

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки

Кафедра автомобілів і транспортних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

МАОГ.482213.005-00 ПЗ

до кваліфікаційної роботи
освітнього ступеня «бакалавр»
Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»

на тему: «Удосконалення технологічного процесу ТО-2 вантажних
автомобілів шляхом впровадження ультразвукового чищення фільтруючих
елементів»

Виконав: студент групи ААОГ – 23



Артур КЛАУС

Керівник роботи



Іван ВІТЮК

Завідувач кафедри



Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент



Дмитро Рудак

Житомир – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

Кафедра: автомобілів і транспортних технологій

Освітній ступінь: «бакалавр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 – Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А і ТТ

Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

« 12 » 02 2025 р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи освітнього ступеня бакалавр

Клауса Артура Олеговича

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічного процесу ТО-2 вантажних автомобілів шляхом впровадження ультразвукового чищення фільтруючих елементів» затверджена наказом вищого навчального закладу від «29» травня 2025 року № 213/с

Керівник роботи: Іван ВІТЮК

2. Строк подання студентом завершеної роботи - 12.06.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: довідникова література, нормативно-правові документи, зібрані дані з переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): технологічний розділ, конструкторський розділ, економічний розділ, список використаних джерел, додатки.

Дата видачі завдання «10» лютого 2025 р.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

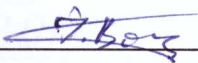
№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Технологічний розділ	13.02.25	виконано
2.	Конструкторський розділ	10.04.25	виконано
3.	Економічний розділ	24.05.25	виконано
4.	Висновки до роботи	02.06.25	виконано
5.	Оформлення роботи	10.06.25	виконано

Студент



Артур КЛАУС

Керівник роботи



Іван ВІТЮК

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

МАОГ.482213.005-00 ПЗ

Лист

3

[illegible]

АНОТАЦІЯ

До кваліфікаційної роботи освітнього ступеня «бакалавр» на тему: «Удосконалення технологічного процесу ТО-2 вантажних автомобілів шляхом впровадження ультразвукового чищення фільтруючих елементів» студента групи ААГ-23 державного університету «Житомирська політехніка» Клауса Артура Олеговича керівник Вітюк Іван Васильович.

Пояснювальна записка виконана у об'ємі 55 сторінок та 6 листів формату А1 графічного матеріалу.

У цій кваліфікаційній роботі розглядається конструкція ультразвукового пристрою для очищення масляних фільтрів автомобілів.

У технологічному розділі - проведено розрахунок річного об'єму робіт в зоні ТО-2 та проведено розрахунок площі відділення та підбір необхідного обладнання.

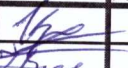
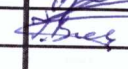
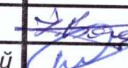
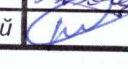
У конструкторському розділі проведено аналіз конструкцій ультразвукових ванн, а також представлено ультразвуковий пристрій для очищення масляних фільтрів вантажних автомобілів, описано пристрою та особливості конструкції, розраховано окремі вузли та деталі на міцність. Розроблена технологічна карта на проведення очищення масляного фільтра вантажного автомобіля за допомогою ультразвукового пристрою.

В економічному розділі проведено розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у зоні ТО-2 та визначено термін окупності.

На завершення зроблені висновки.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ І. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	12
Висновки до розділу.....	29
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	30
Висновки до розділу.....	43
РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	44
Висновки до розділу.....	51
ВИСНОВКИ.....	52
Список використаних джерел.....	53
ДОДАТКИ.....	55

МАН.482213.005-00 ПЗ										
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Клаус								
Перевір.		Вітюк								
Н. Контр.		Вітюк								
Затверд.		Шумляківський								
Удосконалення технологічного процесу ТО-2 вантажних автомобілів шляхом впровадження ультразвукового чищення фільтруючих елементів Пояснювальна записка										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Літ.</td> <td style="width: 10%;">Арк.</td> <td style="width: 10%;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">55</td> </tr> </table>					Літ.	Арк.	Аркушів		6	55
Літ.	Арк.	Аркушів								
	6	55								
«Житомирська політехніка» зп ААН-23										

ВСТУП

Історично формування системи технічного обслуговування автомобілів розпочалося ще з початку XX століття, коли автотранспорт почав використовуватись масово. Перші форми ТО були примітивними та зводилися до періодичної заміни мастила й ручного огляду основних агрегатів. З розвитком автомобілебудування зростає складність конструкцій транспортних засобів, що потребувало розширення переліку регламентних робіт і впровадження нових технологічних рішень. У другій половині XX століття були впроваджені стандартизовані рівні обслуговування (ТО-1, ТО-2 тощо), які збереглися до сьогодні з певними модифікаціями. ТО-2 стало ключовим етапом, що включає перевірку, регулювання та очищення важливих систем і компонентів, у тому числі фільтруючих елементів.

Чищення фільтрів довгий час здійснювалося вручну, із застосуванням стисненого повітря, промивання у дизельному паливі або розчинниках. Такі методи були поширені і на пострадянському просторі й використовуються частково досі. Однак ручні способи очищення мають низьку ефективність, є трудомісткими, небезпечними для здоров'я працівників і шкідливими для довкілля. У 1980–1990-х роках розпочалося впровадження перших автоматизованих методів очищення, проте їх поширення було обмежене через високу вартість обладнання та слабку технічну базу підприємств. З початком XXI століття ситуація почала змінюватися - зростає доступність нових технологій, зокрема ультразвукових систем очищення[1].

Ультразвук як технологія очищення виник у промисловості ще в середині XX століття, насамперед у сфері високоточної механіки та електроніки. Його застосування дозволило ефективно очищати дрібні деталі без пошкодження поверхні, що згодом привело до адаптації цієї технології для потреб автомобільного сервісу. У 2000-х роках ультразвукові мийки почали активно використовуватись у ремонті паливної апаратури, інжекторів, а також у деяких

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

СТО для очищення дрібних фільтрів. Проте широкомасштабне застосування в зоні ТО-2, особливо на вантажному транспорті, досі залишається обмеженим, що створює передумови для досліджень у цьому напрямі.

Сьогодні завдяки розвитку доступних технологій, локалізації виробництва ультразвукового обладнання та підвищенню рівня екологічної свідомості, актуальним стає розгляд можливості системного впровадження ультразвукового чищення фільтрів на автотранспортних підприємствах. Враховуючи наявні історичні підходи та їхні недоліки, сучасна техніка потребує рішень, які забезпечують як високу якість очищення, так і економічну доцільність. У цьому контексті запропонована тема дослідження поєднує в собі технічний прогрес та еволюцію методів технічного обслуговування, ґрунтуючись на історичному досвіді й новітніх досягненнях у сфері обслуговування транспортних засобів[2].

У сучасних умовах розвитку транспортної галузі особливу увагу приділяють підвищенню ефективності технічного обслуговування автотранспорту. Збільшення обсягів вантажних перевезень, зростання інтенсивності руху та вимоги до надійності автотранспортних засобів зумовлюють необхідність удосконалення процесів технічного обслуговування, зокрема ТО-2. Це обслуговування є плановим і передбачає перевірку та обробку великої кількості вузлів та агрегатів, зокрема фільтрувальних елементів. Вчасне й якісне виконання операцій ТО-2 сприяє продовженню ресурсу техніки, зменшенню простоїв, запобіганню передчасним поломкам. Тому модернізація технологічних процесів у цій сфері має важливе практичне значення.

Одним з важливих елементів обслуговування є чищення фільтруючих елементів, які забезпечують чистоту моторного масла та інших робочих рідин. У процесі експлуатації вантажних автомобілів фільтри накопичують значну кількість забруднень, що знижує ефективність їхньої роботи та призводить до прискореного зносу двигуна. Застосування ручних або неефективних методів очищення часто не дає належного результату, особливо при значному ступені забруднення. У зв'язку з цим актуальним є впровадження новітніх методів

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

очищення, серед яких особливе місце займає ультразвукове чищення. Такий підхід дозволяє досягти високої якості очищення навіть у важкодоступних місцях фільтруючого матеріалу.

Ультразвукове чищення ґрунтується на застосуванні високочастотних коливань, які створюють мікроскопічні каверни в рідкому середовищі. Вибухи цих каверн сприяють відриванню забруднень від поверхні фільтрувального матеріалу без його пошкодження. Такий метод характеризується високою ефективністю, точністю та швидкістю процесу очищення. Крім того, ультразвукові установки відносно прості в експлуатації та можуть бути інтегровані в технологічну лінію ТО-2. Усе це створює передумови для активного впровадження цієї технології у сферу обслуговування вантажного автотранспорту[3].

Особливої уваги потребує удосконалення процесу чищення фільтрів у масштабах автотранспортних підприємств, які обслуговують великі парки вантажних автомобілів. Використання ультразвукових установок дає змогу зменшити витрати на закупівлю нових фільтрів або сторонні послуги з очищення. Крім того, скорочується тривалість технічного обслуговування, що позитивно впливає на експлуатаційну ефективність усього автопарку. Впровадження таких технологій також відповідає принципам сталого розвитку - сприяє повторному використанню ресурсів та зменшенню кількості відходів. Це особливо актуально в умовах зростання екологічних вимог до транспортної галузі.

Під час розробки системи ультразвукового чищення важливо врахувати специфіку вантажного автотранспорту - великі розміри фільтрів, підвищене забруднення та вимоги до тривалого терміну експлуатації. Необхідно також забезпечити ергономічність, безпечність та економічність застосування ультразвукової установки в умовах зони ТО-2. Це вимагає оптимального підбору режимів роботи, типу ультразвукового випромінювача та відповідного програмного керування. Розроблене технічне рішення має інтегруватися в

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

існуючий процес обслуговування без значної перебудови всієї зони ТО. Таким чином, дослідження є не лише теоретично цікавим, а й практично корисним.

Окреме значення має оцінка економічної доцільності впровадження ультразвукової технології у зону ТО-2. Витрати на закупівлю, монтаж та обслуговування установки мають бути співвіднесені з очікуваним зниженням витрат на обслуговування, підвищенням надійності роботи двигуна і зменшенням кількості аварійних ремонтів. Також важливо враховувати термін окупності впровадженого рішення та можливість масштабування для інших підприємств. Це дозволить не лише підвищити ефективність обслуговування, а й створити конкурентну перевагу на ринку транспортних послуг. У результаті підприємство отримає вигоду як у технічному, так і в економічному аспектах.

Інтеграція новітніх методів очищення також вимагає додаткової підготовки персоналу та адаптації робочого процесу. Тому доцільно впроваджувати такі технології поетапно, супроводжуючи їх технічними інструкціями та навчальними матеріалами. Це дозволить уникнути помилок при експлуатації обладнання і забезпечити сталу якість обслуговування. У майбутньому використання ультразвукових систем може стати стандартом для зони ТО-2 не лише вантажного, а й легкового автотранспорту. З огляду на це, тема дослідження набуває стратегічного значення для галузі[4].

Крім технічної та економічної складової, робота має потенціал зменшити негативний вплив транспорту на довкілля. Зменшення кількості замінних фільтрів, зниження кількості витратних матеріалів і тривалий термін служби фільтрів після ультразвукового очищення сприяють зменшенню кількості відходів. Такі рішення відповідають сучасним вимогам до екологічної безпеки транспорту і політики ресурсозбереження. Впровадження ультразвукового чищення також сприяє зменшенню використання агресивних миючих засобів, що позитивно впливає на стан навколишнього середовища. Таким чином, робота має потенціал впливу не лише на економіку, а й на екологічну ситуацію.

Актуальність обраної теми полягає в необхідності удосконалення процесів

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

технічного обслуговування вантажних автомобілів шляхом впровадження сучасних, екологічно безпечних і економічно ефективних технологій. Ультразвукове чищення фільтруючих елементів є перспективним напрямом, що дозволяє підвищити якість ТО-2, знизити експлуатаційні витрати та зменшити негативний вплив автотранспорту на довкілля.

Мета і задачі роботи:

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення технологічного процесу технічного обслуговування другого рівня (ТО-2) вантажних автомобілів шляхом запровадження методу ультразвукового чищення фільтруючих елементів, що дозволить знизити експлуатаційні витрати, зменшити негативний вплив на довкілля та підвищити ефективність обслуговування.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести розрахунок річного об'єму робіт на АТП;
- провести розрахунок зони ТО-2 та підбір необхідного обладнання;
- проаналізувати варіанти конструкцій ультразвукових ванн, які використовуються для очищення деталей автомобіля та визначити їх переваги та недоліки;
- розробити конструкцію ультразвукового пристрою для очищення масляних фільтрів автомобілів та розрахувати окремі механізми та деталі;
- розробити технологічну карту на ультразвукове очищення масляного фільтра вантажного автомобіля;
- провести розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у зоні ТО-2.

РОЗДІЛ І. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1. Розробка проекту виробничого приміщення

1.1. Опис транспортних засобів

DAF Trucks — нідерландський виробник вантажних автомобілів, що є частиною американського концерну PACCAR Inc.. Компанія спеціалізується на середньо- та важковагових вантажівках для магістральних, регіональних і спеціалізованих перевезень. В Україні вантажівки DAF широко представлені на ринку вживаної техніки та активно використовуються в логістиці, сільському господарстві та міжнародних перевезеннях[5].

Основні особливості вантажівок DAF:

- висока надійність і довговічність;
- простота обслуговування;
- низький рівень витрат пального на 100 км;
- ергономічна кабіна з високим комфортом для водія;
- модульна конструкція, яка полегшує ремонт;
- поширеність запасних частин на території України.

Найпопулярнішими є серії LF (легка вага), CF (середня) та XF (важка / магістральна). Зокрема, DAF XF став одним із найуспішніших магістральних тягачів у Європі.

Опис моделі DAF XF

DAF XF(рис. 1.1) — це серія важковагових вантажівок, призначених для перевезень на далекі відстані. Виробляється з 1997 року з численними оновленнями. Найбільш розповсюджені на українських дорогах моделі: DAF XF 95, XF 105, XF 106 (Euro 5 та Euro 6). У роботах часто розглядають саме XF 105 і 106 через їхню сучасність і хорошу ремонтпридатність.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12



Рис. 1.1 – Автомобіль DAF XF

Технічна характеристика DAF XF 105 (основні параметри)

Тип: магістральний тягач

Двигун: дизельний PACCAR MX, об'ємом 12,9 л

Потужність: 410–510 к.с.

КПП: 12-ступенева автоматизована (ZF AS-Tronic)

Колісна формула: 4×2 або 6×2

Норма екологічності: Euro 5 / Euro 6

Витрата пального: 28–34 л / 100 км

Повна маса автопоїзда: до 44 т

Кабіна: Space Cab або Super Space Cab

Вантажівки DAF XF є одними з найпоширеніших серед приватних і корпоративних перевізників в Україні. Їх активно використовують у міжнародних автоперевезеннях, внутрішній логістиці та аграрному секторі завдяки надійності, високому комфорту для водія і доступності запчастин.

Компанія Renault Trucks — французький виробник вантажних автомобілів,

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

що входить до складу групи Volvo. Renault спеціалізується на виробництві вантажівок середньої та великої вантажопідйомності, які широко використовуються для магістральних і регіональних перевезень. В Україні вантажівки Renault мають значну популярність серед перевізників, особливо завдяки надійності, ергономічній кабіні та ефективним двигунам.

Renault Magnum(рис. 1.2) — це важковаговий магістральний тягач, який вироблявся з 1990 до 2013 року. Він відомий своєю унікальною високою кабіною з плоским підлогою, що забезпечує максимальний комфорт для водія, особливо на тривалих рейсах. Magnum відзначається простотою конструкції, високою надійністю та порівняно невисокими експлуатаційними витратами[6].



Рис. 1.2 – Автомобіль Renault Magnum

Технічні характеристики:

Тип: магістральний тягач

Колісна формула: 4×2 або 6×2

Двигун: дизельний Renault DXi, об'ємом 11,1–13 л

Потужність: 420–520 к.с.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

КПП: 12-ступенева механічна або автоматизована

Норма екологічності: Euro 3 – Euro 5

Витрата пального: близько 30 л / 100 км

Максимальна швидкість: близько 90 км/год

Повна маса автопоїзда: до 40 т

Кабіна: висока з плоскою підлогою, комфортна для довгих рейсів

У більшості випадків на українських дорогах експлуатуються моделі таких автомобілів, ввезені з ЄС, переважно з пробігом, що накладає вимоги до регулярного технічного обслуговування, особливо систем змащення та фільтрації. Через високу вартість оригінальних запчастин і витратних матеріалів, власники таких авто часто шукають способи їх повторного використання або очищення.

1.2. Розрахунок річної виробничої програми рухомого складу автотранспорту

Результати корегування вихідних даних ТО і ремонту рухомого складу для вантажного АТП на 50 автомобілів Renault Magnum та 50 автомобілів DAF XF наведені в таблиці 1.1.

Середньодобовий пробіг автомобілів: Renault Magnum - 400 км, DAF XF-380 км. Кількість робочих днів за рік – 255 (згідно [7, додаток 8]). Автомобілі зберігаються на відкритому майданчику, категорія умов експлуатації – І.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Таблиця 1.1.

Результати корегування вихідних даних ТО і ремонту
автомобіля RENAULT MAGNUM

№ п/ п	Показник	Одиниця	Основний норматив	Значення коефіцієнту					Результуючи й коефіцієнт	Скореговане значення нормативів
				K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅		
Пробіги										
1	ТО – 1 (I _{ТО-1})	км	5000	0,8	-	1,0	-	-	0,8	4000
2	ТО – 2 (I _{ТО-2})	км	20000	0,8	-	1,0	-	-	0,8	16000
3	Пробіг до КР (L _{КР})	км	500000	0,8	1,0	1,0	-	-	0,9	450000
Трудомісткість										
4	ЩО	люд.- год.	0,2	-	1,0	-	-	-	1,0	0,2
5	ТО – 1	люд.- год.	2,0	-	1,0	-	-	-	1,0	2,0
6	ТО – 2	люд.- год.	14,0	-	1,0	-	-	-	1,0	14,0
7	ПР	люд.- год.	2,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	2,42
8	Простій під час ТО і ПР (d _{ТО і ПР})	днів на 1000 км пробіг у	0,16	-	1,0	-	-	-	1,0	0,16
9	КР (d _К)	днів	12	-	-	-	-	-	-	12

Продовження таблиці 1.1

Результати корегування вихідних даних ТО і ремонту

автомобіля DAF XF

№ п/ п	Показник	Одиниця	Основний норматив	Значення коефіцієнту					Результуючи й коефіцієнт	Скореговане значення нормативів
				K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅		
Пробіги										
1	ТО – 1 (I _{ТО-1})	км	5000	0,8	-	1,0	-	-	0,8	4000
2	ТО – 2 (I _{ТО-2})	км	20000	0,8	-	1,0	-	-	0,8	16000
3	Пробіг до КР (L _{КР})	км	600000	0,8	1,0	1,0	-	-	0,9	540000
Трудомісткість										
4	ЩО	люд.- год.	0,18	-	1,0	-	-	-	1,0	0,18
5	ТО – 1	люд.- год.	1,8	-	1,0	-	-	-	1,0	1,8
6	ТО – 2	люд.- год.	13,6	-	1,0	-	-	-	1,0	13,6
7	ПР	люд.- год.	2,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	2,2
8	Простій під час ТО і ПР (d _{ТО і ПР})	днів на 1000 км пробіг у	0,15	-	1,0	-	-	-	1,0	0,15
9	КР (d _К)	днів	12	-	-	-	-	-	-	12

K₁ – коефіцієнт, що залежить від умов експлуатації [7, додаток 1];

K₂ – коефіцієнт, що залежить від модифікації автомобіля [7, додаток 1];

K₃ – коефіцієнт, що залежить від природно - кліматичних умов [7];

K₄ – коефіцієнт, що залежить від кількості одиниць технологічно сумісного рухомого складу [7, додаток 1];

K₅ – коефіцієнт, що залежить від способу зберігання рухомого складу. При

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						17

відкритому зберіганні - $K_5 = 1,0$, при закритому $K_5 = 0,9$ [7, додаток 1].

L_{KP} – скоригований пробіг автомобіля до КР, км;

$d_{TO \text{ і } PR}$ – тривалість простою під час ТО і ПР, дні/1000км[7].

d_K – кількість днів простою автомобіля під час КР [7]

1.2. Розрахунок річної виробничої програми та об'єму робіт

1.2.1. Розрахунок річного пробігу автобусів

Річний пробіг автобусів кожної моделі, які становлять парк, рахуємо за формулою:

$$L_P = \frac{A_K \cdot D_P}{\frac{1}{I_{C.D.}} + \frac{d_K}{L_{KP}} + \frac{d_{TO \text{ і } PR}}{1000}}, \quad (1.1)$$

де A_K – списочна кількість автомобілів даної моделі;

D_P – кількість робочих днів за рік. $D_P = 255$ днів[1];

$I_{C.D.} = 350$ км – середньодобовий пробіг автомобіля.

RENAULT MAGNUM:

$$L_P = \frac{50 \cdot 255}{\frac{1}{400} + \frac{12}{450000} + \frac{0,16}{1000}} = 4722222 \text{ км}$$

1.2.2. Розрахунок річної кількості ЩО, ТО – 1, ТО – 2, КР і СО для кожної моделі

1.2.2.1. Розрахунок річної кількості КР

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

$$N_{KP} = \frac{L_P}{L_K} \quad (1.2)$$

RENAULT MAGNUM:

$$N_{KP} = \frac{4722222}{450000} = 10$$

1.2.2.2. Розрахунок річної кількості ЩО

$$N_{\text{ЩО}} = \frac{L_P}{I_{\text{с.д.}}} \quad (1.3)$$

RENAULT MAGNUM:

$$N_{\text{ЩО}} = \frac{4722222}{400} = 11805$$

1.2.2.3. Розрахунок річної кількості ТО – 2.

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{L_P}{I_{\text{ТО-2}}} - N_{KP} \quad (1.4)$$

RENAULT MAGNUM:

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{4722222}{16000} - 10 = 255$$

1.2.2.4. Розрахунок річної кількості ТО – 1

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$N_{TO-1} = \frac{L_P}{I_{TO-1}} - N_{TO-2} - N_{KP} \quad (1.5)$$

RENAULT MAGNUM:

$$N_{TO-1} = \frac{4722222}{4000} - 255 - 10 = 915$$

1.2.2.5. Розрахунок річної кількості СО

$$N_{CO} = 2 \cdot A_K \quad (1.6)$$

RENAULT MAGNUM:

$$N_{CO} = 2 \cdot 50 = 100$$

Аналогічний розрахунок проводимо для групи автомобілів, у яких базовою машиною є DAF XF. Розрахункові дані вносимо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Результати розрахунків

Автомобіль	Річна кількість ТО і ПР				
	N _{KP}	N _{ЩО}	N _{ТО-2}	N _{ТО-1}	N _{СО}
RENAULT MAGNUM	10	11805	255	915	100
DAF XF	10	10203	248	863	100

1.2.3. Визначення річної трудомісткості ТО і ПР

1.2.3.1. Визначення річної трудомісткості СО

$$T_{CO} = 2 \cdot m_1 \cdot t_{TO-2} \cdot A_K, \quad (1.7)$$

де m_1 - частина трудомісткості ТО-2, яка припадає на одне сезонне обслуговування (для природно - кліматичних умов України $m_1 = 0,2$)[7];

t_{TO-2} - скоригований норматив ТО-2 (табл.1.1).

RENAULT MAGNUM:

$$T_{CO} = 2 \cdot 0,2 \cdot 14,0 \cdot 50 = 280 \text{ люд.-год.}$$

1.2.3.2. Визначення річної трудомісткості ТО – 2

$$T_{TO-2} = N_{TO-2} \cdot t_{TO-2} \quad (1.8)$$

RENAULT MAGNUM:

$$T_{TO-2} = 255 \cdot 14,0 = 3570 \text{ люд.-год.}$$

1.2.3.3. Визначення річної трудомісткості ТО – 1

$$T_{TO-1} = N_{TO-1} \cdot t_{TO-1}, \quad (1.9)$$

де t_{TO-1} - скоригований норматив ТО-1 (табл.1.1).

RENAULT MAGNUM:

$$T_{TO-1} = 915 \cdot 2,0 = 1830 \text{ люд.-год.}$$

1.2.3.4. Визначення річної трудомісткості ЩО

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$T_{\text{ЩО}} = N_{\text{ЩО}} \cdot t_{\text{ЩО}}, \quad (1.10)$$

де $t_{\text{ЩО}}$ - скоригований норматив ЩО (табл.2.1).

RENAULT MAGNUM:

$$T_{\text{ЩО}} = 11805 \cdot 0,20 = 2361 \text{ люд.-год.}$$

1.2.3.5. Визначення річної трудомісткості ПР

$$T_{\text{ПР}} = \frac{L_p \cdot t_{\text{ПР}}}{1000}, \quad (1.11)$$

де $t_{\text{ПР}}$ - скоригований норматив трудомісткості поточного ремонту (табл.1.1).

RENAULT MAGNUM:

$$T_{\text{ПР}} = \frac{4722222 \cdot 2,42}{1000} = 14428 \text{ люд.-год.}$$

1.2.3.6. Результати розрахунків

Таблиця 1.3

Розрахунок трудомісткості робіт по парку

Марка автомобіля	Трудомісткість робіт по парку, люд.-год.				
	$T_{\text{ЩО}}$	$T_{\text{ТО-1}}$	$T_{\text{ТО-2}}$	$T_{\text{СО}}$	$T_{\text{ПР}}$
RENAULT MAGNUM	2361	1830	3570	280	11428
DAF XF	1836	1553	3472	272	10389

1.3 Розрахунок зони

1.3.1. Визначення кількості працівників

1.3.1.1. Визначення річного фонду часу

$$\Phi_T = D_{P.P.} \cdot n \cdot t_{зм} = 255 \cdot 1 \cdot 8 = 2040 \text{ год.}, \quad (1.12)$$

де $D_{P.P.}$ - число робочих днів за рік [7, додаток 7];

n - кількість змін [7, додаток 8];

$t_{зм} = 8 \text{ год.}$ – тривалість зміни.

1.3.1.2. Визначення трудомісткості робіт, що виконуються у дільниці

$$T_{д\tilde{л}} = T_{ПР} \cdot \frac{\Pi}{100}, \quad (1.13)$$

де Π - коефіцієнт визначаючий відсоток трудомісткості від поточного ремонту, що виконується у зоні ТО-2 [7, додаток 5]. $\Pi = 20\%$

$$T_{д\tilde{л}} = 21817 \cdot \frac{20}{100} = 4363 \text{ люд.-год.}$$

$$P = \frac{4363}{2040} = 2,2 \text{ чол.}$$

Приймаємо $P = 3 \text{ чол.}$

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

1.4 Розрахунок та підбір обладнання зони

Для визначення площі зони через площу, яку займає обладнання, складаємо таблиць технологічного обладнання[8,9].

Перелік підбраного обладнання зводиться до таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Обладнання акумуляторного відділення

Поз	Назва	Тип	Кількість	Розміри	Площа, м ²
1	Верстак слюсарний	ПИ-113	2	1740×740	2,58
2	Підйомник канавний для вантажних автомобілів	ПТО-16М	2	1174×700	1,64
3	Гайковерт	ПС 181	2	1340×800	2,14
4	Прилад для перевірки фар	K310	2	825×700	1,16
5	Нагнітач мастила	C-321М	1	600×400	0,24
6	Колонка маслороздавальна	M5	1	810×760	0,62
7	Установка для очистки центробіжних фільтрів	ОН-251	1	1250×340	0,43
8	Машина для мийки фільтрів	МО-18	1	1000×600	0,6
9	Візок-ємність для злива оливи з колісної передачі	ПИ-742М	2	1100×440	0,97
10	Установка для заправки трансмісійними маслами	C-233	2	550×730	0,80
11	Установка пересувна для збору масла	C-508	2	730×550	0,80
12	Візок з набором інструмента	519	2	815×500	0,81
13	Ємність для зливу та заправки охолоджувальної рідини	ПИ-140	2	1270×540	1,37
14	Шафа для вузлів та деталей	ПИ-85	2	2000x570	2,25
15	Стенд для перевірки пневмообладнання автомобіля	K-245	2	2100x530	2,12
16	Пристрій для очищення масляних фільтрів	Власн.вигот.	1	630x605	0,76
Всього					35,7

Визначення площі зони через площу, яку займає обладнання, використовують для ефективного планування простору в приміщеннях, де

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

розміщуються технічні засоби, машини або робочі місця. Це особливо важливо у виробничих, лабораторних або технологічних зонах, де від правильного розміщення обладнання залежить не лише зручність роботи, а й безпека працівників.

Коли відома площа, яку фактично займає обладнання, проектувальники можуть орієнтуватися на неї, щоб визначити, скільки вільного простору потрібно залишити навколо. Такий простір необхідний для обслуговування машин, проходів, вентиляції, евакуації та дотримання норм охорони праці. Це дозволяє уникнути скупченості, забезпечити комфортну та безпечну роботу персоналу, а також зробити приміщення придатним до модернізації або розширення.

Таким чином, розрахунок площі зони на основі фактичної площі обладнання допомагає створити функціональне, безпечне та адаптивне середовище, де кожен елемент розміщено з урахуванням технічних і людських потреб[10].

1.5 Розрахунок виробничих площ

Площа приміщень зони ТО-2 визначається за фактичною площею, що займає обладнання та інвентар, з урахуванням коефіцієнта щільності розміщення обладнання, що дорівнює 4,0.

$$F_{\text{зони}} = F_{\text{сум}} \cdot K_{\text{об}}, \text{м}^2, \quad (1.14)$$

$$F_{\text{зони}} = 35,7 \cdot 6,0 = 214,2 \text{ м}^2$$

Ширину зони приймаємо рівною 9 м [11]. З огляду на це розраховуємо довжину зони:

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$Z_{зони} = \frac{F_{зони}}{B}, м, \quad (1.15)$$

$$Z_{зони} = \frac{214,2}{9} = 23,8 м$$

З урахуванням кроку колон приймаємо остаточну довжину зони $Z_{зони} = 24 м$. Потім уточнюємо площу відділення:

$$F_{зони} = 24 \cdot 9 = 216 м^2.$$

Стіни зони ТО-2 – цегляні, завтовшки 300 мм, перегородки – каркасні панелі завтовшки 200 мм.

При розміщенні технологічного обладнання необхідно також враховувати ширину проїздів для доставки до робочих місць агрегатів, вузлів, деталей та матеріалів.

Планування відділення викреслюється у масштабі на першому аркуші графічної частини роботи. Устаткування зображується відповідно до прийнятого умовного позначення, форма якого відповідає його контурам у плані, а розміри – габаритам у відповідному масштабі.

До планування відділення на аркуші надається експлікація обладнання. Також зазначаються всі споживачі енергії, джерела живлення, засоби пожежогасіння та ін.

1.6 Роботи, які проводяться в зоні ТО-2

Процес технічного обслуговування другого рівня (ТО-2) охоплює широкий спектр робіт, які виконуються в чіткій послідовності та тісно пов'язані між собою. Усе починається з правильного заїзду автомобіля в зону

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

обслуговування, його вирівнювання та фіксації. Це дозволяє забезпечити безпечні умови роботи для персоналу та підготувати автомобіль до підйому або розміщення на оглядовій канаві. Навіть на цьому етапі важливо дотримуватися техніки безпеки та перевірити, чи готовий транспорт до подальших дій.

Після фіксації виконується загальний візуальний огляд автомобіля. Механік звертає увагу на сліди витоків, механічні пошкодження, стан шин, елементи кузова, які можуть свідчити про приховані дефекти. Цей огляд дозволяє виявити потенційні несправності, які не входять до планових робіт, але можуть вплинути на безпечну експлуатацію машини. У разі потреби одразу складається перелік додаткових робіт або діагностики, що дозволяє комплексно підійти до технічного стану транспортного засобу.

Однією з найважливіших операцій є заміна моторної оливи та масляного фільтра. Від стану оливи залежить ресурс двигуна, його змащування, охолодження та загальна ефективність. Працівник зливає відпрацьовану оливу, утилізує її відповідно до екологічних вимог, а потім замінює фільтр і заливає нову рідину згідно з технічними характеристиками автомобіля. Після цього перевіряється рівень оливи та відсутність витоків, адже навіть незначна помилка може призвести до дороговартісного ремонту двигуна[12].

Далі виконується обов'язкове обслуговування гальмівної системи, яка є критично важливою для безпеки дорожнього руху. Перевіряються гальмівні колодки, диски, шланги, супорти та стан гальмівної рідини. За наявності значного зносу або пошкоджень виконується заміна необхідних елементів. Окрім механічної перевірки, може проводитись тест гальмівної системи на стенді, що дозволяє об'єктивно оцінити ефективність гальм. Усі ці дії мають бути виконані ретельно, з чітким дотриманням нормативів.

Окрему увагу приділяють стану підвіски та рульового управління. Механік оглядає амортизатори, шарніри, сайлентблоки, пружини, стійки стабілізатора на предмет люфтів, тріщин або механічного зносу. Виявлення навіть незначних дефектів на цьому етапі дозволяє запобігти появі характерних

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

стукотів, втраті курсової стійкості та нерівномірному зносу шин. Також перевіряється чіткість реакції рульового управління, стан рулевих тяг та наконечників, які безпосередньо впливають на керованість.

Паралельно перевіряється стан усіх фільтрів — повітряного, паливного, салонного, а за потреби й трансмісійного. Забруднені фільтри негативно впливають на ефективність двигуна, витрату пального, якість повітря в салоні. Їхня заміна проводиться відповідно до технічного регламенту та фактичного стану. Механік оцінює рівень забруднення, наявність вологи чи механічних пошкоджень. Це одна з тих процедур, які здаються дріб'язковими, але мають істотний вплив на загальну працездатність авто.

Також виконується комплексна перевірка рівнів і стану експлуатаційних рідин. Це охолоджувальна рідина, гальмівна, трансмісійна олива, рідина гідропідсилювача, склоомивач. У деяких випадках проводиться повна заміна — наприклад, якщо рідина втратила свої властивості або наявні сліди домішок. Перевірка охолоджувальної системи також може включати огляд радіатора, шлангів, кришки розширювального бачка. Якість рідин напряму пов'язана з ресурсом і стабільністю роботи систем автомобіля[13].

Не залишаються без уваги й колеса з шинами. В зоні ТО-2 оцінюється знос протектора, наявність тріщин, порізів, правильність тиску в кожному колесі. У разі виявлення нерівномірного зносу проводиться балансування або рекомендована перевірка розвалу-сходження. Іноді може знадобитися перевстановлення шин або заміна несправних дисків. Правильне технічне обслуговування коліс впливає на комфорт їзди, витрату пального та знос елементів підвіски.

Після завершення всіх регламентних і додаткових робіт автомобіль повертається в початкове положення. Механік проводить фінальну перевірку — запускає двигун, перевіряє відсутність сторонніх шумів, витоків, перевіряє роботу систем на приладовій панелі. Також оформлюється технічна документація, в якій зазначаються всі виконані процедури, використані

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

матеріали та рекомендації на майбутнє. Це завершальний етап, що підтверджує якість виконаного обслуговування й дозволяє власнику автомобіля впевнено вирушити в подальшу експлуатацію.

Висновки до розділу:

- проведено розрахунок річного об'єму робіт на АТП;
- проведено розрахунок зони ТО-2 та підбір необхідного обладнання.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз конструкцій ультразвукових пристроїв для очищення

Підвищення ефективності роботи машинно-тракторного парку – одне з найголовніших завдань для підприємств ремонту. Основну частку витрат при цьому складають запасні частини та витратні матеріали. Одним з таких витратних матеріалів є паливні та масляні фільтри на тканинній або паперовій основі.

Фільтри паливного, повітряного, масляного очищення прийнято очищати в мильному розчині, але, як правило, таке очищення сильно впливає на термін служби фільтра, оскільки мило застрягає в волокнах паперу. Найчастіше фільтри забруднені настільки, що їх просто неможливо очистити.

Ультразвукове очищення фільтрів, що застосовується разом із спеціальним очисним розчином (наприклад «О-біс») дає чудові результати і, судячи з практики очищення ультразвуком, виріб відпрацьовує номінальний термін служби після очищення[14].

Існуючі конструкції очищення ультразвуком – це ванни, що наповнюються розчином. Очищення відбувається повільно. Ванни бувають наступних видів:

- 1) Побутові ультразвукові ванни (3–10 літрів)(рис. 2.1).



Рис. 2.1 – Побутова ультразвукова ванна GT SONIC VGT-1860QTD

Переваги:

- доступна ціна;
- легка вага, компактність;
- простота у використанні;
- підходять для очищення дрібних або середніх фільтрів (типу K&P).

Недоліки:

- обмежений об'єм — не всі фільтри вміщуються повністю;
- низька потужність (100–200 Вт) → поверхневе очищення;
- не витримують тривалого інтенсивного використання;
- немає системи фільтрації та циркуляції рідини.

2) Напівпрофесійні ультразвукові ванни (10–20 літрів) (рис. 2.2).



Рис. 2.2 – Напівпрофесійна ультразвукова ванна Branson M2800

Переваги:

- більша потужність (300–600 Вт) = глибше очищення;
- регульований підігрів (до 80°C);
- таймер, автоматичні цикли;
- підходить для постійної роботи в майстерні;
- надійна збірка, високий ресурс

Недоліки:

- вища ціна (400–1200 \$);
- займають більше місця;
- потрібна підготовка персоналу (регулювання режимів);
- часто не мають вбудованої фільтрації рідини.

3) Професійні / промислові ультразвукові системи (20–100+ літрів) (рис. 2.3).



Рис. 2.3 – Професійна ультразвукова ванна Omegasonics SST4030

Переваги:

- потужність 800–2000 Вт: ефективне очищення масивних фільтрів, деталей;
- вбудована фільтрація рідини, циркуляція, авто злив;
- сталеві кошики, підйомні платформи;
- висока надійність, тривала експлуатація;
- можна очищати кілька елементів одночасно.

Недоліки:

- дуже висока ціна (2000–10 000 \$+);
- великі габарити, потреба у спецприміщенні;
- некупно для малого бізнесу або гаражного використання;
- потребує обслуговування та зливу відпрацьованої хімії за нормами.

Суттю пропонованої конструкторської розробки є:

- застосування ультразвуку для очищення фільтрів;
- застосування спеціального очисного лужного розчину;
- застосування принципу очищення зворотним струмом;
- продуктивність очищення;
- зменшення підготовчо-заключного часу на операцію очищення.

2.2 Загальні відомості про ультразвукове очищення

Основну роль при впливі УЗ на речовини та процеси у рідинах грає кавітація. На кавітації заснований ультразвуковий технологічний процес, що набув найбільшого поширення — очищення поверхонь твердих тіл. Залежно від характеру забруднень більше чи менше значення можуть мати різні прояви кавітації, такі як мікроударні дії, мікропотоки, нагрівання. Підбираючи параметри звукового поля, фізико-хімічні властивості миючої рідини, її газовміст, зовнішні фактори (тиск, температуру), можна в широких межах керувати процесом очищення, оптимізуючи його стосовно типу забруднень і виду деталей, що очищаються. Різновидом очищення є травлення в ультразвуковому полі, де дія УЗ поєднується з дією сильних хімічних реагентів. Ультразвукова металізація і паяння ґрунтуються фактично на ультразвуковому очищенні (в т. ч. від окисної плівки) поверхонь, що з'єднуються або металізуються. Очищення при паянні обумовлена кавітацією у розплавленому металі. Ступінь очищення при цьому такий високий, що утворюються з'єднання неспівуваних у звичайних умовах матеріалів, наприклад, алюмінію з іншими металами, різних металів зі склом, керамікою, пластмасами[15].

У процесах очищення та металізації істотне значення має також звукокапілярний ефект, що забезпечує проникнення миючого розчину або розплав у найдрібніші тріщини та пори.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Очищення в більшості випадків вимагає, щоб забруднення були розчинені (у разі розчинення солей), зчищені (у разі нерозчинних солей) або розчинені, і зчищені (як у разі нерозчинних частинок, закріплених у шарі жирових плівок). Механічні ефекти ультразвукової енергії можуть бути корисні як для прискорення розчинення, так і для відокремлення частинок від поверхні, що очищається. Ультразвук також можна ефективно використовувати в процесі ополіскування. Залишкові хімікалії миючих середовищ можуть бути швидко видалені ультразвуковим промиванням.

При видаленні забруднень розчиненням, розчиннику необхідно увійти в контакт із плівкою, що забруднює, і зруйнувати її (рис. 2.4, а). У міру того, як розчинник розчиняє забруднення, на межі розчинник-забруднення виникає насичений розчин забруднення в розчиннику, і розчинення зупиняється, оскільки немає доставки свіжого розчину до поверхні забруднення (рис. 2.4, б).

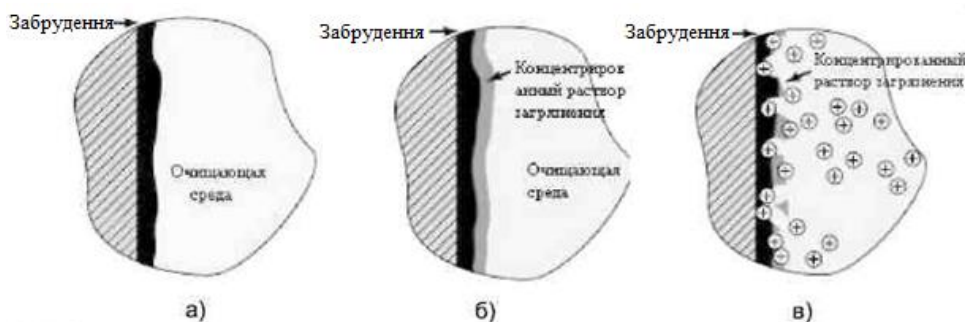


Рис. 2.4 – Схема очищення розчиненням

Вплив ультразвуку руйнує шар насиченого розчинника і забезпечує доставку свіжого розчину до поверхні забруднення (рис. 2.4, в).

Деякі забруднення є шаром нерозчинних частинок, міцно зчеплений з поверхнею силами іонного зв'язку і адгезії. Ці частинки достатньо лише відокремити від поверхні, щоб розірвати сили тяжіння і перевести їх в об'єм миючого середовища для подальшого видалення. Кавітація та акустичні течії зривають із поверхні забруднення типу пилу, змивають та видаляють їх.

Забруднення, як правило, багатокomпонентні і можуть у комплексі містити

розчинні та нерозчинні компоненти. Ефект УЗ у цьому полягає, що він емульгує будь-які компоненти, тобто переводить в миючу середу і разом із нею видаляє їх із поверхні виробів.

Щоб ввести ультразвукову енергію в систему очищення необхідний УЗ-генератор, перетворювач електричної енергії генератора на УЗ-випромінювання та вимірювач акустичної потужності. Електричний ультразвуковий генератор конвертує електричну енергію мережі в електричну енергію на ультразвуковій частоті. Це виконується відомими способами і не має будь-якої специфіки. Однак, краще використовувати цифрову техніку генерації, коли на виході виходять прямокутні імпульси полярності, що чергується. ККД таких генераторів близький до 100%, що дозволяє вирішити проблему енергоємності процесу. Використання сигналу прямокутної форми призводить до акустичного випромінювання, багатого гармоніками.

Діапазон устаткування ультразвукового очищення, що використовується, дуже широкий: від малих настільних модулів в стоматології, ювелірних магазинах, електронної індустрії до величезних систем з обсягами[16].

2.3 Опис проекрованої конструкції

Конструкція призначена для очищення фільтрів, що відпрацювали термін служби, а також, фільтрів зі складними забрудненнями.

Конструкція проста у виготовленні і може бути виготовлена в умовах підприємства, що розглядається.

Основні витрати – це придбання ультразвукового обладнання.

2.4 Будова та принцип дії установки

Установка складається з рами 1 (рис. 2.5), встановленої на ній телескопічної стійки 2 з рухомим штоком 3, на якому підвісом 4 кріпитися

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

головка 5 з конічною насадкою 6 з гуми для забезпечення гермітичності в з'єднанні з фільтром 7; фільтр встановлюється у ванні 8 на конусну основу містить ультразвуковий випромінювач 19; розчин через отвір 9 стікає у встановлений у рамі відстійник 10. Управління подачею розчину проводиться блоком управління 11 з вбудованими насосом і двигуном; управління проводиться ручками включення та частоти обертань 12; насос качає розчин, що відстоявся, по патрубку 13 з підігрівальної камери 14, з'єднаної з відстійником. Далі розчин, по трубопроводу 15 надходить до голівки 5 і порожнину фільтра 7.

Генерація ультразвукових хвиль проводиться генератором 18.

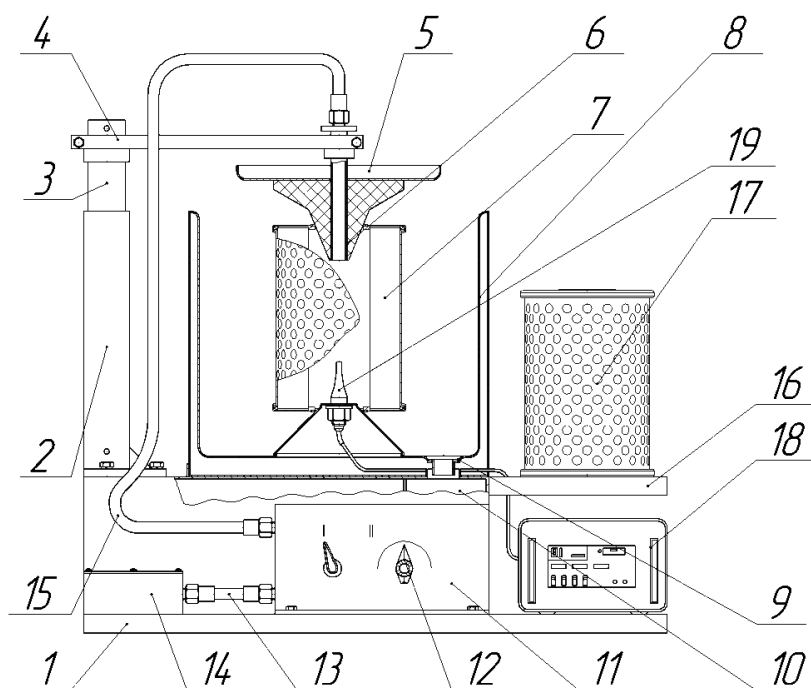


Рис. 2.5 – Пристрій для очищення масляних фільтрів ДВЗ

Зміна фільтра проводиться підняттям штанги 3 на необхідну висоту. Далі знімається помитий фільтр і ставиться новий. Штанга опускається так, щоб насадка 6 увійшла в отвір у фільтрі. В середині стійки 2 встановлена пружина, що стягує штангу 3 і стійку 2. Таким чином фільтр під вагою штанги притискається з зусиллям 10...14 Н.

На установці є спеціальна стільниця 16 для підготовки нового фільтра до очищення.

2.5 Конструкторські розрахунки

2.5.1 Розрахунок ТЕНа

Методика вибору трубчастих електронагрівачів зводиться до перевірки питомого поверхневого навантаження обраного ТЕНу (не повинна перевищувати максимально допустиме для того чи іншого середовища).

Питоме ватне навантаження ТЕНа визначитися за формулою:

$$Q=P/(3,14 \cdot (L-L_k \cdot 2) \cdot d) < [Q], \quad (2.1)$$

де Q - питоме навантаження $[Вт/см^2]$;

P - потужність $[Вт]$;

L - розгорнута довжина ТЕНа $[см]$;

L_k - довжина контактної стрижня в закладенні $[см]$;

d - діаметр оболонки ТЕНа $[см]$;

$[Q]$ - допустиме питоме поверхнєве навантаження $[Вт/см^2]$.

$$Q=2000/(3,14 \cdot (40-2 \cdot 2) \cdot 4)=16,47 \text{ Вт/см}^2 < [42].$$

Опір ТЕНа визначимо за формулою:

$$R=U^2/P, \quad (2.2)$$

де R - опір $[Ом]$;

U^2 - напруга у квадраті $[В]$;

P - потужність $[Вт]$.

$$R=3802/3000=48,13 \text{ Ом}$$

Підібрані характеристики ТЕНу

№ п/п	Найменування	Позначення	Розмірність	Значення
1.	Довжина	L	см	40
2.	Діаметр стрижня	D(d)	см	1
3.	Питоме поверхнєве навантаження	Q	Вт/см ²	16
4.	Опір	R	Ом	48

2.5.2 Розрахунок болтів

Розрахунок гвинта, що затягує.

Марка матеріалу гвинта сталь 35, матеріалу стяжки Ст 3. Оскільки матеріал охоплює деталі-гайки менш міцний, ніж матеріал гвинта то зазвичай небезпечний зріз витків гайки, тому розрахунок ведемо по гайки.

Умова міцності різьби гайки на зріз [17].

$$\tau = \frac{F}{\pi \times d_g \times k \times H_g \times k_m} \leq [\tau]_{сер}, \quad (2.3)$$

де F - діюча сила, Н;

d_b – діаметр вісі, мм;

k - коефіцієнт повноти різьби $k = 0,65$;

k_m – коефіцієнт нерівномірності навантаження з витків різьблення, з урахуванням пластичних деформацій $k_m = 0,60$;

H_g – висота гайки.

$$\tau = \frac{1500}{3.14 \times 6 \times 12 \times 0,87 \times 0,6} = 9,44 \frac{H}{\text{мм}^2}; \quad (3.4)$$

$$[\tau]_{CP} = (0,2 \dots 0,3) \times \sigma_T,$$

де σ_T – межа текучості Ст. 230 $\frac{H}{\text{мм}^2}$

$$[\tau]_{CP} = 0,25 \times 230 = 57,5 \frac{H}{мм^2}$$

Перевіряємо умову $\tau \leq [\tau]_{cp}$,

Умова виконується: $9,44 \leq 57,5$.

Перевіряємо напругу зминання в різьби за формулою:

$$G_{3M} = \frac{F}{\Pi \times (d^2 - D_1^2) \times k_m \times z_1} \leq [G]_{cm}, \quad (2.5)$$

де F - діюча сила, Н;

d - внутрішній діаметр різьби гайки, мм;

D - номінальний діаметр різьби гайки, мм;

k_m – коефіцієнт нерівномірності навантаження за витками навантаження, вважаємо, що $k_m = 1$;

z – кількість витків на довжині згвинчування.

$$G_{3M} = \frac{1 \times 1500}{3,14 \times (8^2 - 7^2) \times 1,0 \times 6} = 9,12 \frac{H}{мм^2}.$$

$$[G]_{3M} = (0.5 \dots 0,6) \times [G]_p,$$

$$[G]_p = \frac{Q_T}{S}, \quad (2.6)$$

де $[G]_p$ - допустима напруга;

Q_T - межа текучості для Ст. $\frac{H}{мм^2}$;

S – коефіцієнт безпеки 1,5...2,5

$$[G]_{3M} = 0.55 \times 115 = 63,25 \frac{H}{мм^2},$$

$$[G]_p = \frac{230}{2} = 115 \frac{H}{мм^2}.$$

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Перевіряємо умову $G_{3M} \leq [G]_{3M}$,

$$9,12 \leq 63,25.$$

Умова міцності виконується.

2.5.3 Розрахунок режимів роботи пристрою

Стандартні режими роботи та параметри насоса:

n - частота обертання, z^{-1} ($n = 40$);

P - тиск на виході, МПа ($P = 21$);

Do - коефіцієнт подачі ($Do = 0,92$, приймаємо $K_y = 0,85$);

Q - номінальна подача, л/хв ($Q = 22,08$);

Виходячи із встановленої продуктивності установки та відношення коефіцієнтів подачі, визначаємо частоту обертання електродвигуна приводу шестеренного насоса:

$$n_y = \frac{n \cdot Q_y \cdot K_y}{Q \cdot K}, \quad (2.7)$$

де n - номінальна частота обертання, z^{-1} ;

Do - коефіцієнт подачі номінальний ($Do = 0,92$);

Do_y - коефіцієнт подачі установки ($Do_y = 0,82$);

Q - номінальна подача, л/хв ($Q = 220$);

Q_y - встановлена подача установки, л/хв ($Q_y = 20$).

Підставивши відповідні значення, отримаємо:

$$n_y = \frac{40 \cdot 20 \cdot 0,82}{220 \cdot 0,92} = 0,81 z^{-1} = 0,81 \cdot 60 = 48,6 \text{ об / хв.}$$

Підбираємо двигун редукторний фірми Pet[®] з діапазоном частот обертання

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

10...60 об/хв.

2.4. Технологічна карта

Технологічна карта представлена на останньому аркуші графічної частини роботи, а також в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Технологічна карта на ультразвукове очищення масляного фільтра вантажного автомобіля

№	Етап	Опис дії	Обладнання	Технічні умови	Примітки	Час (хв)
1	Зняття фільтра	Демонтаж фільтра з авто для очищення	Ключі, ємність для зливу масла	Двигун має бути прогрітий	Обережно з залишками оливи	5–10
2	Підготовка до очищення	Встановлення фільтра у ванну, центрування на конусну основу	Пристрій для очищення	Гумовий конус герметично фіксує фільтр	Стежити за правильним положенням	3–5
3	Фіксація фільтра	Опускання штанги, притискання фільтра	Штанга 3, стійка 2, пружина	Зусилля притискання: 10–14 Н	Не допустити перекосу фільтра	1–2
4	Запуск очищення	Увімкнення генератора, подача УЗ-хвиль	Генератор 18, випромінювач 19	Частота: 20–40 кГц; Температура розчину 50–70°C	Контролювати рівень розчину	15–30
5	Промивка розчином	Подача очищувального розчину в порожнину фільтра	Насос, блок керування 11, трубопровід 15	Витрата залежить від типу фільтра	Розчин має бути чистим	3–5
6	Злив та відстій	Злив відпрацьованого розчину в відстійник 10	Відстійник, патрубки, камера 14	Відстоювання до наступного циклу	Регулярно контролювати осад	2–3
7	Сушка фільтра	Вийняття фільтра, сушіння на стільниці 16	Стиснене повітря або природна сушка	Температура до 60°C	Можна скористатися шафою для сушки	5–10
8	Контроль та повторне встановлення	Перевірка якості очищення, установка нового або очищеного фільтра	Око, освітлення, фільтр	Відсутність залишків розчину чи бруду	За потреби повторити цикл	5–7

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Висновки до розділу:

- проаналізовані варіанти конструкцій ультразвукових ванн, які використовуються для очищення деталей автомобіля та визначено їх переваги та недоліки;
- розроблено конструкцію ультразвукового пристрою для очищення масляних фільтрів автомобілів та розраховано окремі механізми та деталі;
- розроблено технологічну карту на ультразвукове очищення масляного фільтра вантажного автомобіля.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

РОЗДІЛ 3. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

За умов щоденного пробігу 400 кілометрів і 255 робочих днів на рік, кожен вантажний автомобіль проходить понад 100 тисяч кілометрів щороку. Це означає, що технічне обслуговування другого рівня (ТО-2), яке проводиться приблизно кожні 30 тисяч кілометрів, буде виконуватись чотири рази на рік для кожного автомобіля. При цьому кожне ТО супроводжується заміною масляного фільтра, що є обов'язковим елементом технічного регламенту.

Вартість одного нового масляного фільтра для таких вантажівок, як Renault Magnum або DAF XF, становить близько 800 гривень. Якщо використовувати новий фільтр при кожному ТО, витрати на один автомобіль за рік складуть понад три тисячі гривень. Для парку зі 100 автомобілів це означає щорічні витрати на рівні понад 300 тисяч гривень лише на фільтри. Це суттєве навантаження на бюджет експлуатуючої організації, особливо якщо враховувати постійне зростання цін на запчастини.

Альтернативним рішенням є застосування ультразвукового пристрою для очищення масляних фільтрів. Ця технологія дозволяє відновлювати фільтри до технічно придатного стану та використовувати їх повторно щонайменше тричі. Таким чином, замість чотирьох нових фільтрів на рік, для кожного автомобіля використовується лише один новий, а решта обслуговується методом очищення. Вартість однієї такої операції значно нижча — у кілька разів менша за ціну нового фільтра.

У підсумку, загальні витрати на фільтри для всього автопарку зменшуються більш ніж удвічі. Річна економія для 100 вантажівок може досягати близько двохсот тисяч гривень, що становить понад 60% у порівнянні з традиційною схемою заміни. Такий підхід не тільки фінансово вигідний, а й сприяє зниженню кількості відходів, а отже — підвищенню екологічності технічного обслуговування. У перспективі це також дозволяє зменшити навантаження на запаси складських фільтрів і оптимізувати логістику

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

обслуговування.

3.1. Вихідні дані для розрахунку:

Номінальна вартість парку автомобілів, що обслуговуються – 57000000 грн.

Площа ділянки – 216 м²

Трудовісткість робіт у зоні за рік – 4363 люд.-год.

Вартість технологічного обладнання зони ТО-2 – 2400000 грн.

Потужність електроспоживачів ділянки – 35,7 кВт.

Чисельність робітників у ділянки – 3

Витрати на удосконалення зони:

Таблиця 3.1

Витрати на впровадження пристрою для чищення масляних фільтрів

Види інвестицій	Вартість, грн.
Обладнання	
1. Матеріали для виготовлення пристрою	2000
2. Стандартні вироби (покупні)	4500
3. Монтаж та налагодження стенду	1000
4. Додаткові витрати	1000
ΣК	8500

3.2. Розрахунок виробничих витрат по ділянці за рік

3.2.1 Заробітна плата

Заробітна плата основна:

$$Z_{mo} = S_1 \cdot T_{обс} D_p K_i \kappa_1 \kappa_2 \kappa_3 n_p \Sigma = (120 \cdot 1,35) \cdot 1,1 \cdot 8 \cdot 255 \cdot 1,2 \cdot 1,17 \cdot 1,25 \cdot 3 = 512000 \text{ грн} \quad (3.1)$$

S_1 – тарифна ставка першого розряду, $S_1 = 120$ грн/год[18];

$K_{\text{ср}}$ - середній тарифний коефіцієнт[18];

K_i - коефіцієнт i – го розряду[18];

$n_{\text{р}\Sigma}$ - загальна кількість робітників, чол.

k_1 - коефіцієнт доплат[18]; $k_1 = 1,1$

k_2 – коефіцієнт, що враховує премії робітників[18];

$T_{\text{обс}}$ – трудомісткість обслуговування, годин;

$K_{\text{обс}}$ - коефіцієнт, що враховує зарплату допоміжних робітників[18]; $K_{\text{обс}} = 1,2$.

k_3 - коефіцієнт, що враховує відрахування до соціальних фондів [18].

Нарахування на заробітну плату:

$$Z_{\text{нарах}} = \delta Z_{\text{то}} / 100 = 41,5 \cdot 512000 / 100 = 212480 \text{ грн} \quad (3.2)$$

де δ - відсоток для нарахувань, $\delta = 41,5 \%$

Річний фонд оплати праці:

$$Z_p = Z_{\text{то}} + Z_{\text{нарах}} = 512000 + 212480 = 724480 \text{ грн} \quad (3.3)$$

3.2.2. Технологічні матеріали

Мастила технологічні:

$$B_m = C_m G_m = 200 \cdot 2 \cdot 20 = 6000 \text{ грн} \quad (3.4)$$

G_m - потреба в мастилах, л. ($G_m = 20$ літрів на одиницю технологічного обладнання на рік).

C_m – ціна одного літра мастила, грн.

Обтирні матеріали:

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$B_{обт} = Ц_{обт} G_{обт} T_p / \Phi_p = 30 \cdot 10 \cdot 4363 / 2240 = 584 \text{ грн} \quad (3.5)$$

$Ц_{обт}$ - ціна одного кг. обтирних матеріалів, грн;

$G_{обт}$ - норма витрат обтирних матеріалів 1000 л.-год, кг [18].

Інструмент:

$$B_{ін} = \alpha \delta_m B_{обл} = 0,09 \cdot 0,3 \cdot 2400000 = 64800 \text{ грн} \quad (3.6)$$

Інші матеріали:

Витрати на інші матеріали, які використовують в зоні, що обслуговують автомобілі розраховують, зазвичай, як відсоток до загальних витрат на матеріали [13].

$$B_{інш} = 10^{-2} \kappa_{інш} \sum B_m = 0,20 \cdot 6000 = 1200 \text{ грн} \quad (3.7)$$

Коефіцієнт, який враховує витрати на інші матеріали [18]; $\kappa_{інш} = 25 \%$.

Загальні витрати на матеріали:

$$B_{mat} = \sum B_i = 6000 + 584 + 64800 + 1200 = 72584 \text{ грн} \quad (3.8)$$

3.2.3. Обслуговування і ремонт виробничих будівель та технологічного обладнання

Обслуговування виробничих приміщень [13]:

$$B_F = \delta_{обс} F_i = 120 \cdot 216 = 25920 \text{ грн} \quad (3.9)$$

$\delta_{обс}$ – нормативні витрати на обслуговування 1 м² площ за рік [18]; $\delta_{обс} = 120$ грн.

Обслуговування технологічного обладнання:

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$B_{mo} = 10^{-2} \delta B_{obl} = 0,05 \cdot 2400000 = 120000 \text{ грн} \quad (3.10)$$

де δ – відсоток від вартості технологічного обладнання[12]; $\delta_{obl}=5,0\%$

Загальні витрати на обслуговування:

$$B_{обс} = \sum B_{i(обс)} = 25920 + 120000 = 145920 \text{ грн} \quad (3.11)$$

3.2.4. Витрати на енергоносії

Технологічна електроенергія:

$$E_{dil} = S_W NT_{зм} D_p \lambda_1 \lambda_2 / \lambda_3 = 10 \cdot 35,7 \cdot 8 \cdot 255 \cdot 0,6 \cdot 0,4 / 0,95 = 34387 \text{ грн} \quad (3.12)$$

де E_{dil} – витрати на технологічну електроенергію за рік, грн.;

$T_{зм}$ – кількість годин в робочій зміні[18];

D_p – кількість робочих днів за рік[18];

λ_1 – коефіцієнт використання технологічного обладнання[18]; $\lambda_1=0,8...0,9$;

λ_2 – коефіцієнт використання електродвигунів за часом протягом зміни[12]; $\lambda_2=0,3...0,6$;

λ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати в мережі[18]; $\lambda_3 = 0,95$;

S_w – тарифна ставка за 1 кіловат-годину, грн. [18]; $S_N = 10$,

N - загальна потужність двигунів на дільниці[18]; кВт

Освітлення приміщень:

$$E_{осв} = S_{осв} \tau_{осв} FTD k_1 / k_2 = 10 \cdot 0,04 \cdot 216 \cdot 3,5 \cdot 255 \cdot 0,6 / 0,95 = 4973 \text{ грн} \quad (3.13)$$

$S_{осв}$ - тарифна ставка за 1 кіловат-годину, грн[18]; $S_N = 10$

$\tau_{осв}$ – норма потужності освітлення кв. метра, кВт[18]; $\tau_{осв} = 0,04$

T - середня тривалість освітлення на добу[18]; $T = 3,5$ год.

D - кількість робочих днів за рік[18]; $D = 255$;

K_1 - коефіцієнт одночасного використання[18]; $K_1 = 0,6$;

K_2 - коефіцієнт, враховує втрати в мережі[18]; $K_3 = 0,95$.

F_i - площа зони, m^2 .

Опалення приміщень:

$$B_{on} = S_{on} F_i = 150,6 \cdot 216 = 32530 \text{ грн} \quad (3.14)$$

F_i - площа опалення на ділянці, m^2 .

S_{on} – тариф за опалення 1 кв. метра на рік[18]; $\tau_{on} = 150,6$ грн;

Водопостачання і каналізація[18]:

$$B_{en} = B_{kn} n_p = 240 \cdot 3 = 720 \text{ грн} \quad (3.15)$$

Загальні витрати на енергоносії:

$$E_{\Sigma} = E_{осв} + E_{то} + B_{on} + B_{en} = 34387 + 4973 + 32530 + 720 = 72610 \text{ грн} \quad (3.16)$$

3.2.5. Накладні витрати:

$$H = 10^{-2} \delta_n (Z_p + B_{mat} + B_{обс} + E_{\Sigma}) = 0,03(724480 + 72584 + 145920 + 72610) = 30468 \text{ грн} \quad (3.17)$$

де H - накладні (додаткові) витрати за рік, грн;

δ_n – відсоток від виробничих витрат[19]; $\delta_n = 3-7 \%$

3.2.6. Амортизаційні відрахування

Будівлі та споруди:

Загальна вартість виробничих споруд:

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$$B_{\delta} = C_{\delta} F_i = 10000 \cdot 216 = 21600000 \text{ грн} \quad (3.18)$$

Амортизаційні відрахування на відновлення та ремонт виробничих споруд:

$$A_{\delta yd} = \delta B_{\delta} / 100 = 0,025 \cdot 21600000 = 540000 \text{ грн} \quad (3.19)$$

Технологічне обладнання:

$$A_{\delta bl} = \delta B_{\delta bl} / 100 = 0,15 \cdot 2400000 = 360000 \text{ грн} \quad (3.20)$$

Загальні амортизаційні відрахування[19]:

$$A_{\text{заг}} = A_{\delta yd} + A_{\delta bl} = 540000 + 360000 = 900000 \text{ грн} \quad (3.21)$$

3.2.7. Виробничі витрати за рік

$$B_{\text{вир}} = B_{\Sigma} + H = 950245 + 30468 = 980713 \text{ грн} \quad (3.22)$$

3.2.8. Загальні витрати за рік

$$B_{\text{заг}} = B_{\text{вир}} + A_{\text{заг}} = 980713 + 900000 = 1880713 \text{ грн} \quad (3.23)$$

3.2.9. Нормативні витрати

$$B_{\text{норм}} = 0,05 \delta B_{\text{авт}} = 0,05 \cdot 0,11 \cdot 57000000 = 313500 \text{ грн} \quad (3.24)$$

3.2.10. Економічний ефект від удосконалення технічного обслуговування на ділянці

$$E_p = B_{\text{норм}} - B_{\text{заг}} = 1880713 - 313500 = 1567213 \text{ грн} \quad (3.25)$$

3.2.11. Термін окупності

$$T_{\text{ок}} = \frac{\Delta K}{E_p} = \frac{2000000}{1567213} = 1,28 \text{ роки} \quad (3.26)$$

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

3.2.12. Коефіцієнт ефективності

$$K_{ef} = \frac{1}{T_{ок}} = \frac{1}{1,28} = 0,78 \geq 0,15 \quad (3.27)$$

Таблиця 3.1.

Економічні показники

№ з.п.	Показники	Один. виміру	Результат
1	Виробничі витрати за рік	грн	980713
	В тому числі		
	Заробітна платня	грн	512000
	Запчастини і матеріали	грн	72584
	Енергоносії	грн	72610
2	Амортизаційні відрахування	грн	900000
3	Річні витрати за нормативами	грн	1880713
4	Економічний ефект за рік	грн	1567213
5	Термін окупності	роки	1,28
6	Коефіцієнт ефективності		0,78

Висновки до розділу:

- проведено розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у зоні ТО-2;
- визначено, що термін окупності пропонованого удосконалення становить 1,28 роки.

ВИСНОВКИ

- проведено розрахунок річного об'єму робіт на АТП;
- проведено розрахунок зони ТО-2 та підбір необхідного обладнання;
- проаналізовані варіанти конструкцій ультразвукових ванн, які використовуються для очищення деталей автомобіля та визначено їх переваги та недоліки;
- розроблено конструкцію ультразвукового пристрою для очищення масляних фільтрів автомобілів та розраховано окремі механізми та деталі на міцність;
- розроблено технологічну карту на ультразвукове очищення масляного фільтра вантажного автомобіля;
- проведено розрахунок економічної ефективності при удосконаленні обслуговування автомобілів у зоні ТО-2;
- визначено, що термін окупності пропонованого удосконалення становить 1,28 роки.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Волков В.П., Міщенко В.М., Кравченко О.П., Шаша І.К., Мармут І.А., Міщенко А.В., Байцур М.В., Сараєва І.Ю. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник/ Під загальною редакцією В.П. Волкова–Харків: ХНАДУ, 2010. – 556 с.
2. Марков О. Д. Організація автосервісу. – Львів : Оріяна-Нова, 1998. – 332 с.
3. Головка А.Б. Формування та статистична оцінка показників якості послуг автосервісу: автореферат дис канд. техн. наук / А.Б. Головка // Москва, 2010. - 15 с.
4. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління / О.А.Лудченко. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.
5. Van Doorne's Aanhangwagen Fabriek (DAF). Maintenance and Service Information. – Eindhoven: DAF SE, 2020. – [електронний ресурс].
6. Bradley, Elliot (2009). Вантажні автомобілі та вантажоперевезення. Crescent Books. с. 94
7. Положення про технічне обслуговування дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту / Мінтранс України. Державний департамент автомобільного транспорту. - К., 1998. -16с.
8. Методичні рекомендації для виконання бакалаврської дипломної роботи для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня бакалавр спеціальності код спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / Кравченко О., Бегерський Д., Ільченко А., Опанасюк Є. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2021. – 16 с.
9. Желєзна А.О. Дипломні (курсові) проекти. Вимоги до оформлення документації: Навчальний посібник. - Житомир: ЖІТІ, 2000.-244с.
10. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : Підручник. – К. : Знання-Прес, 2003. – 511 с.

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

11. Кіницький Я. Т. Теорія механізмів і машин : Підручник. – К. : Наукова думка, 2002. – 661 с.

12. Ремонт машин / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, А. Я. Поліський та ін.; За ред. О. І. Сідашенко, А. Я. Поліського. – К. : Урожай, 1994. – 400 с.

13. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. - К.: Либідь, 1999. - 400 с.

14. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник / О.А.Лудченко. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.

15. Канарчук В.Е. Основи технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Підручник у 3 кн. / В.Е.Канарчук, О.А.Лудченко, А.А.Чегринець. –К.: Вища школа, 1994. –342с.

16. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посібник / С. І. Андрусенко, В. О. Білецький, П. І. Бортницький та ін. ; рец.: О. М. Коробочка, В. В. Рудзінський, В. В. Березняцький. – К. : Каравела, 2009. – 368 с. – (Українська книга)

17. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 473с.

18. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / За загальною ред. Є.Ю.Форнальчика. — Львів: Афіша, 2004. — 492 с.

19. Форнальчик Є.Ю. Теоретичні основи технічної експлуатації автомобілів: Конспект циклу лекцій. — Львів: НУ «ЛП», 2001.

ДОДАТКИ

					МАОГ.482213.005-00 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		