. Для їх подачі використовуються спеціальні нагнітачі високого тиску, обладнані поршневыми або шнековими механізмами, які здатні створювати значний тиск для протискування мастила через канали або через прес-маслянки. У таких установках резервуари для мастила зазвичай виконуються з можливістю ручного або механізованого перемішування матеріалу для запобігання розшаруванню, а система подачі обладнана клапанами високого тиску і манометрами для контролю тиску подачі.

Таким чином, конструктивні відмінності цих установок визначаються не тільки агрегатним станом і в'язкістю мастильного матеріалу, але й умовами його транспортування та способами подачі до вузлів тертя. Вибір конкретного типу установки залежить від характеру робіт, необхідного тиску подачі, об'єму мастила та вимог до автоматизації процесу.

3.2 Розробка конструкції пристосування для заправлення мастила

Дане пристосування призначене для заправки та подачі мастильного матеріалу до системи змащення двигуна із забезпеченням стабільного тиску, очищення масла, контролю параметрів та безпечної експлуатації.

Пристосування містить насос 1 (рис. 3.5) високого тиску, бункер 2, електропривод 3. Насос об'єднаний в один блок з редуктором. Безпосередньо за насосом встановлений нагнітальний зворотний клапан 4. Також до складу установки входять: перепускний клапан робочого тиску 5, шланг 6, роздатковий пістолет 7 і проміжний клапан 8.

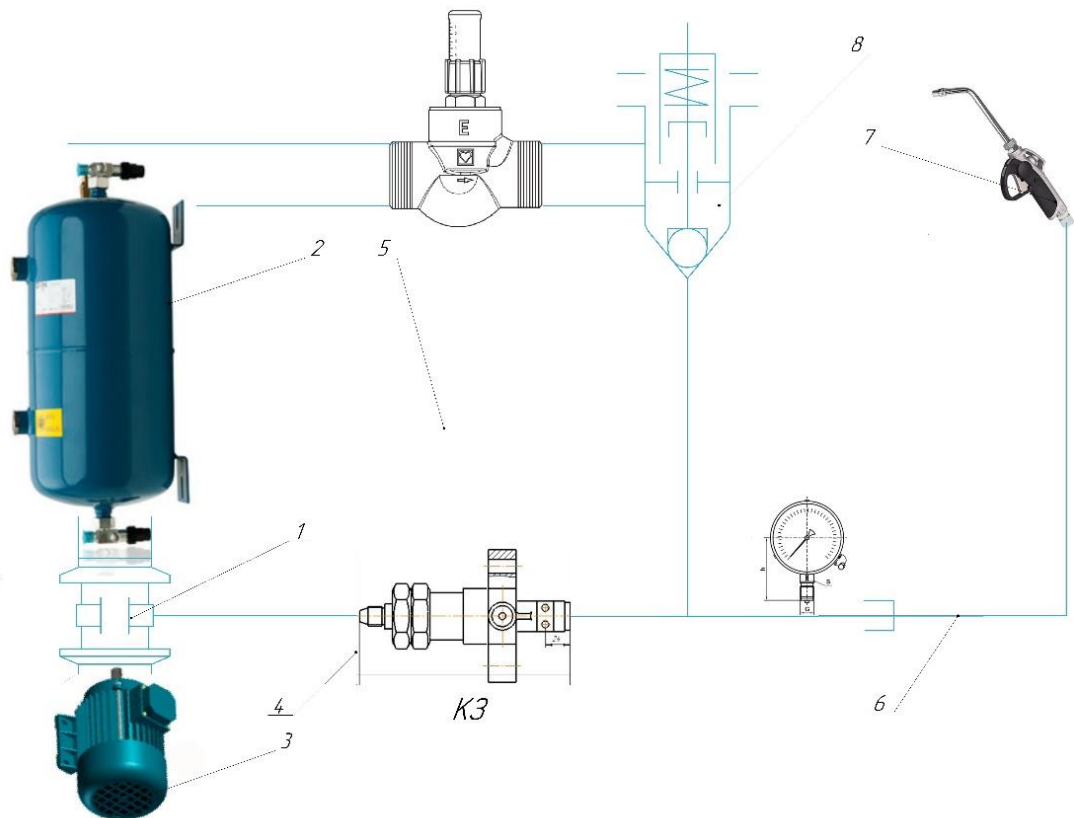


Рис. 3.5. Схема пристосування для заправки мастилом: 1 – насос з редуктором; 2 – бак; 3 – електропривод; 4 – нагнітальний зворотний клапан; 5 – перепускний клапан (робочого тиску); 6 – шланг; 7 – роздатковий пістолет; 8 – проміжний клапан максимального тиску.

Пристосування може застосовуватися для:

- заправки систем мащення двигунів внутрішнього згорання;
- обслуговування дизельних та бензинових двигунів;

- використання на ремонтних підприємствах і сервісних станціях;
- технологічних та випробувальних стендів двигунів;
- передпускового заповнення масляних магістралей.

Пристрій працює наступним чином. Мастильний матеріал (масло) заливається у накопичувальний бак. Подача масла здійснюється під дією тиску стисненого повітря, що надходить у систему. Тиск у системі контролюється за допомогою манометра. Перед подачею до двигуна масло проходить через фільтрувально-регулювальний вузол, який:

- очищує масло від механічних домішок;
- забезпечує необхідний робочий тиск.

Із накопичувального бака олива подається через трубопроводи до вузла заправки системи змащення двигуна.

Запобіжні та зворотні клапани запобігають:

- зворотному руху масла;
- перевищенню допустимого тиску у системі.

Після завершення заправки надлишковий тиск може бути скинутий через спеціальний клапан.

При закритті роздаткового пістолета 7, після мастила легко пробиваються точок змащування, коли лінія нагнітання знаходиться під робочим – невеликим тиском (5 МПа), на яке регулюється перепускний клапан 5, проміжний клапан 8 відключений поворотом воротка 10 в певну сторону.

Якщо тиск мастила не відповідає робочого тиску, то поворотом воротка 10 в зворотну сторону проміжний клапан 8 (рис. 3.6) включається в роботу і тиск на лінії нагнітання піднімається до величин точки змащування. Після того, як точка «пробита», поворотом воротка, клапан знову відключається і мастило в подальшому перепускається в бункер під тиском, забезпечуваним клапаном 5.

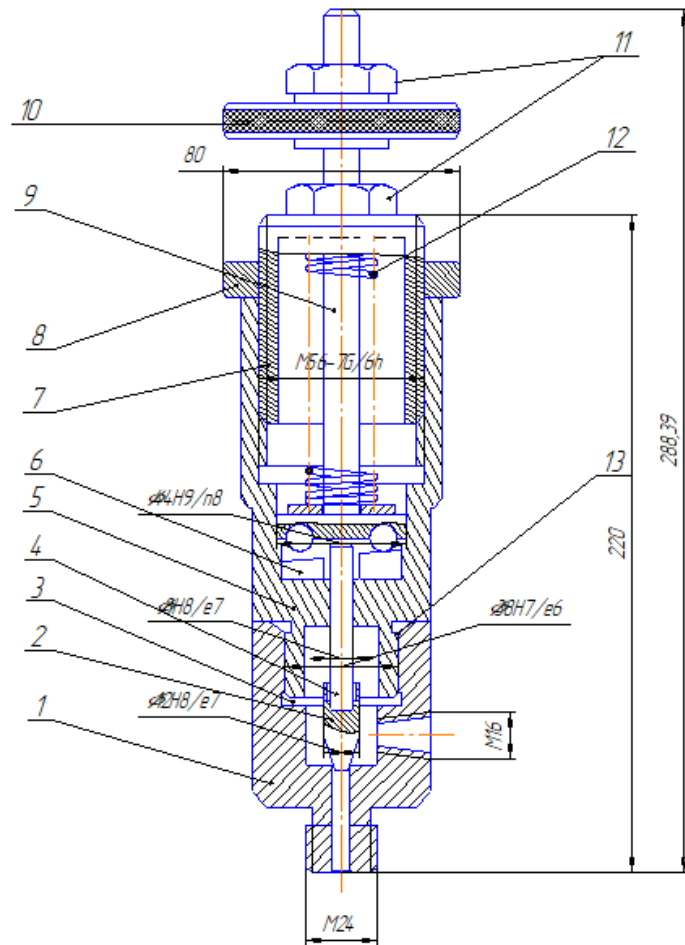


Рис. 3.6. Будова проміжного клапана: 1 – установча втулка; 2 – клапан; 3 – тарілка клапана; 4 – штовхач; 5 – корпус; 6 – тарілка пружинна; 7 – пробка; 8 – планка; 9 – вісь; 10 – комірць; 11 – гайки; 12 – пружина; 13 – манжета.

Підготовка до роботи включає наступне:

- перевірити рівень та чистоту мастильного матеріалу в баку;
- переконатися у герметичності всіх з'єднань;
- перевірити справність манометра та фільтрувального елемента;
- під'єднати заправний шланг до системи змащення двигуна;
- переконатися, що регулятор тиску встановлений у мінімальне положення.

Заправка системи змащення відбувається наступним чином:

- подати стиснене повітря до установки;
- плавно підвищувати тиск до встановленого робочого значення;

- контролювати процес заправки за показами манометра;
- забезпечити рівномірну подачу масла без ривків;
- після досягнення необхідного об'єму масла припинити подачу.

По завершення роботи необхідно:

- перекрити подачу стисненого повітря;
- скинути тиск у системі через відповідний клапан;
- від'єднати заправний шланг від двигуна;
- перевірити відсутність витоків масла.

Використання даного пристосування дозволить:

- проводити рівномірне та контрольоване заправлення системи змащення;
- знизити ризик повітряних пробок у масляних магістралях;
- проводити попереднє очищення масла перед подачею в двигун;
- підвищити ресурс двигуна;
- покращити якість технічного обслуговування;
- зменшити час на заправку двигуна оливою;
- підвищити безпеку виконання робіт;
- знизити ймовірність переливу або недоливу оливи;
- існує можливість використання для різних типів двигунів.

3.3 Розрахунок вузлів пристосування на міцність

Основним вузлом що піддається великим навантаженням та від якого залежить якість роботи пристосування є пружина, що забезпечує притиснення пружинної тарілки до корпусу. Проведемо розрахунок поворотної пружини. В процесі роботи на неї впливає зусилля 2000 Н.

Вихідними даними для визначення розмірів пружин є:

- сила пружини за умови початкової деформації (P_1);
- сила пружини при робочій деформації, що відповідає максимальному примусовому переміщенню рухомої ланки механізму (P_2);

- робочий хід пружини h ;
- максимальна швидкість переміщення її рухомого кінця під час навантаження або розвантаження (V_0);
- витривалість, тобто кількість циклів до руйнування (N);
- початковий зовнішній діаметр пружини (D).

Виходячи з умов роботи механізму, встановлені наступні вихідні величини:

- $P_1 = 500\text{H}$;
- $P_2 = 2000\text{H}$;
- $h = 50\text{ мм}$;
- $V_0 = 0,8\text{ м/с}$;
- $D = 10 \dots 12\text{ мм}$;
- $N = 1 \dots 10^6$;
- матеріал пружини - сталь пружинна марки 65Г ГОСТ 9389-85.

З урахуванням, заданої витривалості, пружину слід віднести до I класу [2]. Користуючись інтервалом значень відносного інерційного зазору пружин δ , визначається значення сили пружини при максимальній деформації P_3 за формулою:

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta} ;$$

де P_2 - сила пружини при робочій деформації;

δ - відносний інерційний зазор пружин;

P_3 - сила пружини при максимальній деформації.

Для пружини стиснення I класу $\delta = 0,05 \dots 0,25$ [2]

Сила пружини при максимальній деформації складе:

$$P_3 = \frac{2000}{1 - 0,05} \dots \frac{2000}{1 - 0,25} = 2105 \dots 2666\text{ Н}$$

З урахуванням встановленого інтервалу сил пружини (від 2000 до 2800 Н) заданого діаметра і необхідності забезпечення найбільшої критичної швидкості її дії, обрана пружина з наступними параметрами:

- сила пружини при максимальній деформації $P_3 = 2240 \text{ Н}$;
- діаметр дроту, з якої виготовлена пружина $d = 1,0 \text{ мм}$;
- зовнішній діаметр пружини $D = 21,0 \text{ мм}$;
- жорсткість одного витка $z_1 = 751 \text{ Н / мм}$;
- найбільший прогин одного витка $f_1 = 2,983 \text{ мм}$.

Для пружин І класу максимальне дотичне напруження при крученні визначається за формулою:

$$\tau_3 = 0,3 \sigma_B;$$

де σ_B - тимчасовий опір при розтягуванні. Для сталі марки 65Г ГОСТ 9389-85, $\sigma_B = 210 \text{ МПа}$

$$\tau_3 = 0,3 \cdot 210 = 63 \text{ МПа}$$

З метою перевірки приналежності пружини до І класу визначено співвідношення $V_0/V_{\text{кр}}$, для цього попередньо знаходиться критична швидкість пружини за формулою:

$$V_{\text{кр}} = \frac{\tau_3 \cdot \left(1 - \frac{P_2}{P_3}\right)}{\sqrt{2G_p}};$$

де G - модуль зсуву;

ρ - щільність матеріалу пружини.

Для пружинної сталі марки 65Г ГОСТ 9389-85: $G = 8 \cdot 10^3 \text{ МПа}$; $\rho = 8 \cdot 10^{-10} \text{ кг / мм}^2$ [2]. Для заданих параметрів модуля зсуву і щільності матеріалу пружини визначено вираз $\sqrt{2G_p} = 3,58...$

Критична швидкість встановлена при $\delta = 0,25$ [8]:

$$V_{\text{кр}} = \frac{63 \cdot \left(1 - \frac{2000}{2240}\right)}{3,58} = 0,718 \text{ м/с}$$

$$\frac{V_0}{V_{\text{кр}}} = \frac{0,7}{0,718} = 0,97 < 1$$

Отримане значення свідчить про відсутність зіткнень витків, отже, обрана пружина задовольняє заданим умовам експлуатації. Жорсткість пружини визначається за формулою:

$$z = \frac{P_2 - P_1}{h};$$

де P_2 – сила пружини при робочій деформації;

h – робочий хід пружини;

P_1 – сила пружини при попередній деформації.

$$z = \frac{2000 - 500}{50} = 30 \text{ Н/мм.}$$

Число робочих витків пружини:

$$n = \frac{z_1}{z};$$

де z_1 – жорсткість одного витка пружини.

$$n = \frac{751}{30} = 25,03$$

Прийнята пружина з 25 - ма робочими витками.

Величина уточненої жорсткості:

$$n = \frac{z_1}{n};$$

$$z = \frac{751}{25} = 30,04 \text{ Н/мм.}$$

Повне число витків:

$$n_1 = n + n_2;$$

де n_2 – число неробочих витків, $n_2 = 1,5$

$$n_1 = 25 + 1,5 = 26,5.$$

Середній діаметр пружини:

$$D_0 = D - d;$$

де D – зовнішній діаметр пружини;

d – діаметр дроту, з якої виготовлена пружина.

$$D_0 = 12,0 - 1,0 = 11,0 \text{ мм.}$$

Попередня деформація:

$$F_1 = \frac{P_1}{z};$$

$$F_1 = \frac{500}{30,04} = 16,6 \text{ мм.}$$

Робоча деформація:

$$F_2 = \frac{P_2}{Z};$$

$$F_2 = \frac{2000}{30,04} = 66,5 \text{ мм.}$$

Максимальна деформація:

$$F_3 = \frac{P_3}{Z};$$

$$F_3 = \frac{2240}{30,04} = 74,6 \text{ мм.}$$

Висота пружини при максимальній деформації:

$$H_3 = (n_1 + 1 + n) \cdot d;$$

$$H_3 = (26,5 + 1 + 1,5) \cdot 1,0 = 26 \text{ мм.}$$

Висота пружини в вільному стані:

$$H_0 = H_3 + F_3;$$

$$H_0 = 26 + 74,5 = 100,5 \text{ мм.}$$

Висота пружини при попередній деформації:

$$H_1 = H_0 - F_1;$$

$$H_1 = 100,5 - 16,6 = 83,9 \text{ мм.}$$

Висота пружини при робочій деформації:

$$H_2 = H_0 - F_2;$$

$$H_2 = 100,5 - 66,5 = 34 \text{ мм.}$$

Крок пружини:

$$t = f_3 + d;$$

$$t = 2,982 + 1,0 = 3,983 \text{ мм.}$$

На основі виконаних розрахунків, встановлено такі параметри пружини:

- зовнішній діаметр пружини $D = 12,0 \text{ мм}$;
- діаметр дроту, з якої виготовлена пружина $d = 1,0 \text{ мм}$.
- висота пружини у вільному стані $H_0 = 100,5 \text{ мм}$;
- крок пружини $t = 3,983 \text{ мм}$.

Висновки до розділу III

В розділі розглянуто основне обладнання, що використовується для проведення мастильно-заправних операцій на підприємствах автомобільного транспорту. Проаналізовано різні типи насосів, установки та пристрої для перекачування рідких і консистентних мастил, а також розглянуто принципи їх роботи та класифікацію за видом приводу: електричним, пневматичним та ручним.

Розроблено конструкцію пристосування для заправлення мастила, яке забезпечує зручне та безпечне виконання операцій по подачі мастильних матеріалів у системи автомобільної техніки.

Пристрій дозволяє регулювати витрату мастила та підвищує точність дозування, що сприяє зменшенню втрат матеріалів і підвищенню ефективності робіт.

Використання даного пристосування дозволить: проводити рівномірне та контрольоване заправлення системи змащення, знизити ризик повітряних пробок у масляних магістралях, проводити попереднє очищення масла перед подачею в двигун, підвищити ресурс двигуна, покращити якість технічного обслуговування, зменшити час на заправку двигуна оливою, підвищити безпеку виконання робіт, знизити ймовірність переливу або недоливу оливи, існує можливість використання для різних типів двигунів.

Проведено розрахунок міцності вузлів пристосування. Розрахунок дозволив визначити оптимальні розміри і матеріали для вузлів пристосування, що забезпечують баланс між міцністю та економічністю виготовлення.

РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги до працівників, які займаються ТО і ремонтом автомобілів

Перед початком роботи працівник повинен пройти вступний інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, а також ознайомитися з прийомами надання першої долікарської допомоги. Працівник під розписку ознайомлюється з умовами праці, наданими правами та пільгами за роботу у шкідливих або небезпечних умовах, а також з правилами поведінки у разі аварійних ситуацій.

Безпосередньо перед початком виконання своїх обов'язків потрібно проходити первинний інструктаж з безпечних методів роботи на робочому місці. Відомості про проведення вступного та первинного інструктажів заносяться до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці та засвідчуються підписами інструктора і працівника, який проходив інструктаж.

Після первинного інструктажу працівник має пройти стажування тривалістю від 2 до 15 змін (залежно від досвіду, кваліфікації та характеру робіт) під керівництвом досвідченого фахівця, призначеного відповідним наказом по підприємству.

Позаплановий інструктаж з охорони праці та безпечних методів роботи проводиться:

- періодично, не рідше одного разу на квартал, а у разі незадовільних знань не пізніше ніж через місяць;
- після випадків виробничого травматизму або порушення правил охорони праці, навіть якщо вони не спричинили травм.

Слюсар з ремонту автомобілів забезпечується спеціальним одягом і засобами індивідуального захисту, зокрема віскозно-лавсановим костюмом та рукавицями.

Під час роботи з етильованим бензином додатково використовують прогумований фартух і гумові рукавички. За виконання зовнішніх робіт у зимовий період працівник повинен бути забезпечений утепленим одягом бавовняною курткою та брюками на теплоізоляційній підкладці.

У процесі роботи на працівника можуть впливати різні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, серед яких:

- рухомі елементи машин і механізмів;
- електричний струм при можливому замиканні на корпус обладнання;
- підвищена концентрація шкідливих газів у повітрі;
- несприятливі мікрокліматичні умови, що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам.

Працівник повинен володіти навичками правильного користування первинними засобами пожежогасіння та вміти надавати першу долікарську допомогу при травмах кровотечах, переломах, опіках, ураженні електричним струмом чи отруєннях.

З метою попередження пожеж і вибухів необхідно дотримуватись таких правил безпеки:

- заборонено палити чи користуватися відкритим вогнем біля стоянок автомобілів або місць зберігання горючих матеріалів;
- паління дозволяється лише у спеціально відведених місцях, а недопалки потрібно викидати у металеві урни;
- у виробничих приміщеннях не допускається зберігання легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин, а також газових балонів.

Працівникові дозволяється виконувати лише ті роботи, які доручені майстром. Заборонено самостійно запускати автомобіль на ремонт, піднімати його за допомогою підйомників або вантажопідйомних механізмів без відповідного дозволу.

У разі виявлення несправностей обладнання, пристосувань чи інструментів необхідно негайно повідомити про це майстра.

Перед початком роботи працівник повинен переконатися, що робоче місце впорядковане, не зашаражене сторонніми предметами, має достатнє освітлення, а підлога та робочі площадки не є слизькими чи небезпечними для пересування.

Одягнути спеціальний робочий одяг, застібнути його на всі гудзики, а волосся сховати під головний убір. Робота у легкому взутті, такому як сандалі чи кеди, категорично заборонена.

У приміщенні обов'язково має бути аптечка, укомплектована необхідними засобами для надання першої долікарської допомоги. Робоче місце та підходи до нього повинні бути добре освітлені відповідно до чинних санітарних норм і правил.

Ремонт або технічне обслуговування автомобіля дозволяється проводити лише за умови, що транспортний засіб надійно загальмований ручним гальмом, ввімкнена нижча передача, запалювання вимкнене, а в автомобілях із дизельним двигуном перекрита подача палива. На рульове колесо необхідно повісити табличку з написом «Двигун не запускати працюють люди». Під колеса автомобіля слід встановити щонайменше два проти відкотні клини.

Під час піднімання автомобіля домкратом потрібно ставити його на рівну, тверду поверхню без перекосів, попередньо підклавши під незняті колеса клини. Якщо висоти підйому домкрата недостатньо, під нього дозволяється підкласти дерев'яну дошку, але заборонено використовувати випадкові предмети цеглу, каміння, диски тощо.

У процесі піднімання необхідно стежити, щоб домкрат не перекосився, адже це може спричинити падіння автомобіля.

Перед підняттям автомобіля на підйомнику необхідно впевнитися, що поблизу немає людей, а транспортний засіб встановлений правильно, без перекосів і з дотриманням рівноваги. Після підняття автомобіля на пульт керування підйомником слід повісити попереджувальний плакат «Підйомник

не вмикати працюють люди», а для запобігання випадковому опусканню обладнання потрібно встановити штир-обмежувач.

Роботи, які виконуються на висоті понад 1,5 метра, необхідно проводити лише зі стійких підставок або драбин-стрем'янок, при цьому обов'язково слід одягати захисну каску.

Категорично забороняється виконувати ремонт чи технічне обслуговування автомобіля, який підвішений на тросі вантажопідіймального механізму.

Перед зняттям ресор слід зняти навантаження з них, встановивши під раму автомобіля надійні підставки-козлики. Під час монтажу ресор суміщення вушка з сергою потрібно перевіряти за допомогою конусної оправки, а використання пальця для цієї операції заборонене.

Зняття, транспортування та встановлення важких агрегатів і вузлів таких як двигун, коробка передач, передній або задній мости слід здійснювати тільки з використанням вантажопідіймальних пристроїв, які гарантують повну безпеку працівників.

Ремонтні або обслуговувальні роботи на автомобілі з увімкненим двигуном виконуються лише у виняткових випадках під час діагностики або регулювання систем двигуна. Під час заїзду автомобіля в ремонтний бокс чи виїзду з нього потрібно бути особливо уважним, не перебувати між транспортними засобами або в зоні воріт, щоб уникнути травмування, затискання чи наїзду.

При встановленні несправного автомобіля на ремонт, якщо він буксирується на жорсткому зчепленні, перед розчепленням необхідно вжити заходів, щоб запобігти його самовільному руху підкласти під колеса щонайменше два проти відкотних клини.

Перед початком робіт під піднятою кабіною автомобіля (у моделях з відкидними кабінами) або під відкритим капотом слід упевнитися, що кабіна чи капот надійно зафіксовані у піднятому положенні. Перед їх опусканням (закриванням) необхідно переконатися, що під ними немає людей.

Також перед увімкненням будь-якого механічного обладнання крана-балки, підйомника чи гайковерта потрібно впевнитися, що запуск і робота цих механізмів не створюють небезпеки для присутніх працівників.

Після закінчення робіт необхідно вимкнути все електрообладнання. Робоче місце, підлогу та оглядову канаву слід очистити від мастильних матеріалів і бруду за допомогою ганчір'я або тирси, після чого відходи помістити у спеціально призначений металевий контейнер.

Усі деталі та вузли, зняті з автомобіля, потрібно акуратно розмістити на стелажах або підлозі, а інструменти та пристосування покласти в шухляди. Після впорядкування робочого місця необхідно повідомити майстра про виконану роботу та про виявлені під час роботи несправності обладнання чи інструменту.

4.2 Охорона праці та безпеки під час виконання робіт із системами мащення

Охорона праці та безпека під час виконання робіт із системами мащення мають надзвичайно важливе значення, оскільки ці процеси пов'язані з використанням мастильних матеріалів, обладнання під тиском, а також контактами з токсичними речовинами. Під час технічного обслуговування і ремонту систем мащення працівники повинні суворо дотримуватись встановлених правил безпеки, щоб уникнути травм, опіків, пожеж чи інших небезпечних ситуацій.

Перед початком робіт необхідно переконатися, що автомобіль надійно зафіксований за допомогою гальм або спеціальних упорів, а двигун зупинений і охолонув. Робоче місце повинно бути добре освітлене, сухе й чисте, без слідів пролитих мастильних матеріалів, які можуть стати причиною падіння або займання. Усі працівники мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту комбінезоном із щільної тканини,

гумовими рукавицями, захисними окулярами, а також, за потреби, респіратором для захисту органів дихання від шкідливих випарів.

Особливу увагу необхідно приділяти роботі з гарячими деталями системи мащення. Перед зливом оливи двигун повинен бути охолоджений, щоб уникнути опіків.

Зливання, заливання та фільтрацію мастильних матеріалів слід проводити з використанням спеціального обладнання, яке забезпечує герметичність процесу. Категорично забороняється використовувати відкритий вогонь поблизу робочої зони, оскільки мастильні матеріали є легкозаймистими.

Під час роботи з установками для заправки оливи або змащення необхідно контролювати справність шлангів, з'єднань і насосного обладнання. Будь-які витoki оливи повинні бути негайно усунені, а забруднені ділянки очищені за допомогою тирси або спеціальних абсорбентів, після чого ці відходи збираються в металеві контейнери, що щільно закриваються.

По завершенні робіт слід вимкнути все електрообладнання, прибрати робоче місце, протерти поверхні від залишків мастильних речовин та перевірити відсутність джерел займання. Забруднений спецодяг необхідно зняти та здати для очищення, а руки вимити з милом або спеціальними очищувальними засобами.

Дотримання вимог охорони праці під час обслуговування систем мащення сприяє не лише збереженню здоров'я працівників, а й забезпечує безперебійну роботу техніки, зменшує ризик аварій, пожеж і забруднення навколишнього середовища.

4.3 Пожежна безпека під час роботи із мастильними матеріалами

Пожежна безпека під час роботи з мастильними матеріалами є одним із ключових напрямів організації безпечного виробничого процесу на

підприємствах транспортної, ремонтної, машинобудівної та аграрної галузей. Мастильні матеріали, хоча і не всі належать до легкозаймистих рідин, є потенційно небезпечними через здатність утворювати горючі випари, а також через високу пожежну навантаженість, що виникає при їх неправильному зберіганні або експлуатації.

Саме тому персонал, який працює з такими речовинами, повинен мати чітке розуміння властивостей мастильних матеріалів, їх поведінки під час нагрівання та контакту з відкритими джерелами вогню, а також знати заходи, які дозволяють попередити виникнення пожежі та зменшити ризики під час її ліквідації.

Мастильні матеріали можуть включати моторні, трансмісійні, гідравлічні та інші види олив, технічні мастила, консистентні мастила різної густини, а також спеціальні присадки. Більшість рідких олив належить до горючих рідин із температурою спалаху вище +45 °C, але певні категорії можуть мати нижчу температуру спалахування, що суттєво збільшує небезпеку займання при нагріванні.

Система вентиляції, дотримання температурних режимів та відсутність джерел іскор або відкритого полум'я основні умови забезпечення безпечної роботи з мастильними матеріалами. У разі скупчення випарів у замкненому просторі ризик вибуху або займання суттєво зростає, особливо при обслуговуванні двигунів, гідросистем та вузлів із підвищеною температурою.

Важливим аспектом є правильне зберігання мастильних матеріалів. Виробничі та складські приміщення мають бути обладнані вентиляційними системами, що забезпечують відведення випарів, а також мати відповідний температурний режим, який не допускає перегріву тари.

Металеві бочки, каністри та інша упаковка повинні бути герметичними, позбавленими пошкоджень, корозії чи протікань. Забороняється розміщувати ємності з оливами поблизу нагрівальних приладів, печей, електродвигунів, зварювального обладнання та інших джерел високої температури. У складських приміщеннях, де зберігаються

мастильні матеріали, повинні бути встановлені знаки пожежної безпеки, а також заборона на куріння та використання відкритого вогню.

Особливу увагу слід приділяти правилам поводження з розлитими мастильними матеріалами. Навіть відносно негорючі оливи, потрапивши на гарячі поверхні, можуть викликати інтенсивне задимлення, локальне займання або сильну токсичність повітря.

Будь-яке розливання повинно негайно локалізуватися за допомогою піску, сорбентів, тирси або спеціальних поглинальних матеріалів. Забороняється використовувати воду для змивання чи переміщення розливої оливи, оскільки це може лише збільшити площу забруднення та створити додаткову небезпеку ковзання. Зібрані відходи мають утилізуватися у спеціально відведених місцях з дотриманням екологічних і пожежних норм.

Під час технічного обслуговування транспортних засобів або механізмів необхідно суворо дотримуватися інструкцій щодо зміни оливи, очищення систем змащення та заміни фільтруючих елементів. Роботу з гарячими компонентами двигуна слід проводити лише після повного охолодження вузлів, оскільки потрапляння мастил на поверхні, що розігріті до температури вище 200 °C, може спричинити їх різке займання.

У разі роботи з гідравлічними системами, що працюють під високим тиском, також існує ризик дрібнодисперсного розпилення мастила, яке при контакті з гарячими частинами утворює легкозаймисту аерозольну суміш.

Не менш важливими є вимоги щодо пожежної безпеки при проведенні ремонтних чи зварювальних робіт у зонах, де використовуються мастильні матеріали. Перед виконанням таких робіт потрібно повністю очистити робоче місце від залишків оливи, видалити просочені ганчірки та уникнути попадання іскор на поверхні, забруднені мастилом. Тара з мастильними матеріалами повинна бути винесена на безпечну відстань від місць зварювання чи різання металу. Робочий персонал зобов'язаний використовувати захисний одяг, рукавиці та окуляри, які зменшують ризик опіків та ураження гарячими рідинами.

Суттєвим чинником пожежної безпеки є правильне оснащення приміщення первинними засобами пожежогасіння. Для гасіння мастильних матеріалів найефективнішими є порошкові та пінні вогнегасники, які здатні ізолювати поверхню рідини від кисню. Використання водяних вогнегасників у таких випадках є забороненим, оскільки вода не лише не гасить оливу, а й може сприяти її розповсюдженню.

Персонал повинен бути ознайомлений із правилами користування вогнегасниками та мати навички швидкої реакції в умовах надзвичайних ситуацій. Особливу увагу слід приділяти інструктажам, які проводяться на підприємстві: вони мають включати інформацію про властивості мастильних матеріалів, правила гасіння різних видів пожеж та порядок евакуації.

Додатковим ризиком є наявність у виробничих приміщеннях забруднених мастилом ганчірок, фільтрів, пластикових пляшок та інших відходів. Такі матеріали можуть самозайматися в результаті окислення певних видів олив, особливо рослинного або синтетичного походження, при контакті з киснем у поєднанні з теплом. Тому смітєві контейнери повинні бути металевими, щільно закритими, а прибирання робочих зон має проводитися регулярно.

Організація пожежної безпеки повинна включати систематичну перевірку електромережі, стану освітлення, контрольно-вимірювальних приладів, вентиляційного обладнання та опалювальних систем. Порухи у роботі електричних приладів можуть стати джерелом іскри, яка здатна запалити мастильні пари. Тому будь-які електричні роботи повинні виконуватися лише фахівцями з відповідною кваліфікацією.

У підсумку, дотримання пожежної безпеки під час роботи з мастильними матеріалами є комплексним завданням, що охоплює правильну організацію робочого місця, забезпечення належного зберігання та транспортування олив, навчання персоналу, використання відповідного обладнання та засобів захисту. Усвідомлення пожежних ризиків і систематичне виконання нормативних вимог не лише запобігає загрозам для

здоров'я та життя людей, але й дозволяє забезпечити безперебійну та ефективну роботу виробничих процесів.

Висновки до розділу IV

В розділі обґрунтовано загальні вимоги до працівників, які займаються ТО і ремонтом автомобілів.

У ході вивчення правил техніки безпеки показало, що правильна організація робочого місця, використання засобів індивідуального захисту, а також контроль за станом мастильних матеріалів та обладнання значно знижують ризик виникнення травм і аварійних ситуацій.

Дотримання правил пожежної безпеки під час роботи із мастильними матеріалами є обов'язковою умовою для запобігання виникненню пожеж та забезпечення безпеки персоналу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В теоретичному розділі розглянуто призначення, конструктивні особливості та принцип дії системи мащення вантажного автомобіля. Досліджено основні несправності системи мащення двигуна вантажного автомобіля, їхні причини, прояви та наслідки. Проаналізовано експлуатаційні властивості мастильних матеріалів та їх вплив на технічні системи автомобіля.

В технологічному розділі проведено аналіз планування ділянки ТО-2 з метою організації та виконання мастильно-заправних робіт з метою виконання мастильно-заправних робіт.

В розрахунково-конструктивному розділі розглянуто основне обладнання, що використовується для проведення мастильно-заправних операцій. Пристрій дозволяє регулювати витрату мастила та підвищує точність дозування, що сприяє зменшенню втрат матеріалів і підвищенню ефективності робіт.

Використання даного пристосування дозволить: проводити рівномірне та контрольоване заправлення системи змащення, знизити ризик повітряних пробок у масляних магістралях, проводити попереднє очищення масла перед подачею в двигун, підвищити ресурс двигуна, покращити якість технічного обслуговування, зменшити час на заправку двигуна оливою, підвищити безпеку виконання робіт, знизити ймовірність переливу або недоливу оливи, існує можливість використання для різних типів двигунів. Проведено розрахунок вузлів пристосування на міцність.

В розділі охорона праці обґрунтовано загальні вимоги до працівників, які займаються ТО і ремонтом автомобілів. У ході вивчення правил техніки безпеки показало, що правильна організація робочого місця, використання засобів індивідуального захисту, а також контроль за станом мастильних матеріалів та обладнання значно знижують ризик виникнення травм і аварійних ситуацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нікітюк Ю. М. Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту систем мащення двигунів автомобілів МАЗ з дослідженням оцінки показників якості трансмісії з оптимізацією параметрів: кваліфікаційна робота магістра. Тернопіль: ТНТУ, 2020. 62 с.
2. Прокопенко К. В. Мазильна система транспортних засобів: навч. посіб. Київ, 2023.
3. Чабанний В. І. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та їх вплив на експлуатаційні властивості автомобілів. Херсон: ХДАУ, 2020. 150 с.
4. Чабанний В. Я., Черновол М. І., Солових Є. К. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення : навч. посіб. Кропивницький : ЦНТУ, 2022. 486 с.
5. Тригуб О. А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. Черкаси : ЧНТУ, 2021. 184 с.
6. Марценюк В. В. Організація ТО і ремонту вантажних автомобілів (кваліфікаційна робота, диплом) : Львів. нац. аграр. ун-т, 2023. 112 с.
7. Чужинів О. В. ТО та ремонт систем мащення та охолодження ДВЗ автомобілів : дипломна робота (ТНТУ). Тернопіль : ТНТУ, 2024. 98 с.
8. Методичні вказівки з дисципліни «Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів» / В. Л. Крещенецький та ін. Вінниця : ВНТУ, 2021. 107 с.
9. Кучеренко О.О. Технологія відновлення робочих поверхонь насосів. *Техн. журн. «Ремонт і експлуатація»*, 2019. №4. С. 22–29.
10. Сидоренко С. Л. Розроблення технологічного процесу ремонту системи мащення двигуна. 2024. (опис установок для очищення та промивки систем мащення).
11. Остапів М. С. Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування та ремонту системи мащення двигунів КамАЗ–740 : магіст. робота. Тернопіль, 2020. 120 с.

12. Нормативи та інструкції з безпеки при роботі з мастильними матеріалами / Методичні рекомендації. (пожежна безпека, збір відпрацьованих мастил).
13. Організація робіт ТО-1, ТО-2 та ТО-3 на автотранспортних підприємствах: навч. посіб. / Мирошник А. В., Дніпро, 2023.
14. Практичні рекомендації щодо пожежної безпеки при роботі з мастильними матеріалами: метод. лист. 2021.
15. Огляд сучасних установок для ефективної заправки мастильних матеріалів. *Транспорт-сервіс*, 2022. №3. С. 12-19.
16. Чужинів О. В. Організація ТО та ремонт систем мащення і охолодження двигунів: дипломна робота. Тернопіль : ТНТУ, 2024. 86 с.
17. Технологічне обладнання для заправки мастильних матеріалів: каталог/інструкція виробника. Харків : ТОВ «Масилосервіс», 2021. 68 с.
18. Мирошник А. В. Реконструкція станції технічного обслуговування вантажних автомобілів з розробкою ділянки ТО-2: дипломний проект. Дніпро, 2024. 70 с.
19. Онук Д. О. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту двигунів вантажних автомобілів : кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопіль : ВСП «ТФК ТНТУ», 2024. 83 с.
20. Топільницький П., Бойченко С., Пушак А. та ін. Пластичні мастила: властивості та якість : підручник. Київ: 2021. 274 с.