

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ЗАОЧНОЇ ТА ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ OPEL ASTRA В  
УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Виконав: студент 5 курсу групи Ат-51

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»  
(шифр і назва спеціальності)

Тарас ГОВДА  
(ім'я та прізвище)

Керівник: Віктор ШЕВЧУК  
(ім'я та прізвище)

ДУБЛЯНИ 2023

Говда Т.В. Удосконалення організації технологічного процесу ремонту двигунів автомобілів OPEL ASTRA в умовах станції технічного обслуговування. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування. 2023. 59 с.

Табл. 11; рис. 6; бібліогр. джерел 19.

Проведено аналіз виробничої діяльності СТО, загальні відомості про автомобіль OPEL ASTRA, особливості конструкції бензинового двигуна ECOTEC Z14XEP та його несправності, а також розроблено операційно-технологічну карту на зняття з автомобіля силового агрегату.

Здійснено розрахунок виробничої програми СТО, трудомісткості технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, річної трудомісткості самообслуговування за відповідними видами робіт, а також площі ділянки ремонту двигунів.

Проведено аналіз конструкцій стендів для обкатування випробування двигунів та запропоновано його удосконалення.

Описано загальні вимоги безпеки під час експлуатації легкового автомобіля і руху на ньому, а також під час його технічного обслуговування і ремонту.

Здійснено розрахунок річного економічного ефекту в результаті модернізації пристосування.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1	
ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1. Аналіз виробничої діяльності СТО.....	7
1.2. Особливості конструкції бензинового двигуна.....	9
1.3. Основні несправності бензинового двигуна.....	12
1.4. Висновки до розділу та завдання кваліфікаційної роботи.....	17
РОЗДІЛ 2	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	19
2.1. Розрахунок виробничої програми СТО.....	19
2.1.1. Розрахунок трудомісткості технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів.....	19
2.1.2. Розрахунок річної трудомісткості самообслуговування СТО....	22
2.1.3. Розрахунок кількості робочих і допоміжних постів .....	24
2.2. Розрахунок чисельності виробничого персоналу.....	29
2.3. Визначення площ виробничих приміщень.....	30
2.4. Розрахунок площі дільниці ремонту двигунів.....	32
2.4.1. Вибір технологічного обладнання.....	32
2.4.2. Розрахунок площі дільниці з урахуванням необхідних проходів	35
РОЗДІЛ 3	
КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА .....	36
3.1. Аналіз конструкцій стендів для розбирання-складання двигунів	36
3.2. Опис запропонованого удосконалення.....	38
3.3. Розрахунок і вибір гвинтового механізму.....	39
3.4. Розрахунок діаметра шпильок.....	42
РОЗДІЛ 4	
ОХОРОНА ПРАЦІ .....	43
4.1. Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці ..	43
4.2. Основні нормативні вимоги безпеки праці у агрегатному відділенні.....	43
4.3. Організація робочих місць, санітарно-гігієнічних вимог, вентиляції, освітлення, мікроклімату у агрегатному відділенні..	44
4.4. Заходи протипожежної профілактики.....	46
4.5. Розрахунок місцевого вентиляційного відсмоктувача пилюки і стружки.....	47
РОЗДІЛ 5	
ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	50
5.1. Забруднення довкілля, що виникають в процесі діагностики, технічного обслуговування та ремонту.....	50
РОЗДІЛ 6	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	54
6.1. Розрахунок річного економічного ефекту в результаті модернізації пристосування .....	54
ВИСНОВКИ.....	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	59

## ВСТУП

Одним з найважливіших завдань, які ставлять перед працівниками СТО є збільшення якості технічного обслуговування і ремонту легкових автомобілів. Вирішення проблеми носить комплексний характер і здійснюється шляхом удосконалення системи забезпечення СТО запасними частинами, підвищенням рівня технічної оснащеності робочих постів, поліпшення організації та технології обслуговування та ремонту автомобілів. Важливе місце тут займає вдосконалення технічного контролю.

Для забезпечення ефективного керування технологічними процесами станцій технічного обслуговування, кращої взаємодії між окремими процесами стандарти серії ISO 9000 передбачають, що у кожного процесу повинен бути керівник (власник) – особа, яка відповідає за цей процес. Керівник процесу повинен забезпечувати єдиний підхід всіх учасників процесу, їх відповідальності і повноважень, повинен організовувати взаємодію під час протікання процесу. Міжнародні стандарти ISO передбачають також комплексний підхід до функціонування і взаємодії процесів.

Тому, основним завданням кваліфікаційної роботи є удосконалення організації робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів, яке передбачає технічне переозброєння виробничих підрозділів в умовах станції технічного обслуговування.

## РОЗДІЛ 1

### ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 1.1 Аналіз виробничої діяльності СТО

Станція технічного обслуговування (СТО) є спеціалізованою за маркою автомобілів, що властиве для дилерських станцій. Основний акцент в роботі припадає на обслуговування автомобілів найбільш продаваних іномарок в Україні: Opel, Volkswagen, Skoda, Toyota, Mazda Hyundai, Ford, Mitsubishi, Chevrolet. Кількість заїздів автомобілів на станцію для виконання робіт ТО і ПР становить в середньому 1494 на рік. Кількість автомобілів індивідуальних власників, що обслуговуються на СТО становить в середньому 495 автомобілів.

При проектуванні СТО були передбаченні найбільш економічні зв'язки між дільницями і постами. Розміщення основних і допоміжних будівель і споруд відповідає технологічній схемі, санітарним та протипожежним вимогам. Передбачено розташування стоянок для автомобілів робочого персоналу та стоянки для клієнтів.

У табл. 1.1 приведені дані про площу виробничих приміщень та зовнішньої функціональної зони.

Таблиця 1.1 – Площа виробничих приміщень та зовнішньої функціональної зони СТО

№ п/п	Характеристика об'єктів	Площа, м <sup>2</sup>
<b>Виробничі приміщення</b>		
1	Виробнича площа СТО	480
2	Складські приміщення	110
3	Офісні приміщення	110
<b>Зовнішні функціональні зони</b>		
4	Стоянка для автомобілів клієнтів	650
5	Інші зовнішні функціональні зони	450
<b>Разом</b>		<b>1800</b>

Таблиця 1.2 – Режим роботи СТО

№ п/п	Показники	Одиниця виміру	Значення показника
1	Число днів (годин) роботи	днів (год.)	305 (2440)
2	Кількість змін роботи зони ТО і ПР		1
3	Штатна чисельність працівників	чол.	14
4	Тривалість зміни	год.	8
5	Час роботи: Понеділок – п'ятниця Субота	год. год.	9 <sup>00</sup> - 18 <sup>00</sup> 9 <sup>00</sup> - 14 <sup>00</sup>

Таблиця 1.3 – Перелік робіт, виконуваних на постах (дільницях) СТО

№ п/п	Назва поста (зони)	Найменування виконуваних робіт
1.	Зона щоденного обслуговування	Миття поверхні автомобіля з використанням щіткової установки або установки ручного миття високого тиску. Протирання поверхні автомобіля.
2.	Універсальний пост поточного ремонту	Клепання гальмівних накладок. Ремонт і регулювання зчеплень. Ремонт передніх і задніх мостів. Ремонт коробок передач, роздавальних коробок. Ремонт карданних передач та рульових механізмів. Розбирання і складання окремих вузлів. Перевірка всіх систем двигуна перед та після ремонту. Ремонт шатунно-поршневої групи. Ремонт двигунів без повного розбирання. Розбирання і складання головок блоків циліндрів. Перевірка елементів генераторів, стартерів, комутаційної апаратури, допоміжного обладнання. Розбирання і складання генераторів і стартерів. Перевірка приладів системи запалювання та інформаційно-виміральної системи. Поточний ремонт та регулювання форсунок. Поточний ремонт паливного насоса високого тиску. Ремонт камер і покришок способом гарячої чи холодної вулканізації.

3.	Універсальний пост діагностики	Діагностування трансмісії, ходової частини, рульового керування. Діагностування двигуна і його систем з використанням мототестера та газоаналізатора. Діагностування електронного та електричного обладнання автомобіля
4.	Універсальний пост технічного обслуговування	Заправка і дозаправка моторною оливою, охолоджувальною та спеціальними рідинами. Обслуговування двигуна і його систем, електрообладнання. Обслуговування ходової частини, гальмівної системи, рульового керування. Обслуговування кузова, кабіни, оперення.

Організацію виробничого процесу технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування СТО можна описати за схемою, показаною на рис. 1.1

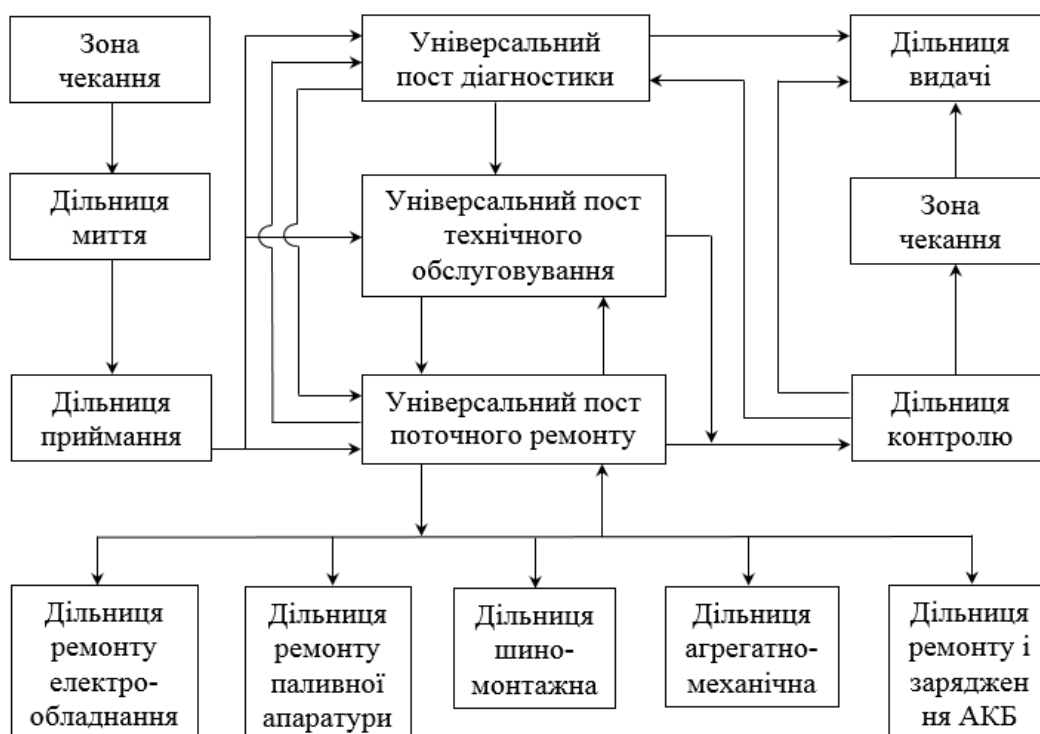


Рисунок 1.1 – Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

## 1.2 Особливості конструкції бензинового двигуна

Інженери компанії Opel впроваджують в двигуни ECOTEC технологію Twinport, яка полягає в наступному. Під час роботи двигуна в режимі часткових навантажень повітря в кожен циліндр надходить тільки через

канал одного впускного клапана, а другий впускний клапан коли відкривається, повітря через нього не надходить, так як його канал закривається спеціальною заслінкою.

Дросельна заслінка погіршує характеристики двигуна, оскільки перешкоджає надходженню свіжого заряду в циліндри двигуна, що в свою чергу спричиняє підвищенню розрідження у впускному колекторі. З метою усунення вище вказаного недоліку двигун оснащують системою рециркуляції, яка полягає в подачі у впускний колектор частину відпрацьованих газів. Отже, за рахунок цього, в колекторі зменшується розрідження, тим самим покращується наповнення циліндрів двигуна повітрям. Хоча при цьому дещо погіршується процес сумішоутворення, а також згоряння палива в режимі часткових навантажень, коли швидкість потоку свіжого заряду невелика.

З метою збільшення швидкості потоку свіжого заряду і перекривають повітроподачу через один клапан, встановивши заслінку. Потік повітря, що потрапляє в циліндри двигуна при цьому почнає інтенсивно завихрюватися у формі спіралі, що покращує сумішоутворення, охолодження стінок циліндрів і згоряння паливно-повітряної суміші. Додаткова заслінка другого клапана відкривається при великих навантаженнях, коли для ефективного наповнення циліндрів одного впускного каналу вже недостатньо. Використання технології Twinport в двигунах ECOTEC дозволяє знизити витрату палива на 6%.

Приведення в дію системи Twinport здійснюється через мембранний механізм вакуумного регулятора випередження запалювання, який відкриває і закриває заслінки у впускних каналах через загальну тягу управління.

Бензиновий двигун ECOTEC Z 14 XEP (рис. 1.2 і 1.3) – чотирициліндровий, з рядним вертикальним розташуванням циліндрів з чотирма клапанами на циліндр і двома розподільними валами в голівці блоку циліндрів, рідинного охолодження. Встановлюється на автомобілях Opel різних модифікацій.



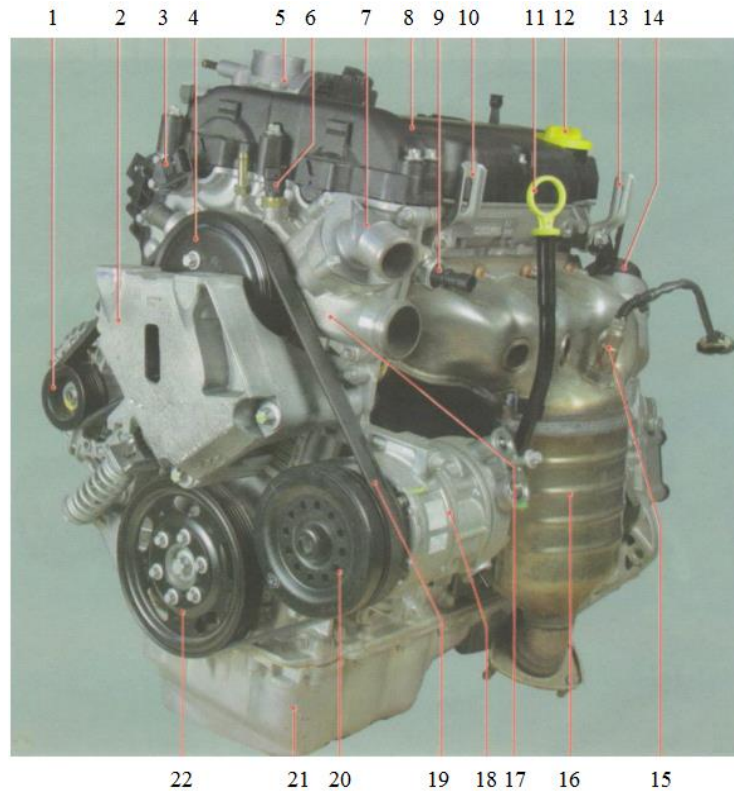


Рисунок 1.2 – Двигун ECOTEC Z 14 XER (вигляд зправа): 1 - шків генератора; 2 - кронштейн правої опори підвіски силового агрегату; 3 - датчик положення розподільного вала впускних клапанів (датчик фази); 4 - шків водяного насоса; 5 - дросельний вузол; 6 - датчик температури охолоджуючої рідини; 7 - корпус термостата; 8 - кришка головки блока циліндрів; 9 - датчик аварійного падіння тиску оливи; 10,13 - транспортні вушка; 11 - покажчик (щуп) рівня оливи; 12 - пробка оливозаливної горловини; 14 - корпус оливного фільтра; 15 - керуючий датчик концентрації кисню у відпрацьованих газах; 16 - катколектор; 17 - корпус водяної помпи; 18 - компресор кондиціонера; 19 - пас приводу допоміжних агрегатів; 20 - електромагнітна муфта приводу компресора кондиціонера; 21 - оливний картер; 22 - шків приводу допоміжних агрегатів

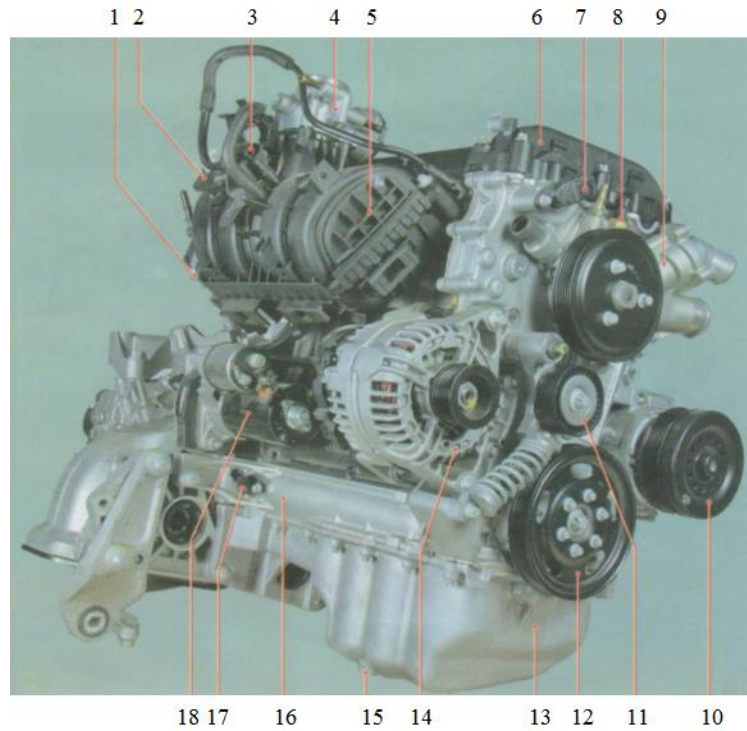


Рисунок 1.3 Двигун ECOTEC Z 14 XEP (вигляд зліва, кронштейн правої опори силового агрегату і ремінь приводу допоміжних агрегатів зняті): 1 - електронний блок керування двигуном; 2 - датчик абсолютного тиску повітря у впускному колекторі; 3 - електромагнітний клапан продувки адсорбера; 4 - дросельний вузол; 5 - впускний колектор; 6 - кришка головки блоку циліндрів; 7 - датчик положення розподільного валу впускних клапанів (датчик фази); 8 - датчик температури охолоджуючої рідини; 9 - водяний насос; 10 - електромагнітна муфта приводу компресора кондиціонера; 11 - ролик натяжного пристрою паса приводу допоміжних агрегатів; 12 - шків приводу допоміжних агрегатів; 13 - оливний картер; 14 - генератор; 15 - пробка отвору для зливу оливи; 16 - плита кришок корінних підшипників колінчастого вала; 17 - датчик положення колінчастого вала; 18 - стартер

### 1.3 Основні несправності бензинового двигуна

Основні несправності бензинового двигуна ECOTEC Z 14 XEP та способи їх усунення наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 Основні несправності бензинового двигуна ECOTEC Z 14 XEP та способи їх усунення

Причина несправності	Спосіб усунення
1	2
<b>Двигун не заводиться</b>	
<p>1. Немає тиску палива в рампі:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– засмічені трубопроводи</li> <li>– несправний паливна помпа</li> <li>– засмічений паливний фільтр</li> <li>– несправний регулятор тиску палива</li> </ul> <p>2. Несправна система запалювання.</p>	<p>Промити і продути паливний бак і паливопроводи.</p> <p>Замінити помпу.</p> <p>Замінити фільтр .</p> <p>Перевірити регулятор, несправний замінити.</p> <p>Перевірити стан свічок запалювання (нагар, вологість електродів, стан електродів і зазор), модуля запалювання , надійність електричного контакту в роз'ємі модуля запалювання</p>
<b>Двигун працює нестійко або глохне на холостому ходу</b>	
<p>1. Недостатній тиск в паливній рампі.</p> <p>2. Несправний регулятор холостого ходу.</p> <p>3. Підсмоктування повітря через шланги вентиляції картера двигуна і шланг, який з'єднує впускний колектор з вакуумним підсилювачем гальм.</p> <p>4. Несправна система запалювання.</p>	<p>Див. несправність «Двигун не заводиться».</p> <p>Замінити регулятор холостого ходу</p> <p>Підтягнути хомути кріплення, пошкоджені шланги замінити.</p> <p>Перевірити роботу системи регулювання кута випередження запалювання стробоскопом.</p>
<b>Двигун не розвиває повної потужності</b>	
<p>1. Неповне відкриття дросельної заслінки.</p> <p>2. Несправний датчик положення дросельної заслінки.</p> <p>3. Несправний датчик положення педалі акселератора.</p> <p>4. Недостатній тиск в паливній рампі.</p> <p>5. Забруднений повітряний фільтр.</p> <p>6. Несправна система запалювання.</p>	<p>Очистити або замінити дросельний вузол.</p> <p>Замінити дросельний вузол.</p> <p>Замінити педаль акселератора.</p> <p>Див. несправність «Двигун не заводиться».</p> <p>Замінити фільтруючий елемент.</p> <p>Див. несправності «Двигун не заводиться» і «Двигун працює нестійко або глохне на холостому ходу».</p>

<p>7. Недостатня компресія - нижче 1 МПа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пробита прокладка блока циліндрів</li> <li>– прогорання поршнів, поломка або залягання поршневих кілець</li>   <li>– погане прилягання клапанів до сідел</li>   <li>– надмірне спрацювання циліндрів і поршневих кілець</li> </ul>	<p>Замінити прокладку. Очистити кільця і канавки поршнів від нагару, пошкоджені кільця і поршень замінити. Замінити пошкоджені клапани, відшліфувати сідла. Замінити поршні, розточити і відхонінгувати циліндри.</p>
<b>Недостатній тиск оливи в прогрітому двигуні</b>	
<p>1. Використання оливи невідповідної марки.</p>	<p>Замінити оливу рекомендованою.</p>
<p>2. Розрідження або вспінювання оливи через проникнення в оливний картер палива або охолоджувальної рідини.</p> <p>3. Забруднення робочої порожнини або спрацювання деталей оливної помпи.</p> <p>4. Забруднення оливного фільтра.</p> <p>5. Послаблення кріплення або забруднення оливоприймача.</p> <p>6. Збільшений зазор між вкладишами корінних і шатунних підшипників і шийками колінчастого вала.</p> <p>7. Тріщини, пори в стінках оливних каналів блока циліндрів або забруднення оливних магістралей.</p> <p>8. Нещільне встановлення заглушок оливних каналів або їх відсутність.</p>	<p>Усунути причини проникнення в оливний картер палива або охолоджувальної рідини. Промити або відремонтувати оливну помпу. Замінити оливний фільтр. Закріпити оливоприймач, промити його фільтр.</p> <p>Прошліфувати шийки і замінити вкладиші.</p> <p>Відремонтувати блок циліндрів. При неможливості усунення дефекта замінити блок. Відновити герметичність заглушок, встановити відсутні заглушки.</p>
<b>Стук корінних підшипників колінчастого вала</b>	
<p>Зазвичай стукіт глухого тону, металевий. Виявляється при різкому відкритті дросельної заслінки на холостому ходу. Частота його збільшується з підвищенням частоти обертання колінчастого вала. Надмірний осьовий зазор колінчастого вала викликає стукіт різкіше, з нерівномірними проміжками, особливо помітними при плавному збільшенні і зменшенні частоти обертання колінчастого вала.</p>	
<p>1. Недостатній тиск оливи.</p> <p>2. Ослаблені болти кріплення маховика.</p> <p>3. Збільшений зазор між шийками і вкладишами корінних</p>	<p>Див. несправність «Недостатній тиск оливи в прогрітому двигуні».</p> <p>Затягнути болти.</p> <p>Прошліфувати шийки і замінити вкладиші.</p>

<p>підшипників. 4. Збільшений зазор між упорними фланцями вкладишів 4-го корінного підшипника і колінчастим валом.</p>	<p>Замінити вкладиші 4-го корінного підшипника новими, перевірити зазор.</p>
<b>Стук шатунних підшипників</b>	
<p>Переважно стук шатунних підшипників різкіший стуку корінних. Він прослуховується на холостому ході двигуна при різкому відкритті дросельних заслінок. Місце стуку легко визначити, відключаючи по черзі свічки запалювання.</p>	
<p>1. Недостатній тиск оливи. 2. Надмірний зазор між шатунними шийками колінчастого вала і вкладишами.</p>	<p>Див. несправність «Недостатній тиск оливи в прогрітому двигуні». Замінити вкладиші і прошліфувати шийки.</p>
<b>Стук поршнів</b>	
<p>Стук зазвичай недзвінкий, приглушений; викликається «биттям» поршня в циліндрі. Найкраще він прослуховується при малій частоті обертання колінчастого вала і під навантаженням</p>	
<p>1. Збільшений зазор між поршнями і циліндрами. 2. Надмірний зазор між поршневыми кільцями і канавками на поршні. 3. Неправильно встановлений поршень (зміщення отвору під поршневий палець направлено до лівої сторони двигуна).</p>	<p>Замінити поршні, розточити і відхонінгувати циліндри. Замінити кільця або поршні з кільцями. Встановити правильно поршень.</p>
<b>Підвищений шум газорозподільного механізму</b>	
<p>1. Знижений тиск оливи в системі мащення. 2. Поломка клапанної пружини . 3. Надмірний зазор між стержнем клапана і направляючою втулкою, викликаний їх зносом. 4. Знос кулачків розподільного вала. 5. Послаблення кріплення деталей, що приводяться в рух розподільним валом.</p>	<p>Див. несправність «Недостатній тиск оливи в прогрітому двигуні». Замінити пружину. Замінити клапан на клапан наступного ремонтного розміру, відповідно ровернувши отвір його направляючої втулки. Замінити розподільний вал. Перевірити і при необхідності підтягнути кріплення.</p>
<p><b>Стук на холодному двигуні, який чути протягом 2-3 хвилин після пуску і збільшуваний при збільшенні частоти обертання колінчастого вала</b></p>	
<p>Стук поршнів, що зникає після прогріву двигуна, не є ознакою несправності.</p>	
<p>1. Збільшений зазор між поршнями і циліндрами.</p>	<p>При постійному стуку замінити поршні, розточити і відхонінгувати циліндри.</p>

1	2
<b>Короткочасні стуки відразу після пуску двигуна</b>	
1. Використання оливи невідповідної марки (зі зниженою в'язкістю).	Замінити оливу на рекомендовану.
2. Збільшений осьовий зазор колінчастого вала.	Замінити вкладиші 4-го корінного підшипника.
3. Збільшений зазор в передньому корінному підшипнику	Замінити вкладиші переднього корінного підшипника.
<b>Стуки в прогрітому двигуні в режимі холостого ходу</b>	
1. Ослаблення натягу, знос ременя приводу допоміжних агрегатів.	Замінити пас приводу допоміжних агрегатів.
2. Шум деталей газорозподільного механізму.	Див. несправність «Повишений шум газорозподільного механізму».
3. Використання оливи невідповідної марки.	Замініть оливу на рекомендовану.
4. Збільшені зазори між поршневими пальцями і отворами в бобишках поршнів.	Замінити поршні і пальці.
5. Збільшені зазори між шатунними шийками колінчастого вала і вкладишами.	Замінити вкладиші і прошліфувати шийки.
6. Непаралельні вісі верхньої та нижньої головок шатуна.	Замінити шатун.
7. Неправильно встановлений поршень (зміщення отвору під поршневий палець направлено до лівої сторони двигуна)	Встановити правильно поршень.
<b>Сильні стуки в прогрітому двигуні при збільшенні частоти обертання колінчастого вала</b>	
1. Поломка демпфера крутильних коливань або ступиці шківів.	Заміна пошкодженої деталі.
2. Надмірно натягнуто пас приводу допоміжних агрегатів або поява на ньому тріщин і розривів.	Відрегулювати натяг паса, замінити пошкоджений пас.
3. Послаблення кріплення маховика.	Затягнути болти кріплення маховика.
4. Надмірне збільшення зазорів між вкладишами шатунних і корінних підшипників колінчастого вала.	Перешліфувати шийки під ремонтний розмір і замінити вкладиші.
<b>Підвищена вібрація двигуна</b>	
1. Дисбаланс колінчастого вала.	Зняти і відбалансувати колінчастий вал.
2. Неоднакове значення компресії в циліндрах.	Перевірити компресію в циліндрах.
3. Подушки підвіски силового	Замінити подушки.

агрегату сильно спрацьовані або затверділи. 4. Послаблено кріплення шківів.	Підтягнути кріплення.
<b>Детонаційні стуки двигуна під час роботи з навантаженням</b>	
1. Використання бензину з пониженим октановим числом. 2. Несправний електронний блок керування двигуном.	Залити бензин з відповідним октановим числом. Замінити блок.
<b>Перегрів двигуна</b>	
1. Недостатня кількість рідини в системі охолодження. 2. Забруднена зовнішня поверхня радіатора. 3. Несправний термостат. 4. Несправний електровентилятор системи охолодження. 5. Несправний клапан пробки радіатора (постійно відкритий, через що система знаходиться під атмосферним тиском).	Долити охолоджувальну рідину в систему охолодження. Очистити зовнішню поверхню радіатора струменем води. Замінити термостат. Перевірити електродвигун вентилятора, датчик температури охолоджувальної рідини, реле включення вентилятора. Несправні вузли замінити. Замінити пробку розширювального бачка.

#### 1.4 Висновки до розділу та завдання кваліфікаційної роботи

Одним з найважливіших завдань, які ставлять перед працівниками СТО є збільшення якості технічного обслуговування і ремонту легкових автомобілів.

На основі аналізу виробничої діяльності СТО можна стверджувати, що фактичний рівень технічної оснащеності робіт ТО і ПР автомобілів відповідає нормативному. Проте, рівень забезпечення виробничими приміщеннями і робітниками, а також рівень завантаження робочих постів, не відповідають нормативному значенню.

Тому, основним завданням кваліфікаційної роботи є удосконалення організації робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів, яке передбачає технічне переозброєння виробничих підрозділів СТО.

Усунення недоліків, визначених в існуючому виробничому підрозділі при технологічному проектуванні дільниці планується за рахунок виконання наступних заходів:

— підбір необхідної кількості виробничих робітників у відповідності з розрахунками трудомісткості робіт у виробничому підрозділі;

— підбір та раціональне розміщення необхідного технологічного обладнання та технічного оснащення для ТО і ПР;

— організації робіт розробка технологічного процесу та технологічної документації по виконанню ТО і ПР у підрозділі, що проектується;

— підготовка виробничих робітників до роботи на сучасному обладнанні та відповідно до сучасних технологій ТО і ПР автомобілів з електронним керуванням.



## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 2.1 Розрахунок виробничої програми станції технічного обслуговування

##### 2.1.1 Розрахунок трудомісткості технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів

Згідно статистичних даних Територіального сервісного центру 4645 регіонального сервісного центру МВС у Львівській області, приймаємо для розрахунку трудомісткості технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах СТО (табл. 2.1):

Таблиця 2.1 – Кількість автомобілів середнього класу, що належить населенню м. Стрий, у зоні дії СТО

Показники	Одиниці виміру	Значення показника
Чисельність населення	чол.	58571
Кількість автомобілів малого класу (робочий об'єм двигуна від 1,2 до 1,8 л, суха маса автомобіля від 850 до 1150 кг) на 1000 мешканців	од.	42
Середньорічний пробіг одного автомобіля	км	8000

Кількість автомобілів (на 1000 мешканців) визначаємо за формулою:

$$N_i = M \cdot n_i, \text{ одиниць} \quad (2.1)$$

де  $M$  - кількість населення,  $M = 58571$  чол. (табл. 2.1);  $n$  - число автомобілів на 1000 мешканців,  $n = 42$  од. (табл. 2.1).

Отже,

$$N_i = 58571 \cdot \frac{42}{1000} = 2460 \text{ одиниць}$$

Кількість автомобілів, що умовно обслуговуються за рік на СТО визначаємо за формулою:

$$N_i^P = N_i \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \text{ одиниць} \quad (2.2)$$

де  $N_i$  - кількість автомобілів середнього класу у зоні дії СТО, од.;  $K_1$  - коефіцієнт попиту послуг СТО,  $K_1 = 0,5 \dots 0,75$  [11];  $K_2$  - коефіцієнт, який

враховує транзитний транспорт,  $K_2 = 1,1 \dots 1,2$  [11];  $K_3$  - коефіцієнт, який враховує приріст парку автомобілів,  $K_3 = 1,0 \dots 1,2$  [?];  $K_4$  - коефіцієнт, який враховує клас автомобіля,  $K_4 = 0,8$  [11].

Отже,

$$N_i^P = 2460 \cdot 0,6 \cdot 1,15 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \approx 1494 \text{ одиниць}$$

Річний пробіг автомобілів, що обслуговуються за рік на СТО визначаємо за формулою:

$$L_i^P = N_i^P \cdot L_{CP}, \text{ км} \quad (2.3)$$

де  $L_{CP}$  - середньорічний пробіг автомобіля,  $L_{CP} = 8000$  км (табл. 2.1)

Отже,

$$L_i^P = 1494 \cdot 8000 = 11952000 \text{ км}$$

Обсяг робіт СТО з обслуговування та поточного ремонту автомобілів визначаємо за формулою:

$$T_{ГО-ПР} = \frac{L_i^P \cdot t_i}{1000}, \text{ люд.} \cdot \text{год.} \quad (2.4)$$

де  $t_i$  - питома трудомісткість технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів,  $t_i = 2,3$  люд. · год. [11].

Отже,

$$T_{ГО-ПР} = \frac{11952000 \cdot 2,3}{1000} = 27489,6 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Річний обсяг мийних робіт розраховуємо за формулою:

$$T_{ИМ}^P = N_i^P \cdot d \cdot t_{ИМ}, \text{ люд.} \cdot \text{год.} \quad (2.5)$$

де  $N_i^P$  - кількість автомобілів, що умовно обслуговуються за рік на СТО, од.;  $d$  - число заїздів автомобіля на СТО за 1000 кілометрів пробігу, одиниць,  $d = 1 \dots 3$  [11];  $t_{ИМ}$  - трудомісткість виконання прибирально-мийних робіт по одному заїзду,  $t_{ИМ} = 0,25$  люд. · год. [11].

Отже,

$$T_{ИМ}^P = 1494 \cdot 2 \cdot 0,25 = 747 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Річний обсяг робіт по антикорозійній обробці автомобілів на СТО визначаємо за формулою:

$$T_{AO}^P = 0,25 \cdot N_i^P \cdot d \cdot t_{AO} , \text{ люд.} \cdot \text{год.} \quad (2.6)$$

де 0,25 - кількість заїздів на СТО за рік;  $t_{AO}$  - трудомісткість виконання антикорозійної обробки в умовах СТО,  $t_{AO} = 1,2$  люд. · год. [11].

Отже,

$$T_{AO}^P = 0,25 \cdot 1494 \cdot 2 \cdot 1,2 = 896,4 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Річний обсяг робіт з передпродажної підготовки автомобілів визначаємо за формулою:

$$T_{III}^P = n_{II}^P \cdot t_{III} , \text{ люд.} \cdot \text{год.} \quad (2.7)$$

де  $n_{II}^P$  - кількість проданих автомобілів за рік,  $n_{II}^P = 15$  од.;  $t_{III}$  - трудомісткість передпродажної підготовки одного автомобіля,  $t_{III} = 3,5$  люд. · год.

Отже,

$$T_{III}^P = 15 \cdot 3,5 = 52,5 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Загальний обсяг робіт, що виконуються на станції технічного обслуговування, визначаємо за формулою:

$$T_{СТО}^P = T_{ТО-ПР}^P + T_{ПМ}^P + T_{АО}^P + T_{III}^P , \text{ люд.} \cdot \text{год.} \quad (2.8)$$

де  $T_{ТО-ПР}^P$  - річний обсяг робіт з обслуговування та поточного ремонту автомобілів, люд. · год.;  $T_{ПМ}^P$  - річний обсяг робіт прибирально-мийних робіт, люд. · год.;  $T_{АО}^P$  - річний обсяг робіт по антикорозійній обробці автомобілів, люд. · год.;  $T_{III}^P$  - річний обсяг робіт з передпродажної підготовки автомобілів, люд. · год..

Отже,

$$T_{СТО}^P = 27489,6 + 747 + 896,4 + 52,5 = 29185,5 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Розподіл річної трудомісткості робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів за видами робіт, за місцем їх виконання та мийки наведено у таблиці 2.2 згідно існуючого положення на СТО.

Таблиця 2.2 – Розподіл трудомісткості технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на СТО

Роботи	Розподіл обсягу робіт		Розподіл за місцем виконання			
			на постах		на дільницях	
	%	люд.·год.	%	люд.·год.	%	люд.·год.
1	2	3	4	5	6	7
Діагностичні	4	1167,42	100	1167,42	-	-
ТО у повному обсязі	15	4377,86	100	4377,86	-	-
Масильні	3	875,56	100	875,56	-	-
Регулювання кутів коліс	4	1167,42	100	1167,42	-	-
Ремонт і регулювання гальм	3	875,56	100	875,56	-	-
Електротехнічні	4	1167,42	80	933,94	20	233,48
Обслуговування систем живлення	4	1167,42	70	817,20	30	350,22
Акумуляторні	2	583,71	10	58,37	90	525,34
Шино-монтажні	2	583,71	30	175,11	70	408,60
Ремонт вузлів і агрегатів	8	2334,84	50	1167,42	50	1167,42
Кузовні	25	7296,38	75	5472,29	25	1824,09
Малярні та антикорозійні	16	4669,68	100	4669,68	-	-
Оббивальні	3	875,56	50	437,78	50	437,78
Слюсарні	7	2042,96	-	-	100	2042,96
Разом	100	29185,50		22555,61		6629,89

### 2.1.2 Розрахунок річної трудомісткості самообслуговування СТО

Обсяг допоміжних робіт на СТО складає 20...30% від загального обсягу робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів.

Прибирання приміщень і території – 15...20%; приймання, зберігання, видача матеріальних цінностей – 20%; транспортні роботи – 10%, а також роботи по самообслуговуванню підприємства, які виконуються в самостійному підрозділі – у відділі головного механіка або у відповідних виробничих дільницях, якщо ця трудомісткість не перевищує 10000 люд.-год.

Обсяг робіт з самообслуговування на СТО становить 45...55% від обсягу допоміжних робіт, тобто до 10...15% від загального обсягу робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів.

Річний обсяг робіт з самообслуговування визначаємо за формулою:

$$T_{САМ}^P = (0,1...0,15) \cdot T_{СТО}^P, \text{ люд.} \cdot \text{год.} \quad (2.9)$$

де  $T_{СТО}^P$  - річний обсяг робіт, що виконуються на станції технічного обслуговування, люд. · год..

Отже,

$$T_{САМ}^P = 0,1 \cdot 29185,5 = 2918,55 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Допоміжних персонал виконує – 45...55% робіт.

Річний обсяг цих допоміжних робіт з визначаємо за формулою:

$$T_{ДОП}^P = (0,2...0,3) \cdot T_{СТО}^P, \text{ люд.} \cdot \text{год.} \quad (2.10)$$

Отже,

$$T_{ДОП}^P = 0,2 \cdot 29185,5 = 5837,1 \text{ люд.} \cdot \text{год.}$$

Таблиця 2.3 – Розподіл трудомісткості робіт з самообслуговування за видами робіт на СТО

Види робіт	Співвідношення, %	Кількість, люд.-год.
Електротехнічні	25	2188,91
Механічні	10	875,56
Слюсарні	16	1400,91
Ковальські	2,0	175,11
Зварювальні	4,0	350,22
Жерстяницькі	4,0	350,22
Мідницькі	1,0	87,55
Трубопровідні	22	1926,26
Ремонтно-будівельні та деревообробні	16	1400,91
Разом	100	8755,65

### 2.1.3 Розрахунок кількості робочих і допоміжних постів

Річний фонд робочого часу постів розраховуємо виходячи з умов роботи спеціалістів для шкідливих умов праці - 36 годин на тиждень і для нормальних умов праці - 40 годин на тиждень за формулою:

$$\Phi_{\Pi}^P = D_P^P \cdot T_{3M} \cdot n \cdot \tau, \text{ год.} \quad (2.11)$$

де  $D_P^P$  - число днів роботи станції на рік,  $D_P^P = 305$  днів (табл. 1.2);  $T_{3M}$  - тривалість зміни, виходячи з умов праці,  $T_{3M} = 8$  год. (табл. 1.2);  $n$  - число змін,  $n = 1$  (табл. 1.2);  $\tau$  - коефіцієнт використання робочого часу поста,  $\tau = 0,94$  [11].

Отже,

$$\Phi_{\Pi}^P = 305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,94 = 2293,6 \text{ год.}$$

Число робочих постів для робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів визначаємо за формулою:

$$T_{\text{го-пр}}^{PB} = \sum_{i=1}^i \frac{T_{\Pi}^i}{\Phi_{\Pi}^i \cdot P_{\Pi}^i}, \text{ постів} \quad (2.12)$$

де  $T_{\Pi}^i$  - річна трудомісткості робіт  $i$  - поста, люд.· год. (табл. 2.2);  $\Phi_{\Pi}^i$  - фонд робочого часу  $i$  - поста,  $\Phi_{\Pi}^i = 2293,6$  год. (формула 2.11);  $P_{\Pi}^i$  - середнє число робочих на одному  $i$  - поста,  $P_{\Pi}^i = 1-2$  особи (для кузовних, малярних) та  $P_{\Pi}^i = 1$  особа (для поста з антикорозійної обробки).

Звідси,

- для діагностичних робіт

$$T_{\text{го-пр}}^I = \frac{1167,42}{2293,6 \cdot 1} = 0,51 \approx 1 \text{ пост}$$

- для робіт з технічного обслуговування в повному обсязі

$$T_{\text{го-пр}}^{II} = \frac{4377,86}{2293,6 \cdot 1} = 1,91 \approx 2 \text{ пости}$$

- для мастильних робіт

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{III}} = \frac{875,56}{2293,6 \cdot 1} = 0,38 \approx 1 \text{ пост}$$

- для робіт з регулювання кутів коліс

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{IV}} = \frac{1167,42}{2293,6 \cdot 1} = 0,51 \approx 1 \text{ пост}$$

- для робіт з ремонту і регулювання гальм

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{V}} = \frac{875,56}{2293,6 \cdot 1} = 0,38 \approx 1 \text{ пост}$$

- для електротехнічних робіт

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{VI}} = \frac{1167,42}{2293,6 \cdot 1} = 0,51 \approx 1 \text{ пост}$$

- для робіт з обслуговування систем живлення

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{VII}} = \frac{1167,42}{2293,6 \cdot 1} = 0,51 \approx 1 \text{ пост}$$

- для акумуляторних робіт

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{VIII}} = \frac{583,71}{2293,6 \cdot 1} = 0,25 \approx 1 \text{ пост}$$

- для шино-монтажних робіт

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{IX}} = \frac{583,71}{2293,6 \cdot 1} = 0,25 \approx 1 \text{ пост}$$

- для робіт з ремонту вузлів і агрегатів

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{X}} = \frac{2334,84}{2293,6 \cdot 1} = 1,01 \approx 2 \text{ пости}$$

- для кузовних робіт

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{XI}} = \frac{7296,38}{2293,6 \cdot 1} = 3,18 \approx 4 \text{ пости}$$

- для оббивальних робіт

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{XII}} = \frac{875,56}{2293,6 \cdot 1} = 0,38 \approx 1 \text{ пост}$$

- для слюсарних робіт

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{XIII}} = \frac{2042,96}{2293,6 \cdot 1} = 0,89 \approx 1 \text{ пост}$$

Отже,

$$T_{\text{ТО-ПР}}^{\text{РБ}} = 1 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 4 + 1 + 1 = 18 \text{ постів}$$

Добову кількість заїздів автомобілів для виконання прибирально-мийних робіт розраховуємо за формулою:

$$N_{\text{Д}} = \frac{N_i^{\text{Р}} \cdot d}{D_{\text{Р}}^{\text{Р}}}, \text{ одиниць} \quad (2.13)$$

де  $N_i^{\text{Р}}$  - кількість автомобілів, що умовно обслуговуються за рік на СТО, од. (формула 2.2);  $d$  - число заїздів автомобіля на СТО за 1000 кілометрів пробігу, одиниць,  $d = 1 \dots 3$  [11];  $D_{\text{Р}}^{\text{Р}}$  - число днів роботи станції на рік,  $D_{\text{Р}}^{\text{Р}} = 305$  днів (табл. 1.2).

Отже,

$$N_{\text{Д}} = \frac{1494 \cdot 2}{305} = 9,79 \approx 10 \text{ одиниць}$$

З огляду на добову кількість заїздів автомобілів розраховуємо необхідну кількість постів прибирально-мийних робіт:

$$X_{\text{ЩО}}^{\text{РБ}} = \frac{N_{\text{Д}} \cdot \varphi_{\text{ЩО}}}{T_{\text{Р}} \cdot A_{\text{У}} \cdot \eta}, \text{ постів} \quad (2.14)$$

де  $\varphi_{\text{ЩО}}$  - коефіцієнт нерівномірності заїзду автомобілів на пост прибирально-мийних робіт,  $\varphi_{\text{ЩО}} = 1,2$  [11];  $T_{\text{Р}}$  - добова тривалість роботи поста прибирально-мийних робіт,  $T_{\text{Р}} = T_{\text{ЗМ}} = 8$  год (табл. 1.2);  $A_{\text{У}}$  - продуктивність мийного устаткування,  $A_{\text{У}} = 50$  од/год. [11];  $\eta$  - коефіцієнт використання робочого часу поста,  $\eta = 0,9$  [11].

Отже,

$$X_{\text{ЩО}}^{\text{РБ}} = \frac{10 \cdot 1,2}{8 \cdot 50 \cdot 0,9} = 0,033 = 1 \text{ пост}$$



Число постів розраховується в залежності від кількості заїздів автомобілів на СТО і часу їх приймання:

$$X_{\text{ПР}}^{\text{ДП}} = \frac{N_i^P \cdot d \cdot \varphi}{D_P^P \cdot T_{\text{ПР}} \cdot A_{\text{ПР}}}, \text{ постів} \quad (2.15)$$

де  $N_i^P$  - кількість автомобілів, що умовно обслуговуються за рік на СТО, од. (формула 2.2);  $d$  - число заїздів автомобіля на СТО за 1000 кілометрів пробігу, одиниць,  $d = 1 \dots 3$  [11];  $\varphi$  - коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів,  $\varphi = 1,5$  [11];  $D_P^P$  - число днів роботи станції на рік,  $D_P^P = 305$  днів (табл. 1.2);  $T_{\text{ПР}}$  - тривалість роботи зони приймання автомобілів,  $T_{\text{ПР}} = T_{\text{ЗМ}} = 8$  год (табл. 1.2);  $A_{\text{ПР}}$  - пропускна здатність поста приймання автомобілів,  $A_{\text{ПР}} = 2$  од/год. [11].

Отже,

$$X_{\text{ПР}}^{\text{ДП}} = \frac{1494 \cdot 2 \cdot 1,5}{305 \cdot 8 \cdot 2} = 0,92 = 1 \text{ пост}$$

На виробничих дільницях передбачаються також автомобіле-місця чекання обслуговування, ремонту знятих з автомобіля агрегатів, вузлів із розрахунку 0,3...0,5 на один робочий пост.

$$X_{\text{Ч}}^{\text{ДП}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot X_{\text{ТО-ПР}}^{\text{РБ}}, \text{ місце} \quad (2.16)$$

де  $X_{\text{ТО-ПР}}^{\text{РБ}}$  - число робочих постів для робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів,  $X_{\text{ТО-ПР}}^{\text{РБ}} = 18$  постів. (формула 2.12);

Отже,

$$X_{\text{Ч}}^{\text{ДП}} = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ місце}$$

Автомобіле-місця для зберігання відремонтованих автомобілів розраховуємо в залежності від добової кількості заїздів на СТО та середнього часу перебування автомобіля після обслуговування або ремонту за формулою.

$$X_{3BA}^{ДП} = \frac{N_C \cdot T_{П}}{T_B}, \text{ місць} \quad (2.17)$$

де  $N_C$  - середня добова кількість заїздів автомобілів на СТО,  $N_C \approx 10$  [11];  
 $T_{П}$  - середній час перебування автомобіля на СТО після ТО,  $T_{П} = 4$  год. [11];  
 $T_B$  - тривалість роботи дільниці видачі автомобілів,  $T_B = T_{3M} = 8$  год (табл. 1.2).;

Отже,

$$X_{3BA}^{ДП} = \frac{10 \cdot 4}{8} = 5 \text{ місць}$$

Так як СТО може здійснювати продаж автомобілів, тоді на території необхідно передбачити відкриті автомобілемісця для продажу. При цьому кількість автомобілемісць на відкритій стоянці визначаємо за формулою:

$$X_{МАГ}^{ДП} = \frac{N_{П} \cdot N_3}{D_{М РОБ}}, \text{ місць} \quad (2.17)$$

де  $N_{П}$  - кількість автомобілів проданих протягом року. Приймаємо  $N_{П} = 10$  од.;  $N_3$  - запас продукції у днях,  $N_3 = 10$  од. [11];  $D_{РОБ}$  - кількість робочих днів магазину на рік,  $D_{РОБ} = 253$  дні.

Отже,

$$X_{МАГ}^{ДП} = \frac{10 \cdot 10}{253} = 0,395 = 1 \text{ місце}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Допоміжні пости та автомобілемісця на СТО

Назва постів та автомобілемісць	Кількість, одиниць
Допоміжних постів приймання	2
Допоміжні пости на дільниці видачі автомобілів	2
Допоміжні пости сушки на посту прибирально - мийних робіт	1
Допоміжні пости сушіння після фарбування	2
Автомобілемісця чекання	9
Автомобілемісця для зберігання відремонтованих автомобілів	5
Відкриті автомобілемісця для магазину	1
Разом:	22

## 2.2 Розрахунок чисельності виробничого персоналу

Чисельність виробничого персоналу залежить від трудомісткості робіт та номінального чи дійсного річного фонду робочого часу працівників.

Явочну чисельність персоналу розраховуємо за формулою:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_{\text{ВП}}}{\Phi_{\text{н}}} , \text{ осіб} \quad (2.18)$$

де  $T_{\text{ВП}}$  - трудомісткість виконуваних робіт у виробничому підрозділі (ремонті вузлів і агрегатів),  $T_{\text{ВП}} = 2334,84$  люд.· год. (табл. 2.2);  $\Phi_{\text{н}}$  - номінальний річний фонд робочого часу працівника, год.

Звідси,

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{р}} \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{пс}} \cdot t_{\text{с}} , \text{ год.} \quad (2.19)$$

де  $D_{\text{р}}$  - кількість робочих днів на рік,  $D_{\text{р}} = 305$  днів (табл. 1.2);  $t_{\text{зм}}$  - тривалість зміни,  $t_{\text{зм}} = 8$  год. (табл. 1.2);  $D_{\text{пс}}$  - кількість передсвяткових днів за рік,  $D_{\text{пс}} = 9$  днів [11];  $t_{\text{с}}$  - скорочення робочого часу в передсвятковий день,  $t_{\text{с}} = 1$  год. [11].

Отже,

$$\Phi_{\text{н}} = 305 \cdot 8 - 9 \cdot 1 = 2431 \text{ год.}$$

$$P_{\text{я}} = \frac{2334,84}{2431} = 0,96 \approx 1 \text{ особа}$$

Штатну чисельність працівників визначається за формулою:

$$P_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{ВП}}}{\Phi_{\text{д}}} , \text{ осіб} \quad (2.20)$$

де  $\Phi_{\text{д}}$  - дійсний річний фонд робочого часу працівника, год.

Звідси,

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - (N_{\text{в}} + N_{\text{шт}})_{\text{р}} \cdot t_{\text{з}} , \text{ год.} \quad (2.21)$$

де  $N_B$  - тривалість чергової відпустки для працівників даної професії,  $N_B = 28$  днів (для робітників з нормальними умовами праці) [11];  $N_{III}$  - середня тривалість відпустки працівників з поважних причин,  $N_{III} = 6$  днів [11].

Отже,

$$\Phi_D = 2431 - (28 + 6) \cdot 8 = 2159 \text{ год.}$$

$$P_{III} = \frac{2334,84}{2159} = 1,08 \approx 2 \text{ особи}$$

Визначаємо чисельність працівників для дільниць і постів СТО. Результати розрахунків наведено у таблиці 2.5

Таблиця 2.5 Розрахункова чисельність працівників СТО

Роботи	Чисельність працівників, осіб	
	явочна	штатна
Діагностичні	1	1
ТО у повному обсязі	2	3
Мастильні	1	1
Регулювання кутів коліс	1	1
Ремонт і регулювання гальм	1	1
Електротехнічні	1	1
Обслуговування систем живлення	1	1
Акумуляторні	1	1
Шино-монтажні	1	1
Ремонт вузлів і агрегатів	1	2
Кузовні	3	4
Малярні та антикорозійні	2	3
Оббивальні	1	1
Слюсарні	1	1
Разом:	18	22

### 2.3 Визначення площ виробничих приміщень

Площу зон зберігання, ТО, ПР визначаємо за формулою:

$$F_{ОСН} = F_{ЩО} + F_{ТО-ПР} + F_{ЗБ}, \text{ м}^2 \quad (2.22)$$

де  $F_{\text{ЩО}}$  - площа зони щоденного обслуговування,  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{ТО-ПР}}$  - площа зони технічного обслуговування та поточного ремонту,  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{ЗБ}}$  - площа зони зберігання автомобілів,  $\text{м}^2$ ;

Звідси,

$$F = X \cdot f \cdot K, \text{ м}^2 \quad (2.23)$$

де  $X$  - кількість постів ТО, ПР або місць для зберігання автомобілів  $f$  - площа, яку займає автомобіль,  $f = 5,32 \dots 8,2 \text{ м}^2$  [11];  $K$  - коефіцієнт щільності розставлення автомобілів,  $K = 4,5$  (для постів),  $K = 2,5$  (для місць відкритого зберігання автомобілів) [11].

Отже,

$$F_{\text{ЩО}} = 1 \cdot 8,2 \cdot 4,5 = 36,9 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ТО-ПР}} = 18 \cdot 8,2 \cdot 4,5 = 664,2 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ЗБ}} = 5 \cdot 8,2 \cdot 4,5 = 147,6 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ОСН}} = 36,9 + 664,2 + 147,6 = 848,7 \text{ м}^2$$

Площу складських приміщень певного типу на СТО визначаємо за формулою:

$$F_{\text{СК}} = \frac{S \cdot N_i^P}{1000}, \text{ м}^2 \quad (2.23)$$

де  $S$  - площа складського приміщення на 1000 комплексно обслуговуваних автомобілів,  $S = 72 \text{ м}^2$  [11];  $N_i^P$  - кількість автомобілів, що умовно обслуговуються за рік на СТО,

$$N_i^P = 1494 \text{ од. (формула 2.1).}$$

Площа складських приміщень складає: для складу запасних частин –  $32 \text{ м}^2$ ; для складу двигунів, агрегатів та вузлів –  $12 \text{ м}^2$ ; для складу експлуатаційних матеріалів –  $6 \text{ м}^2$ ; для складу шин –  $8 \text{ м}^2$ ; для складу лакофарб –  $4 \text{ м}^2$ ; для складу мастильних матеріалів –  $6 \text{ м}^2$ ; для складу кисню і ацетилену в балонах –  $4 \text{ м}^2$ .

Отже,

$$F_{СК} = \frac{72 \cdot 1494}{1000} = 107,56 \text{ м}^2$$

Площі адміністративно-побутових приміщень залежать від чисельності персоналу СТО та кількості робочих постів.

Для міських станцій технічного обслуговування автомобілів передбачається приміщення для клієнтів, площа якого приймається з розрахунку 9 - 12 м<sup>2</sup> на один робочий пост. Отже,  $F_{Ад} = 162...216 \text{ м}^2$ .

Площа побутових приміщень приймається за наступними нормами: на один кран умивальної кімнати не більше 10 осіб; на одну душову кабінку не більше 5 осіб; на один унітаз не більше 20 осіб. Тоді з урахуванням норм на 22 особи отримуємо: 3 крани, 5 душових і 2 унітази.

Площа умивальні - 1,0 м<sup>2</sup> на один кран, площа душової - 2,0 м<sup>2</sup> на одну душову сітку, площа туалету - 2,5 м<sup>2</sup> на один унітаз. Отже,  $F_{УМ} = 3 \text{ м}^2$ ,  $F_{ДУШ} = 10 \text{ м}^2$ ,  $F_T = 5 \text{ м}^2$ .

Остаточо приймаємо  $F_{АПП} = 234 \text{ м}^2$

## 2.4 Розрахунок площі ділянки ремонту двигунів

### 2.4.1 Вибір технологічного обладнання

До технологічного обладнання відносять стаціонарні і переносні верстати, прилади, необхідні для виконання робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу.

До організаційного оснащення відносять шафи, столи, стелажі для зберігання агрегатів, вузлів і деталей, підставки під обладнання, ящики, які займають площу відділення.

До технологічного оснащення відносять пристрої та інструменти, необхідні для виконання робіт у відділенні.

Кількість основного обладнання визначаємо за ступінню його використання. Якщо обладнання використовується повністю на протязі зміни, кількість одиниць цього обладнання  $Q_{об}$  розраховуємо за трудомісткістю виконаних на ньому робіт за формулою:

$$Q_{OB} = \frac{T_{OB}}{\Phi_{OB}}, \text{ одиниць} \quad (2.24)$$

де  $T_{об}$  – річна трудомісткість робіт, виконувана на даному обладнанні, люд.-год.  $\Phi_{об}$  – ефективний фонд часу одиниці обладнання, год.

При періодичному використанні обладнання підбирається за умови виконання всіх операцій технологічного процесу проектованого підрозділу і забезпечення максимальної механізації і автоматизації всіх операцій з врахуванням найновіших досягнень в області розробки авторемонтного і діагностичного обладнання. При підборі обладнання необхідно використовувати схему технологічного процесу підрозділу.

В більшості випадків обладнання, яке необхідне для виконання робіт в виробничому відділенні підбирається по технологічній необхідності, так як воно використовують періодично. Тип і марка обладнання підбирається відповідно до вимог технологічного процесу виробництва.

Підібране обладнання, організаційне і технологічне оснащення подані у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Відомість технологічного обладнання

№ п/п	Назва	Тип, модель	Зовнішній вигляд	Кількість	Габаритні розміри, мм	Площа, м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1	Мийна ванна для деталей	Flexbimes 5903		1	700×500	0,35
2	Мийна машина (мийка великих деталей, вузлів, агрегатів)	MAGIDO L916		1	1460×1670	2,44

3	Верстат для розточування циліндрів двигуна	277П		1	1200×1170	1,4
4	Верстат для хонінгування циліндрів двигуна	3К833		1	1300×1470	1,91
5	Слюсарний верстак двотумбовий	01-205-GL		1	1600×866	1,39
6	Лещата	100MM INTER- TOOL HT- 0051		1	100×320	0,032
7	Тумба інструментальна пересувна	ТИП-1		1	450×500	0,22
8	Прилад універсальний для перевірки і правки шатунів	221 Ш		1	580×260	0,15
9	Прилад для визначення пружності клапанних пружин і поршневих кілець	КИ - 40		1	570×170	0,097
10	Стенд для запресування поршневих пальців			1	900×400	0,36
11	Стенд кантувач для ремонту двигунів	R11 RAV		1	1490×900	1,34
12	Підвісна кран-балка	ПТ-054		1	4000×1500	6,0
13	Верстат для шліфування клапанів	SERDI HVR90		1	805×866	0,7



14	Верстат для притирання клапанів	SERDI S3.0		1	1440×1050	1,51
15	Шафа для зберігання деталей ШПГ і ГРМ	СШИ-01.10.00		1	950×500	0,48
16	Стенд для розбирання і збирання головок блоків циліндрів			1	870×400	0,35
17	Стенд для випробовування масляних насосів	СТ.441429		1	2400×2000	4,8
18	Стенд для випробовування компресорів	АКТБ - 133		1	884×710	0,63
19	Скрина для відходів			1	700×400	0,28
20	Скрина для обтиральних матеріалів	2249 -П		1	800×400	0,32
Разом						24,76

#### 2.4.2 Розрахунок площі дільниці з урахуванням необхідних проходів

Якщо у відділенні розміщення автомобіля чи кузова не передбачено, то площу відділення розраховуємо за формулою:

$$F_{від} = f_{об}^{заг} \cdot K_{щ} \quad (2.25)$$

де  $f_{об}^{заг}$  - загальна площа технологічного обладнання у відділенні,  $f_{об}^{заг} = 24,76 \text{ м}^2$  (табл. 2.6);  $K_{щ}$  - коефіцієнт щільності розставлення обладнання за ВНТП 46-16-95,  $K_{щ} = 4$  [2].

Отже,

$$F_{від} = 24,76 \cdot 4 = 99 \text{ м}^2$$

Приймаємо  $F_{від} = 99 \text{ м}^2$ .

При виконанні планування розміри приміщення дільниці ремонту двигунів вибираємо  $9 \times 11 \text{ м}$ .

## РОЗДІЛ 3

### КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Аналіз конструкцій стендів для розбирання-складання двигунів

Стенд універсальний для розбирання-складання двигунів Р776Е (рис. 3.1) призначений для розбирання-складання V-подібних двигунів, КПП, задніх мостів та інших агрегатів вітчизняного та імпорного виробництва вагою не більше 2000 кг. Привід стенду ручний через черв'ячний редуктор. Поворот здійснюється на 360 градусів.

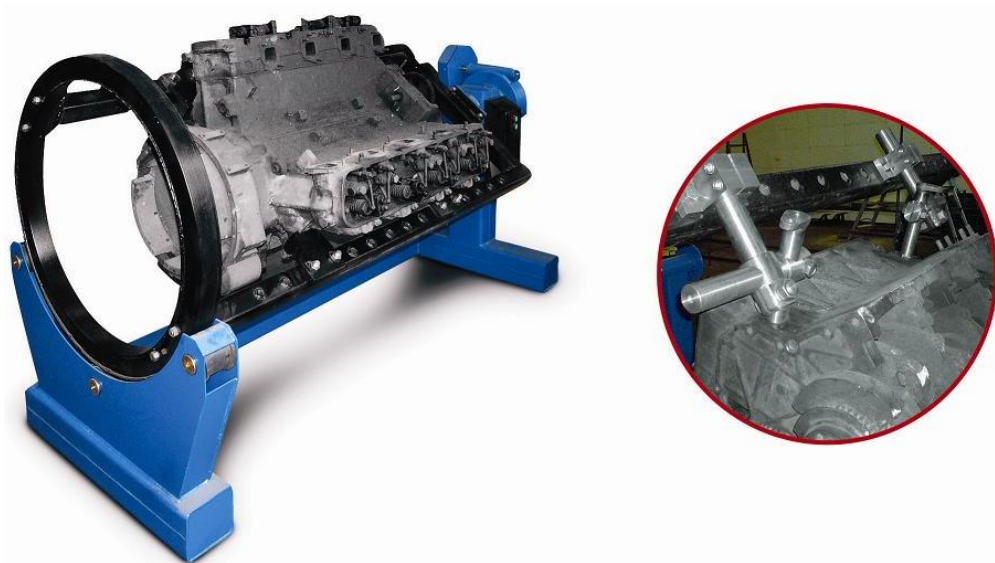


Рисунок 3.1 – Стенд універсальний для розбирання-складання двигунів Р776Е

Стенд універсальний для розбирання-складання двигунів Р1250 (рис. 3.2) призначений для розбирання-складання двигунів вагою не більше 1250 кг в підвішеному стані. Привід стенду ручний через черв'ячний редуктор. Поворот здійснюється на 360 градусів.



Рисунок 3.2 – Стенд універсальний для розбирання-складання двигунів P1250

Стенд для розбирання двигунів WW-HV-1500 (рис 3.3) розроблений для ремонту двигунів і коробок передач. Вантажопідйомність становить 1,5 тонни. Можливість повороту вже закріпленого двигуна на 360 градусів і регулюванням висоти (250 мм). Автостоп дозволяє безпечно обертати і позиціонувати об'єкт.

Для кріплення двигунів використовуються спеціальні адаптери під конкретні двигуни, які купуються додатково.

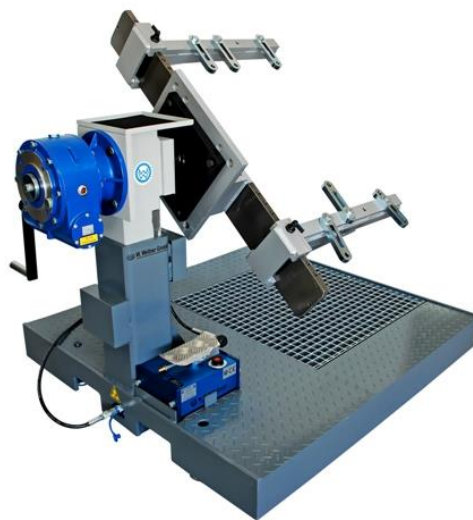


Рисунок 3.3 – Стенд для розбирання двигунів WW-HV-1500

### 3.2 Опис запропонованого удосконалення

Конструктивна розробка кваліфікаційної роботи відноситься до обладнання для технічного обслуговування і ремонту двигунів. Стенд універсальний, може бути використаний для проведення розбирально-складальних робіт двигунів, маса яких не перевищує 900 кг.

Тип стенда – стаціонарний, що забезпечує поворот двигуна в одній площині.

Спосіб кріплення двигуна – за картер зчеплення фланцем.

Привід – від електродвигуна через клинопасову передачу і черв'ячний редуктор з верхнім розташуванням черв'ячного вала.

Частота обертання фланця –  $6 \text{ хв}^{-1}$ .

Конструкція стенду (рис. 4.4) забезпечує поворот двигуна навколо своєї осі, паралельної осі колінчастого вала.

Стенд містить раму 1, на якій змонтований механізм повороту, що складається з черв'ячного редуктора 2, муфти 3 електродвигуна 4 і клинопасової передачі 5. На рамі встановлена опора 6, в якій кріпиться вал на підшипниках. На кінці вала закріплений фланець 7, нижній кінець якого виконаний зігнутих, з'єднаний з знімним фланцем двома стопорять пальцями, фіксація пальців проводиться засувкою. Під шків встановлюваного двигуна передбачена установка опорної стійки, яка зменшить навантаження на вал і дію перекидаючого моменту на раму стенду. Для управління роботою стенду на ньому передбачений барабанний перемикач.

Робота стенда здійснюється наступним чином:

До картера зчеплення двигуна, що підлягає ремонтним впливам, проводиться кріплення знімного фланця і за допомогою підйомного пристрою двигун встановлюється на стенд так, щоб захоплення знімного фланця охопив округлену грань стаціонарного фланця стенду, вставши між упорами. При цьому отвори сполучаються фланців поєднуються. У ці отвори вставляються пальці і фіксуються засувкою; пуск приводу стенду здійснюється рукояткою барабанного перемикача, який має три положення рукоятки:

- нейтральне – зупинка;
- крайнє праве – поворот за годинниковою стрілкою;
- крайнє ліве – реверсивне-поворот проти годинникової стрілки.

Крутний момент від електродвигуна через клинопасову передачу, черв'ячний редуктор і сполучну муфту передається на вал, на якому встановлений двигун. Робітник за допомогою рукоятки здійснює управління стендом, встановлюючи двигун в положення зручне для розбирання або складання встановленого двигуна.

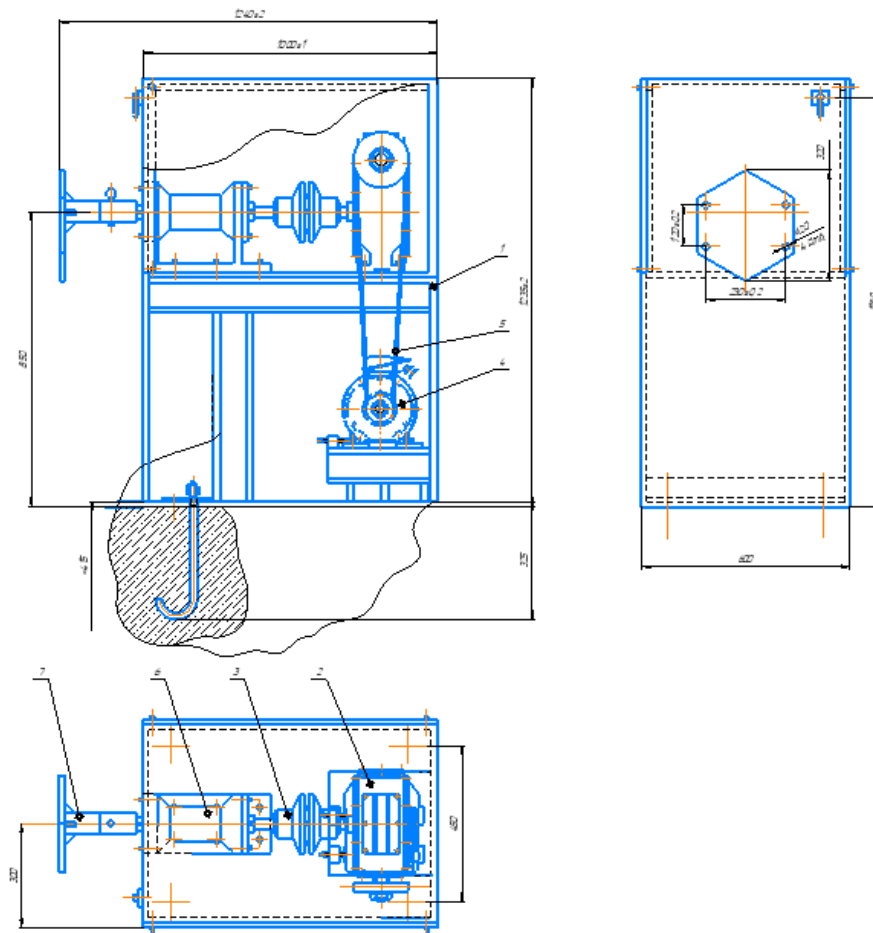


Рисунок 3.4 – Стенд універсальний для розбирання-складання двигунів: 1 – рама; 2 – черв'ячний редуктор; 3 – муфта; 4 – електродвигун; 5 – клинопасова передача; 6 – опора; 7 – фланець

### 3.3 Розрахунок і вибір гвинтового механізму

Гвинт працює на стискання та кручення. Визначаємо середній діаметр його різьби виходячи з умови зносостійкості:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{P}{\pi \psi_2 \xi [p]}}, \quad (3.1)$$

Приймаємо:  $P = 16 \text{кН}$ .;  $\psi_2 = 2$ ;  $\xi = 0,541266$ .;  $[p] = 13 \text{ Н/мм}^2$ ..

$$d_2 = \sqrt{\frac{16000}{3,14 \cdot 2 \cdot 0,541266 \cdot 13}} = 29,03 \text{мм}.$$

Конструктивно приймаємо метричну різьбу з наступними параметрами: зовнішній діаметр  $d = 30 \text{мм}$ , середній діаметр  $d_2 = 28,51 \text{ мм}$ , внутрішній діаметр  $d_1 = 26,752 \text{ мм}$ , крок різьби  $s = 2,5 \text{ мм}$ , висота робочого профілю  $H_1 = 1,624 \text{ мм}$ , радіус  $r = 0,288 \text{ мм}$ ..

Для зручності та безпеки закріплення різьба силового гвинта повинна задовольняти умові самогальмування:

$$\alpha < \phi', \quad (3.2)$$

Визначаємо значення кута підйому гвинтової лінії:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi d^2} \cdot ; \quad (3.3)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,5}{3,14 \cdot 20,0} = 0,02654 \text{..}$$

За значенням  $\operatorname{tg} \alpha$  знаходимо безпосередньо кут  $\alpha = 1^{\circ}52'$ ..

Знаходимо приведений кут профілю:

$$\phi' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \delta} \cdot , \quad (3.4)$$

Приймаємо:  $f = 0,15$ .;  $\delta = 30^{\circ}$ ..

$$\phi' = \operatorname{arctg} \frac{0,15}{\cos 30^{\circ}} = 9^{\circ}50' \text{..}$$

Таким чином, умова самогальмування різьби гвинта виконується, приведений кут профілю більше за кут підйому гвинтової лінії.

Проводимо перевірку гвинта на стійкість. З цією метою визначаємо гнучкість гвинта:

$$\lambda_1 = \frac{\mu \cdot l}{i_{\min}} \cdot , \quad (3.5)$$

Приймаємо:  $\mu = 2$ .;  $l = 640 \text{мм}$ ;

Радіус інерції визначаємо за формулою:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}} \quad (3.6)$$

$$I_{\min} = \frac{\pi d_1^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 26,752^4}{64} = 3863,6 \text{ мм}^4 \dots$$

F – площа поперечного перерізу гвинта:

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 26,752^2}{4} = 220,3 \text{ мм}^2 \dots$$

Тоді:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}} = \sqrt{\frac{3863,6}{220,3}} = 4,19 \text{ мм} \dots$$

Підставивши знайдені значення до формули для визначення гнучкості гвинта, визначаємо її значення:

$$\lambda_1 = \frac{2 \cdot 640}{4,19} = 128,88.$$

Визначаємо кількість витків різьби в тілі гвинта пристрою виходячи з умов:

- обмеження питомого тиску в різьбі за умови рівномірного розподілення навантаження по витках:

$$z = \frac{P}{\pi d_2 H_1 [p]} \quad (3.7)$$

Приймаємо:  $P = 16000 \text{ Н}$ ;  $d_2 = 28,51 \text{ мм}$ ;  $H_1 = 1,624 \text{ мм}$ ;  $[p] = 13 \text{ Н/мм}^2 \dots$

$$z = \frac{16000}{3,14 \cdot 28,51 \cdot 1,624 \cdot 13} = 12,8.$$

Приймаємо  $z = 13$  витків.

- з умови міцності на зріз:

$$z = \frac{P}{\pi d a [\tau]_{\text{зр}}} \quad (3.8)$$

Приймаємо:  $P = 16000 \text{ Н}$ ;  $d = 30 \text{ мм}$ ;

$$a = s - 2r = 2,5 - 2 \cdot 0,288 = 1,924 \text{ мм};$$

Приймаємо:  $[\tau]_{\text{зр}} = 100 \text{ Н/мм}^2 \dots$

$$z = \frac{16000}{3,14 \cdot 30 \cdot 1,924 \cdot 100} = 1,32 \text{ витків.}$$

Приймаємо  $z = 1$  виток.

З двох найдених значень, число витків різьби приймаємо більше та визначаємо повну висоту різьби гайки (товщину пластини):

$$H = s \cdot z = 2,5 \cdot 25 = 64 \text{ мм,}$$

Отже товщину пластини приймаємо 64 мм.

### 3.4 Розрахунок діаметра шпильок

До числа слабких відносяться елементи, які навантажені силами, що створюються силовим приводом.

Матеріал шпильки: Сталь 20Г.

Термообробка: нормалізація.

Гранично – допустиме напруження на зріз:  $[\tau_3] = 50 \text{ МПа}$

Проводимо розрахунок діаметра шпильки з умови розрахунку на міцність при зрізі:

$$[\tau_3] = \frac{P}{A_3}. \quad (3.9)$$

$$A_3 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (3.10)$$

де  $d$  – діаметр шпильки.

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{P_{m.u.}}{[\tau_3]}. \quad (3.11)$$

Звідки:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{m.u.}}{\pi \cdot [\tau_3]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16}{3,14 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 0,019 \text{ м.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо діаметр шпильок - 20мм.



## **РОЗДІЛ 4**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **4.1 Обґрунтування актуальності вирішення питань охорони праці**

Розвиток автомобільного транспорту привів до удосконалення виробничої техніки. Це неминуче приводить до зміни умов праці. Поряд з автоматизацією і механізацією виробничих процесів, завдяки яким зменшується тяжка фізична праця, все ще не вдається повністю усунути фактори, які утворюють небезпеку для здоров'я і життя працівників на діючих автотранспортних підприємствах. Тому в даній роботі розглядаються заходи та технічні рішення по охороні праці та навколишнього середовища.

Охорона праці відіграє важливу роль як соціальний чинник, оскільки, якими б вагомими не були трудові здобутки, вони не можуть компенсувати людині втраченого здоров'я, а тим більше життя – те й інше дається лише один раз. Необхідно пам'ятати, що внаслідок нещасних випадків та аварій гинуть на виробництві не просто робітники та службовці, на підготовку яких держава витратила значні кошти, а перш за все люди – годувальники сімей, батьки та матері.

Окрім соціального, охорона праці має, безперечно важливе економічне значення – це й висока продуктивність, зниження витрат на оплату лікарняних, компенсації за важкі та шкідливі умови праці тощо.

#### **4.2 Основні нормативні вимоги безпеки праці у агрегатному відділенні**

При митті агрегатів, вузлів і деталей виникають такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- падіння працівників на поверхні, а також падіння деталей, вузлів та агрегатів;
- термічні фактори (опіки гарячою рідиною, концентрованими лужними розчинами, полум'ям) ;

- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин;
- підвищена відносна вологість повітря.

У місцях виконання ТО та ПР можуть мати місце такі небезпечні фактори:

- наїзди автомобілів на працівників внаслідок самовільного руху, при запуску двигуна, в'їзді в зону ПР;
- падіння працюючих з висоти(буфера, підніжки, естакади тощо), в оглядову канаву;
- знижена температура повітря у холодний період року;
- недостатня освітленість;
- падіння вивішених частин ТЗ при обслуговуванні та ремонті підвіски, коліс, мостів;
- термічні фактори(пожежі при зливанні пально-мастильних матеріалів, митті ними деталей, зберіганні та залишенні їх на робочих місцях;
- осколки металу, що відлітають при випресовуванні та запресовуванні шворнів, пальців, підшипників, валів, вісей, при рубці металу;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин(оксиду вуглецю, вуглеводнів).

### **4.3 Організація робочих місць, санітарно-гігієнічних вимог, вентиляції, освітлення, мікроклімату у агрегатному відділенні**

Перед початком роботи:

- надіти і привести в порядок спецодяг;
- підготувати робоче місце до безпечної роботи, Прибрати сторонні предмети, звільнити проходи. Переконатись, що робоче місце добре освітлене. Робочий інструмент, пристрої розкласти в зручному і безпечному для використання порядку та перевірити їх справність;

Під час роботи:

- зняття, транспортування і постановку вузлів та агрегатів на стенди проводити тільки за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирання і збирання агрегатів виконувати тільки на столі чи на стендах з допомогою зйомників, гайкокрутів та відповідних пристроїв;
- при збиранні і випробовуванні агрегат на стенді надійно закріпити;
- несправні болти необхідно зрізати ножівкою чи зрубувати зубилом;
- зняття та постановку пружин проводити з допомогою спеціальних пристроїв;
- забороняється здувати металеву стружку з верстака чи з деталі стиснутим повітрям;
- зняті деталі класти на стелажі;
- забороняється зберігати в ящиках разом з інструментом металеві обрізки та дроти;
- забороняється використовувати етиловий бензин для миття деталей та вузлів;
- не допускати попадання мастильних матеріалів на підлогу;
- при отриманні травми на виробництві необхідно звернутись за допомогою і повідомити майстра.

Після закінчення роботи:

- виключити обладнання і привести робоче місце в порядок.

Прибрати інструмент і пристрої у відведене для них місце.

#### Небезпечні та шкідливі фактори в агрегатному відділенні

В агрегатному відділенні виконують роботи по мийці, огляду, демонтажу, ремонту і збиранню агрегатів і вузлів автомобілів. Для миття деталей та вузлів використовують миючі засоби і спеціальне обладнання. В якості миючих засобів застосовують водні розчини, суміші електролітів і синтетичних поверхнево-активних речовин. Такі речовини здатні роз'ятрювати шкіру, викликають дерматити і опіки. Для усунення піно

утворення в миючі засоби вводять піногасники (дизпаливо, гас, уайт-спірит), випаровування яких є токсичним для організму.

При розбиранні агрегатів, роботах по транспортуванню, деяких механічних операціях (заточуванню, шліфуванню), створюється пил який шкідливо впливає на дихальні шляхи людини, викликаючи захворювання легень. При розбиранні агрегатів, роботі з абразивними інструментами утворюється пил, який вміщує вільний кристалічний двооксид кремнію, постійні вдихання якого веде до захворювання на силікоз легень. Абразивний пил (при заточних роботах) може привести до помутніння роговиці очей, викликаючи запалення оболонки ока.

При виконанні мийних робіт в агрегатному відділенні необхідно користуватись засобами індивідуального захисту: захисними окулярами, респіраторами, рукавицями.

Для огляду і ремонту агрегатів у відділенні використовують вантажозахватні пристрої і стенди. При роботі на них агрегат (двигун, коробку передач і т.п.) піднімають на деяку відстань над підлогою, закріплюючи його в певному положенні. Якщо кріпильні чи затискні пристрої несправні, неміцні це може призвести до самовільного перекидання, або опускання агрегату. Це в свою чергу веде до травмування робітника. Транспортування тяжких деталей і вузлів без засобів механізації, використання неякісного і несправного інструменту також збільшує можливість виникнення травми.

Для того, щоб запобігти впливу небезпечних факторів при роботі в агрегатному відділенні, необхідно чітко дотримуватись правил техніки безпеки.

#### **4.4 Заходи протипожежної профілактики**

Проектом передбачені будівлі із негорючих або важкогорючих огорожуючи і несучих конструкцій. Із здатністю до займання ГВК відноситься до 2-ї степені стійкості з границею вогнестійкості не нижче 1,5 години.

В агрегатному відділенні встановлена пожежна сигналізація. Автоматичні повідомлювані, застосовуємо ДТЛ (теплові), які безпосередньо включаються в приймальну станцію «колір-сигнал 12 АМ», підключену до сітки змінного струму напругою 220 В.

Для резервного живлення прийомної станції передбачається акумуляторна батарея.

Прийомну станцію встановлюємо в приміщенні з цілодобовим чергуванням (прохідна, диспетчерська чи інша).

Для пожежогасіння у відділенні передбачений вогнегасник ОУ-5.

Для гасіння пожежі в виробничому відділенні передбачено резервуар протипожежного запасу води, який розміщений поряд з головним виробничим корпусом, в якому знаходиться агрегатне відділення.

На кожному автомобілі обов'язковим облаштуванням повинен бути окремий вогнегасник. Для сповіщення працівників агрегатного відділення і пожежної безпеки у разі пожежі, передбачена охоронно-пожежна автоматична сигналізація.

У небезпечних місцях передбачені таблички з написом "Вогненебезпечно".

#### **4.5 Розрахунок місцевого вентиляційного відсмоктувача пилюки і стружки**

На шліфувальних операціях шкідливою є пилюка, яка утворюється у приміщенні при роботі абразивних кругів у процесі шліфування деталей.

Так як загальнообмінна вентиляція при боротьбі з пилюкою малоефективна, то найбільш ефективно використовувати місцеві відсмоктувачі. Схему дії відсмоктувача наведено на рис. 4.1.

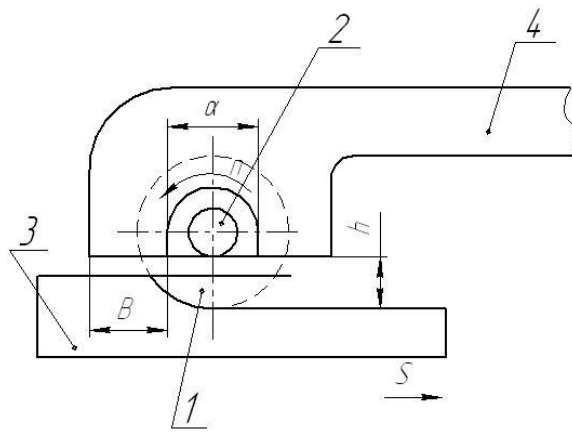


Рисунок 4.1 – Схема дії місцевого вентиляційного відсмоктувача: 1 – фреза; 2 – посадочний вал; 3 – заготовка; 4 – відсмоктувач.

Для плоскошліфувального верстату мод. 3К722, з діаметром круга 200мм, кількість кругів – 1шт; пристрій – кожух.

Об'єм повітря, яке видаляється, визначається за формулою:

$$V_{вид} = 3600 \cdot F \cdot V \quad (4.1)$$

де  $F$  – площа приймального факела, мкв;  $V$  – середня швидкість в приймальному факелі, м/с; для відсмоктування чавунної стружки приймаємо 35 м/с.

Розмір  $B$  кожної з сторін всмоктувального січення рівний:

$$B = e_o + 2 \cdot 0,4 \cdot h \quad (4.2)$$

де  $e_o$  – розмір сторони дзеркала виділення, мм;  $h$  – відстань від поверхні дзеркала виділення до приймального отвору факела, мм.

Довжина всмоктувального отвору буде менша за дзеркало виділення на  $d = 10$ мм, де  $d$  – діаметр посадочного валу (рис. 4.1):

$$B_1 = 120 - (16 - 10) + 2 \cdot 0,4 \cdot 20 = 110 \text{ мм.}$$

Ширина всмоктувального отвору:

$$B_2 = 20 + 2 \cdot 0,4 \cdot 20 = 36 \text{ мм;}$$

$$F = 110 \cdot 10 - 3736 \cdot 10^{-3} = 0,0036 \text{ м}^2;$$

$$V_{вид} = 3600 \cdot 0,0036 \cdot 35 = 453,60 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Потужність двигуна для створення тяги розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{V_{вид} \cdot H_e}{10 \cdot 3600 \cdot 102 \cdot \eta} \quad (4.3)$$

де  $H_g$  – напір, який розвивається вентилятором,  $кгс/см^2$ ;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії.

$$N = \frac{453,60 \cdot 1500}{10 \cdot 3600 \cdot 102 \cdot 0,5} = 3,7 \text{ кВт.}$$

Виходячи з визначеної продуктивності і пружності, вибираємо відсмоктувач ТДК – 13К з такими характеристиками: продуктивність  $Q = 535 м^3 / год$ ; діаметр колеса вентилятора  $D = 750$  мм; число обертів колеса  $n = 15000 об / хв$ ; потужність двигуна  $N = 4$  кВт; швидкість потоку повітря  $V = 35 м / с$ .

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

#### **5.1 Забруднення довкілля, що виникають в процесі діагностики, технічного обслуговування та ремонту**

Під час технічного обслуговування та ремонті вузлів автомобілів відбувається так званий життєвий цикл, який містить у собі перехід від ідейного рішення, до його матеріалізації, тобто до конкретної продукції. Різні стадії життєвого циклу, тобто різного роду технологічні процеси несуть свій відбиток на забрудненні навколишнього середовища.

У пресових та прокатних цехах, в процесі нагріву і обробки металу, виділяється пил, кислотний і масляний аерозоль (туман), оксид вуглецю, діоксид сірки тощо.

При прокатуванні пил утворюється основним чином в результаті подрібнення окалини валками, при цьому 20% пилу має розмір частинок менше 10 мкм. При використанні в пресових цехах для нагріву металу вогняних печей у атмосферу викидаються оксиди вуглецю, сірки, азоту та інші продукти згоряння.

Вентиляційне повітря, яке викидається із термічних цехів, зазвичай забруднене парами і продуктами горіння масла, аміаку, ціаністим воднем і іншими речовинами, які поступають у систему місцевої витяжної вентиляції від ванн і агрегатів для термічної обробки. Джерелами забруднення у термічних цехах являються також нагрівальні печі, які працюють на рідкому чи газоподібному паливі. При закалюванні та відпуску деталей у масляних ваннах у повітрі, яке відводиться від ванн міститься до 1% парів масла від маси металу. При ціануванні виділяється до 6 г/год. ціаністого водню на один агрегат ціанування.

У повітрі, яке видаляється із гальванічних цехів, шкідливі речовини знаходяться у вигляді пилу, тонко дисперсного туману, парів і газів. Найбільш інтенсивно шкідливі речовини виділяються у процесах кислотного і лужного травлення. Концентрації HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCN, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, NaOH та ін. у повітрі,



яке видаляється від гальванічних ванн коливаються у значних межах, що потребує спеціальної очистки повітря перед викидом у атмосферу. При проведенні підготовчих операцій у гальванічних цехах (механічна очистка і знежирення поверхні) виділяється пил, пари бензину, тумани лугу та ін.

У цехах, де здійснюється механічна обробка деталей на верстатах, в повітря викидається значна кількість стружки, туманів масел і емульсій. Пил, який утворюється в процесі абразивної обробки, складається на 30-40% із матеріалу абразивного круга, на 60-70% оброблюваного матеріалу. Кількість пилу, який виділяється залежить від розмірів і твердості оброблюваного матеріалу, діаметру і швидкості обертання круга, а також від способу подачі матеріалу.

На ділянках зварювання і різки металів склад і маса шкідливих речовин, які виділяються залежить від виду і режимів технологічного процесу, властивостей застосовуваних зварних і зварюваних матеріалів. Найбільше виділення шкідливих речовин характерне для процесу ручної електродугової зварювання покритими електродами. При розході 1 кг електродів у процесі ручної дугової зварювання сталі утворюється до 40 г. пилу, 2 г. фтористого водню, 1,5 г. оксидів і вуглецю азоту.

При напівавтоматичній і автоматичній зварюванні (в захисному середовищі і без нього) загальна маса шкідливих речовин, яка виділяється менша у 1,5-2 рази, а при зварюванні під флюсом у 4-6 разів. Зварювальний пил на 99% складається із частинок розміром від  $10^{-3}$  до 1 мкм, біля 1% пилу має розмір частинок 1-5 мкм, частинки розміром більше 5 мкм складають всього десять долі процента. Хімічний склад забруднень, які виділяються при зварюванні залежить в основному від складу зварних матеріалів (флюсів, покриттів) і в меншій степені від складу зварювальних матеріалів.

Газова і плазмова порізка металів супроводжується виділенням пилу і шкідливих газів. Пил являє собою конденсат оксидів металів, розмір частинок якого не перевищує 2 мкм. Хімічний склад пилу визначається основним чином маркою розрізаного матеріалу. При порізці зазвичай

виділяються токсичні з'єднання хрому та нікелю, марганець, шкідливі гази – CO, NO<sub>x</sub>, а при плазмовій порізці утворюється ще й озон.

Токсичні речовини у красильних цехах виділяються у процесі обезжирення поверхонь органічними розчинниками перед фарбуванням, при підготовці красильних матеріалів, при їх нанесенні на поверхню виробу і сушці покриття. Повітря, яке видаляється вентиляційними всмоктувачами від красильних камер, сушильних столів та інших пристроїв, завжди забруднене парами розчинників, а при фарбуванні розпиленням, крім того, - фарбувальним аерозолем. При фарбуванні виробів порошковими полімерними матеріалами у вентиляційному повітрі міститься пил. При обезжиренні виробів перед фарбуванням у вентиляційні викиди за рахунок випаровування з поверхні дзеркала ванни поступають пари вуглеводів, бензину, уайт-спиріту.

Концентрація шкідливих речовин у вентиляційних викидах, які видаляються з місць фарбування, залежать від складу і витрат лакувальних матеріалів, способу їх нанесення на поверхню, яка краситься, пристроїв вентиляції, лакувального устаткування, методу лакування та фарбування.

Забруднення водного басейну здійснюються внаслідок використання води у різного роду технологічних операціях. Так у прокатувальних цехах вода в основному забруднюється частинками пилу, окалин і масла внаслідок охолодження технологічного обладнання, гідрозмиву металічної окалини і обробки приміщення.

У механічних цехах вода використовується для приготування охолоджувальних рідин, промивки фарбувальних виробів, для гідравлічних випробувань і обробки приміщення. Внаслідок цього вона забруднена пилом, металічними і абразивними частинками, содою, маслом, милом, фарбою та ін.

На термічних ділянках вода застосовується для приготування технологічних розчинів, які використовуються при закалюванні, відпуску і відпалі деталей, а також для промивки деталей і ванн після роботи.

Основними домішками внаслідок цього у воді стають пил мінерального походження, металічна окалина, важкі метали, ціаніди, масла і луги.

В гальванічних цехах вода використовується для приготування технологічних розчинів, які застосовуються при травленні матеріалів і деталей і нанесенні на них покриттів, а також для промивки деталей та ванн після закінчення технологічної операції. Основними домішками внаслідок цього стають: пил, металічна окалина, емульсії, луги і кислоти, важкі метали і ціан.

Шум на підприємстві в загальних спорудах, на територіях, які до них прилягають створюється одиночними, або комплексними джерелами, які знаходяться ззовні або всередині. Це перш за все транспортні засоби, технічне устаткування цехів, вентиляторні, газотурбокомпресорні комплекси, електричні трансформатори.

Технологічне обладнання ударної дії (молоти, преси), потужне енергетичне обладнання (насоси, компресори, двигуни) відносять до джерел вібрацій, які також спричиняють свій негативний вплив на навколишнє середовище. У всіх випадках вібрації передаються по ґрунту і досягають фундаментів будинків, часто викликаючи звукові коливання. Передача вібрацій через фундаменти і ґрунт може сприяти їх нерівномірній усадці, яка призводить до руйнування інженерних конструкцій.

## РОЗДІЛ 6

### ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 6.1 Розрахунок річного економічного ефекту в результаті модернізації пристосування

Використання пристосування для розбирання-складання двигунів вантажних рухомого складу дозволяє підвищити якість проведення ПР і КР та скоротити час на його проведення. Рішення про доцільність нових пристосувань, які поліпшують технологічний процес обслуговування рухомого складу, приймається на основі величини економічного ефекту, обумовленого на річний обсяг автотранспортного виробництва в розрахунковому році (річний економічний ефект).

Використання пристосування для розбирання-складання двигунів вантажних рухомого складу з ручним приводом дозволяє підвищити якість проведення ТО та скоротити час на його проведення.

Економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{\phi} = (C_{\phi} - C_n) \cdot N_p - E_n \cdot B_m \quad (6.1)$$

Розрахуємо собівартість до і після модернізації.

Собівартість виконання операцій:

$$C_{\phi} = Z_o + Z_{\phi} + B_{c.cmp.} + B_n \quad (6.2)$$

По базовому варіанту:

$$Z_o = \frac{l_{zod(III)} \cdot t_n^{\phi}}{60} = \frac{9,64 \cdot 2}{60} = 0,32 \text{ грн.}$$

Приймаємо:  $t_n^{\phi} = 2 \text{ хв.}$

$$Z_{\phi} = 0,3 \cdot Z_o = 0,3 \cdot 0,32 = 0,096 \text{ грн.}$$

$$B_{c.cmp.} = 0,38 \cdot (Z_o + Z_{\phi}) = 0,38 \cdot (0,32 + 0,096) = 0,158 \text{ грн.}$$

$$B_n = \frac{130}{100} \cdot (Z_o + Z_{\phi}) = \frac{130}{100} \cdot (0,32 + 0,096) = 0,541 \text{ грн.}$$

$$C_{\phi} = 0,32 + 0,096 + 0,158 + 0,541 = 1,115 \text{ грн.}$$

По запропонованому варіанту:

$$z_o = \frac{l_{\text{год(III)}} \cdot t_n^n}{60} = \frac{0,64 \cdot 0,4}{60} = 0,064 \text{ грн.}$$

Приймаємо:  $t_n^n = 0,4 \text{ хв.}$

$$z_o = 0,3 \cdot z_o = 0,3 \cdot 0,064 = 0,019 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{с.стр.}} = 0,38 \cdot (z_o + z_o) = 0,38 \cdot (0,064 + 0,019) = 0,032 \text{ грн.}$$

$$B_n = \frac{130}{100} \cdot (z_o + z_o) = \frac{130}{100} \cdot (0,064 + 0,019) = 0,108 \text{ грн.}$$

$$C_n = 0,064 + 0,019 + 0,032 + 0,108 = 0,223 \text{ грн.}$$

Річна економія складає:

$$E_p = (C_o - C_n) \cdot N_p = (1,115 - 0,223) \cdot 1000 = 892,1 \text{ грн.}$$

Розраховуємо додаткові витрати у зв'язку з модернізацією пристосування:

$$B_m = B_{\text{пр}} + B_{\text{мат}} + z_{\text{од}} + B_{\text{с.стр.}} + B_n \quad (6.3)$$

Витрати на проектні роботи знаходимо за формулою:

$$B_{\text{пр}} = T_{\text{пр}} \cdot l_{\text{ГОД.К}} \cdot \left(1 + \frac{H_{\text{Д}}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\text{Відр}}{100}\right) \cdot K_{\text{НВ.К}}, \quad (6.4)$$

Приймаємо:  $T_{\text{пр}} = 3,5 \text{ год}; l_{\text{ГОД.К}} = 4,3 \text{ грн.}; H_{\text{Д}} = 30\%; \text{Відр} = 38\%;$

$K_{\text{НВ.К}} = 130\%$ .

$$B_{\text{пр}} = 3,5 \cdot 4,3 \cdot \left(1 + \frac{30}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{38}{100}\right) \cdot 2,3 = 264,28 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на матеріали для виготовлення пристосування.

Таблиця 6.1 – Витрати на закупку готових виробів.

Деталі, вузли	Кількість	Ціна в грн. за одиницю	Всього, грн.
Гвинтова передача	1	268,2	368,2
Надставка	1	85,56	85,56
Хомут	8шт.	0,95	5,19
Метиз	38шт.		22,96
Всього по деталям			494,83

Таблиця 6.2 – Витрати на матеріали для виготовлення пристосування.

Деталі	Кількість	Маса, кг.	Матеріал	Ціна грн за кг.	Всього, грн.
Підставка	1	3,02	Сталь 3	5	25,67

Всього витрати на матеріали та закупочні деталі:

$$B_{\text{мат}} = 484,53 + 26,67 = 511,2 \text{ грн.}$$

Заробітна плата на вдосконалення пристосування:

$$Z_{\text{од}} = \sum_{i=1}^m t_{H(i)} \cdot Z_{\text{од}(i)} \cdot K_{\text{д}}.$$

Таблиця 6.3 – Заробітна плата на вдосконалення пристосування.

Найменування операції	Трудомісткість, год.	Розряд роботи	Тарифна ставка, грн.	Коефіцієнт, що враховує умови роботи	Зарплата, грн
Зварювальна	0,25	4	11,34	1,11	3,15
Складальна	0,3	3	9,64	1,0	2,89
Всього					6,04грн.

Зарплата з додаткову роботу:

$$Z_{\text{дод}} = 1,3 \cdot 6,04 = 7,85 \text{ грн.}$$

Відрахування в соц.. страх.:

$$B_{\text{с.стр.}} = 0,38 \cdot 7,85 = 2,98 \text{ грн.}$$

Додаткові витрати:

$$B_{\text{н}} = 1,3 \cdot 7,85 = 10,21 \text{ грн.}$$

Всього витратна на вдосконалення пристосування:

$$B_{\text{м}} = 264,28 + 511,2 + 7,85 + 2,98 + 10,21 = 796,52 \text{ грн.}$$

Економічний ефект:

$$E = E_p - 0,15 \cdot B_{\text{м}} = 892,1 - 0,15 \cdot 796,52 = 772,62 \text{ грн.}$$

Період окупності :

$$T_{\text{ок}} = \frac{B_{\text{м}}}{E_{\text{річ}}} = \frac{796,52}{892,1} = 0,89 \text{ року.}$$

Висновок: отриманий економічний ефект 772,62 грн. і термін окупності нижчий від нормативного  $T_p = 0,89 < T_n = 6,67$  р. свідчать про доцільність впровадження пристосування.

## ВИСНОВКИ

Основними чинниками, які визначають потужність станцій технічного обслуговування, є кількість і склад автомобілів за моделями, які знаходяться в зоні обслуговування станції технічного обслуговування.

У першому розділі кваліфікаційної роботи наведено аналіз виробничої діяльності СТО, загальні відомості про автомобіль OPEL ASTRA, особливості конструкції бензинового двигуна ECOTEC Z14XEP та його несправності, а також розроблено операційно-технологічну карту на зняття з автомобіля силового агрегату.

У технологічній частині кваліфікаційної роботи здійснено розрахунок виробничої програми СТО, трудомісткості технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, річної трудомісткості самообслуговування за відповідними видами робіт, а також площі дільниці ремонту двигунів.

У конструктивній частині кваліфікаційної роботи проведено аналіз конструкцій стендів для обкатування випробування двигунів та запропоновано його удосконалення.

В розділі «ОХОРОНА ПРАЦІ» описано загальні вимоги безпеки під час експлуатації легкового автомобіля і руху на ньому, а також під час його технічного обслуговування і ремонту.

В економічній частині кваліфікаційної роботи здійснено розрахунок річного економічного ефекту в результаті модернізації пристосування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П.І. ; за ред. проф. С.І. Андрусенка. К.: Каравела, 2009. 368 с.
2. Сандомирський М.Г. Трактори та автомобілі. Ч.1. Автотракторні двигуни // Навчальний посібник / М.Г. Сандомирський, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев. К.: Вища школа, 2000. 357с.
3. Шевчук Р.С. Експлуатаційні показники тракторів і автомобілів: Практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2018. 173 с. Депоновано в Державній науково-технічній бібліотеці України 28.03.2018, №101 РІД/Ук 2018 (з оприлюдненням). Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gntb.gov.ua>].
4. Шевчук Р.С. Експлуатаційні показники автомобілів: Практикум з розрахунку показників. Львів: Львівський національний аграрний університет, 2019. 171 с. Депоновано в Державній науково-технічній бібліотеці України 20.03.2019, №136 – РІД(н)/Ук – 2019 (з оприлюдненням). – Укр. [Електронний ресурс; Режим доступу <http://gntb.gov.ua>].
5. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / А.Ф. Головчука , В.Ф. Орлов, О.П. Строков. К.: Грамота, 2003. Кн.1: Трактори. 336 с.
6. ВНТП 46-16-95. Відомчі норми технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту і автотранспортні підприємства агропромислового комплексу України, 2004. 255 с.
7. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І.. Автомобільні двигуни. Підручник. К.: Арістей. 2004. – 475 с.
8. Вікович І. А. Теорія руху транспортних засобів: підручник / І. А. Вікович. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 672 с.
9. Водяник І. І. Експлуатаційні властивості тракторів і автомобілів / І. І. Водяник. К.: Урожай, 1994. – 224 с.



10. Сахно В. П. Експлуатаційні властивості автомобілів / В. П. Сахно. К.: Видавництво “КВІЦ”, 2006. 174 с.
11. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В. та ін. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене. К.: Арістей, 2006. 296 с.
12. Економіка підприємства : навч. посіб. / [ Кіт А. Ф., Петрович Й. М., Семенів О. М. та ін. ] ; за заг. ред. Й. М. Петровича. [2-ге вид., перероб. і допов.]. К.: Т-во “Знання”, КОО, 2004. 405 с.
13. Костів Б.І. Експлуатація автомобільного транспорту: Підручник. Львів: Світ, 2004 . 268 с.
14. Лудченко О.А, Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія : підручник / О.А. Лудченко. К. Вища шк., 2007. 527 с.
15. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О.А. Лудченко. К. : Знання, 2004. 478 с.
16. Михайленко В. Є. Інженерна графіка : підручник [для студентів вищих закладів освіти] / В.В. Ванін, С.М. Ковальов ; за ред. В. Є. Михайленко, [2-ге вид., випр.] К. : Каравела, 2002. 332 с.
17. Райковська Г.О. Основи нарисної геометрії та інженерна графіка. К.: Вища школа, 2016. 475с.
18. Олег СУКАЧ, Олег МИРОНЮК, Віктор ШЕВЧУК. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційної роботи здобувачами першого бакалаврського рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Дубляни, 2023. 50 с.
19. Пістун І.П., Березовецький А.П., Городецький І.М. Охорона праці на автомобільному транспорті: Навчальний посібник. Львів: «Тріада плюс», 2009. 320 с.