

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автотранспорту та логістики

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту системи мащення та охолодження двигуна автомобіля MAN M2000.

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАС-41
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Віталій ДЕПУТАТ</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Роман РОГАТИНСЬКИЙ</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Роман ХОРОШУН</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Олег ЦЬОНЬ</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u>Тарас ДУБИНЯК</u> (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)
«21» січня 2026 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Депутату Віталію Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту системи мащення та охолодження двигуна автомобіля MAN M2000

Керівник роботи Рогатинський Роман Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 20 року № 4/9-39

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Функціональна схема системи мащення двигуна MAN M2000 – 1 аркуш формату А1.

Функціональна схема системи охолодження двигуна MAN M2000 – 1 аркуш формату А1.

Технологічна карта обслуговування системи мащення – 1 аркуш формату А1.

Технологічна карта обслуговування системи охолодження – 1 аркуш формату А1.

Карта дефектації та аналізу експлуатаційних несправностей двигуна MAN M2000 – 1 аркуш формату А1. Комбінована мобільна установка для обслуговування системи мащення автомобіля MAN M2000 – 1 аркуш формату А1.

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

«Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту системи мащення та охолодження двигуна автомобіля MAN M2000»

студента групи МАс - 41 ТНТУ імені Івана Пулюя

Віталія ДЕПУТАТА.

Керівник роботи – д-р. техн. наук, професор кафедри Рогатинський Роман Михайлович

Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки: 65 арк. формату А4, графічної частини: 6 аркушів формату А1 та додатків.

У пояснювальній записці наведено необхідні розрахунки, виконано аналіз конструктивних та експлуатаційних особливостей систем мащення і охолодження автомобіля MAN M2000, а також розроблено технологічний процес їх технічного обслуговування відповідно до сучасних вимог експлуатації вантажних автомобілів. Робота містить усі необхідні розділи та повністю відповідає встановленим вимогам. Також оформлено графічну частину кваліфікаційної роботи.

У загально-технічному розділі проведено аналіз конструкції автомобіля MAN M2000 та його основних технічних характеристик. Розглянуто призначення, будову та принцип роботи систем мащення й охолодження двигуна, визначено їх роль у забезпеченні надійної та довговічної роботи силового агрегату. Проаналізовано основні несправності систем, причини їх виникнення та вплив на технічний стан автомобіля.

Технологічний розділ роботи включає розроблення технологічних процесів технічного обслуговування систем мащення та охолодження. Описано послідовність виконання операцій із заміни моторної оливи, оливних фільтрів, контролю тиску в системі мащення, перевірки герметичності, а також операцій із заміни охолоджувальної рідини, промивання системи охолодження, перевірки термостата та водяного насоса. Розраховано нормативи часу

виконання робіт, трудомісткість технологічних операцій, здійснено підбір необхідного обладнання, інструменту та матеріалів. Особливу увагу приділено забезпеченню якості технічного обслуговування та дотриманню технологічної дисципліни.

У конструкторському розділі проведено аналіз обладнання для технічного обслуговування систем мащення та охолодження вантажних автомобілів. Розглянуто сучасні засоби діагностики та технічного контролю, виконано оцінку ефективності застосування спеціалізованого обладнання на підприємствах автомобільного транспорту.

У роботі наведено заходи з охорони праці, безпеки життєдіяльності та екологічної безпеки під час виконання технічного обслуговування автомобіля MAN M2000.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна характеристика автомобіля MAN M2000.....	9
1.2 Будова та принцип роботи системи мащення двигуна MAN M2000..	11
1.3 Будова та принцип роботи системи охолодження двигуна автомобіля MAN M2000.....	15
1.4 Основні несправності систем мащення та охолодження.....	19
1.5 Аналіз умов експлуатації та технічного обслуговування.....	21
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Організація технічного обслуговування автомобіля MAN M2000.....	24
2.2 Технологічний процес технічного обслуговування системи мащення.....	29
2.3 Технологічний процес технічного обслуговування системи охолодження.....	33
2.4 Розроблення технологічних карт технічного обслуговування систем мащення та охолодження.....	38
2.5 Підбір технологічного обладнання та інструменту для обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000.....	40
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Діагностика несправностей систем мащення та охолодження двигуна автомобіля MAN M2000.....	42
3.2 Дефектація та вибір об'єкта ремонту і удосконалення.....	44
3.3 Розроблення конструкції комбінованої мобільної установки.....	48
3.4 Розрахунок основних параметрів комбінованої мобільної установки.....	52
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Охорона праці під час технічного обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000.....	55
4.2 Заходи безпеки та екологічний захист при використанні комбінованої мобільної установки.....	58
ВИСНОВКИ.....	62
БІБЛІОГРАФІЯ	64
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Сучасні вантажні автомобілі, зокрема MAN M2000, широко використовуються в транспортній галузі завдяки їх надійності, економічності та адаптованості до інтенсивних умов експлуатації. Одними з ключових систем, що забезпечують стабільну та довговічну роботу дизельного двигуна, є система мащення та система охолодження. Їх справний стан безпосередньо впливає на ресурс двигуна, витрати палива та загальну ефективність транспортного засобу.

Система мащення призначена для зменшення тертя між рухомими деталями двигуна, відведення тепла від зон тертя, очищення поверхонь та захисту від корозії. Як зазначається в технічній документації MAN Truck & Bus та сервісних інструкціях, стабільний тиск і якість моторної оливи є критичними параметрами для безвідмовної роботи двигуна дизельного типу.

Система охолодження виконує функцію підтримання оптимального температурного режиму двигуна, запобігаючи його перегріву та зниженню ефективності роботи. Вона забезпечує відведення надлишкового тепла від циліндрів і головки блока циліндрів за допомогою циркуляції охолоджувальної рідини через радіатор, насос і термостат.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи зумовлена високим навантаженням на вантажні автомобілі, що експлуатуються в складних дорожніх і кліматичних умовах, а також необхідністю своєчасного технічного обслуговування та ремонту систем мащення й охолодження для запобігання аварійним відмовам двигуна.

Метою роботи є розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту систем мащення та охолодження двигуна автомобіля MAN M2000, що дозволить підвищити надійність роботи двигуна та знизити витрати на його експлуатацію.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати конструкцію та принцип роботи систем мащення і охолодження;
- визначити основні несправності та причини їх виникнення;

- розробити технологічні процеси технічного обслуговування;
- розробити технологічні процеси ремонту;
- підібрати необхідне обладнання та інструмент;
- розглянути питання охорони праці та економічної ефективності.

Об'єктом дослідження є процес технічного обслуговування та ремонту систем двигуна автомобіля MAN M2000, а предметом дослідження – технологічні операції, методи діагностики та відновлення працездатності систем мащення та охолодження.

Практичне значення роботи полягає у можливості застосування розроблених технологічних процесів на автотранспортних підприємствах і станціях технічного обслуговування для підвищення ефективності ремонту та скорочення простоїв техніки.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика автомобіля MAN M2000

MAN M2000 є типовим представником середньотоннажного класу вантажних автомобілів, розробленим німецьким концерном MAN Truck & Bus для виконання широкого спектра транспортних завдань у міських, регіональних та будівельних умовах експлуатації. Конструкція автомобіля орієнтована на забезпечення високих показників надійності, довговічності та ремонтпридатності, що є ключовими вимогами до комерційного транспорту, який працює в умовах інтенсивних навантажень.

Дана модель характеризується високим ступенем універсальності застосування. Залежно від варіанта шасі, автомобіль може використовуватися як бортова вантажівка, самоскид або як базове шасі для монтажу спеціалізованих надбудов, зокрема кранів-маніпуляторів, цистерн та комунальної техніки. Завдяки цьому MAN M2000 широко застосовується у сферах логістики, будівництва та міського господарства.

Конструктивно автомобіль виконано за схемою «кабіна над двигуном» (Cab Over Engine), що є характерним рішенням для європейських вантажних автомобілів. Така компоновка дозволяє зменшити загальну довжину транспортного засобу при збереженні максимальної корисної довжини рами, а також покращує маневреність у міських умовах і забезпечує розширений оглядовий сектор для водія.

Основою несучої системи є рамне шасі, виготовлене з високоміцної сталі. Рама складається з двох поздовжніх лонжеронів швелерного профілю, з'єднаних поперечинами, і виконує функцію основного силового елемента, що сприймає статичні та динамічні навантаження. На рамі встановлюються силовий агрегат, елементи трансмісії та підвіски, паливні баки, пневморесивери та різноманітні надбудови. Така конструкція забезпечує високу жорсткість на кручення, технологічність обслуговування та універсальність компонування.

Автомобіль комплектується рядними чотири- та шестициліндровими дизельними двигунами сімейства MAN Truck & Bus, обладнаними системами турбонаддуву з проміжним охолодженням наддувного повітря (інтеркулером) та безпосереднім упорскуванням палива. Це забезпечує підвищену паливну ефективність, зниження токсичності відпрацьованих газів та стабільний крутний момент у широкому діапазоні частот обертання колінчастого вала. Потужність силових агрегатів, залежно від модифікації (зокрема D0824 та D0826), становить орієнтовно 150–280 к.с., що забезпечує належні динамічні характеристики як у міському циклі, так і під час магістральних перевезень у складі автопоїзда. До переваг двигунів MAN відносять високий крутний момент на низьких обертах, економічність та ефективну роботу інтегрованих систем мащення й охолодження.

Трансмісія автомобіля забезпечує передавання та перетворення крутного моменту відповідно до умов руху. Вона включає сухе однодискове зчеплення, механічну або автоматизовану коробку передач із раціонально підібраними передавальними числами, карданну передачу та задній ведучий міст із головною передачею гіпоїдного типу та диференціалом, який може бути оснащений механізмом блокування для підвищення прохідності.

Ходова частина MAN M2000 розрахована на експлуатацію в умовах значних навантажень. Передня підвіска є залежною, виконаною на листових або параболічних ресорах із гідравлічними амортизаторами та стабілізатором поперечної стійкості. Задня підвіска також залежна і може бути ресорною або пневматичною, залежно від призначення модифікації, що забезпечує стабільність кліренсу та необхідний рівень плавності ходу при змінному навантаженні.

Гальмівна система виконана за двоконтурною пневматичною схемою та працює на основі стисненого повітря, яке генерується компресором, очищується в осушувачі та накопичується в ресиверах. Керування гальмуванням здійснюється через пневматичні крани, які подають повітря до гальмівних камер колісних механізмів барабанного або дискового типу.

Додатково система оснащується моторним гальмом-уповільнювачем, що знижує навантаження на робочу гальмівну систему під час тривалих спусків.

Рульове керування виконано за схемою «гвинт–кулькова гайка–сектор» та обов'язково оснащується гідропідсилювачем, що зменшує зусилля на рульовому колесі, підвищує точність керування та покращує стабільність руху.

Невід'ємною складовою надійної роботи силового агрегату є система мащення двигуна, яка реалізована за комбінованим принципом: змащення найбільш навантажених елементів (підшипників колінчастого та розподільного валів, елементів газорозподільного механізму та турбокомпресора) здійснюється під тиском, тоді як допоміжні поверхні змащуються методом розбризкування.

1.2 Будова та принцип роботи системи мащення двигуна MAN M2000

Система мащення дизельного двигуна MAN M2000 є однією з ключових функціональних систем силового агрегату, від ефективності роботи якої безпосередньо залежать ресурс двигуна, стабільність теплового режиму, інтенсивність зношування деталей та загальна надійність автомобіля в умовах тривалої експлуатації. Конструктивно система виконана за комбінованим принципом, що передбачає подачу моторної оливи під тиском до найбільш навантажених вузлів двигуна та додаткове мащення окремих деталей методом розбризкування. Така схема дозволяє забезпечити формування стабільної мастильної плівки між поверхнями тертя, зменшити механічні втрати та запобігти перегріванню елементів циліндропоршневої групи й газорозподільного механізму.

На рисунку 1.1 наведено функціональну схему системи мащення двигуна MAN M2000, яка відображає послідовність циркуляції моторної оливи через основні вузли системи – від оливного піддона та насоса до магістралей розподілу, вузлів очищення, охолодження та повернення мастильного матеріалу до картера.

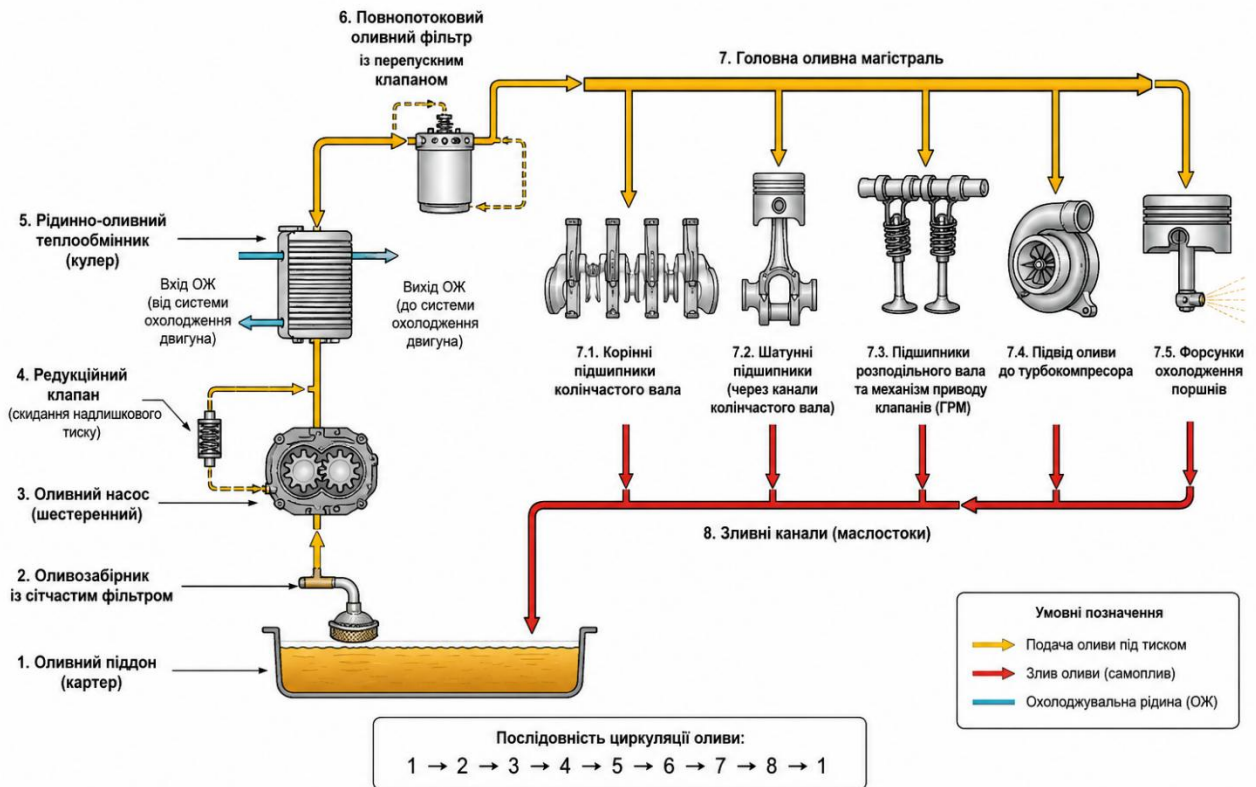


Рисунок 1.1 – Функціональна схема системи мащення двигуна MAN M2000

Початковим елементом циркуляційного контуру є оливний піддон (картер), розташований у нижній частині двигуна. Він виконує функцію резервуара для накопичення запасу моторної оливи, а також забезпечує її часткове охолодження за рахунок тепловіддачі через стінки корпусу в навколишнє середовище. У процесі роботи двигуна вся олива після проходження через вузли мащення самопливом повертається саме до піддона, де відбувається її короточасне відстоювання та часткове осадження механічних домішок.

Забір оливи з піддона здійснюється через оливозабірник, обладнаний сітчастим фільтром грубого очищення. Основним призначенням цього елемента є запобігання потраплянню великих механічних частинок, продуктів зношування або сторонніх домішок у насосну секцію системи. Наявність попереднього очищення дозволяє суттєво знизити ризик пошкодження робочих поверхонь насоса та зменшити ймовірність засмічення магістралей.

Подальше переміщення оливи забезпечується шестеренним оливним насосом, який є основним робочим органом системи мащення. Насос приводиться в дію від механізму приводу двигуна та створює необхідний робочий тиск для безперервної циркуляції оливи по внутрішніх каналах блоку циліндрів і головки блока. Використання саме шестеренного насоса пояснюється його високою надійністю, стабільністю подачі та здатністю ефективно працювати в умовах значних температурних перепадів і змін в'язкості мастильного матеріалу. Для обмеження надлишкового тиску в системі в конструкції насоса передбачений редуційний клапан, який автоматично відкривається при перевищенні допустимого значення тиску, спрямовуючи частину оливи назад у контур циркуляції. Особливо важливу роль цей клапан виконує під час холодного запуску двигуна, коли в'язкість оливи суттєво підвищується.

Після створення робочого тиску олива надходить до рідинно-оливного теплообмінника, який інтегрований у загальну систему охолодження двигуна. Основним призначенням теплообмінника є підтримання оптимального температурного режиму моторної оливи незалежно від навантаження та режиму роботи двигуна. Під час прогріву двигуна теплообмінник сприяє швидшому нагріванню оливи за рахунок передачі тепла від охолоджувальної рідини, що дозволяє швидше досягти необхідної робочої в'язкості. У режимах високих навантажень або тривалої роботи двигуна відбувається зворотний процес – надлишкове тепло від оливи передається охолоджувальній рідині, що запобігає її перегріванню та втраті мастильних властивостей.

Після стабілізації температури олива проходить через повнопотоковий оливний фільтр тонкого очищення. Особливістю даної конструкції є те, що через фільтр проходить увесь об'єм оливи, яка подається до вузлів тертя двигуна. Це забезпечує високий ступінь очищення мастильного матеріалу від продуктів механічного зношування, металевої стружки, нагару та інших дрібнодисперсних частинок, що утворюються під час роботи двигуна. Для забезпечення безперервного мащення в аварійних режимах у конструкції

фільтра передбачено перепускний клапан. У разі критичного засмічення фільтрувального елемента або значного підвищення гідравлічного опору клапан відкривається та спрямовує оливу в обхід фільтра. Це дозволяє уникнути масляного голодування двигуна, хоча й тимчасово знижує ефективність очищення.

Очищена та охолоджена олива надходить до головної оливної магістралі, яка виконує функцію центрального розподільчого каналу системи мащення. Від магістралі через систему внутрішніх каналів мастильний матеріал під тиском подається до найбільш навантажених вузлів двигуна. Насамперед олива надходить до корінних підшипників колінчастого вала, які сприймають основні радіальні навантаження під час роботи двигуна. Через внутрішні канали в колінчастому валу олива подається до шатунних підшипників, забезпечуючи стабільне мащення рухомих з'єднань кривошипно-шатунного механізму.

Окремими каналами мастило надходить до підшипників розподільного вала та елементів газорозподільного механізму. Наявність постійного мащення в даній зоні є критично важливою, оскільки деталі механізму працюють в умовах значних контактних навантажень та високої частоти циклів відкривання і закривання клапанів.

Особливе місце в системі займає контур мащення турбокомпресора. Турбіна працює при надзвичайно високих температурах і частотах обертання, тому її підшипники потребують постійної подачі чистої оливи під тиском. Моторна олива в цьому вузлі виконує одночасно дві функції – змащення та інтенсивного охолодження підшипникового вузла турбокомпресора.

Додатково із головної оливної магістралі здійснюється подача мастильного матеріалу до форсунок охолодження поршнів. Дані форсунки формують спрямовані струмені оливи, які подаються на внутрішню поверхню днища поршнів. Такий спосіб охолодження дозволяє значно знизити термічне навантаження на поршневу групу, зменшити ризик перегрівання, деформацій та утворення нагару в зоні камери згоряння.

Після виконання функцій мащення та охолодження олива самопливом стікає через систему зливних каналів назад до оливного піддона, де цикл циркуляції повторюється знову. Безперервність цього процесу забезпечує стабільне функціонування всіх вузлів двигуна в різних режимах роботи та сприяє підтриманню необхідних параметрів температури й тиску в системі.

Таким чином, система мащення двигуна MAN M2000 являє собою складну багатоконтурну гідродинамічну систему, у якій поєднано процеси подачі, очищення, охолодження та розподілу моторної оливи між основними вузлами силового агрегату. Раціональна організація циркуляції мастильного матеріалу, застосування повнопотокової фільтрації, теплообмінника та форсунок охолодження поршнів забезпечують високий рівень надійності двигуна, стабільність його теплового режиму та зниження інтенсивності зношування деталей в умовах тривалої експлуатації.

1.3 Будова та принцип роботи системи охолодження двигуна автомобіля MAN M2000

Система охолодження двигуна автомобіля MAN M2000 призначена для підтримання оптимального температурного режиму роботи двигуна. Вона забезпечує відведення надлишкового тепла від деталей двигуна, запобігає перегріванню, зменшує теплові деформації та сприяє стабільній роботі всіх вузлів силового агрегату. У конструкції використовується рідинна система охолодження закритого типу з примусовою циркуляцією охолоджувальної рідини.

На рисунку 1.2 наведено функціональну схему системи охолодження двигуна MAN M2000, яка відображає взаємозв'язок основних елементів системи та послідовність циркуляції охолоджувальної рідини між вузлами тепловідведення і терморегуляції двигуна.

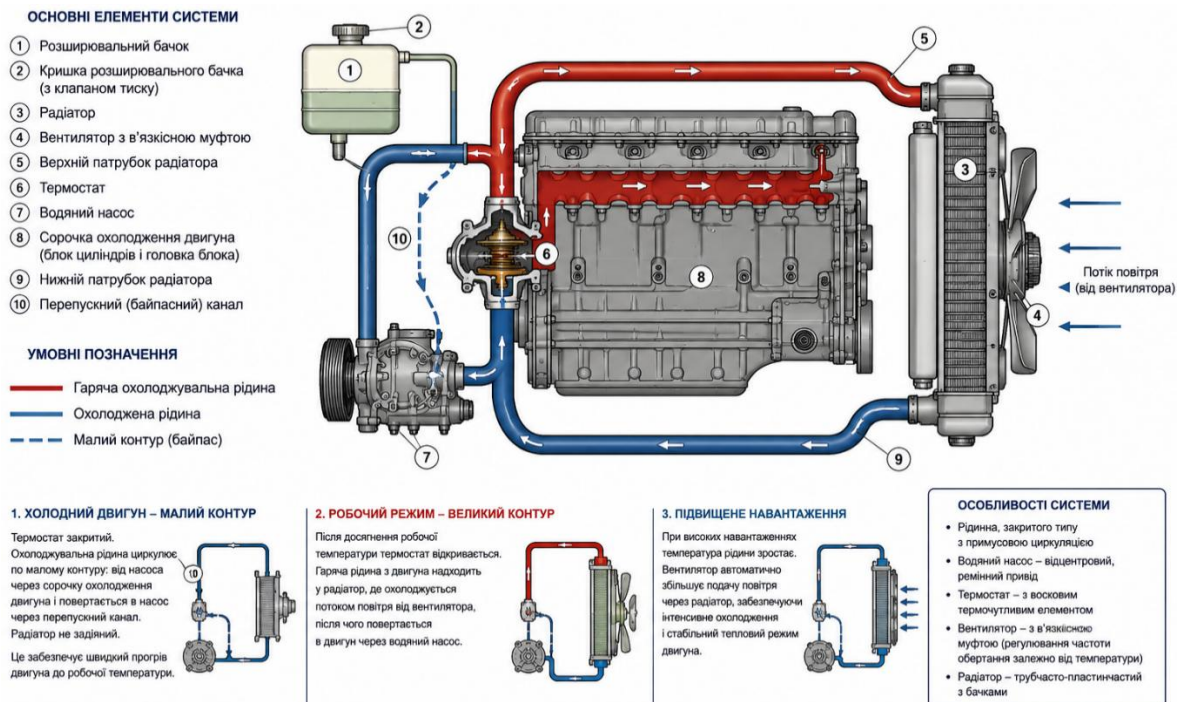


Рисунок 1.2 – Функціональна схема системи охолодження двигуна MAN M2000

На схемі показано замкнений циркуляційний контур системи охолодження, до складу якого входять водяний насос, сорочка охолодження блока циліндрів і головки блока, термостат, радіатор, вентилятор та розширювальний бачок. Напрямки руху охолоджувальної рідини позначаються стрілками, що дозволяє простежити процес відведення тепла від найбільш термічно навантажених деталей двигуна.

Основним джерелом примусової циркуляції рідини є водяний насос відцентрового типу, який забезпечує подачу охолоджувальної рідини до внутрішніх каналів блока циліндрів. У процесі проходження через сорочку охолодження теплоносії поглинає теплову енергію від стінок циліндрів, камер згоряння та елементів газорозподільного механізму, після чого надходить до термостата.

Термостат виконує функцію автоматичного регулювання напрямку циркуляції рідини залежно від температурного режиму роботи двигуна. Під час прогріву двигуна охолоджувальна рідина циркулює по малому колу, минаючи радіатор, що забезпечує швидке досягнення робочої температури. Після

відкриття клапана термостата потік рідини спрямовується до радіатора, де відбувається інтенсивний теплообмін із навколишнім середовищем.

Радіатор системи охолодження є основним теплообмінним вузлом, у якому теплота від охолоджувальної рідини передається повітряному потоку. Для підвищення ефективності охолодження в конструкції передбачено вентилятор, який створює примусовий потік повітря через осердя радіатора, особливо в умовах недостатнього природного обдування.

Після проходження через радіатор охолоджена рідина повертається до водяного насоса, після чого цикл циркуляції повторюється. Така організація системи забезпечує стабільне підтримання оптимального температурного режиму двигуна в різних умовах експлуатації.

Основними елементами системи охолодження є водяний насос, термостат, вентилятор, радіатор та сполучні патрубки, через які циркулює охолоджувальна рідина.

Водяний насос призначений для забезпечення безперервної примусової циркуляції охолоджувальної рідини по системі. У двигунах MAN M2000 застосовується відцентровий насос, який приводиться в дію ремінною передачею від колінчастого вала двигуна. Корпус насоса виготовлений із металевого сплаву та містить крильчатку, вал і підшипниковий вузол. Під час обертання крильчатки створюється потік рідини, завдяки чому охолоджувальна рідина проходить через сорочки охолодження блоку циліндрів і головки блока. Таким чином забезпечується ефективне відведення тепла від найбільш нагрітих деталей двигуна.

Термостат служить для автоматичного регулювання температури охолоджувальної рідини. Його основним завданням є прискорення прогрівання двигуна після запуску та підтримання робочої температури під час експлуатації. У конструкції термостата використовується термочутливий елемент із восковим наповнювачем. Поки двигун холодний, термостат перекриває подачу рідини до радіатора, і охолоджувальна рідина циркулює по малому колу. Після досягнення робочої температури клапан термостата

відкривається, і рідина починає проходити через радіатор, де відбувається її охолодження.

Вентилятор системи охолодження забезпечує додатковий потік повітря через радіатор, що особливо важливо під час роботи двигуна на малих обертах або при русі автомобіля з невеликою швидкістю. У системі MAN M2000 вентилятор встановлюється за радіатором та приводиться в дію механічним або в'язкісним приводом. Під час обертання лопаті вентилятора створюють інтенсивний потік повітря, який проходить через стільники радіатора та прискорює процес охолодження рідини.

Радіатор є основним теплообмінником системи охолодження. Він складається з верхнього та нижнього бачків, між якими розташовані тонкі трубки та охолоджувальні пластини. Гаряча охолоджувальна рідина надходить у верхню частину радіатора, проходить через систему трубок і охолоджується потоком зустрічного повітря та повітря, створеного вентилятором. Після охолодження рідина надходить до нижнього бачка радіатора і знову подається водяним насосом у систему охолодження двигуна.

Принцип роботи системи охолодження полягає у безперервній циркуляції охолоджувальної рідини по замкненому контуру. Водяний насос подає рідину в сорочки охолодження блока циліндрів і головки блока, де вона поглинає тепло від нагрітих деталей двигуна. Далі рідина надходить до термостата. Якщо температура недостатня, рідина циркулює по малому колу без проходження через радіатор, що забезпечує швидке прогрівання двигуна. Після досягнення робочої температури термостат відкриває великий контур циркуляції, і охолоджувальна рідина проходить через радіатор, де охолоджується потоком повітря. Охолоджена рідина повертається до двигуна, після чого цикл повторюється.

Завдяки злагодженій роботі всіх елементів система охолодження підтримує оптимальний температурний режим двигуна MAN M2000, підвищує його надійність, економічність та довговічність.

1.4 Основні несправності систем мащення та охолодження

Надійність та довговічність дизельного двигуна MAN M2000 значною мірою залежать від справного функціонування систем мащення та охолодження. Саме ці системи забезпечують стабільний тепловий режим роботи двигуна, зменшення тертя між рухомими деталями та захист елементів силового агрегату від передчасного зношування. Порушення роботи хоча б одного з компонентів систем мащення або охолодження призводить до погіршення технічних характеристик двигуна, підвищення температурних і механічних навантажень, а в окремих випадках – до аварійних пошкоджень деталей кривошипно-шатунного механізму, газорозподільної системи чи турбокомпресора.

Однією з найбільш поширених несправностей є перегрів двигуна. Основними причинами виникнення даного явища можуть бути недостатній рівень охолоджувальної рідини, несправність термостата, порушення роботи вентилятора або водяного насоса, а також засмічення радіатора чи внутрішніх каналів системи охолодження. Перегрів супроводжується підвищенням температури деталей циліндропоршневої групи, погіршенням умов мащення та зниженням в'язкості моторної оливи. У результаті збільшується інтенсивність тертя між поверхнями деталей, що може спричинити деформацію головки блока циліндрів, прогорання прокладки головки блока або заклинювання поршнів у циліндрах.

Суттєву небезпеку для дизельного двигуна становить також падіння тиску моторної оливи в системі мащення. Дана несправність може виникати внаслідок недостатнього рівня оливи в картері, зношення шестеренного масляного насоса, несправності редукційного клапана, засмічення оливного фільтра або значного зношення корінних і шатунних підшипників колінчастого вала. При недостатньому тиску олива не здатна створити стабільну мастильну плівку між поверхнями тертя, що призводить до інтенсивного зношування підшипників ковзання, підвищення температури деталей та появи сторонніх шумів у роботі двигуна. Особливо критичним є недостатнє змащування

турбокомпресора, оскільки його підшипниковий вузол працює при дуже високих швидкостях обертання та температурних навантаженнях.

Однією з типових експлуатаційних несправностей є витіки моторної оливи або охолоджувальної рідини. Причинами виникнення витоків можуть бути пошкодження ущільнювальних прокладок, старіння гумових патрубків, порушення герметичності з'єднань, механічні пошкодження радіатора чи картера двигуна. Витік охолоджувальної рідини призводить до зниження ефективності тепловідведення та перегрівання двигуна, тоді як витік моторної оливи викликає зменшення рівня мастила та порушення нормального режиму мащення. Крім того, потрапляння оливи на гарячі поверхні двигуна може створювати небезпеку займання.

Важливим фактором, що впливає на працездатність системи мащення, є технічний стан масляного насоса. У процесі тривалої експлуатації відбувається зношення зубців шестерень, корпусу насоса та підшипникових поверхонь, унаслідок чого зменшується продуктивність насоса та знижується робочий тиск у системі. Підвищені зазори між робочими елементами насоса спричиняють внутрішні витіки оливи та нестабільність подачі мастильного матеріалу до вузлів тертя двигуна.

Поширеною несправністю системи охолодження є порушення роботи термостата. У разі заклинювання клапана термостата у закритому положенні охолоджувальна рідина не надходить до радіатора, що викликає швидке перегрівання двигуна. Якщо ж термостат заклинює у відкритому положенні, двигун тривалий час не може досягти робочої температури. Це призводить до підвищеної витрати палива, збільшення токсичності відпрацьованих газів та прискореного зношування деталей унаслідок роботи двигуна в режимі недостатнього прогріву.

Серйозною проблемою є також засмічення систем мащення та охолодження. У системі мащення забруднення виникають через накопичення продуктів зношування, нагару та відкладень, що можуть осідати у внутрішніх каналах двигуна або фільтрувальних елементах. Це погіршує циркуляцію оливи

та знижує ефективність мащення. У системі охолодження засмічення часто пов'язане з утворенням накипу, корозійних відкладень або забрудненням стільників радіатора пилом та брудом. Унаслідок цього погіршується теплообмін між охолоджувальною рідиною та навколишнім середовищем, що негативно впливає на температурний режим двигуна.

Таким чином, основні несправності систем мащення та охолодження двигуна MAN M2000 безпосередньо впливають на стабільність роботи силового агрегату, його економічність і ресурс. Своєчасне виявлення дефектів, регулярне технічне обслуговування та контроль технічного стану основних елементів систем дозволяють запобігти виникненню аварійних режимів роботи двигуна та забезпечити його довготривалу і надійну експлуатацію.

1.5 Аналіз умов експлуатації та технічного обслуговування

Експлуатація вантажних автомобілів MAN M2000 характеризується значними механічними та тепловими навантаженнями, що обумовлено специфікою використання даного типу транспортних засобів у сфері вантажних перевезень, будівництва та комунального господарства. Робота дизельного двигуна в умовах змінних режимів навантаження, тривалих робочих циклів і значної маси перевезених вантажів висуває підвищені вимоги до технічного стану систем мащення та охолодження.

Однією з характерних особливостей експлуатації вантажних автомобілів є тривала робота двигуна під високим навантаженням. Під час руху з повною масою, особливо на підйомах або в умовах інтенсивного міського циклу, температура деталей циліндропоршневої групи та вузлів тертя суттєво підвищується. У таких умовах система охолодження повинна забезпечувати ефективне тепловідведення, а система мащення – стабільне формування мастильної плівки між деталями, що працюють у режимі підвищеного тертя.

Важливим фактором є також режим роботи двигуна. Для вантажних автомобілів характерними є часті пуски та зупинки, робота на холостому ходу, рух у транспортних заторах, а також експлуатація на далеких магістральних

маршрутах при стабільно високих обертах двигуна. Кожен із цих режимів по-різному впливає на стан моторної оливи та охолоджувальної рідини. Під час роботи на холостому ходу ефективність охолодження знижується через недостатню інтенсивність повітряного потоку через радіатор, тоді як тривала робота під навантаженням спричиняє прискорене старіння моторної оливи та збільшення її температури.

Значний вплив на технічний стан двигуна мають умови навколишнього середовища. Експлуатація автомобілів у літній період при високій температурі повітря підвищує теплове навантаження на систему охолодження та може викликати перегрів двигуна. У зимовий період особливо важливого значення набуває справність термостата та відповідність охолоджувальної рідини температурним умовам експлуатації. Низькі температури навколишнього середовища ускладнюють запуск дизельного двигуна та збільшують в'язкість моторної оливи, що негативно впливає на швидкість формування мастильної плівки після запуску.

Суттєвий вплив на ресурс систем мащення та охолодження мають якість пального, моторної оливи та охолоджувальної рідини. Використання неякісних мастильних матеріалів призводить до утворення відкладень у каналах системи мащення, прискореного забруднення фільтрів та погіршення тепловідведення від деталей двигуна. Недотримання рекомендованих характеристик охолоджувальної рідини може спричинити розвиток корозійних процесів, утворення накипу та пошкодження елементів системи охолодження.

Для забезпечення надійної роботи двигуна MAN M2000 виробником передбачено регламентне технічне обслуговування, яке включає контроль рівня моторної оливи та охолоджувальної рідини, перевірку герметичності систем, заміну фільтрувальних елементів, очищення радіатора та діагностику стану насоса, термостата й вентилятора. Міжсервісні інтервали визначаються умовами експлуатації автомобіля, режимом роботи двигуна та рекомендаціями заводу-виробника. У важких умовах експлуатації, зокрема при перевезенні

великовантажних вантажів або роботі в запиленому середовищі, технічне обслуговування необхідно проводити частіше, ніж у стандартних умовах.

Особливого значення набуває своєчасна заміна моторної оливи, оскільки в процесі роботи вона втрачає свої мастильні та теплообмінні властивості, накопичує продукти зношування й окиснення. Аналогічно охолоджувальна рідина з часом втрачає антикорозійні та теплопровідні характеристики, що негативно впливає на ефективність системи охолодження.

Таким чином, умови експлуатації вантажного автомобіля MAN M2000 суттєво впливають на технічний стан систем мащення та охолодження двигуна. Дотримання регламентів технічного обслуговування, використання якісних експлуатаційних матеріалів та постійний контроль параметрів роботи систем є необхідними умовами забезпечення довговічності, економічності та надійності силового агрегату.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Організація технічного обслуговування автомобіля MAN M2000

Технічне обслуговування вантажного автомобіля MAN M2000 є комплексом організаційних та технологічних заходів, спрямованих на забезпечення справного технічного стану автомобіля, підтримання його експлуатаційної надійності та попередження передчасного зношування вузлів і агрегатів. Особливого значення технічне обслуговування набуває для систем мащення та охолодження двигуна, оскільки саме вони забезпечують стабільність теплового режиму, зниження тертя між деталями та захист двигуна від перегрівання і підвищеного механічного навантаження.

Організація технічного обслуговування автомобілів MAN M2000 базується на планово-попереджувальній системі, відповідно до якої виконання робіт здійснюється через визначені міжсервісні інтервали або залежно від фактичного технічного стану автомобіля. Такий підхід дозволяє своєчасно виявляти несправності, запобігати аварійним відмовам та підтримувати високий рівень працездатності силового агрегату в різних умовах експлуатації.

У процесі експлуатації автомобіля застосовуються декілька видів технічного обслуговування. Періодичність та основний зміст технічного обслуговування автомобіля MAN M2000 наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Періодичність технічного обслуговування MAN M2000

<i>Вид ТО</i>	<i>Позначення</i>	<i>Періодичність</i>	<i>Основні роботи</i>
Щоденне	ЩТО	перед виїздом	огляд, контроль рівнів рідин
ТО-1	ТО-1	8 000–10 000 км	перевірка систем, підтяжка
ТО-2	ТО-2	20 000–25 000 км	заміна оливи, фільтрів
Сезонне	СО	2 рази на рік	заміна рідин, перевірка систем

Щоденне технічне обслуговування передбачає проведення зовнішнього огляду автомобіля, перевірку рівня моторної оливи та охолоджувальної рідини, контроль герметичності систем мащення й охолодження, а також виявлення

можливих витоків. Крім того, перевіряється стан приводних ременів, патрубків системи охолодження та справність контрольно-вимірювальних приладів.

Періодичне технічне обслуговування виконується через встановлені пробіги автомобіля та включає більш широкий перелік операцій. Для системи мащення передбачаються заміна моторної оливи, демонтаж і заміна оливного фільтра, перевірка тиску в системі, контроль роботи масляного насоса та оцінка герметичності оливних магістралей. Під час обслуговування системи охолодження проводиться перевірка рівня й стану охолоджувальної рідини, очищення радіатора, контроль роботи термостата, вентилятора та водяного насоса, а також перевірка герметичності патрубків і з'єднань.

Сезонне технічне обслуговування виконується при переході до зимового або літнього періоду експлуатації та передбачає заміну експлуатаційних рідин відповідно до температурних умов навколишнього середовища. У цей період особлива увага приділяється перевірці ефективності системи охолодження, стану термостата, концентрації антифризу та відповідності моторної оливи рекомендованим параметрам в'язкості.

Організація технологічного процесу технічного обслуговування здійснюється за визначеною послідовністю. На початковому етапі виконується приймання автомобіля та проведення діагностичних операцій, під час яких оцінюється технічний стан систем мащення й охолодження. Далі автомобіль встановлюється на робочий пост, де проводяться основні технологічні операції. Перед початком робіт двигун зупиняється, а системи охолодження та мащення частково охолоджуються для забезпечення безпечних умов праці.

Під час виконання робіт із системою мащення спочатку здійснюється злив відпрацьованої моторної оливи через зливний отвір картера. Після цього демонтується оливний фільтр, виконується очищення посадкових поверхонь та встановлення нового фільтрувального елемента. Далі система заповнюється новою моторною оливою відповідної в'язкості та класу якості згідно з рекомендаціями виробника. Після запуску двигуна перевіряється тиск у системі мащення, герметичність з'єднань і відсутність витоків.

Обслуговування системи охолодження включає перевірку рівня охолоджувальної рідини, контроль стану радіатора та очищення його стільників від забруднень. При необхідності здійснюється промивання системи охолодження для видалення накипу та відкладень. Окремо перевіряється робота термостата шляхом контролю температури відкривання клапана, а також технічний стан водяного насоса та вентилятора системи охолодження. Завершальним етапом є перевірка герметичності системи та контроль температурного режиму роботи двигуна після запуску. Для раціональної організації процесу технічного обслуговування необхідно визначити трудомісткість виконання робіт. Норми часу на виконання основних операцій наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Узагальнені норми часу технічного обслуговування систем мащення та охолодження

<i>№</i>	<i>Операція</i>	<i>Норма часу, год</i>
1	Злив оливи	0,3
2	Заміна фільтра	0,4
3	Заправка оливи	0,3
4	Перевірка тиску	0,2
5	Очищення радіатора	0,5
6	Перевірка термостата	0,4
7	Перевірка насоса	0,5

На основі нормативів часу визначимо загальну трудомісткість робіт:

$$T_{\text{заг}}=0,3+0,4+0,3+0,2+0,5+0,4+0,5=2,6 \text{ год}$$

Отримане значення трудомісткості (2,6 нормо-години) є узагальненим і використовується для попереднього планування робіт.

Ефективність технічного обслуговування значною мірою залежить від правильної організації робочого місця. Робочий пост повинен бути оснащений

підйомним обладнанням, комплектом спеціалізованого інструменту, пристроями для зливу та заправлення рідин, контрольно-вимірювальними приладами, а також засобами очищення деталей. Робоча зона повинна мати достатнє освітлення, вентиляцію та відповідати вимогам охорони праці й пожежної безпеки.

Для забезпечення безперебійної роботи виробничої дільниці необхідно визначити кількість робочих постів і обслуговуючого персоналу.

Розрахунок кількості постів обслуговування:

$$N = \frac{A \cdot T_{\text{заг}}}{F} \quad (2.1)$$

де A – кількість автомобілів (наприклад 20)

F – фонд робочого часу поста (8 год)

$$N = \frac{20 \cdot 2,6}{8} = 6,5 \approx 7 \text{ постів}$$

Розрахунок персоналу:

$$\Psi = \frac{T_{\text{заг}} \cdot A}{F} \quad (2.2)$$

$$\Psi = \frac{2,6 \cdot 20}{8} = 6,5 \approx 7 \text{ осіб}$$

Для виконання операцій технічного обслуговування використовуються нормативи часу, які визначають тривалість виконання окремих технологічних операцій залежно від складності робіт та конструктивних особливостей автомобіля. Нормування часу дозволяє раціонально організувати виробничий процес, планувати завантаження ремонтних постів та забезпечувати ефективне використання трудових ресурсів. Тривалість технічного обслуговування систем мащення та охолодження залежить від обсягу виконуваних робіт, технічного стану автомобіля та рівня оснащення ремонтної дільниці.

Економічна складова технічного обслуговування визначається витратами на матеріали та оплату праці, що наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Витрати матеріалів

<i>Матеріал</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ціна (грн)</i>	<i>Вартість (грн)</i>
Моторна олива	20 л	150	3000
Антифриз	15 л	120	1800
Фільтр оливи	1 шт	400	400
Промивка	1	200	200

Загальна матеріальна вартість:

$$C_{\text{мат}}=3000+1800+400+200=5400 \text{ грн}$$

Вартість робіт:

$$C_{\text{праці}}=T_{\text{заг}} \times \text{тариф} \quad (2.3)$$

(припустимо 200 грн/год)

$$C_{\text{праці}}=2,6 \cdot 200=520 \text{ грн}$$

Повна вартість ТО:

$$C_{\text{ТО}}=5400+520=5920 \text{ грн}$$

Економічна ефективність при зниженні простою на 10%:

$$E=(\text{Простій}_{\text{до}}-\text{Простій}_{\text{після}}) \times \text{Вартість}_{\text{простою}} \quad (2.4)$$

Якщо:

простій = 10 год

зменшення = 1 год

1 год = 500 грн

$$E=1 \cdot 500=500 \text{ грн}$$

Узагальнені техніко-економічні показники ефективності організації технічного обслуговування наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Показники ефективності

<i>Показник</i>	<i>Значення</i>
Трудомісткість	2,6 год
Кількість постів	7
Кількість працівників	7
Вартість ТО	5920 грн
Економія	500 грн

Організація технічного обслуговування автомобіля MAN M2000 є важливим елементом забезпечення його надійної та безпечної експлуатації. Раціональна послідовність виконання технологічних операцій, належна організація робочого місця та дотримання нормативів технічного обслуговування дозволяють підтримувати високий рівень працездатності систем мащення та охолодження двигуна, зменшувати інтенсивність зношування деталей і підвищувати ресурс силового агрегату.

2.2 Технологічний процес технічного обслуговування системи мащення

Система мащення двигуна автомобіля MAN M2000 є однією з найбільш відповідальних підсистем силового агрегату, яка забезпечує нормальні умови роботи рухомих деталей двигуна внутрішнього згоряння. Основними функціями системи мащення є зниження сили тертя між деталями, відведення тепла від зон інтенсивного контакту, очищення поверхонь від продуктів зношування та захист елементів двигуна від корозійних процесів. Надійність роботи системи мащення безпосередньо впливає на ресурс двигуна, його економічність та екологічні показники.

Технологічний процес технічного обслуговування системи мащення являє собою впорядковану сукупність операцій, які виконуються у визначеній послідовності та спрямовані на підтримання оптимальних параметрів роботи системи. До основних контрольованих параметрів належать рівень і якість моторної оливи, тиск у системі, ступінь забруднення фільтрувальних елементів, а також герметичність вузлів і магістралей (рис. 2.1).

Технічне обслуговування системи мащення розпочинається з виконання підготовчих робіт. Автомобіль встановлюється на робочий пост, після чого двигун прогрівається до робочої температури 80–90 °С. Прогрівання забезпечує зменшення в'язкості моторної оливи та сприяє її повнішому видаленню із системи. Після зупинки двигуна виконуються заходи безпеки, зокрема встановлення противідкатних упорів та вимкнення системи запалювання.

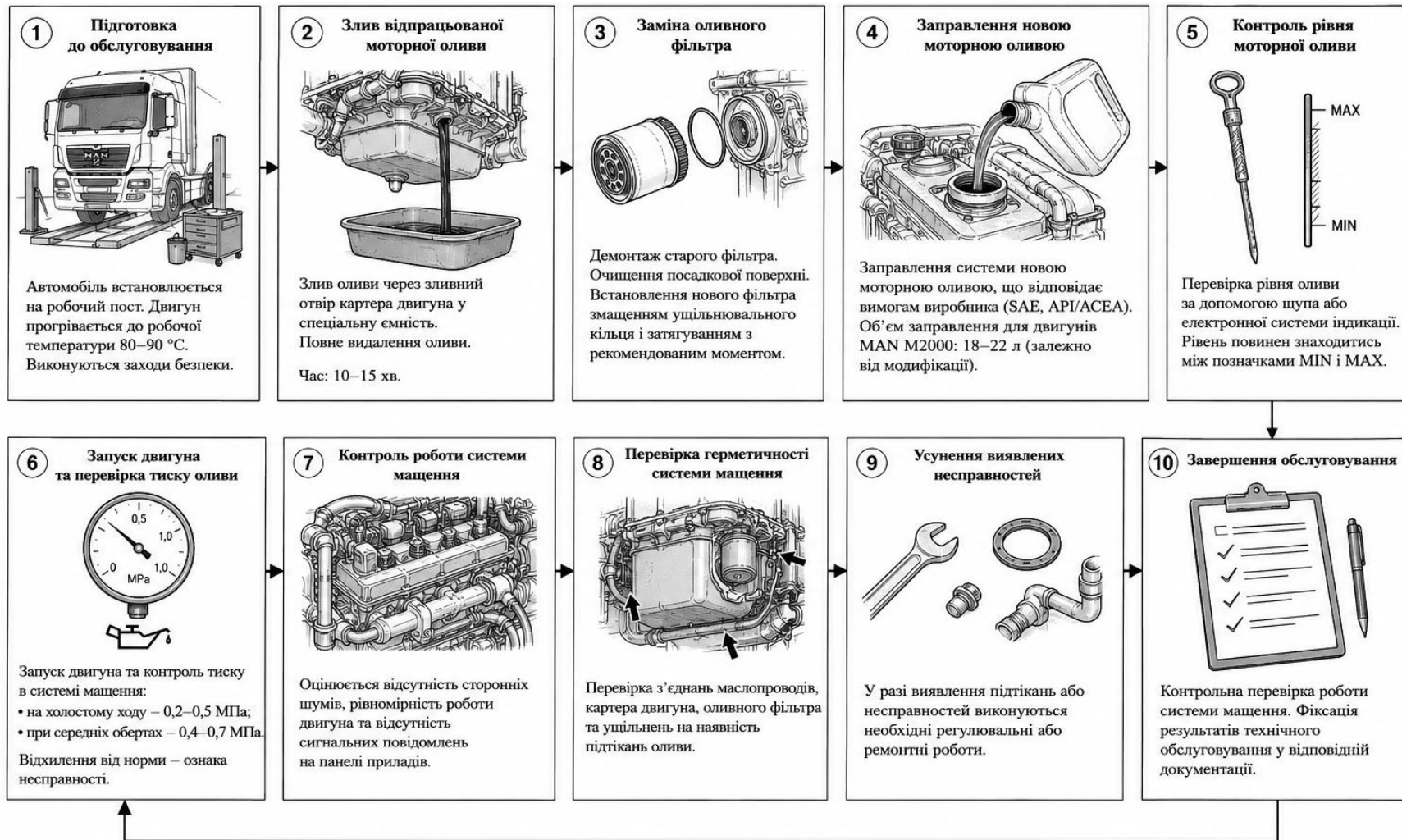


Рисунок 2.1 – Технологічна карта обслуговування системи мащення

Наступним етапом технологічного процесу є злив відпрацьованої моторної оливи через зливний отвір картера двигуна. Для збору відпрацьованої рідини використовуються спеціальні ємності та обладнання, що забезпечують безпечне виконання робіт і запобігають забрудненню навколишнього середовища. Тривалість операції залежить від температури та в'язкості оливи й у середньому становить 10–15 хвилин. Повне видалення відпрацьованої оливи дозволяє уникнути змішування нового мастильного матеріалу із залишками старої оливи, що негативно впливає на її експлуатаційні властивості.

Після завершення зливу виконується заміна оливного фільтра, який забезпечує очищення моторної оливи від механічних домішок і продуктів зношування деталей двигуна. Перед встановленням нового фільтра проводиться очищення посадкової поверхні, перевіряється стан ущільнювальних елементів та виконується змащення гумового кільця ущільнювача новою моторною оливою. Монтаж фільтра здійснюється вручну або із застосуванням спеціального інструменту з дотриманням рекомендованого моменту затягування.

Після завершення зазначених операцій система заповнюється новою моторною оливою, яка повинна відповідати вимогам виробника за класом в'язкості SAE та стандартами API або ACEA. Для двигунів MAN M2000 об'єм заправлення становить у середньому 18-22 літри залежно від модифікації силового агрегату. Контроль рівня оливи здійснюється за допомогою щупа або електронної системи індикації. Рівень мастильного матеріалу повинен знаходитись між мінімальною та максимальною позначками.

Після запуску двигуна проводиться контроль параметрів роботи системи мащення. У процесі перевірки оцінюється тиск у системі, відсутність сторонніх шумів та рівномірність роботи двигуна. Нормативні значення тиску моторної оливи на холостому ході становлять 0,2-0,5 МПа, а при середніх обертах – 0,4-0,7 МПа. Відхилення від установлених параметрів може свідчити про несправність масляного насоса, засмічення масляних каналів або наявність витоків у системі.

Завершальним етапом технічного обслуговування є перевірка

герметичності системи мащення. Під час контролю перевіряється стан з'єднань маслопроводів, картера двигуна, оливного фільтра та ущільнень вузлів двигуна. Виявлення навіть незначних підтікань є підставою для проведення додаткових ремонтних робіт, оскільки порушення герметичності призводить до зниження тиску в системі та прискореного зношування деталей двигуна.

Для раціональної організації технологічного процесу технічного обслуговування визначаються нормативи часу на виконання окремих операцій. Технологічна карта обслуговування системи мащення наведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Технологічна карта обслуговування системи мащення

<i>№</i>	<i>Операція</i>	<i>Обладнання</i>	<i>Норма часу, год</i>
1	Підготовка поста	Підйомник	0,2
2	Злив оливи	Ємність для зливу	0,3
3	Заміна фільтра	Комплект ключів	0,4
4	Заправка оливою	Лійка	0,3
5	Контроль тиску	Манометр	0,2
6	Перевірка герметичності	Візуальний контроль	0,2

На основі нормативів часу визначається загальна трудомісткість виконання робіт:

$$T=0,2+0,3+0,4+0,3+0,2+0,2=1,6 \text{ год}$$

Отже, загальна трудомісткість технічного обслуговування системи мащення становить 1,6 нормо-години.

Ефективність виконання робіт значною мірою залежить від дотримання технологічної дисципліни та вимог до якості технічного обслуговування. Для забезпечення надійної роботи системи мащення необхідно використовувати моторну оливу відповідної специфікації, дотримуватись установлених регламентів заміни, забезпечувати чистоту під час виконання робіт, застосовувати справне обладнання та інструмент, а також дотримуватись вимог охорони праці й екологічної безпеки.

Таким чином, технологічний процес технічного обслуговування системи мащення автомобіля MAN M2000 є чітко організованою сукупністю операцій,

виконання яких забезпечує підтримання оптимальних умов роботи двигуна. Дотримання встановленої технологічної послідовності, нормативів часу та вимог до якості виконання робіт дозволяє знизити інтенсивність зношування деталей, підвищити надійність силового агрегату та продовжити строк його експлуатації.

2.3 Технологічний процес технічного обслуговування системи охолодження

Система охолодження двигуна автомобіля MAN M2000 є важливою складовою забезпечення його надійної та ефективної роботи, оскільки підтримує оптимальний тепловий режим функціонування силового агрегату. Основними функціями системи охолодження є відведення надлишкового тепла від деталей двигуна, запобігання перегріву, забезпечення стабільної температури робочих процесів та створення умов для ефективного згоряння паливо-повітряної суміші. Порушення нормального функціонування системи охолодження призводить до перегріву двигуна, втрати потужності, підвищеного зношування деталей, а в окремих випадках – до аварійного виходу двигуна з ладу. Тому своєчасне та якісне технічне обслуговування цієї системи є необхідною умовою експлуатаційної надійності автомобіля.

Технологічний процес технічного обслуговування системи охолодження являє собою комплекс взаємопов'язаних операцій, спрямованих на підтримання працездатності та ефективності системи. До основних операцій належать контроль рівня та стану охолоджувальної рідини, промивання системи, заміна антифризу, перевірка роботи термостата, діагностика водяного насоса, очищення радіатора та перевірка герметичності системи (рис. 2.2).

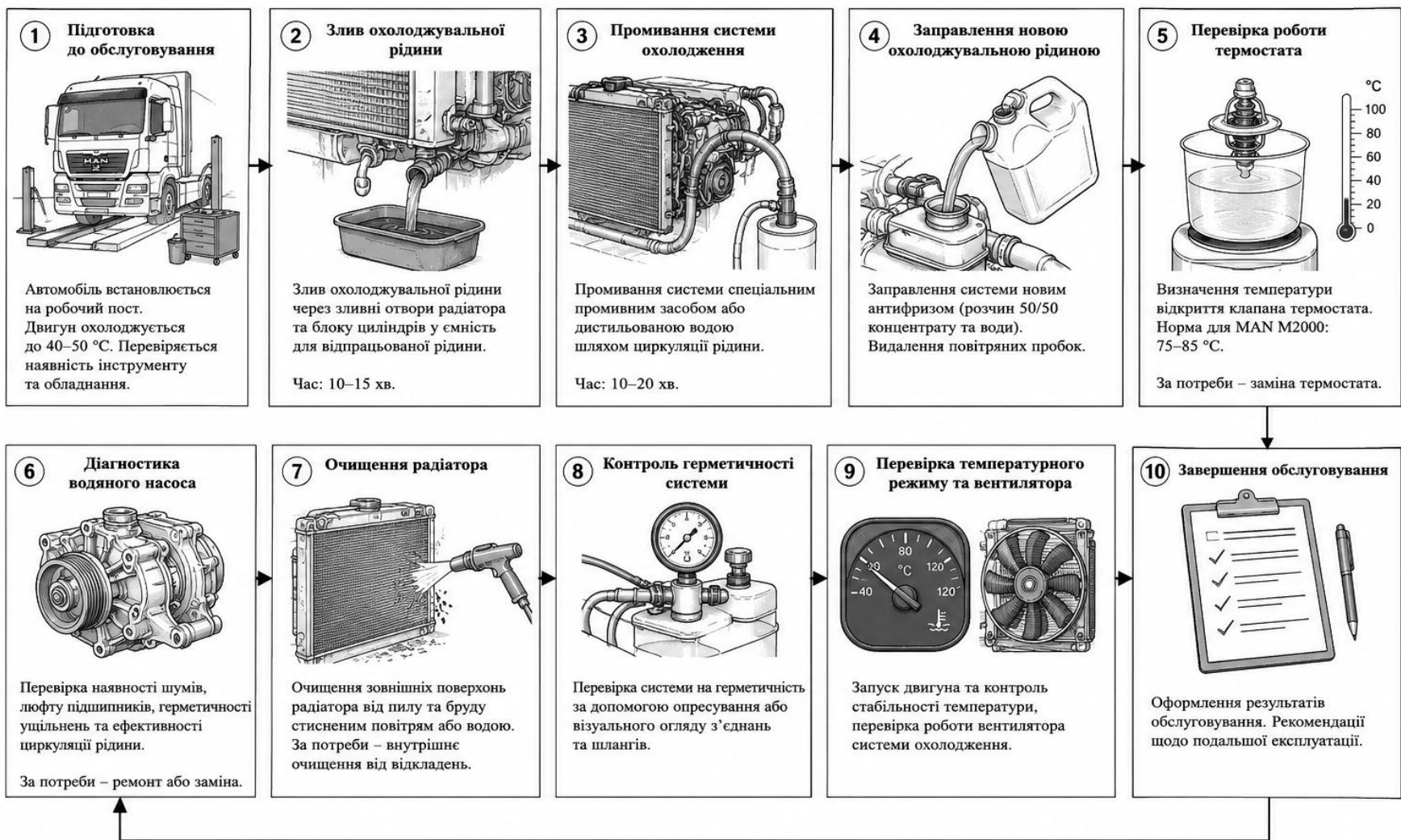


Рисунок 2.2 – Технологічна карта обслуговування системи охолодження

На початковому етапі автомобіль встановлюється на робочий пост, обладнаний підйомником або оглядовою канавою. Перед виконанням робіт двигун повинен бути охолоджений до безпечної температури, що не перевищує 40–50 °С, для запобігання термічним опікам та пошкодженню елементів системи. Додатково перевіряється наявність необхідного інструменту, обладнання та ємностей для збору відпрацьованої охолоджувальної рідини.

Після підготовчих операцій здійснюється злив охолоджувальної рідини через спеціальні зливні отвори радіатора та блоку циліндрів. Для збору відпрацьованого антифризу використовується герметична ємність. Тривалість операції становить у середньому 10–15 хвилин. Повне видалення рідини є важливим для недопущення змішування старого антифризу з новим, оскільки це може погіршити експлуатаційні властивості охолоджувальної суміші.

Після зливу виконується промивання системи охолодження з метою видалення накипу, корозійних відкладень та механічних домішок. Для цього застосовуються спеціальні промивні засоби або дистильована вода. Промивання проводиться шляхом циркуляції рідини у системі протягом 10–20 хвилин із подальшим її видаленням. Дана операція дозволяє забезпечити ефективну теплопередачу та продовжити ресурс елементів системи охолодження.

Після завершення промивання система заповнюється новою охолоджувальною рідиною відповідно до рекомендацій виробника. Для автомобілів MAN M2000 об'єм системи охолодження становить приблизно 25–30 літрів залежно від модифікації двигуна. Під час заправлення особлива увага приділяється правильному співвідношенню концентрату антифризу та води, яке зазвичай становить 50/50. Також проводиться видалення повітряних пробок, що можуть порушувати циркуляцію рідини та викликати локальний перегрів двигуна.

Наступним етапом є перевірка роботи термостата. Контроль здійснюється шляхом визначення температури відкриття клапана. Для більшості двигунів MAN M2000 нормативна температура відкриття термостата знаходиться в

межах 75-85 °С. У разі відхилення від нормативних значень або нестабільної роботи термостат підлягає заміні.

Паралельно проводиться діагностика водяного насоса системи охолодження. При цьому оцінюється наявність сторонніх шумів під час роботи, люфт підшипників, герметичність ущільнень та ефективність циркуляції охолоджувальної рідини. Несправність водяного насоса може призвести до недостатнього відведення тепла та перегріву двигуна.

Окрему увагу приділяють очищенню радіатора системи охолодження. Зовнішні поверхні очищаються від пилу, бруду та залишків мастильних матеріалів за допомогою стисненого повітря або промивання водою. За необхідності виконується внутрішнє очищення від мінеральних відкладень. Чистота радіатора безпосередньо впливає на ефективність тепловідведення та стабільність температурного режиму роботи двигуна.

Після завершення всіх операцій виконується контроль герметичності системи та перевірка температурного режиму роботи двигуна. Після запуску двигуна перевіряється відсутність витоків охолоджувальної рідини, стабільність температури, а також правильність роботи вентилятора системи охолодження. Виявлення підтікань або нестабільної роботи окремих елементів є підставою для проведення додаткового ремонту.

Технологічний процес технічного обслуговування системи охолодження нормується за тривалістю виконання окремих операцій. Основні дані наведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Технологічна карта обслуговування системи охолодження

<i>№</i>	<i>Операція</i>	<i>Обладнання</i>	<i>Норма часу, год</i>
1	Підготовка поста	Підйомник	0,2
2	Злив рідини	Ємність	0,3
3	Промивання системи	Насос для промивки	0,6
4	Заправка антифризом	Лійка	0,4
5	Перевірка термостата	Термометр	0,3
6	Перевірка насоса	Візуальний контроль	0,3

7	Очищення радіатора	Компресор	0,4
8	Контроль герметичності	Візуальний контроль	0,2

Загальна трудомісткість технічного обслуговування системи охолодження визначається сумуванням норм часу на виконання окремих операцій:

$$T=0,2+0,3+0,6+0,4+0,3+0,3+0,4+0,2=2,7 \text{ год}$$

Отже, загальна трудомісткість технічного обслуговування системи охолодження становить 2,7 нормо-години.

Для виконання технічного обслуговування необхідні відповідні експлуатаційні матеріали. Витрати на матеріали наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Витрати на матеріали

<i>Матеріал</i>	<i>Кількість</i>	<i>Ціна, грн</i>	<i>Вартість, грн</i>
Антифриз	30 л	120	3600
Промивний засіб	1 од.	300	300
Дистильована вода	10 л	25	250

Загальна вартість матеріалів визначається за формулою:

$$C_{\text{мат}}=3600+300+250=4150 \text{ грн}$$

Вартість виконання робіт при тарифній ставці 200 грн за одну нормо-годину становить:

$$C_{\text{праці}}=2,7 \cdot 200=540 \text{ грн}$$

Повна вартість технічного обслуговування системи охолодження визначається як сума матеріальних витрат та вартості робіт:

$$C_{\text{ТО}}=4150+540=4690 \text{ грн}$$

Для забезпечення ефективної роботи системи охолодження необхідно використовувати рекомендовані типи антифризу, дотримуватись встановлених регламентів технічного обслуговування, забезпечувати герметичність системи та контролювати відсутність повітряних пробок у контурі охолодження. Під час виконання робіт також необхідно дотримуватись вимог охорони праці та екологічної безпеки.

Таким чином, технологічний процес технічного обслуговування системи охолодження автомобіля MAN M2000 є складною та відповідальною сукупністю операцій, виконання яких забезпечує підтримання оптимального температурного режиму роботи двигуна. Дотримання технологічної послідовності та нормативних вимог дозволяє підвищити надійність силового агрегату, знизити ризик перегріву та забезпечити ефективну і безпечну експлуатацію транспортного засобу.

2.4 Розроблення технологічних карт технічного обслуговування систем мащення та охолодження

Технологічні карти є важливим елементом організації технічного обслуговування автомобіля, оскільки регламентують послідовність, зміст і тривалість виконання робіт. Їх застосування забезпечує стандартизацію технологічного процесу, підвищення якості виконання операцій, ефективне використання трудових ресурсів та дотримання вимог безпеки праці.

Під час розроблення технологічних карт для автомобіля MAN M2000 використовуються дані нормативно-технічної документації, зокрема MAN Repair Manual та MAN Service Manual, у яких наведені регламентовані процедури технічного обслуговування систем двигуна, вимоги до виконання операцій, перелік інструменту та контрольних параметрів.

Залежно від рівня деталізації технологічні карти поділяються на маршрутні та операційні. Маршрутні карти визначають загальну послідовність виконання робіт із технічного обслуговування вузлів та систем автомобіля. Операційні карти містять детальний опис окремих технологічних операцій із зазначенням необхідного обладнання, інструменту, норм часу та вимог до якості виконання робіт.

Маршрутна карта технічного обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля включає приймання автомобіля, проведення діагностики технічного стану систем, злив робочих рідин, заміну витратних матеріалів, промивання систем, заправлення новими експлуатаційними

рідинами, контроль параметрів роботи двигуна та перевірку герметичності систем.

Технологічний процес технічного обслуговування передбачає чітке дотримання встановленої послідовності операцій. Спочатку здійснюється підготовка автомобіля до обслуговування, після чого проводиться діагностика систем мащення та охолодження з метою визначення наявності несправностей або відхилень від нормативних параметрів. Далі виконують злив моторної оливи та охолоджувальної рідини, заміну фільтрів, очищення або промивання систем, заправлення новими рідинами відповідно до технічних вимог виробника, а також контрольний запуск двигуна і перевірку герметичності всіх з'єднань.

Приклад фрагмента операційної карти наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Фрагмент операційної карти технічного обслуговування

<i>№</i>	<i>Найменування операції</i>	<i>Обладнання та інструмент</i>	<i>Норма часу, год</i>
1	Злив моторної оливи	Ємність для відпрацьованої оливи	0,3
2	Заміна оливного фільтра	Фільтрознімач, гайковий ключ	0,4
3	Заправлення нової оливи	Лійка, мірна ємність	0,3
4	Перевірка рівня оливи	Щуп	0,1
5	Контроль герметичності системи	Манометр, візуальний контроль	0,2

Контроль якості виконання робіт здійснюється на кожному етапі технологічного процесу та передбачає перевірку відповідності виконаних операцій встановленому регламенту, контроль рівня та стану робочих рідин, вимірювання тиску оливи й температури охолоджувальної рідини, перевірку герметичності систем і випробування двигуна після завершення технічного обслуговування.

Отже, застосування технологічних карт, розроблених на основі технічної документації MAN, забезпечує високу якість технічного обслуговування автомобіля, підвищує надійність роботи систем двигуна та сприяє зменшенню ймовірності виникнення несправностей у процесі експлуатації.

2.5 Підбір технологічного обладнання та інструменту для обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000

Раціональний підбір обладнання та інструменту є необхідною умовою ефективного виконання робіт із технічного обслуговування автомобіля MAN M2000. Використання сучасних технічних засобів дозволяє скоротити тривалість виконання операцій, підвищити точність діагностики, забезпечити якісне проведення обслуговування та створити безпечні умови праці для персоналу.

Підбір обладнання здійснюється відповідно до рекомендацій MAN Repair Manual та MAN Service Manual, де визначено перелік необхідних технічних засобів для обслуговування систем мащення й охолодження двигуна. У процесі виконання робіт застосовуються діагностичне обладнання, слюсарний інструмент, спеціалізовані установки та вимірювальні прилади.

До діагностичного обладнання належать електронні сканери, діагностичні комплекси та прилади для контролю тиску й температури. Вони забезпечують зчитування параметрів роботи двигуна, виявлення несправностей і контроль технічного стану систем.

Слюсарний інструмент включає набори гайкових ключів, динамометричні ключі, викрутки, знімачі та фільтрознімачі. Використання динамометричних ключів дозволяє забезпечити необхідний момент затягування різьбових з'єднань, що особливо важливо під час встановлення елементів систем мащення та охолодження.

До спеціалізованого обладнання належать підйомники або оглядові канапи, стенди для перевірки систем, установки для заміни робочих рідин та

компресори для очищення радіатора. Це обладнання забезпечує зручний доступ до вузлів автомобіля та підвищує продуктивність виконання робіт.

Вимірювальні прилади використовуються для контролю параметрів роботи систем. До них належать манометри для вимірювання тиску оливи, термометри для контролю температури охолоджувальної рідини, щупи для перевірки рівня рідин та індикатори витоку.

Основне обладнання та інструмент, що застосовуються під час технічного обслуговування, наведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Основне обладнання та інструмент

<i>№</i>	<i>Найменування</i>	<i>Призначення</i>
1	Діагностичний сканер	Зчитування параметрів роботи систем
2	Манометр	Контроль тиску оливи
3	Динамометричний ключ	Контроль моменту затягування
4	Ємність для відпрацьованих рідин	Злив оливи та охолоджувальної рідини
5	Підйомник або оглядова канава	Забезпечення доступу до вузлів автомобіля
6	Фільтрознімач	Демонтаж оливних фільтрів
7	Компресор	Очищення радіатора та елементів систем
8	Термометр	Контроль температури рідин

Правильно підібране обладнання та інструмент відповідно до технічної документації MAN забезпечують ефективне виконання технологічного процесу технічного обслуговування, підвищують якість ремонтних робіт, сприяють зниженню виробничих витрат і забезпечують надійну експлуатацію автомобіля.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Діагностика несправностей систем мащення та охолодження двигуна автомобіля MAN M2000

Діагностика систем мащення та охолодження двигуна є важливим етапом технічного обслуговування автомобіля MAN M2000, оскільки дозволяє своєчасно виявляти несправності, попереджувати виникнення аварійних ситуацій та забезпечувати надійну роботу силового агрегату. Справний стан зазначених систем має безпосередній вплив на ресурс двигуна, його економічність та безпечність експлуатації.

Під час експлуатації автомобіля системи мащення та охолодження працюють в умовах значних температурних і механічних навантажень, що призводить до поступового зношування деталей, погіршення властивостей робочих рідин та виникнення різноманітних несправностей. Для їх виявлення застосовуються методи візуального, інструментального та комп'ютерного діагностування.

Основними ознаками несправностей системи мащення є зниження тиску моторної оливи, підвищена витрата оливи, поява сторонніх шумів у двигуні, перегрівання деталей тертя та витіки оливи через ущільнення або з'єднання. Причинами таких несправностей можуть бути зношування оливного насоса, засмічення оливного фільтра, пошкодження трубопроводів, недостатній рівень оливи або використання мастильних матеріалів, що не відповідають вимогам виробника.

Діагностика системи мащення передбачає перевірку рівня та стану моторної оливи, вимірювання тиску за допомогою манометра, контроль герметичності системи, перевірку стану оливного фільтра та оцінювання роботи оливного насоса. Додатково здійснюється комп'ютерна діагностика електронних датчиків тиску та температури оливи.

До основних несправностей системи охолодження належать перегрівання двигуна, недостатній прогрів, витік охолоджувальної рідини, засмічення

радіатора, несправності термостата, водяного насоса або вентилятора системи охолодження. Причинами виникнення таких дефектів можуть бути порушення герметичності системи, зношування елементів приводу, корозія внутрішніх поверхонь, утворення накипу та забруднення каналів охолодження.

Діагностика системи охолодження включає перевірку рівня та стану охолоджувальної рідини, контроль герметичності трубопроводів і радіатора, вимірювання температури двигуна, перевірку роботи термостата, водяного насоса та вентилятора охолодження. Для визначення технічного стану системи також використовуються прилади контролю тиску та електронні діагностичні сканери.

Основні несправності систем мащення та охолодження наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Основні несправності систем мащення та охолодження

<i>Система</i>	<i>Несправність</i>	<i>Можлива причина</i>
Система мащення	Низький тиск оливи	Зношення оливного насоса, низький рівень оливи
Система мащення	Витік оливи	Пошкодження ущільнень або трубопроводів
Система мащення	Підвищена витрата оливи	Зношення деталей двигуна
Система охолодження	Перегрів двигуна	Несправність термостата або вентилятора
Система охолодження	Витік охолоджувальної рідини	Порушення герметичності системи
Система охолодження	Недостатнє охолодження	Засмічення радіатора або каналів системи

Проведення своєчасної та якісної діагностики дозволяє виявити несправності на ранніх стадіях їх розвитку, зменшити витрати на ремонт та підвищити надійність роботи автомобіля. Використання сучасного діагностичного обладнання та дотримання рекомендацій MAN Repair Manual

забезпечують ефективне технічне обслуговування систем мащення та охолодження двигуна.

3.2 Дефектація та вибір об'єкта ремонту і удосконалення

Дефектація є важливим етапом технологічного процесу ремонту, який передбачає виявлення та оцінку технічного стану елементів систем мащення та охолодження з метою визначення можливості їх подальшої експлуатації або необхідності відновлення чи заміни. Якісне проведення дефектації дозволяє своєчасно виявити несправності, попередити виникнення аварійних ситуацій та забезпечити надійну роботу двигуна автомобіля MAN M2000.

У процесі експлуатації системи мащення та охолодження працюють в умовах значних температурних і механічних навантажень, що призводить до поступового зношування деталей, старіння робочих рідин та погіршення експлуатаційних характеристик. Тривала робота двигуна в умовах підвищених навантажень, використання неякісних мастильних матеріалів або порушення регламенту технічного обслуговування негативно впливають на технічний стан систем і можуть спричинити серйозні пошкодження вузлів двигуна (рис. 3.1).

На основі проведеної діагностики встановлено, що основними дефектами систем мащення та охолодження двигуна MAN M2000 є:

- зниження тиску оливи;
- забруднення моторної оливи продуктами зношування;
- засмічення фільтрувальних елементів;
- наявність витоків оливи та охолоджувальної рідини;
- утворення відкладень у системі охолодження;
- погіршення тепловідведення.

Зниження тиску оливи є одним із найбільш небезпечних дефектів системи мащення, оскільки недостатнє надходження мастильного матеріалу до поверхонь тертя спричиняє інтенсивне зношування деталей двигуна. Основними причинами цієї несправності можуть бути зношування оливного

насоса, засмічення каналів системи мащення, несправність редукційного клапана або використання оливи, що не відповідає вимогам виробника.

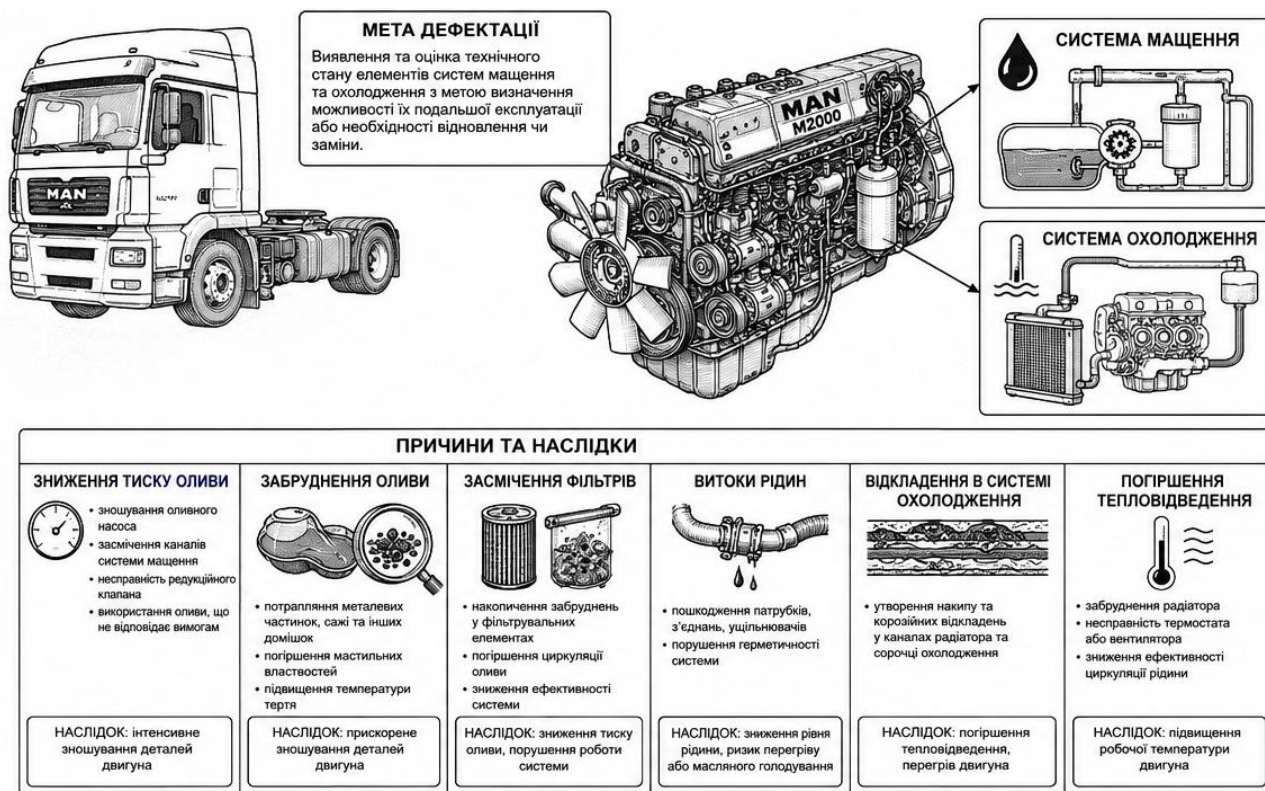


Рисунок 3.1 – Карта дефектації та аналізу експлуатаційних несправностей двигуна MAN M2000

Забруднення моторної оливи продуктами зношування виникає внаслідок потрапляння металевих частинок, сажі та інших домішок у систему мащення. У результаті погіршуються мастильні властивості оливи, підвищується температура тертя та прискорюється зношування деталей двигуна. Засмічення фільтрувальних елементів також негативно впливає на циркуляцію оливи та може призводити до зниження ефективності роботи всієї системи.

Під час експлуатації системи охолодження поширеними дефектами є утворення накипу та корозійних відкладень у каналах радіатора і сорочки охолодження двигуна. Це погіршує процес тепловідведення та може спричинити перегрів двигуна. Крім того, пошкодження патрубків, з'єднань або ущільнювачів призводять до витоків охолоджувальної рідини та порушення герметичності системи.

Для визначення технічного стану елементів систем мащення та охолодження використовувалися методи візуального контролю, вимірювання параметрів роботи та перевірки герметичності. Особлива увага приділялася контролю тиску оливи, температурного режиму роботи двигуна, стану фільтрувальних елементів та наявності механічних пошкоджень.

Оцінювання дефектів здійснюється за такими критеріями:

- рівень зносу деталей;
- герметичність системи;
- відповідність параметрів нормативним значенням (тиск, температура);
- стан робочих рідин;
- економічна доцільність ремонту.

Під час дефектації визначається не лише характер несправності, але й можливість подальшого використання деталей після проведення відновлювальних робіт. У випадках значного зношування або втрати експлуатаційних властивостей вузли підлягають заміні. Якщо ж дефекти не перевищують допустимих меж, можливе виконання очищення, регулювання або часткового ремонту.

Результати дефектації основних елементів систем мащення та охолодження наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати дефектації

<i>Вузол</i>	<i>Виявлений дефект</i>	<i>Метод контролю</i>	<i>Рішення</i>
Оливний насос	Зниження продуктивності	Манометр	Заміна
Оливний фільтр	Засмічення	Візуальний огляд	Заміна
Радіатор	Забруднення поверхні	Візуальний контроль	Очищення
Термостат	Порушення роботи	Контроль температури	Заміна
Патрубки системи охолодження	Тріщини та витоки	Перевірка герметичності	Заміна
Водяний насос	Підтікання та шум підшипників	Огляд і прослуховування	Ремонт або заміна

Аналіз результатів дефектації показав, що значна частина несправностей пов'язана не лише зі зношуванням елементів, але й із недосконалістю процесу технічного обслуговування, зокрема:

- складністю та тривалістю заміни оливи;
- недостатнім контролем об'єму рідин;
- втратами мастильних матеріалів;
- незручністю виконання операцій;
- забрудненням робочої зони під час зливу відпрацьованої оливи;
- значними витратами часу на транспортування та переливання рідин.

У зв'язку з цим як об'єкт удосконалення обрано технологічний процес обслуговування системи мащення, що реалізується шляхом розроблення комбінованої мобільної установки для заміни моторної оливи.

Вибір саме цього напрямку обумовлений:

- високою трудомісткістю робіт;
- регулярністю виконання операцій;
- значним впливом на ресурс двигуна;
- можливістю технічного вдосконалення процесу;
- необхідністю підвищення продуктивності праці;
- потребою покращення умов роботи персоналу.

Запропоноване удосконалення дозволяє:

- скоротити тривалість технічного обслуговування;
- підвищити точність дозування оливи;
- покращити умови праці;
- зменшити втрати експлуатаційних матеріалів;
- знизити рівень забруднення виробничого приміщення;
- підвищити ефективність виконання робіт на станції технічного обслуговування.

Таким чином, на основі результатів діагностики та дефектації визначено, що найбільш доцільним напрямком удосконалення є оптимізація процесу обслуговування системи мащення. Це стало підґрунтям для розроблення

комбінованої мобільної установки, яка забезпечить підвищення ефективності технічного обслуговування, скорочення трудових витрат та покращення якості виконання робіт.

3.3 Розроблення конструкції комбінованої мобільної установки

З метою підвищення ефективності технічного обслуговування системи мащення автомобіля MAN M2000 у роботі розроблено конструкцію комбінованої мобільної установки, яка забезпечує виконання повного комплексу технологічних операцій з мінімальними витратами часу та трудових ресурсів. Запропоноване технічне рішення дозволяє об'єднати процеси зливу, вакуумного відкачування, заправлення нової моторної оливи та контролю її параметрів у межах одного універсального пристрою (рис. 3.2).

Конструкція установки є мобільною, що дозволяє її використання безпосередньо на робочих постах технічного обслуговування без необхідності стаціонарного монтажу. Основою установки є жорстка металева рама з колісною базою, яка забезпечує стійкість конструкції та зручність транспортування. Колеса мають поворотний механізм і оснащені фіксаторами, що дозволяє надійно закріплювати установку під час виконання робіт.

У верхній частині конструкції розміщено бак для свіжої моторної оливи об'ємом 20 літрів. Бак оснащений індикатором рівня, що дає змогу здійснювати візуальний контроль кількості мастильного матеріалу під час експлуатації. Поруч із баком розташована панель керування, на якій встановлені манометр для контролю тиску та керуючі елементи системи. Манометр забезпечує можливість контролю параметрів роботи установки під час відкачування та подачі оливи.

Середній рівень установки містить основні робочі вузли, зокрема вакуумний насос, пневматичний насос і фільтрувальний блок. Вакуумний насос використовується для відкачування відпрацьованої оливи через щуп двигуна без необхідності відкручування зливної пробки. Це значно спрощує процес обслуговування та зменшує втрати часу.

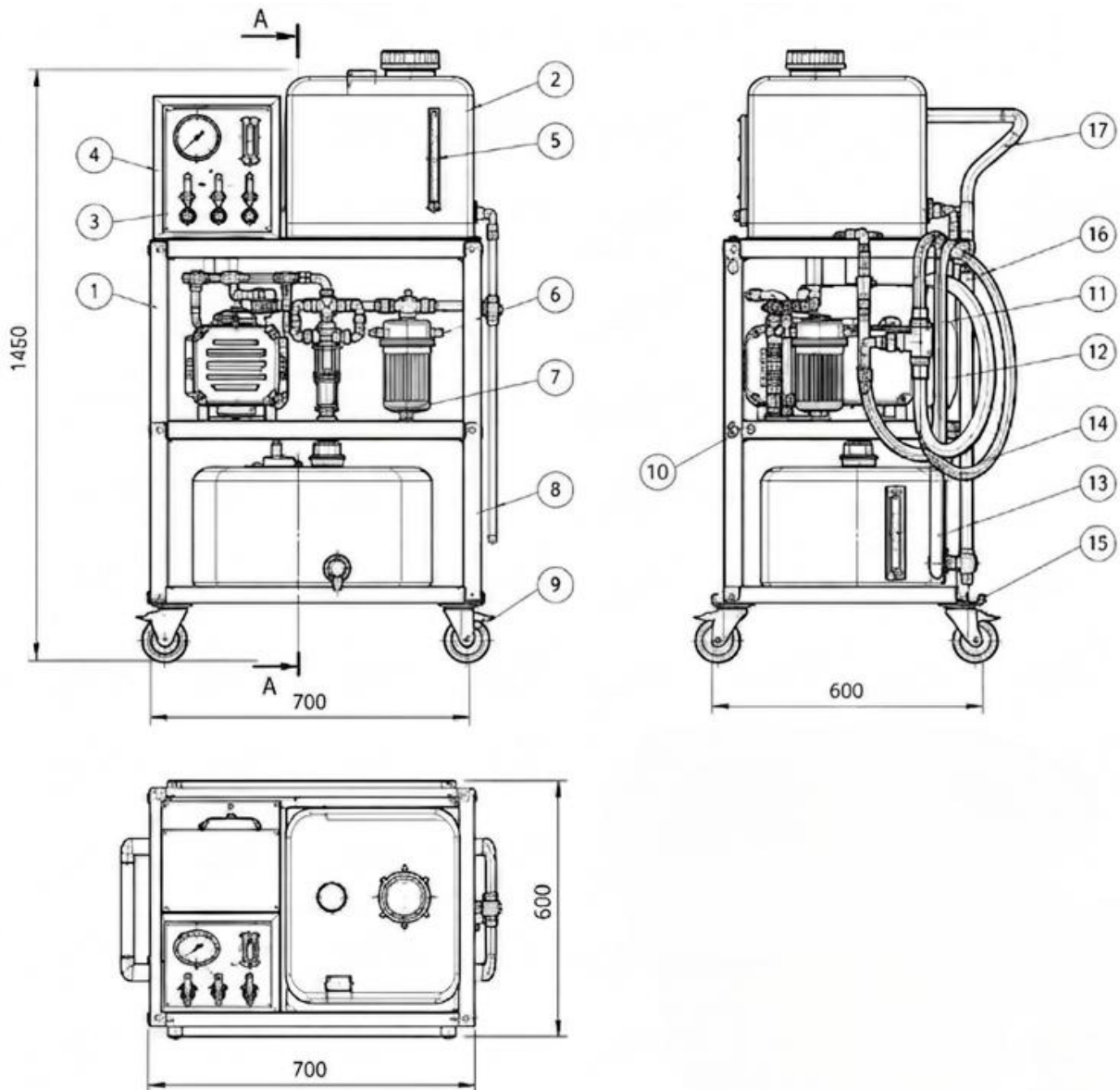


Рисунок 3.2 – Комбінована мобільна установка для обслуговування системи мащення автомобіля MAN M2000

1 — рама з колісною базою; 2 — бак для свіжої оливи; 3 — панель керування; 4 — манометр; 5 — індикатор рівня (свіжа олива); 6 — вакуумний насос; 7 — фільтрувальний блок; 8 — резервуар для відпрацьованої оливи; 9 — колесо поворотне з фіксатором; 10 — гнучкий шланг (відкачування); 11 — індикатор рівня (відпрацьована олива); 12 — пневматичний насос; 13 — електричний нагрівальний елемент (тен); 14 — клапан запобіжний; 15 — кран зливний резервуара; 16 — швидкокороз'ємні з'єднання; 17 — ергономічна ручка.

Пневматичний насос забезпечує подачу нової оливи у систему мащення з необхідним робочим тиском, що підвищує точність і швидкість заправлення.

Фільтрувальний блок, встановлений у системі, виконує функцію очищення відпрацьованої оливи від механічних домішок, що дозволяє підвищити надійність роботи насосного обладнання та забезпечити екологічність процесу утилізації. Для підвищення ефективності роботи установки передбачено електричний нагрівальний елемент (ТЕН), розташований у резервуарі, який дозволяє підігрівати оливу до оптимальної температури, знижуючи її в'язкість та покращуючи процес відкачування.

У нижній частині конструкції розміщено резервуар для збору відпрацьованої оливи об'ємом 30 літрів. Резервуар обладнаний індикатором рівня для контролю заповнення та зливним краном для видалення накопиченої рідини. Це забезпечує безпечне зберігання відпрацьованої оливи та зручність подальшої утилізації.

Система трубопроводів і гнучких шлангів забезпечує транспортування рідин між функціональними елементами установки. Гнучкі шланги оснащені швидкокороз'ємними з'єднаннями, що підвищує швидкість підключення та зменшує втрати рідини. Для зручності експлуатації передбачена ергономічна ручка, яка полегшує переміщення установки по робочій зоні.

Принцип роботи установки полягає у створенні вакууму в системі, який забезпечує відкачування відпрацьованої оливи через щуп двигуна. Після цього за допомогою пневматичного насоса здійснюється подача нової оливи у систему мащення. Усі процеси супроводжуються контролем параметрів тиску та рівня рідини, що забезпечує високу точність виконання технологічних операцій.

На рисунку 3.1 зображено загальний вигляд комбінованої мобільної установки, де показано її компоновку, основні вузли та габаритні розміри. Конструкція має компактні габарити 700×600×1450 мм, що дозволяє ефективно використовувати її в умовах обмеженого простору ремонтної дільниці. Маса

установки становить близько 65 кг, що забезпечує достатню мобільність при одночасному збереженні жорсткості конструкції.

Технічні характеристики установки свідчать, що її продуктивність вакуумного насоса становить до 60 л/хв, максимальний вакуум досягає значення $-0,08$ МПа, а робочий тиск пневмосистеми – до 0,6 МПа. Потужність електричного нагрівального елемента становить 1500 Вт, що дозволяє забезпечити ефективний нагрів оливи у процесі експлуатації (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Основні технічні параметри установки

<i>Параметр</i>	<i>Значення</i>
Об'єм бака свіжої оливи	20 л
Об'єм резервуара відпрацьованої оливи	30 л
Продуктивність насоса	60 л/хв
Вакуум	$-0,08$ МПа
Тиск пневмосистеми	0,6 МПа
Потужність ТЕН	1500 Вт
Габарити	700×600×1450 мм
Маса	65 кг

Обрані параметри установки забезпечують оптимальне співвідношення продуктивності та енерговитрат, що дозволяє використовувати її в умовах станцій технічного обслуговування без перевантаження енергетичних систем.

Використання комбінованої мобільної установки дозволяє скоротити тривалість операцій з обслуговування системи мащення приблизно на 25–30% порівняно з традиційними методами, що досягається за рахунок виключення операцій демонтажу, підвищення швидкості відкачування та автоматизації процесів контролю.

Розроблена комбінована мобільна установка є ефективним технічним рішенням для обслуговування системи мащення автомобіля MAN M2000. Її конструкція забезпечує скорочення тривалості технічного обслуговування,

підвищення якості виконання робіт, зниження втрат експлуатаційних матеріалів та покращення умов праці обслуговуючого персоналу.

3.4 Розрахунок основних параметрів комбінованої мобільної установки

З метою обґрунтування працездатності та техніко-економічної ефективності запропонованої комбінованої мобільної установки для обслуговування системи мащення автомобіля MAN M2000 виконано розрахунок її основних параметрів. До них відносяться продуктивність вакуумного насоса, тривалість відкачування оливи, теплові параметри нагрівального елемента, а також навантаження на несучу конструкцію.

Продуктивність вакуумного насоса визначається за залежністю:

$$Q = V / t \quad (3.1)$$

де Q – продуктивність насоса, л/хв;

V – об'єм оливи, л;

t – час відкачування, хв.

Для двигуна MAN M2000 приймаємо $V = 20$ л, $t = 5$ хв.

Тоді:

$$Q = 20 / 5 = 4 \text{ л/хв.}$$

Отримане значення є мінімально необхідним для забезпечення працездатності процесу відкачування. Фактична продуктивність вакуумного насоса установки становить 60 л/хв, що значно перевищує розрахункове значення та забезпечує швидке й стабільне виконання операції.

Час відкачування оливи визначається за формулою:

$$t = V / Q \quad (3.2)$$

$$t = 20 / 60 = 0,33 \text{ хв} \approx 20 \text{ с.}$$

Отримане теоретичне значення відповідає ідеальним умовам роботи системи. З урахуванням втрат тиску, опору трубопроводів та реальних умов експлуатації фактичний час відкачування становить 3–5 хв, що є допустимим для даного типу обладнання.

Для ефективного відкачування моторної оливи необхідний рівень розрідження в межах $p = -0,07 \dots -0,09$ МПа.

У розробленій установці забезпечується вакуум $p = -0,08$ МПа, що повністю відповідає технологічним вимогам та гарантує стабільний процес відкачування без зривів потоку.

Кількість теплоти, необхідної для нагрівання оливи, визначається за формулою:

$$Q = c \times m \times \Delta t \quad (3.3)$$

де c – питома теплоємність оливи (≈ 2 кДж/кг \cdot °С);

m – маса оливи, кг;

Δt – різниця температур, °С.

Приймаємо $m = 20$ кг, $\Delta t = 40$ °С.

$$Q = 2 \times 20 \times 40 = 1600 \text{ кДж.}$$

Час нагрівання визначається за формулою:

$$t = Q / P \quad (3.4)$$

де P – потужність ТЕН, кВт.

$P = 1,5$ кВт.

$$t = 1600 / 1,5 = 1067 \text{ с} \approx 18 \text{ хв.}$$

Таким чином, час нагрівання оливи становить приблизно 15–20 хв, що є оптимальним для умов технічного обслуговування.

Загальне навантаження на раму установки визначається як:

$$G = m \times g \quad (3.5)$$

де $m = 65$ кг;

$g = 9,81$ м/с².

$$G = 65 \times 9,81 = 637 \text{ Н} \approx 640 \text{ Н.}$$

Оскільки установка має чотири опорні колеса, навантаження на одне колесо становить:

$$G_k = G / 4 = 640 / 4 = 160 \text{ Н.}$$

Отримані значення підтверджують достатню міцність та стійкість конструкції під час експлуатації.

Застосування комбінованої мобільної установки дозволяє скоротити тривалість технічного обслуговування з $T_1 = 1,6$ год до $T_2 = 1,1$ год, що дає економію часу $\Delta T = 0,5$ год ($\approx 30\%$).

При вартості робочої години 200 грн економічний ефект на один автомобіль становить:

$$E = 0,5 \times 200 = 100 \text{ грн.}$$

Для 100 автомобілів сумарний ефект становить $E = 10\,000$ грн.

Виконані розрахунки підтверджують працездатність і технічну доцільність застосування комбінованої мобільної установки. Отримані параметри відповідають вимогам технологічного процесу обслуговування системи мащення двигуна MAN M2000, забезпечують високу продуктивність, скорочення часу виконання операцій та значний економічний ефект.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Охорона праці під час технічного обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000

Технічне обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000 пов'язане з виконанням робіт підвищеної небезпеки, оскільки під час обслуговування використовуються мастильні матеріали, гарячі рідини, електрообладнання, пневматичний інструмент та пересувне технологічне обладнання. Тому дотримання вимог охорони праці є необхідною умовою забезпечення безпеки працівників, збереження обладнання та попередження виробничого травматизму.

До виконання робіт допускаються працівники, які пройшли вступний та первинний інструктаж з охорони праці, ознайомлені з правилами експлуатації обладнання та мають відповідну кваліфікацію. Працівники повинні використовувати спеціальний одяг та засоби індивідуального захисту: захисні рукавиці, окуляри, спецвзуття, а у разі роботи з мийними засобами – респіратори.

Перед початком технічного обслуговування автомобіль необхідно встановити на рівному майданчику, зафіксувати стоянковим гальмом та підкласти противідкатні упори під колеса. При виконанні робіт у зоні моторного відсіку двигун повинен бути зупинений, за винятком випадків проведення діагностики на працюючому двигуні. У таких випадках необхідно уникати контакту з рухомими деталями та гарячими поверхнями.

Особливу небезпеку становить контакт із гарячою моторною оливою та охолоджувальною рідиною. Злив рідин необхідно проводити лише у спеціальні герметичні ємності, уникаючи їх потрапляння на шкіру та підлогу робочої зони. Забороняється відкривати кришку радіатора при гарячому двигуні через небезпеку викиду пари та гарячої рідини під тиском.

Під час використання комбінованої мобільної установки необхідно контролювати справність вакуумного насоса, герметичність шлангів та стан

електричних кабелів. Забороняється експлуатація установки при пошкодженні ізоляції проводів, витоку оливи або несправності колісних опор. Електричне обладнання установки повинно бути заземлене відповідно до вимог електробезпеки.

Для запобігання пожежам у виробничому приміщенні необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки. Забороняється використовувати відкритий вогонь поблизу місць зберігання паливно-мастильних матеріалів. Робоча зона повинна бути обладнана вогнегасниками, ящиками з піском та засобами локалізації розливів нафтопродуктів.

Важливе значення має організація робочого місця. Інструмент та обладнання повинні розташовуватись у визначених місцях, проходи мають залишатися вільними, а освітлення повинно забезпечувати достатню видимість робочої зони. Рівень шуму та вібрації не повинен перевищувати допустимі санітарні норми.

Дотримання вимог охорони праці під час технічного обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000 забезпечує безпечні умови праці, зменшує ризик виникнення аварійних ситуацій та підвищує ефективність виконання ремонтно-обслуговувальних робіт.

Крім основних вимог безпеки, під час технічного обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000 необхідно враховувати санітарно-гігієнічні умови праці. У виробничому приміщенні повинна функціонувати ефективна вентиляція, яка забезпечує видалення парів мастильних матеріалів, вихлопних газів та випарів охолоджувальних рідин. Недостатня вентиляція може призвести до накопичення шкідливих речовин у повітрі робочої зони та негативно впливати на стан здоров'я працівників. Температурний режим і вологість у приміщенні повинні відповідати встановленим санітарним нормам, а в холодний період року виробничі приміщення необхідно опалювати.

Особливу увагу необхідно приділяти безпеці при роботі з підймальним обладнанням та пересувними механізмами. Під час підймання кабіни

автомобіля або виконання робіт під транспортним засобом потрібно переконатися у справності підйомників, домкратів та страхувальних опор. Забороняється перебування працівників під автомобілем без встановлених упорів або у випадку несправності підйимального механізму. Підйимальне обладнання повинно проходити регулярний технічний огляд і перевірку відповідно до вимог нормативних документів з охорони праці.

Під час обслуговування системи охолодження необхідно дотримуватись правил поведження з антифризами та іншими технічними рідинами. Окремі компоненти охолоджувальних рідин можуть бути токсичними, тому при їх заміні слід уникати потрапляння речовин на шкіру, в очі та органи дихання. У разі випадкового контакту необхідно негайно промити уражену ділянку великою кількістю води та звернутися за медичною допомогою. Відпрацьовані охолоджувальні рідини та моторні оливи забороняється зливати у каналізацію або на ґрунт, оскільки це призводить до забруднення навколишнього середовища. Вони повинні збиратися у спеціальні ємності та передаватися на утилізацію відповідно до екологічних вимог.

При проведенні робіт із використанням електроінструменту необхідно перевіряти його справність перед початком роботи. Працівникам забороняється користуватися інструментом із пошкодженим кабелем, несправними вимикачами або відсутнім захисним заземленням. Для переносного освітлення слід застосовувати світильники з безпечною напругою живлення. Під час роботи у вологих приміщеннях необхідно використовувати додаткові засоби електрозахисту, зокрема діелектричні рукавиці та гумові килимки.

У разі виникнення аварійної ситуації працівники повинні негайно припинити роботу, вимкнути обладнання та повідомити керівника робіт. При виникненні пожежі необхідно використовувати первинні засоби пожежогасіння та діяти відповідно до затвердженого плану евакуації. Працівники повинні вміти надавати домедичну допомогу при опіках, ураженні електричним струмом, порізах та інших виробничих травмах.

Таким чином, комплексне дотримання вимог охорони праці, виробничої санітарії, електро- та пожежної безпеки під час технічного обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000 є важливою складовою організації безпечного виробничого процесу. Виконання встановлених правил дозволяє мінімізувати ризики травматизму, забезпечити захист здоров'я працівників, підвищити надійність обладнання та якість виконання технічного обслуговування.

4.2 Заходи безпеки та екологічний захист при використанні комбінованої мобільної установки

Запропонована комбінована мобільна установка призначена для виконання операцій з відкачування, збору та подачі моторної оливи під час технічного обслуговування автомобілів MAN M2000. Використання такого обладнання дозволяє підвищити продуктивність праці та зменшити втрати мастильних матеріалів, однак потребує дотримання комплексу заходів безпеки та екологічного захисту.

Основною вимогою безпечної експлуатації установки є перевірка її технічного стану перед початком роботи. Оператор повинен оглянути вакуумний насос, шланги, з'єднання, колеса та електричні елементи. Особлива увага приділяється герметичності системи, оскільки витік оливи може призвести до забруднення навколишнього середовища та створення небезпеки ковзання працівників.

Під час роботи установки необхідно контролювати рівень вакууму та температуру нагрівального елемента. Перевищення допустимого тиску або перегрів обладнання може спричинити пошкодження системи та аварійну ситуацію. Для запобігання цьому установка обладнується манометром, запобіжним клапаном та автоматичним вимикачем живлення.

Усі електричні елементи установки повинні відповідати вимогам електробезпеки. Електродвигуни та нагрівальні елементи мають бути захищені

від попадання вологи та мастильних матеріалів. Підключення установки до електромережі повинно здійснюватися через справну розетку із заземленням.

Одним із важливих напрямів безпеки є екологічний захист. Відпрацьована моторна олива належить до небезпечних відходів, тому її необхідно збирати у спеціальні герметичні резервуари та передавати на утилізацію відповідно до екологічних норм. Забороняється зливати мастильні матеріали у каналізацію, ґрунт або водойми.

Для локалізації можливих витоків оливи на робочому місці повинні бути наявні сорбенти, абсорбуючі матеріали або ємності для аварійного збору рідин. Після завершення робіт необхідно очистити робочу зону та перевірити відсутність забруднень.

Використання комбінованої мобільної установки дозволяє значно знизити втрати оливи, скоротити тривалість виконання робіт та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Дотримання правил безпеки та екологічних вимог забезпечує надійну та безпечну експлуатацію обладнання в умовах станції технічного обслуговування.

Додатково до наведених вимог безпеки необхідно забезпечити правильну організацію робочого процесу під час використання комбінованої мобільної установки. Робоче місце оператора повинно бути чистим, добре освітленим та мати достатньо вільного простору для безпечного переміщення персоналу і обладнання. Шланги та кабелі слід розташовувати таким чином, щоб виключити можливість їх пошкодження колесами автомобіля або випадкового спотикання працівників. Підлога в зоні виконання робіт повинна мати неслизьке покриття та регулярно очищуватися від залишків мастильних матеріалів.

Особливу увагу необхідно приділяти пожежній безпеці під час експлуатації установки. Моторні оливи та інші паливно-мастильні матеріали є горючими речовинами, тому поблизу місця виконання робіт забороняється паління, використання відкритого вогню та виконання зварювальних робіт без відповідного дозволу. У виробничому приміщенні повинні бути наявні справні

вуглекислотні або порошкові вогнегасники, а працівники повинні знати порядок їх використання у разі виникнення загоряння.

Під час транспортування комбінованої мобільної установки необхідно стежити за надійністю кріплення всіх вузлів та ємностей. Переміщення установки дозволяється лише по рівній поверхні з дотриманням допустимого навантаження на колісні опори. Забороняється переміщати обладнання із переповненими резервуарами або пошкодженими колесами, оскільки це може стати причиною перекидання установки та розливу оливи.

Важливим елементом безпечної експлуатації є регулярне технічне обслуговування установки. Необхідно своєчасно проводити очищення резервуарів, перевірку стану насосного обладнання, герметичності шлангів і справності контрольно-вимірювальних приладів. Зношені ущільнення, прокладки та рукави повинні негайно замінюватися. Проведення профілактичних оглядів дозволяє своєчасно виявляти несправності та запобігати аварійним ситуаціям.

При роботі з відпрацьованими мастильними матеріалами персонал повинен застосовувати засоби індивідуального захисту: рукавиці, спецодяг, захисні окуляри та, за потреби, респіратори. Відпрацьована олива містить шкідливі домішки та продукти згоряння, які можуть негативно впливати на організм людини. Після завершення робіт працівники повинні ретельно мити руки з використанням спеціальних мийних засобів.

Одним із основних напрямів екологічного захисту є мінімізація втрат мастильних матеріалів та їх повторне використання або утилізація відповідно до екологічних стандартів. Використання герметичної комбінованої мобільної установки значно знижує ризик потрапляння нафтопродуктів у навколишнє середовище. Зібрана відпрацьована олива повинна тимчасово зберігатися у спеціально відведених місцях у закритих металевих або пластикових резервуарах із відповідним маркуванням.

Для підвищення рівня екологічної безпеки доцільно проводити постійний контроль за станом виробничого середовища, рівнем забруднення ґрунту та

повітря у зоні технічного обслуговування. На підприємстві необхідно вести облік утворення та передачі небезпечних відходів спеціалізованим організаціям, які мають ліцензію на їх утилізацію. Дотримання екологічних вимог сприяє зменшенню негативного впливу автосервісного обладнання на довкілля та забезпечує виконання сучасних стандартів екологічної безпеки.

Отже, безпечне використання комбінованої мобільної установки передбачає комплекс організаційних, технічних та санітарно-екологічних заходів. Виконання вимог охорони праці, пожежної та електричної безпеки, а також правильне поводження з відпрацьованими мастильними матеріалами забезпечують надійну роботу обладнання, знижують ризик виникнення аварійних ситуацій і сприяють захисту навколишнього середовища.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес технічного обслуговування систем мащення та охолодження автомобіля MAN M2000. Проведено аналіз конструкції зазначених систем і встановлено їх вирішальне значення для забезпечення надійної роботи двигуна та зниження інтенсивності зношування його деталей.

Розроблено технологічні карти технічного обслуговування систем мащення та охолодження, визначено послідовність виконання операцій та встановлено нормативи часу. Виконані розрахунки показали, що трудомісткість обслуговування становить у середньому 1,6–2,7 нормо-години залежно від виду робіт, що дозволяє ефективно планувати виробничий процес.

У роботі проаналізовано основні несправності систем мащення та охолодження, визначено причини їх виникнення та обґрунтовано методи діагностики і усунення. Показано, що своєчасний контроль тиску оливи, температурного режиму та герметичності систем є ключовим фактором забезпечення надійної експлуатації двигуна.

У конструкторській частині розроблено комбіновану мобільну установку для технічного обслуговування системи мащення, яка об'єднує процеси зливу, вакуумного відкачування, заправлення оливи та контролю її параметрів. Запропоноване технічне рішення дозволяє скоротити тривалість виконання робіт приблизно на 25–30%, зменшити втрати мастильних матеріалів та покращити умови праці обслуговуючого персоналу.

Розрахунки підтвердили ефективність та доцільність використання розробленої установки, зокрема забезпечення необхідної продуктивності насосного обладнання, оптимального часу обслуговування та безпечних режимів роботи.

У роботі також наведено заходи з охорони праці, які спрямовані на забезпечення безпечних умов виконання робіт, попередження травматизму та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, розроблені технологічні рішення та запропоноване конструкторське удосконалення дозволяють підвищити ефективність технічного обслуговування автомобілів, забезпечити надійну роботу двигуна та зменшити експлуатаційні витрати.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Волков В. П. Технічна експлуатація автомобілів : навч. посібник / В. П. Волков. – Харків : ХНАДУ, 2019. – 420 с.
2. Дембіцький В. М., Павлюк В. І. Технічна експлуатація автомобілів : навч. посібник / В. М. Дембіцький, В. І. Павлюк. – Луцьк : ЛНТУ, 2018. – 412 с.
3. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. 7-е вид. / В. Ф. Кисликов, В. В. Лущик. – Київ : Грамота, 2019. – 400 с.
4. Томчук В. В. Двигуни внутрішнього згоряння автомобілів : навч. посібник / В. В. Томчук. – Львів : Новий Світ-2000, 2019. – 376 с.
5. Automotive Handbook / editor-in-chief U. Adler ; Robert Bosch GmbH. – 10th ed. – Chichester : Wiley, 2018. – 1232 p.
6. Erjavec J., Thompson R. Automotive Technology: A Systems Approach / J. Erjavec, R. Thompson. – 7th ed. – Boston : Cengage Learning, 2020. – 1648 p.
7. Gilles T. Automotive Service: Inspection, Maintenance, Repair / T. Gilles. – 5th ed. – Boston : Cengage Learning, 2017. – 960 p.
8. Halderman J. D. Automotive Engines: Diagnosis, Repair, Rebuilding / J. D. Halderman. – 8th ed. – New York : Pearson, 2018. – 720 p.
9. Heisler H. Advanced Vehicle Technology / H. Heisler. – 2nd ed. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2002. – 784 p.
10. Khajepour A., Fallah S., Goodarzi A. Vehicle Dynamics and Control: Advanced Methodologies / A. Khajepour, S. Fallah, A. Goodarzi. – Cham : Springer, 2021. – 518 p.
11. Newton K., Steeds W., Garrett T. K. The Motor Vehicle / K. Newton, W. Steeds, T. K. Garrett. – 13th ed. – Warrendale : SAE International, 2001. – 945 p.
12. Wright G. Fundamentals of Medium/Heavy Duty Commercial Vehicle Systems / G. Wright ; CDX Automotive. – 2nd ed. – Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2019. – 1410 p.

13. Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : Наказ Міністерства транспорту України № 102 від 30.03.1998 р. (із змінами та доповненнями).

14. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. – Чинний від 2011-01-01. – Київ : Держспоживстандарт України, 2010. – 34 с.

15. MAN M2000. Service Manual: Repair and Maintenance of Medium Range Trucks / MAN Truck & Bus AG. – Munich, 2002 (Reprint / Digital Media, 2020).

16. SAE International. Engine Lubrication Systems Standards Manual / Society of Automotive Engineers. – Warrendale : SAE, 2019. – 412 p.

17. Shell Lubricants. Technical Data Guide: Automotive and Heavy Duty Oils / Shell International Petroleum Company. – The Hague, 2022. – 185 p.

18. Castrol Heavy Duty Engine Oils. Technical Product Manual / Castrol Ltd. – London, 2021. – 120 p.

19. Інституційний репозитарій ТНТУ ім. І. Пулюя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/>