

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Розробка пристрою для промивання інжекторних паливних систем автомобілів в умовах станції технічного обслуговування»**

Виконав: студент II курсу групи Ат-23сп

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”  
(шифр і назва)

Володимир Білик  
(ім'я та прізвище)

Керівник: Олег Миронюк  
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 629.113.2

Білик В. Р. Розробка пристрою для промивання інжекторних паливних систем автомобілів в умовах станції технічного обслуговування: кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 58 с.

Табл. 13; рис. 11; бібліогр. джерел 20.

Проведений аналіз умов роботи форсунок інжекторних бензинових двигунів та негативних наслідків, зумовлених їх забиванням. Розкриті конструктивні особливості пристроїв для очистки форсунок, їх переваги та недоліки.

Для умов станції технічного обслуговування проведений технологічний розрахунок з обслуговування автомобілів, що дозволив визначити річний обсяг робіт за видами та місцем виконання, необхідну чисельність робітників, кількість робочих постів, число авто-місць очікування та зберігання.

Розроблена конструкція пристрою для промивання форсунок інжекторних систем, яка дозволяє відновити колишню продуктивність форсунок, у оператора є можливість візуально контролювати факел розпилу форсунки, пристрій є універсальним, тобто може обслуговувати форсунки різних моделей.

Запропонована конструкція проста в обслуговуванні та ремонті, безпечна у користуванні, має естетичний зовнішній вигляд, малу вартість, мінімальні експлуатаційні витрати та великий запас надійності, забезпечує зручність виконання робіт та проста в управлінні.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ .....	8
1.1 Характеристика об'єкта господарювання .....	8
1.2 Аналіз пристроїв для очистки форсунок інжекторних двигунів .....	12
1.3 Висновки до розділу .....	18
2. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА .....	19
2.1 Загальна характеристика СТО .....	19
2.2 Аналіз варіантів організацій технічних впливів .....	19
2.3 Технологічний розрахунок СТО.....	20
2.3.1 Вихідні дані .....	20
2.3.2 Розрахунок річного обсягу робіт.....	21
2.3.3 Розподіл річного обсягу робіт за видами та місцем виконання.....	23
2.3.4 Розрахунок чисельності працівників .....	26
2.3.5 Розрахунок кількості постів.....	27
2.3.6 Розрахунок числа авто-місць очікування та зберігання .....	30
2.4 Висновки до розділу .....	31
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	32
3.1 Аналіз існуючих способів очистки форсунок інжекторних двигунів.	32
3.2 Технологічний процес промивання форсунок .....	33
3.3 Розрахунок елементів конструкції пристрою .....	38
3.3.1 Вибір електронасоса .....	38
3.3.2 Розрахунок трубопроводу .....	39
3.3.3 Розрахунок на міцність зварного шва.....	40
3.4 Висновки до розділу .....	40
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	42
4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників на СТО .....	42
4.2 Шкідливі речовини у повітрі робочих будівель .....	46
4.3 Шум, звук та вібрація .....	46
4.4 Пожежна безпека.....	47

4.5	Висновки до розділу .....	49
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	50
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	56
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

## ВСТУП

Сучасні автомобілі обладнані новітніми пристроями контролю роботи двигуна та трансмісії, комп'ютер розраховує майже все. Блок управління сучасного автомобіля розраховує кількість повітря, що надходить в циліндри двигуна, залишок кисню у відпрацьованих газах до каталізатора і після, враховує якість палива, стиль водіння і на підставі цього подає необхідну кількість палива в циліндри [6, 7].

Бензини – не однорідні рідини, а суміші відносно легших і важчих вуглеводневих фракцій. Зокрема, більш легкі мають властивість згоряти швидко і без негативних наслідків, а у більш важчих процес горіння відбувається довше з утворенням нагару на поверхнях деталей двигуна внутрішнього згорання. У бензинах окрім вуглеводнів присутні й інші сполуки, що не забезпечують «здоров'я» двигунів: смоли, присадки, добавки та різні домішки. Властиво їх протікання паливним трактом і, важливо, горіння в циліндрах двигунів, сприяє покриттю всього, з чим контактують, небажаними відкладеннями. Якщо говорити про паливну магістраль, то відсутній негативний прояв, оскільки її температура дещо вища атмосферної, то в розігрітому двигуні негативному впливу піддаються не лише поверхні циліндрів, поршнів і спряжених деталей, але й пристрої паливоподачі – форсунки впорскування пального [5].

Форсункою називається пристрій, що забезпечує впорскування пального в камеру згорання двигунів, він безпосередньо впливає на те, як це паливо буде виконувати свої функції. Форсунка у справному стані забезпечує розпилювання пального аналогічно до простого побутового спрейового балончика, і, відповідно, рідина, що розпилюється, за цих умов має конусоподібну форму.

Основними характеристиками форсунки, в цьому випадку є доволі зрозумілі. Ними є кут розпилювання пального та розміри мікро крапель, утворених за цих умов. В сукупності вони створюють факел розпилювання, котрий є кращим, чим кращими є вказані характеристики, оскільки пальне горітиме

швидко і повніше у тому випадку, якщо розпил буде з більшим кутом і з меншими розмірами частинок.

Під час роботи форсунки нагріваються, і з часом на робочій частині сопла з'являється нашарування тих сполук, зазначених раніше. В результаті факел розпилювання зазнає зміни своєї ідеальної конусоподібної форми, пальне погано розпилюється, або ж впорскується струменем, що негативно позначається на показниках двигуна. Як наслідок, виникає проблемне питання – підвищення витрати пального. Система управління двигуном намагається компенсувати погіршення згоряння кількістю поданого пального, і спостерігається втрата динаміки разом з провалами під час руху, оскільки пальне згоряє нерівномірно, не забезпечуючи паспортні дані двигуна [5].

Як будь-який механізм, двигун і його системи вимагають постійного обслуговування, яким би не був сучасний автомобіль, і паливна система не виняток. Під час експлуатації форсунки системи живлення забруднюються смолами та шлаками, які не здатний утримати жоден фільтр. Процес забруднення протікає досить повільно і водій поступово адаптується до цього, не помічаючи процес.

Метою роботи є розробка пристрою для промивання форсунок інжекторного двигуна.

Пристрій повинен відповідати таким вимогам:

- відновлювати колишню продуктивність форсунок;
- оператор повинен мати можливість візуально контролювати факел розпилю форсунки;
- бути універсальним, тобто обслуговувати якнайбільше форсунок різних моделей.

Конструкція повинна бути проста в обслуговуванні та ремонті, безпечна у користуванні, мати естетичний зовнішній вигляд, малу вартість, мінімальні експлуатаційні витрати та великий запас надійності, забезпечувати зручність виконання робіт та простоту управління.

## 1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 1.1 Характеристика об'єкта господарювання

Станція технічного обслуговування розташована недалеко від центру м. Стрий. До її складу входять: ремонтний блок на 3-5 місць, автомийка, кафе, магазин з продажу запчастин.

СТО "Сhekan" знаходиться за адресою Львівська область, м. Стрий, вул. Дрогобицька, 10. Вона практично відповідає сучасним вимогам, що стосуються ТО і ремонту легкових автомобілів.

СТО «Сhekan» – це не спеціалізована станція обслуговування якоїсь одної марки автомобілів, що характерно дилерським станціям.

Станція спеціалізується на обслуговуванні автомобілів вітчизняного і закордонного виробництва. Тут обслуговуються і ремонтуються такі автомобілі, як Форд Фокус, Рено Меган, Шевроле Лацетті, Тойота Королла, Хюндай, Опель, Шкода та багато інших моделей транспортних засобів.

Станція технічного обслуговування надає наступні послуги:

- комплексна діагностика автомобілів, що здійснюється на новітньому устаткуванні;
- ТО та регламентні роботи;
- діагностика та ремонтні роботи з гальмівними системами;
- ремонтні роботи із заміни вузлів ходової частини із наступним регулюванням кутів встановлення керованих коліс за допомогою спеціалізованого стенда;
- ремонт елементів кузова;
- шиномонтаж та балансування коліс;
- миття, хімчистку, полірування;
- встановлення додаткового обладнання;
- електротехнічні роботи.

Короткий опис обладнання дозволяє переконатись у справедливості цього твердження. Зокрема, слюсарний цех станції має окремий пост діагностики

та розрахований на 2 машино-місця, обладнаних підйомниками фірм STENOJ (Данія) та JAB (Німеччина), системою видалення відпрацьованих газів Nederman (Швеція) та обладнанням АВАС, RAASM (Італія) для забезпечення роботи інструменту з пневматичним приводом.

Спеціалізований діагностичний сканер для автомобілів дозволяє не тільки виявити несправності в електронних системах автомобіля, але і перепрограмувати їх функції, згідно з останніми оновленнями.

Для робіт, пов'язаних з монтажем двигуна та агрегатів застосовуються спеціальний кран та домкрати, що зводить до мінімуму ризик пошкодження деталей автомобіля.

Устаткування для заміни олів RAASM (Італія) дозволяє контролювати кольоровість, якість і кількість використаної автомобілем оливи.

Контроль та регулювання кутів установки коліс автомобіля проводиться на спеціально виділеному посту «схід-розвал». Для отримання даних та внесення коригувань використовується технологія 3D стенда Hunter S17L/811E-600(США).

На дільниці шиномонтажу використовують обладнання SICAM (Італія). Перед початком робіт колеса та колісні диски піддаються очищенню. Попередня мийка дозволяє досягти задовільних результатів під час фінішного динамічного балансування коліс.

Агрегатна дільниця обладнана спеціальними пристроями та обладнанням OMCN, Spin, OMA (Італія), BORT (Німеччина), Varta (Швеція), а також необхідним переліком спеціального інструменту для розбирання, ремонту та складання будь-яких вузлів та агрегатів автомобілів.

Для зварювальних робіт застосовуються зварювальний напівавтомат фірми TELWIN (Італія) та апарат для точкового зварювання AUTOROBOT HIRANE (Японія), з можливістю усунення дефектів прихованих порожнин.

Перед початком обслуговування всі автомобілі проходять через пости безконтактної мийки з обладнанням компанії KARCHER (Німеччина), розрахо-



ваним на високий тиск та використання спеціального миючого засобу без застосування щіток і ганчірок. Для проведення мийних процесів використовуються професійні низьколужні миючі засоби компанії Wurth. Пост мийки забезпечений пілососом Electrolux (Швеція) з централізованою системою видалення пилу.

У процесі роботи обов'язково використовуються спеціальні чохла для збереження зовнішнього вигляду та захисту інтер'єру автомобіля.

Станція технічного обслуговування здійснює всі зазначені види робіт на основі виданих сертифікатів відповідності.

На станції передбачені місця для стоянки поза її межами та місце для проведення мийно-прибиральних робіт усередині станції, зона ТО та ПР для легкових автомобілів, зона проведення діагностичних робіт.

Структура керування виробництвом відображена на рисунку 1.1.

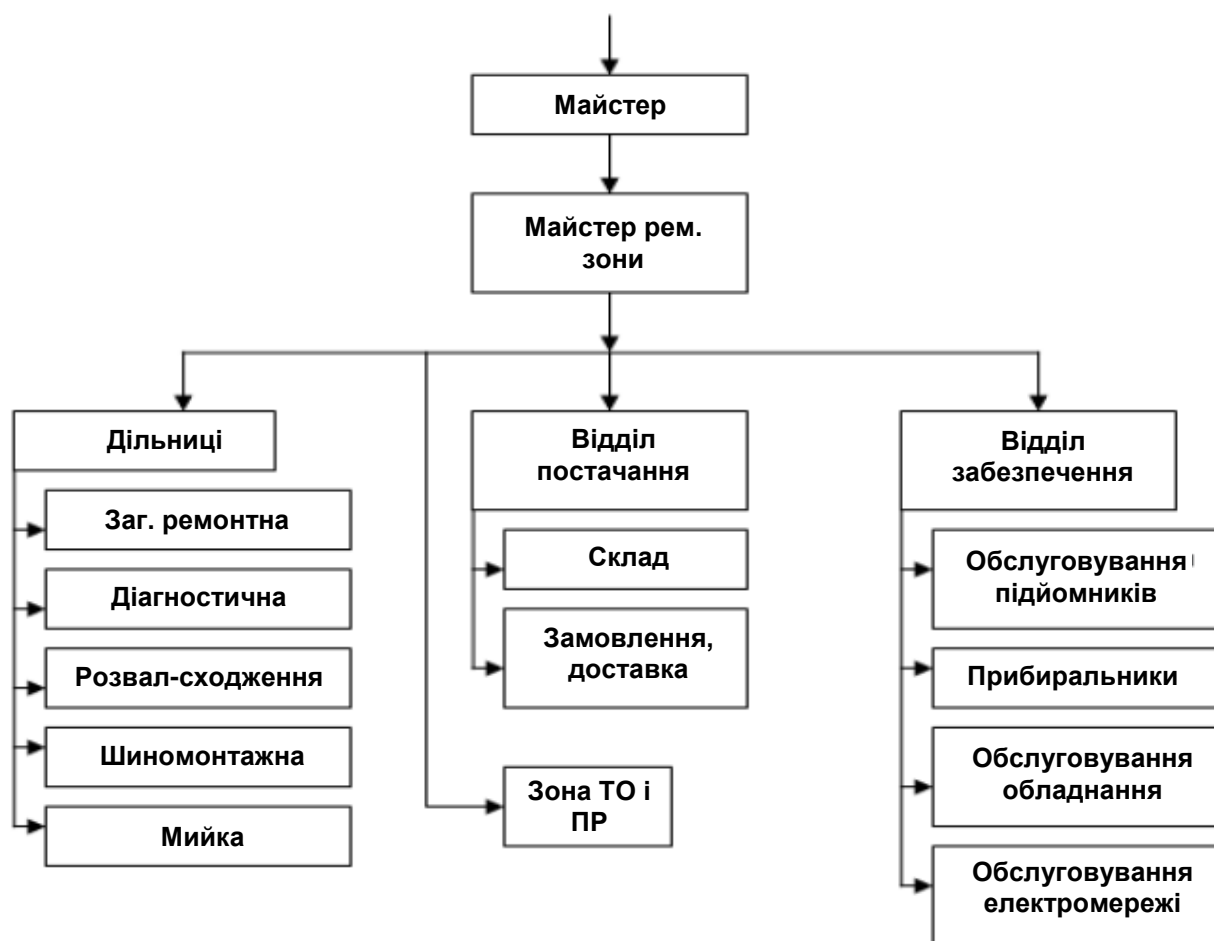


Рисунок. 1 1 – Структурна схема керування виробничим процесом

Очолує керівництво станції її адміністратор, в його підпорядкуванні більш дрібніші структурні одиниці. Адміністратор станції разом із майстром зміни здійснюють приймання транспортних засобів на ремонт, із наступним зазначенням проведених операцій, здійснює опитування клієнтів про неполадки або про потрібні процедурні питання, а також сповіщає про вартість запланованих робіт. В повноваження майстра зміни входить переміщення автомобіля на ремонтну дільницю і надання всіх запасних частин. Майстер ремонтної зони слідкує за порядком на дільницях та здійснює перевірку автомобілів. У випадку виявлення будь-яких недоліків з автомобілем, що пов'язані з безпечною його експлуатацією, то слюсар сповіщає майстра, який здійснив прийом автомобіля у його власника. Майстер телефонує клієнту, і пояснює причину занепокоєння. Власник сам вирішує, здійснювати додаткові послуги, чи відмовитись від них.

Структура керування СТО зображена на рисунку 1.2.

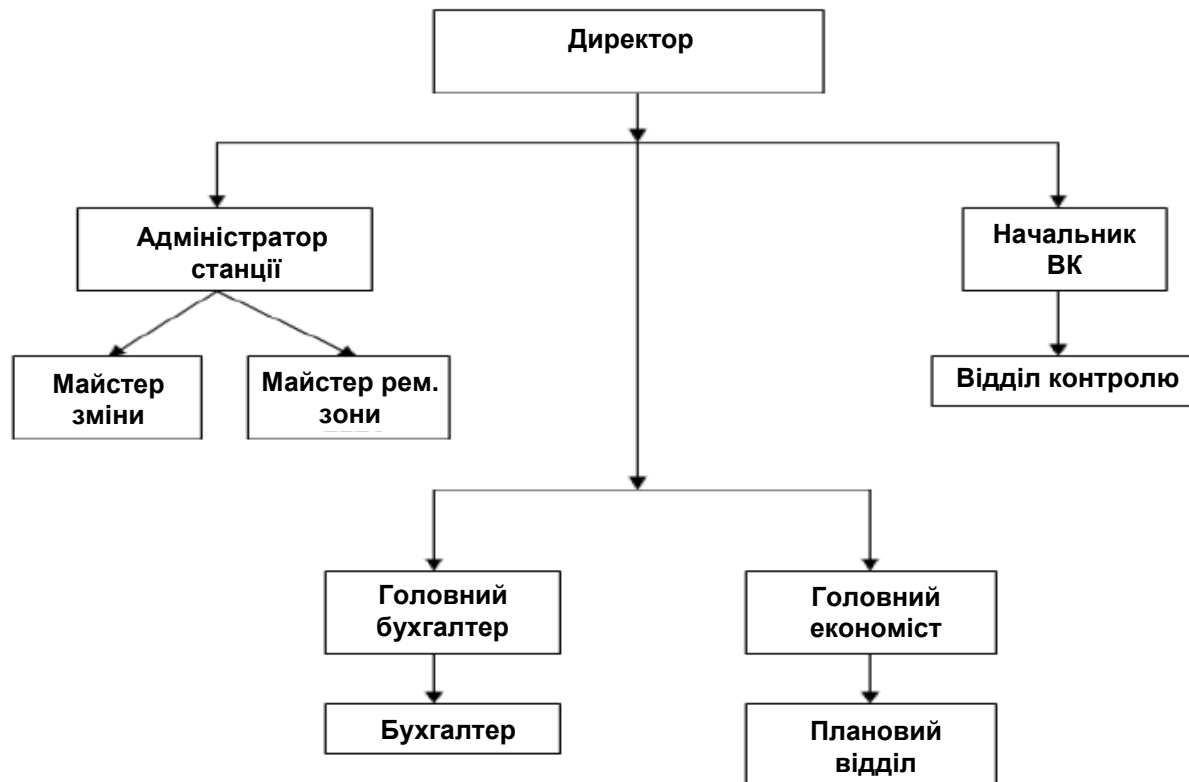


Рисунок 1.2 – Структура управління СТО

## 1.2 Аналіз пристроїв для очистки форсунок інжекторних двигунів

Існує кілька типів пристроїв для очищення інжекторної системи автомобіля [20]:

1. Хімічні добавки. Це найпростіший спосіб очищення інжекторів. Добавки додаються до палива, і під час роботи двигуна вони очищають інжектори. Цей метод є найбільш доступним, проте не забезпечує такої ефективності, як інші способи.
2. Ультразвукові очисники. Цей тип пристроїв використовує ультразвукові хвилі для очищення інжекторів. Вони можуть бути приєднані до паливної системи автомобіля, або використовуватись в якості зовнішнього пристрою. Ультразвукова очистка полягає в зануренні форсунок у спеціальний розчин, після чого вони піддаються впливу високочастотних звукових хвиль. Ці звуки генеруються в ультразвуковій ванні, до якої додається спеціальний розчин. Ультразвукові хвилі генерують вакуумні бульбашки, які вибухають і відривають від форсунки забруднення, які потім знімаються з поверхні форсунки. Ультразвукові очисники забезпечують більш ефективне очищення, ніж хімічні добавки, проте вони також коштують більше.
3. Машина для очищення інжекторів. Цей тип пристроїв зазвичай використовується в автосервісах. Він складається з набору шлангів, які приєднуються до паливної системи, і різноманітних фільтрів та насадок. Пристрій очищує інжектори за допомогою високого тиску палива та спеціальної рідини, що проходить через паливну систему автомобіля. Цей тип пристроїв є найефективнішим, проте вимагає значної кількості знань та досвіду для правильного ним користування.

Переваги використання пристроїв для очищення інжекторів включають покращення економії пального, зменшення викидів, поліпшення роботи дви-

гуна та зниження вартості ремонту. Недоліки включають високу вартість деяких типів пристроїв та необхідність знань та досвіду для користування.

Пристрій Jet Clean Plus (рис. 1.3) призначений для професійного очищення та профілактики паливних систем бензинових та дизельних автомобілів без розбирання та зняття форсунок.



Рисунок 1.3 – Пристрій Jet Clean Plus [20]

Основні параметри пристрою:

максимальний тиск – 8 атм,

об'єм балона – 6 л.

Відмінна особливість даного пристрою – автономна робота, тобто для його функціонування не потрібні сторонні джерела енергії.

Пристрій Jet Clean Plus забезпечує подачу рідини, що здійснює очистку, за рекомендованого тиску в паливопроводах системи живлення автомобілів будь-якої конструкції, чи то бензинових інжекторних і карбюраторних, чи то дизельних системам паливоподачі.

Принцип роботи пристрою. Для функціонування даний пристрій не потребує електричної енергії чи стиснутого повітря, потрібний для промивання тиск створюється за допомогою ручного насоса. За максимального робочого тиску 8 атм. є можливість роботи із системами механічного впорскування па-

льного. Якщо СТО обладнана централізованою повітряною магістраллю, то пристрій підєднують до цієї магістралі.

Під час промивання бензинових двигунів, що мають різні системи живлення, пристрій підєднується за одноконтурною схемою, в цьому випадку зворотну паливну магістраль заглушують, а на пристрої виставляють номінальний тиск, конкретний для кожного двигуна.

Під час роботи з дизельними двигунами установка підєднується за двоконтурною схемою (зворотну магістраль підключають до пристрою). Стандартна комплектація передбачає велику кількість перехідників для підєднання до будь-яких європейських транспортних засобів. Найбільша ефективність промивання пристрою досягається у випадку використання фірмових засобів Reiniger.

У випадку переходу з очищення бензинової системи на очищення дизельної і навпаки слід провести промивання пристрою Jet Clean Plus за допомогою дизельного пального або бензину.

Оскільки апарат Jet Clean Plus – це професійний пристрій, підєднання його до автомобіля і промивку паливної системи може здійснювати лише спеціаліст. Пристрій Jet Clean Plus та його промивні рідини мають офіційний дозвіл від концерну Volkswagen до використання на транспортних засобах.

Пристрій для промивання та тестування форсунок "ТекТронік" зображений на рис. 1.4.

Виробники працюють над усуненням в групі установок (ТТ-041, ТТ-061 і ТТ-081) виявлених численних недоліків, що негативно позначаються на діагностуванні впродовж усіх етапів роботи із знятою форсункою: в процесі підготовки до діагностики, діагностики та промивання.

Моделі ТекТронік ТТ-061 (рис. 1.4) ТТ-041 та ТТ-081 використовуються в процесі діагностики та очистки 4-ох, 6-ти та 8-ми бензинових форсунок одночасно. Комплектування пристрою дає можливість здійснювати обслуговування форсунок різних типів і конструкцій відомих брендів (Бош, Сіменс,

Нюпонденсо, Вебер, Делфі, Хітачі). Пристрій має електронне керування за допомогою високопродуктивного процесора, що вибирає режими для діагностики, очистки і контролює безпечність у роботі.



Рисунок 1.4 – Пристрій "ТекТронік" ТТ-061

Блок промивання виконаний у вигляді ультразвукової ванни, що випромінює хвилі спеціально підібрані для очистки відкладень, характерних бензиновим форсункам. Конструктивно ванна розроблена з тих міркувань, щоб забезпечити найефективніше положення форсунок щодо джерела випромінювання. У ванні передбачений злив промивної рідини.

Діагностичний блок пристрою "ТекТронік", як і його аналогів, оснащується візуальною вимірювальною системою з градуйованими посудинами, і містить дві частини. У верхньої широкої частини, виготовленої з кварцового скла є підсвічування за допомогою потужних ламп, забезпечуючи добру видимість факелу розпилу. У нижній вимірювальній частині розташовані колби з високою роздільною здатністю поділок.

Установка оснащена програмним забезпеченням, що керує тестовими режимами: статичним, динамічним, що дає можливість вести спостереження

за формуванням та напрямком факела та визначати продуктивність форсунок за різної частоти та тривалості їх активної дії, тестування на наявність витоків за підвищеного тиску, імітувати реальні режими роботи.

Виробники дають можливість оновлювати програмне забезпечення, випускаючи нові версії.

Установка SMC2001 зображена на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Установка SMC2001 [14]

За допомогою пристрою проводять очистку систем паливоподачі різних ДВЗ, як легкових, так і вантажних автомобілів. Установка адаптована до європейських вимог стосовно мобільності, надійності та зручності в роботі.

Регулювання тиску здійснюється в межах від 0 до 8 бар. Електричне живлення здійснюється від акумуляторної батареї напругою 12 В.

Паливна система транспортного засобу не зазнає зміни в конструкції.

Продуктивність насоса (128-212 л/год) є достатньою для очистки різних паливних систем.

Під час проведення очищення у серійній системі транспортного засобу з'єднують напірний і зворотний паливопроводи системи, або відключають за-

побіжник. З'єднання, що входять в комплект, дозволяють очищувати будь-які системи упорскування. Пристрій обладнаний насосом фірми Бош з охолодженням ротора за допомогою сольвента.

На рисунку 1.6 зображена установка КС-120.



Рисунок 1.6 – Установка КС-120 [14] Рисунок 1.7 – Комплект переходників

Установка призначена для очистки та діагностики паливних систем транспортних засобів. Установка КС-120 розрахована на діагностику будь-яких паливних систем різних марок транспортних засобів.

Функціональні особливості. Очищення від смолистих та лакових відкладень форсунок, паливної рампи, регулятора тиску, паливопроводів, карбюраторних жиклерів, а також очистка впускних клапанів, камер згоряння двигунів, контролювання тиску під час очистки, визначення тиску створюваного паливним насосом транспортного засобу, перевірка працездатності зворотного клапана та клапана паливної рампи транспортного засобу, вимірювання оборотів ДВЗ, вимірювання напруги АКБ і генераторної установки.



### **1.3 Висновки до розділу**

Аналіз роботи форсунок інжекторних двигунів свідчить, що забивання форсунок, яке відбувається в процесі їх роботи, призводить до різноманітних несправностей, серед яких: зниження потужності двигуна. Забруднені форсунки можуть спричинити: зменшення кількості палива, що впорскується в циліндр, що зменшує потужність двигуна; нестабільна робота двигуна; нерівномірну роботу двигуна, що може проявлятися у вигляді дроблячого звуку, коливання обертів і нестабільної роботи; підвищений рівень викидів; можуть випускати більше палива, ніж необхідно для згоряння, що призводить до підвищення рівня викидів; погіршення запуску двигуна. Якщо форсунки повністю заблоковані, двигун може не запускатися взагалі; зниження економічності. Забруднені форсунки можуть спричинити підвищення споживання пального, що зменшує економічність автомобіля; погіршення якості роботи двигуна; призвести до вібрацій, викликати збільшення рівня шуму і знизити загальну якість роботи двигуна.

## **2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА**

### **2.1 Загальна характеристика СТО**

СТО "Chekan" знаходиться у м. Стрий. У даного підприємства 1 змінний 8 годинний робочий день і додаткова година обіду. Сировину підприємство централізовано закуповує зі складів. Електроенергія від міської мережі. Вода з міського водопроводу. СТО займається ТО та ремонтом автомобілів і має для цього все необхідне обладнання.

### **2.2 Аналіз варіантів організації технічних впливів**

Враховуючи права власників автомобілів, для того, щоб здійснити замовлення на проведення робіт певного виду або вибіркового переліку робіт, складено найхарактерніші поєднання видів і переліків робіт з ТО і ПР транспортних засобів та їх доцільної організації.

#### **1. ТО повного обсягу.**

Транспортний засіб поступає у зону ТО, де у заданій послідовності відповідно до технологічних карт проводяться роботи.

#### **2. Вибіркові роботи з ТО.**

Транспортний засіб поступає у зону ТО, де проводяться вибіркові або перелік робіт, погоджені із замовником.

#### **3. ТО у повному обсязі та ПР.**

Автомобіль надходить в зону ПР і на автомобіле-місця в спеціалізованих виробничих дільницях. Із зони ПР після проведення діагностики транспортний засіб поступає на ТО, яке проводить відповідно до технологічних карт.

#### **4. Вибіркові роботи з ТО та ПР.**

Транспортний засіб поступає у зону ПР, а після діагностики – в зону ТО для проведення вибіркового комплексу робіт із переліку ТО, які замовлені клієнтом.

5. ТО у повному обсязі та ПР, необхідність здійснення яких виявлена під час діагностування.

Транспортний засіб поступає на дільницю діагностування, потім у зону ТО, де воно проводиться у повному обсязі.

6. Вибіркові роботи ТО та роботи ПР, необхідність проведення яких була виявлена під час діагностування.

Роботи виконуються в тій же послідовності, що і за п'ятим пунктом, але на постах ТО виконують заявлений перелік робіт.

7 Роботи ПР згідно заявки клієнта.

Транспортний засіб поступає у дільницю ПР, де відповідно до технологічних карт проводяться зазначені клієнтом роботи.

8. Роботи ПР, потреба виконання яких встановлена під час діагностики.

Після діагностики та узгодження об'єму робіт із клієнтом, транспортний засіб поступає у зону ПР, де відповідно до технологічних карт проводяться потрібні роботи [14].

## 2.3 Технологічний розрахунок СТО

### 2.3.1 Вихідні дані

Вихідні дані для проведення технологічного розрахунку дані в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для технологічного розрахунку СТО

Клас автомобіля	Річна кількість умовно обслужених на станції автомобілів, $N_{СТО}$	Кількість заїздів одного автомобіля за рік, $d$	Середньорічний пробіг автомобіля, км	Кількість робочих днів у році, $D_{роб.р}$	Тривалість зміни, год, $T_{зм}$	Кількість змін, $C$
Малий	120	3	15000	305	8	1
Середній	180	3	15000	305	8	1

### 2.3.2 Розрахунок річного обсягу робіт

Річний обсяг робіт СТО може включати послуги (роботи) з ТО та ПР, прибирально-мийні роботи, роботи з приймання та видачі транспортних засобів, роботи з протикорозійної обробки кузовів та передпродажної підготовки автомобілів [8].

Річний обсяг робіт з ТО та ПР (у люд.-год) визначається з формули:

$$T_{\text{ТО-ПР}} = \frac{N_{\text{СТО}} \times L_P \times t_{\text{ТО-ПР}}}{1000}, \quad (2.1)$$

де  $N_{\text{СТО}}$  – річна кількість умовно обслужених на СТО транспортних засобів даної марки;

$L_P$  – середньорічний пробіг транспортного засобу, км;

$t_{\text{ТО-ПР}}$  – питома трудомісткість ТО та ПР, люд.-год/1000 км (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Трудомісткості ТО та ПР автомобілів

Тип СТО і рухомого складу	Питома трудомісткість ТО і ПР, люд.-год/1000 км	Трудомісткість за один заїзд за видами робіт, люд.-год				
		ТО і ПР	мийка і прибирання	прийом і видача	передпродажна підготовка	протикорозійний обробіток
<b>Міські СТО легкових автомобілів</b>						
Особливо малого класу	2,0	-	0,16	0,16	3,5	3,0
Малого класу	2,3	-	0,21	0,21	3,5	3,0
Середнього класу	2,7	-	0,26	0,26	3,5	3,0
<b>Дорожні СТО</b>						
Легкових автомобілів всіх класів	-	2,0	0,20	0,20	-	-
Автобусів і вантажних автомобілів	-	2,9	0,26	0,30	-	-

Для СТО трудомісткість визначається наступним чином:

- легкових автомобілів малого класу:

$$T_{\text{ТО-ПР}} = \frac{120 \times 15000 \times 2,3}{1000} = 4140 \text{ люд.-год.}$$

- легкових автомобілів середнього класу:

$$T_{\text{ТО-ПР}} = \frac{180 \times 15000 \times 2,7}{1000} = 7290 \text{ люд.-год.}$$

Прибирально-мийні роботи (ПМР) виконують перед ТО та ПР або як відокремлений вид послуг. За першого випадку число заїздів на дільницю прибирально-мийних робіт приймають рівним кількості заїздів транспортних засобів, що обслуговуються за рік, тобто, якщо на СТО ПМР проводяться як відокремлений вид послуг, кількість заїздів на дільницю ПМР може бути прийнята з розрахунку 1 заїзду на  $L_3 = 900 \dots 1000$  км пробігу [10].

Річний обсяг ПМР, люд-год, визначається з виразу:

$$N_{\text{ПМР ТО-ПР}} = N_{\text{ПМР}} \times d, \quad (2.2)$$

де  $N_{\text{ПМР}}$  – кількість заїздів за рік на ПМР.

Отже, кількість заїздів на дільницю ПМР, як відокремлений вид послуг, визначиться з виразу:

$$N_{\text{з.ПМР}}^{\text{сам}} = \frac{N_{\text{СТО}} \times L_p}{L_3}, \quad (2.3)$$

Річний обсяг ПМР (у люд.-год) визначається з формули:

$$T_{\text{ПМР}} = N_{\text{ПМР ТО-ПР}} \times t_{00}, \quad (2.4)$$

де  $t_{00}$  – середня трудомісткість одного заїзду (одиночного обслуговування) на ПМР за механізованої (0,15...0,25) та ручної мийки (0,50), люд.-год. [10].

Дані показники становитимуть для:

- автомобілів малого класу:

$$N_{\text{ПМР ТО-ПР}} = 120 \times 3 = 360 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{\text{ПМР}} = 360 \times 0,5 = 180 \text{ люд.-год.}$$

- автомобілів середнього класу:

$$N_{\text{ПМР ТО-ПР}} = 180 \times 3 = 540 \text{ люд.-год.};$$

$$T_{\text{ПМР}} = 540 \times 0,5 = 270 \text{ люд.-год.}$$

Річний обсяг робіт з приймання та видачі автомобілів (у люд-год.):

$$T_{\text{ПВ}} = N_{\text{СТО}} \times d \times t_{\text{ПВ}}, \quad (2.5)$$

де  $t_{\text{ПВ}}$  – разова трудомісткість одного заїзду на роботи з приймання та видачі автомобілів, люд.-год.

В даному випадку, що розглядається:

- автомобілів малого класу:

$$T_{\text{ПВ}} = 120 \times 3 \times 0,2 = 75 \text{ люд-год};$$

- середнього класу:

$$T_{\text{ПВ}} = 180 \times 3 \times 0,26 = 135 \text{ люд-год.}$$

Результати розрахунку річного обсягу робіт заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Річний обсяг робіт, люд-год.

Клас автомобіля	ТО і ПР, $T_{\text{ТО-ПР}}$	ПМР, $T_{\text{ПМР}}$	Прийом і видача а/м, $T_{\text{ПВ}}$	Загальний об- сяг робіт за рік, $T$
малий	4140	180	75	4395
середній	7290	270	135	7685
Всього	11430	450	210	12000

Окрім робіт, поданих у табл. 2.3, на станції проводяться різного роду допоміжні роботи, зокрема, роботи із ремонту та ТО технологічного обладнання, оснащення та інструменту різних ділянок і зон, утримання обладнання, мереж і комунікацій, обслуговування компресорного обладнання та ін. Об'єм таких робіт коливається в межах 10...15% від загального об'єму робіт СТО [12].

В даному випадку об'єм допоміжних робіт становитиме відповідно:

$$T_{\text{Доп}} = 12000 \times 0,1 = 1200 \text{ люд.-год.}$$

### 2.3.3 Розподіл річного обсягу робіт за видами та місцем виконання

На сьогодні ТО та ремонт транспортних засобів на підприємствах автомобільного сервісу здійснюється на основі готових деталей, вузлів та агрегатів. Тому, переважно, роботи (послуги) з ТО і ПР проводяться на робочих по-

стах. Окремі виробничі приміщення (із робочими постами), як правило, передбачають для проведення ПМР, кузовних, фарбувальних і протикорозійних робіт.

Проведення електротехнічних робіт, робіт, пов'язаних із ремонтом приладів систем живлення, демонтованих з автомобіля, обслуговування АКБ, шиномонтаж, балансування коліс, ремонт камер тощо, передбачається як у зоні робочих постів, що оснащуються потрібним устаткуванням, так і у окремих приміщеннях із дотриманням належних санітарно-гігієнічних та протипожежних вимог. Вибір того чи іншого варіанта залежить від об'єму робіт, чисельності працівників, компонованим планувальним рішенням та організацією робіт[14].

На СТО, переважно великих, організуються окремі виробничі дільниці з ремонту агрегатів (двигуни, коробки передач, ведучі мости та ін.), проведення оббивних робіт. Розробляючи такі дільниці, у завданні на проектування вказують програму та трудомісткість окремих видів робіт або чисельність виробничого персоналу [13].

Розподіл загального річного обсягу робіт з ТО і ПР за видами та місцем проведення залежно від кількості робочих постів приймається згідно даних табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Орієнтовний розподіл об'єму робіт за видами та місцем їх проведення на СТО

Вид робіт	Розподіл обсягу робіт залежно від робочих постів					Розподіл обсягу робіт за місцем їх виконання	
	до 5	6-10	11-20	21-30	>30	на робочих постах	на виробничих дільницях
1	2	3	4	5	6	7	8
Діагностичні	6	5	5	4	3	100	-
ТО повного обсягу	35	5	4	0	7	100	-
Мастильні	5	4	4	3	2	100	-

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Регулювальні зі встановлення кутів керованих коліс	10	6	4	3	3	100	-
Ремонт і регулювання гальм	10	5	4	3	2	100	-
Електротехнічні	5	5	5	3	3	80	20
Стосовно системи живлення	5	5	5	4	4	70	30
Акумуляторні	1	2	2	2	1	10	90
Шиномонтажні	7	5	2	2	1	30	70
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	16	10	9	8	7	50	50
Кузовні і арматурні	-	10	26	27	34	75	25
Фарбувальні	-	10	17	21	26	100	-
Оббивні	-	1	4	4	3	50	50
Слюсарно-механічні	-	8	7	6	4	-	100
Прибирально-мийні	-	-	-	-	-	100	-
Протикорозійні	-	-	-	-	-	100	-

Для проведення розподілу об'єму робіт проекрованої СТО число робочих постів наближено можна визначити за формулою:

$$X = \frac{T \times \varphi \times K_{\Pi}}{D_{\text{роб.р}} \times T_{\text{зм}} \times C \times P_{\Pi} \times \mu_{\Pi}}$$

де  $T$  – річний загальний обсяг робіт на СТО, люд-год;

$\varphi$  – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів на СТО ( $\varphi=1,15$ );

$K_{\Pi}$  – частка робіт на постах у загальному обсязі (0,76...0,86);

$D_{\text{роб.р}}$  – кількість робочих днів у календарному році;

$T_{\text{зм}}$  – тривалість робочої зміни;

$C$  – число змін;

$P_{\Pi}$  – середня кількість працівників, одночасно працюючих на посту ( $P_{\Pi}=0,8...1,2$ );



$\eta_{\text{п}}$  – коефіцієнт використання робочого дня посту ( $\eta_{\text{п}}=0,90$ ).

В даному випадку для досліджуваної СТО:

$$X = \frac{12000 \times 1,15 \times 0,8}{305 \times 8 \times 1 \times 1 \times 0,9} = 5 \text{ постів.}$$

На основі даних таблиці 2.5, проводимо розподіл річного обсягу робіт ТО і ПР досліджуваної СТО за видами та місцем проведення.

Таблиця 2.5 – Розподіл річного обсягу робіт ТО та ПР

Вид робіт	Розподіл обсягу робіт ТО і ПР за видами		Розподіл обсягу робіт ТО і ПР за місцем виконання			
	на робочих постах		на робочих постах		на виробнич. дільницях	
	%	люд-год	%	люд-г	%	люд-г
Діагностичні	10	1144	100	1144	-	-
ТО, мастильні	50	5717	100	5717	-	-
Ремонт і регулювання гальм	10	1143	100	1143	-	-
По приладам системи живлення	10	1145	70	802	30	343
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	20	2286	50	1143	50	1143
Всього	100	11435	-	9949	-	1486

### 2.3.4 Розрахунок чисельності працівників

Технологічно необхідна (явочна) чисельність виробничого персоналу  $P_{\text{т}}$  та штатна  $P_{\text{ш}}$  визначаються з виразу:

$$P_{\text{т(ш)}} = \frac{T}{\Phi_{\text{т(ш)}}}, \quad (2.7)$$

де  $T$  – річний обсяг робіт, люд.-год;

$\Phi_{\text{т(ш)}}$  – річний фонд часу технологічно необхідного працівника за однозмінної роботи та штатного працівника відповідно, год.

Для працівників зі шкідливими умовами роботи встановлені фонди  $\Phi_{\text{т}} = 1780$  год. і  $\Phi_{\text{ш}} = 1560$  год. (35 год. тривалість тижня та 24 дні відпустки). Для всіх інших працівників  $\Phi_{\text{т}} = 2020$  год. і  $\Phi_{\text{ш}} = 1800$  год (40 год тривалість тижня і 24 дні відпустки).

В даному випадку результати визначення загальної чисельності, виробничих робочих СТО (ТО і ПР, ПМР, приймання та видача ТЗ, протикорозійний обробіток кузовів і передпродажна підготовка) наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати розрахунку загальної кількості працівників СТО

Дільниця	Затр.пр.	Розрах.	Прийнято	Розрах.	Прийнято
ТО-ПР	11435	5,6	6	6,5	7
ПМР	450	0,2	-	0,2	-
Приймання і видача автомобілів	110	0,1	-	0,1	-
Всього	12000	5,9	6	6,8	7

Число допоміжних працівників визначається:

$$P_T = \frac{12000 \times 0,1}{2020} = 0,6 = 1;$$

$$P_{\text{Ш}} = \frac{12000 \times 0,1}{1770} = 0,7 = 1.$$

Результати розрахунку чисельності виробничих робочих ТО та ПР за видами робіт та місцем виконання наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати розрахунку чисельності виробничих працівників на ТО та ПР за видами робіт та місцем виконання

Вид робіт	Обсяг робіт ТО і ПР			
	люд-год	люд-год	розрах.	прийм.
Діагностичні	1144	-	0,6	1
ТО, мастильні	5717	-	2,6	3
Ремонт і регулювання гальм	1143	-	0,6	-
Прилади системи живлення	802	343	0,4	-
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	1143	1143	0,6	1
Всього	9949	1486	5	5

### 2.3.5 Розрахунок кількості постів

За технологічним призначенням пости ділять на робочі та допоміжні [10].

Робочі пости – це авто-місця, оснащені відповідним технологічним обладнанням і призначені для технічного впливу на автомобіль, підтримання та відновлення його технічно справного стану та зовнішнього вигляду (пости ПМР, діагностики, ТО, ПР, кузовних, фарбувальних і протикорозійних робіт).

Число робочих постів визначається з виразу:

$$X = \frac{T_{п} \times \varphi}{D_{роб.р} \times T_{зм} \times C \times P_{п} \times \eta_{п}}, \quad (2.8)$$

де  $T_{п}$  – річний обсяг робіт на постах, люд-год;

$\varphi$  – коефіцієнт нерівномірного завантаження постів ( $\varphi=1,15$ );

$D_{роб.р.}$  – кількість робочих днів у році;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год;

$C$  - число змін;

$P_{п}$  – середня кількість працівників на посту (0,8...1,2 чол.);

$\eta_{п}$  – коефіцієнт використання робочого часу (0,86...0,91).

Результати визначення кількості постів ТО та ПР за видами робіт представлено в табл. 2.8.

Аналіз даних табл. 2.5, 2.6 та 2.7 дозволяє встановити, що обсяги робіт та чисельність виробничих працівників є недостатніми для організації роботи окремих ділянок за такими видами робіт, як електротехнічні, ремонт приладів систем живлення, акумуляторні та шиномонтажні. Їх варто виконувати на робочих постах з ремонту (або ТО) і частково на ділянці з ремонту вузлів, агрегатів та систем.

Таблиця 2.8 – Результати розрахунку числа робочих постів ТО та ПР

Вид робіт	Обсяг робіт ТО і ПР	Кількість робочих постів	
		розрах.	прийняте
Діагностичні	1144	0,6	1
ТО, мастильні	5717	3,0	3
Ремонт і регулювання гальм	1143	0,6	
Прилади системи живлення	1145	0,6	
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	2286	1,2	2
Всього	11435	6	6

Діагностичні роботи рекомендується здійснювати на посту ТО.

Роботи з ремонту та регулювання гальм і роботи з приладами системи живлення пропонується проводити на посту з ремонту вузлів, систем і агрегатів і на посту ТО.

В підсумковому вигляді результати запропонованого перерозподілу обсягів робіт ТО та ПР, розрахунку чисельності виробничих працівників та робочих постів дано в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 – Підсумковий варіант розподілу обсягу робіт ТО та ПР за видами та місцем проведення, розрахунок чисельності виробничих працівників та робочих постів

Вид робіт	Обсяг робіт ТО і ПР за видами		Розподіл обсягу робіт ТО і ПР за місцем виконання				Чисельність виробничих робітників								Кількість робочих постів	
							на робочих постах				на виробничих дільницях				розрах	прийн
							Р <sub>Т</sub>		Р <sub>Ш</sub>		Р <sub>Т</sub>		Р <sub>Ш</sub>			
%	люд-г	%	люд-г	%	люд-г	роз	пр	роз	пр	роз	пр	роз	пр			
ТО	70	8006	100	8006	-	-	3,96	4	4,52	5	-	-	-	-	4,2	4
Ремонт	30	3429	75	2572	25	857	1,7	2	1,94	2	0,4	1	0,5	1	1,8	2
Всього	100	11435	-	10578	-	857	5,66	6	6,46	7	0,4	1	0,5	1	6	6

Число постів ПМР (перед ТО та ПР) визначається наступним чином

$$X_{\text{ПМР}} = \frac{450 \times 1,15}{305 \times 8 \times 1 \times 1 \times 0,9} = 0,2.$$

Для досліджуваної СТО приймаємо 1 пост ПМР (для миття автомобілів перед ТО та ПР).

Результати розрахунку загальної кількості робочих постів представлені у табл. 2.10.

Таблиця 2.10 – Розподіл робочих постів за видами впливів

Кількість постів за видами впливів		
ПМР	ТО, мастильні, діагностичні, прилади системи живлення і гальмівної системи	Ремонт вузлів, систем і агрегатів, прилади системи живлення і гальмівної системи
1	4	2

Допоміжні пости – це автомобіле-місця, які оснащені або не оснащені устаткуванням, на якому проводяться технологічно допоміжні операції (пости приймання та видачі автомобілів, підготовки та сушіння на фарбувальній ділянці і т.п.) [12].

У нашому прикладі кількість постів приймання та видачі автомобілів

$$X_{\text{ПВ}} = \frac{374 \times 1,15}{305 \times 8 \times 1,5 \times 1,0 \times 0,85} = 0,1 \text{ поста.}$$

У цьому випадку приймання та видачу автомобілів доречно проводити на відповідних робочих постах або автомобіле-місцях.

### 2.3.6 Розрахунок числа авто-місць очікування та зберігання

В залежності від визначених умов можуть бути запроєктовані авто-місця очікування й зберігання, що розташовуються як у закритих приміщеннях, так і на відкритих площадках.

Автомобіле-місця очікування – це місця, які займані автомобілями, що очікують на постановку їх на пости ТО і ПР. За необхідності автомобіле-місця очікування можуть використовуватися для виконання певних видів робіт ТО та ПР. Тому відстані на цих авто-місцях між автомобілями та елементами будівель повинні бути такі ж, як і для робочих постів [12].

Кількість авто-місць очікування постановки автомобіля на пости ТО і ПР вираховується з розрахунку 0,5 авто-місця на один робочий пост.

$$X_{\text{оч}} = 7 \times 0,5 = 4.$$

Передбачаємо, що всі 4 авто-місця розміщуються на відкритій стоянці.

Автомобіле-місця зберігання передбачаються для підготованих до видачі транспортних засобів.

Число авто-місць для підготованих до видачі автомобілів становитиме:

$$X_{\text{ГОТ}} = \frac{N_c \times T_{\text{ПР}}}{T_{\text{В}}}, \quad (2.9)$$

де  $N_c$  – добова кількість заїздів ( $N_c = \frac{N_{\text{СТО}} \times d}{D_{\text{РОБ.Р.}}}$ );

$T_{пр}$  – час перебування автомобіля на СТО після його обслуговування до видачі клієнту ( $\approx 4$  год.);

$T_v$  – тривалість роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год.

Для досліджуваного СТО:

$$N_C = \frac{N_{СТО} \times d}{D_{роб.р.}}$$

$$N_C = \frac{300 \times 3}{305} = 2,95.$$

$$X_{ГОТ} = \frac{2,95 \times 4}{8} = 1,5 = 2 \text{ місяця зберігання.}$$

Приймаємо, що 1 авто-місце буде розміщуватися в приміщенні станції та 1 на відкритій стоянці.

## 2.4 Висновки до розділу

Проведений технологічний розрахунок СТО показав, що загальна кількість постів становить 7. Автомобіле-місць - 6 (з них 3 у приміщенні СТО та 3 на відкритій стоянці). Робочих постів – 7.

Автомобіле-місць очікування постановки автомобілів на пости -- 4 (з них 2 у приміщенні СТО та 2 на відкритій стоянці).

Авто-місця зберігання готових до видачі – 2 (з них 1 у приміщенні, 1 на відкритій стоянці)

## 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Аналіз існуючих способів очистки форсунок інжекторних двигунів

Розрізняють два способи очистки форсунок. Перший полягає в тому, що форсунки очищаються на працюючому двигуні згідно "штатної" схеми. Для другого способу характерним є демонтаж форсунок з двигуна і окрема від нього чистка. Кожен із цих способів має свої переваги та недоліки [20].

Переваги першого способу – доволі проста процедура, незначні затрати часу і мала вартість. Разом із форсунками очищаються від смолистих відкладень і нагару впускні клапани, камери згоряння, днища поршнів, звільнюються закоксовані кільця і вирівнюється компресія по циліндрах. Все це сприяє більш повному наповненню циліндрів свіжою паливно-повітряною сумішшю, зменшується схильність двигуна до калильного згоряння, яке згубне для двигуна в режимі значних навантажень і високих обертів колінчастого вала.

Недоліком є відсутність об'єктивних даних про пропускну здатність форсунок, факел розпилу і про чистоту форсунок можна судити лише з кращої роботи двигуна і покращеної динаміки автомобіля.

Переваги другого способу – наявність об'єктивних даних про стан форсунок після вилучення їх з двигуна і очищати їх можна до тих пір, поки не будуть отримані необхідні показники їх роботи.

Недоліком способу є доволі складна операція зі зняття форсунок, оскільки необхідно знімати частину навісного обладнання, включаючи впускний колектор, великі затрати часу і відповідно вища вартість робіт; форсунки повертаються назад вже чистими, а все інше (поршні, клапани, кільця) залишаються зі смолистими відкладеннями та нагаром. В результаті не отримується очікуваного ефекту.

### 3.2 Технологічний процес промивання форсунок

Пропонований пристрій для діагностики та промивання форсунок інжекторного двигуна представлено на рисунку 3.1.

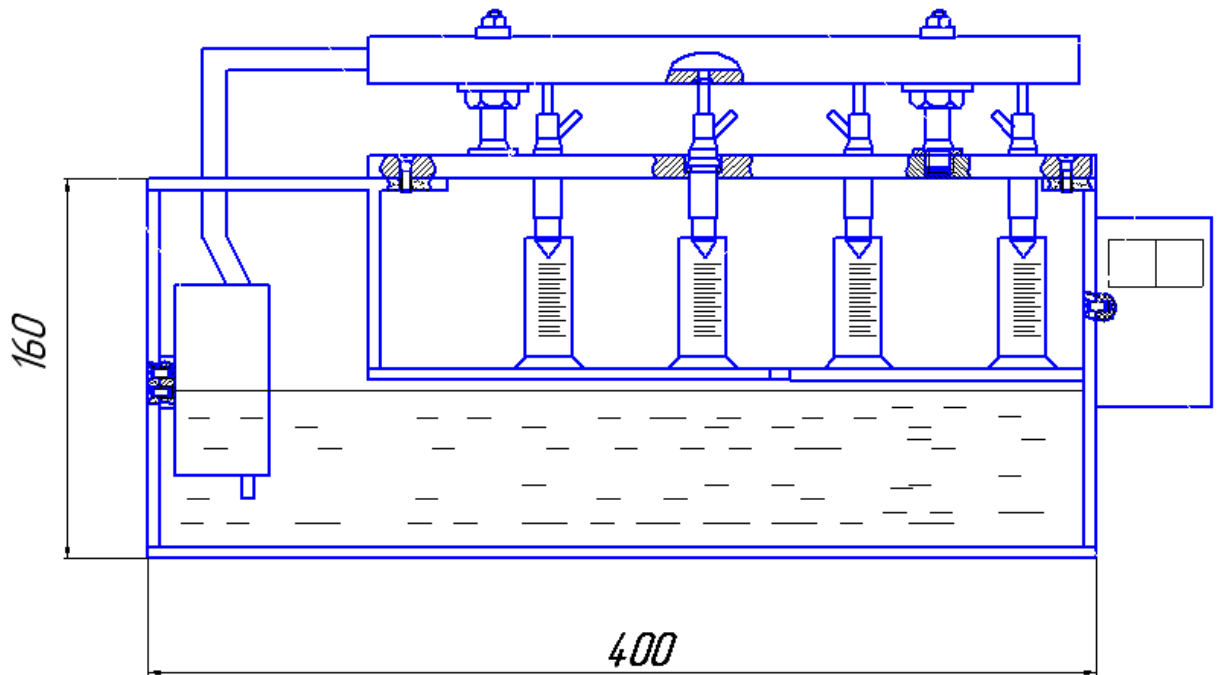











Рисунок 3.1 – Пристрій для промивання та діагностики форсунок інжекторного двигуна


Корпус пристрою виготовляється з листової сталі, зварюванням деталей в стик за допомогою електродугового зварювання.




Етапи підготовки пристрою до роботи. Пристрій готовий до роботи в режимі "перевірка" відразу після подачі на нього живлення напругою 12 В, про що свідчить напис на екрані блоку управління 

За необхідності можна встановити рекомендовані параметри імпульсів для перевірки форсунок. Для цього потрібно натиснути клавішу  після чого за допомогою клавіш  і  встановити час упорскування, що рівний 9,9 мс. Далі необхідно знову натиснути клавішу  та за допомогою клавіш



 і  встановити часовий проміжок між імпульсами, рівний 10 мс. Після натискання клавіші  встановити кількість імпульсів 2000 і знову натиснути клавішу . Після цього з'явиться напис E5E, що свідчить про готовність до режиму "перевірка".

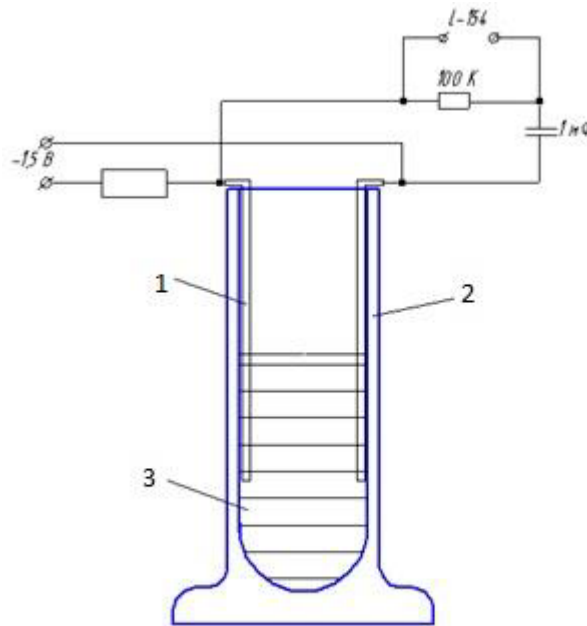
Тепер, для початку перевірки необхідно включити бензонасос для подачі палива під тиском до форсунок натиснувши клавішу , після чого форсунки почнуть працювати і включиться зворотний відлік кількості імпульсів упорскування. Після відліку заданої кількості імпульсів форсунки перестануть впорскувати пальне, далі необхідно вимкнути бензонасос і виміряти та записати кількість пального у мензурках під форсунками. Перед демонтажем форсунок необхідно скинути тиск у паливній рампі стенда шляхом увімкнення режиму "перевірка" без включення бензонасоса.

Якщо форсунки впорскують не однакову кількість пального, це однозначно вказує на необхідність їхнього очищення. Щоб перевести пристрій у режим "очищення", слід натиснути клавішу , після чого на екрані з'явиться напис CLA. Тепер необхідно по черзі кожну форсунку підключити до пристрою, вихідний отвір форсунки занурити в невелику ємність (5 мл), наповнену промивною рідиною, і натиснути клавішу . Форсунка почне прокачувати промивну рідину у зворотному напрямку. Через 3 хвилини потрібно знову натиснути клавішу  вимкнення очищення. Те саме зробити з іншими форсунками.

Після очищення необхідно перевірити продуктивність форсунок. Якщо продуктивність всіх форсунок однакова, то форсунки можна встановлювати на двигун, якщо ні, то необхідно повторити очищення.

Перевагою даного пристрою є простота у виготовленні та обслуговуванні, мала вартість матеріалів. Недоліком – є відсутність можливості точного контролю продуктивності форсунки.

Для усунення недоліку установки пропонуємо використати спеціальну вимірювальну колбу (рис. 3.2).



1 – електрод; 2 – вимірювальна колба; 3 – промивна рідина

Рисунок 3.2 – Пристрій вимірювання продуктивності форсунки

На протилежних кінцях колби розташовані електроди із дроту з високим опором. Оскільки промивна рідина є електролітом, то заповнення колби супроводжуватиметься зменшенням опору електродів у порівнянні з іншим, послідовно встановленим опором, пропорційно ступеню заповнення колби. Напруга на електродах через диференціальний RC-ланцюг і аналого-цифровий перетворювач L-154 подається на ПЕОМ. На моніторі з'являтимуться для кожної форсунки криві з нахилом, що збільшується. Постійність нахилу є ознакою завершення промивання даної форсунки, а його усталена величина дозволяє визначити значення витрати форсунки. Пристрій для вимірювання

продуктивності форсунок представлено на рис. 3.2. Технологічна карта на діагностику та промивання форсунок представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Карта технологічна на діагностику і промивання форсунок інжекторного двигуна

Назва і зміст операції	Місце виконання робіт	Обладнання і інструмент	Норма часу, хв	Технічні умови і рекомендації
1	2	3	4	5
1. Від'єднати паливопровід від паливної рейки	Спереду двигуна	Ключ ріжковий на 14 мм	2,0	Від'єднавши, закріпити паливопровід для уникнення підтікання палива
2. Від'єднати електропроводи від клем форсунок	Спереду двигуна		1,0	
3. Відгвинтити гайку кріплення паливної рейки і зняти її	Спереду двигуна	Ключ торцевий на 13 мм	4,0	
4. Демонтувати форсунок з блока двигуна	Спереду двигуна		2,0	Не пошкодити кільце на сидлі форсунок
5. Провести візуальний огляд форсунок			2,0	
6. Встановити форсунок у пристрій для діагностики і промивання форсунок	Верстак	Пристрій для діагностики і промивання форсунок	10,0	
7. Провести діагностику форсунок	Верстак	Пристрій для діагностики і промивання форсунок	10	Під час діагностики перевірити продуктивність форсунок, форму факела розпилу, герметичність форсунок
8. Провести очистку форсунок	Верстак	Пристрій для діагностики і промивання форсунок	10,0	Задати на блоці управління програму для очистки форсунок

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5
9. Провести повторну діагностику форсунок	Верстак	Пристрій для діагностики і промивання форсунок	10,0	Під час повторної діагностики перевірити продуктивність форсунки, форму факела розпилу, герметичність форсунки
10. Встановити форсунки у блок циліндрів двигуна	Спереду двигуна		2,0	
11. Встановити паливну рейку	Спереду двигуна	Ключ торцевий на 13 мм	4,0	Затягувати гайки кріплення «як туго»
12. Приєднати електропроводи до клем форсунок	Спереду двигуна		1,0	Не переплутати електропроводи
13. Приєднати паливопровід до паливної рейки	Спереду двигуна	Ключ ріжковий на 14 мм	2,0	Затягувати гайки кріплення «як туго»

Запропонована технологія дозволяє очистити до 95-98% форсунок. Інші 2-5% – форсунки відбраковані ще до очищення внаслідок виявлення корозії.

Технічні характеристики пристрою:

- джерело живлення 12 В;
- об'єм промивної/тестової рідини 2500/2500 мл.;
- кількість імпульсів відкриття форсунок 10-2550;
- час відкриття форсунок 15-99 мс;
- часовий інтервал між імпульсами 10-100 мс.;
- габарити (ДхШхВ): 400x80x160 мм;
- маса 7 кг.

### 3.3 Розрахунок елементів конструкції пристрою

#### 3.3.1 Вибір електронасоса

За необхідними параметрами вибираємо насос серії UP-1 на 12В (рис. 3.3).

Всмоктувальні насоси імпелерного типу серії UP призначені для перекачування води в т.ч морської, дизельного пального, антифризів та інших нейтральних по відношенню до робочих частин насоса рідин, в т.ч. з механічними домішками розміром до 3 мм.



Рисунок 3.3 – Електронасос UP-1.12M

Технічні характеристики насоса UP-1:

- робоча температура – від -10 до +60 ° C;
- висота всмоктування – до 1,5 метра;
- напруга живлення – постійний струм, 12В;
- ступінь захисту двигуна – IP55.

Матеріали робочих частин насоса:

- матеріал проточної частини – нікельована латунь;
- вал насоса – нержавіюча сталь.

### 3.3.2. Розрахунок трубопроводу

Внутрішній діаметр трубопроводу визначається за такою формулою:

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{q_{\text{с.ном}}}{V_p}}, \quad (3.1)$$

де  $q_{\text{с.ном}}$  – номінальна подача насоса (UP-1.12M,  $q_{\text{с.ном}} = 0,00058 \text{ м}^3/\text{с}$ ),  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V_p$  – швидкість течії рідини (задається параметром  $V_p = 25 \text{ м/с}$ ),  $\text{м/с}$ .

Підставивши значення, отримуємо:

$$d_{\text{вн}} = 1,13 \sqrt{\frac{0,00058}{25}} = 0,0054 \text{ м.}$$

Діаметр стінки труби визначається за такою формулою:

$$d_c = \frac{p_{\text{max}} \times d_{\text{вн}}}{2[\delta_p]}, \quad (3.2)$$

де  $p_{\text{max}}$  – тиск спрацювання запобіжного клапана насоса, МПа;

$[\delta_p]$  – допустимий тиск на розрив шланга (технічна характеристика об'єкту шлангу).

Вибираємо рукав для пального та мінеральних олів PETROCAR.



Рисунок 3.4 – Рукав для пального та мінеральних олів PETROCAR

Застосування. Напірний гнучкий рукав, призначений для транспортування пального з вмістом ароматичних сполук до 50 % і мінеральних олів (відповідно до ISO 1307). Застосовується в промисловості, в гаражах, заправних станціях і сервісних цехах [13].

Робоча температура:  $-40^{\circ}\text{C}/+100^{\circ}\text{C}$ .

Коефіцієнт безпеки: 3:1

Внутрішній шар: гладка чорна поверхня.

Посилення: текстильна навивка.

Зовнішній шар: чорний, гладкий, стійкий до стирання та атмосферного впливу.

Підставивши значення, отримаємо:

$$d_c = \frac{0,16 \times 0,006}{2 \times 0,6} = 0,0008 \text{ м.}$$

Приймаємо шланг, для якого стандартні значення  $d_{\text{вн}} = 6$  мм, товщина стінки  $d_c = 7$  мм.

### 3.3.3 Розрахунок на міцність зварного шва

Проведемо розрахунок зварного шва на міцність.

Зусилля на розтяг, що діє на стінки  $P = 25$  кг.

Матеріал заготовки – Ст-3,  $[\tau_{\text{зр}}] = 600$  кг/см<sup>2</sup>.

Сила, що діє на зварювальний шов, розраховується за формулою:

$$P = [\tau] \times L_{\text{ш}} \times 0,7 \times \delta, \quad (3.3)$$

де  $L_{\text{ш}}$  – довжина зварного шва, см.;

$\delta$  – катет зварного шва, см.

Визначаючи з формули (3.3)  $\tau$ , отримаємо:

$$\tau = \frac{P}{0,7 \times L_{\text{ш}} \times \delta} \leq [\tau];$$

$$\tau = \frac{25}{0,7 \times 10 \times \delta} = 0,59 \text{ кг/м}^2;$$

Умова  $\tau < [\tau]$  виконується.

### 3.4 Висновки до розділу

Запропонована конструкція пристрою для промивання форсунок передбачає управління пристроєм, зчитування вимірювань, обробку інформації, що надходить, і обмін інформацією з комп'ютером.

Пристрій відповідає наступним вимогам: відновлює колишню продуктивність форсунок; оператор має можливість візуально контролювати факел ро-

зпилу форсунки; він універсальний, тобто може обслуговувати форсунки різних моделей.

Пристрій дозволяє економити не тільки робочий час, що витрачається на промивання розпилювача форсунки двигунів, а й суттєво економить матеріальні витрати підприємства.

Конструкція проста в обслуговуванні та ремонті, безпечна у користуванні, має естетичний зовнішній вигляд, малу вартість, мінімальні експлуатаційні витрати та великий запас надійності, забезпечує зручність виконання робіт та проста в управлінні.



## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розроблена установка для промивання форсунок знаходиться на автотранспортному підприємстві, в зоні ремонту та діагностики систем живлення, для роботи на ній застосовуються такі ж правила як і на інших стендах підприємства, а також ряд специфічних правил, у тому числі вимоги щодо шкідливих і вибухонебезпечних речовин.

### 4.1 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників на СТО

На СТО технічне обслуговування та ремонт автомобілів виконують за різної температури, вологості та швидкості повітря, а також за наявності теплових випромінювань від поверхонь термічних печей, нагрітого обладнання, оброблюваного матеріалу виробів. Створюючи безпечні і високопродуктивні умови праці, важливе значення має так званий тепловий комфорт.

Повний тепловий комфорт у виробничому приміщенні людина відчуває, тільки коли в ньому створений сприятливий мікроклімат.

Температура, вологість, рух повітря та випромінювання від нагрітих тіл належать до метеорологічних умов, або так званого мікроклімату. Кожен із цих факторів, при недотриманні встановлених норм гігієни праці, може шкідливо впливати на самопочуття та працездатність людини.

Відповідно до санітарних норм (СН 245) ті цехи та відділення, де виділяється тепла менше  $20 \text{ ккал/м}^3$  на годину, відносять до холодних, а при більшій величині тепловиділень – до гарячих [17].

Висока температура повітря чинить несприятливий вплив на життєво важливі органи і системи людини (серцево-судинну, центрально-нервову, травлення та ін.), викликаючи порушення нормальної їх діяльності, а при найбільш несприятливих умовах вона може викликати перегрівання організму (тепловий удар). Низька температура повітря охолоджує організм; внаслідок

док цього він стає більш сприйнятливим до захворювань (грип, пневмонія, радикуліт тощо).

На СТО несприятливі температурні умови праці спостерігаються у зонах технічного обслуговування, поточного ремонту автомобілів, а також під час виконання зварювальних, ковальських, кузовних, малярських робіт у зимовий період поза виробничих приміщень.

Вологість повітря. Під вологістю повітря розуміється вміст у ньому водяної пари. У виробничих приміщеннях підприємств спостерігається різна вологість повітря: від 5-10% в сушильних камерах; 70-80% у розбирально-мийному та шиномонтажному; в гальванічному і мийному відділеннях вологість досягає до 90-95%, а в холодний період року в цих відділеннях відносна вологість іноді досягає 100% (туманоутворення) [17].

Підвищена вологість повітря створює несприятливі метеорологічні умови, відбувається порушення терморегуляції і перегрівання організму, зменшується випаровування поту, а отже, зменшується і віддача тепла організмом людини. Низька ж відносна вологість повітря сприяє випаровуванню поту, внаслідок чого відбувається швидка віддача тепла організмом.

На тепловіддачу людського організму істотно впливає рух повітря. Чим більша швидкість руху повітря, тим більша тепловіддача людським організмом за рахунок конвекції, а також значно збільшується тепловіддача за рахунок випаровування вологи з поверхні шкіри.

Сукупність параметрів повітря (температура, вологість, швидкість руху) визначають так звані комфортні умови.

Для людини, яка перебуває у стані спокою, комфортними умовами будуть такі:

- швидкість руху повітря  $V = 0$  м/с;  $t = 18$  °С; відносна вологість  $\gamma = 50\%$ ;
- швидкість руху повітря  $V = 1$  м/с;  $t = 24$  °С; відносна вологість  $\gamma = 50\%$ .

Для людини, яка виконує важку фізичну роботу:

- швидкість руху повітря  $V = 0$  м/с;  $t = 14$  °С; відносна вологість  $\gamma = 50\%$ ;

- швидкість руху повітря  $V=2$  м/с;  $t=26$  °С; відносна вологість  $r=40\%$ .

Променева теплова енергія створюється нагрітими до високої температури виробами, печами та іншими установками.

Залежно від температури нагрітих тіл промениста енергія поділяється на три категорії:

1) таку, що надходить від нагрітих тіл до температури 500 °С. Ці тіла випромінюють невидимі інфрачервоні промені;

2) таку, що виділяється тілами, нагрітими до 3000 °С, з утворенням світлових променів;

3) таку, що надходить від нагрітих тіл вище 3000 °С, з утворенням ультрафіолетових теплових променів.

На СТО переважає промениста теплова енергія першої категорії, дуже рідко доводиться відчувати енергію другої категорії під час роботи біля нагрівальних печей, термічних ванн і в момент плавки і заливки металу і у виняткових випадках можна зустрітися з енергією третьої категорії (під час зварювальних робіт).

Інфрачервоне опромінення характеризується як місцевим, так і загальним впливом на організм людини. Інфрачервоні промені мають здатність викликати хімічні зміни в білкових клітинах, а випадку дії на органи зору викликати помутніння кришталика ока (катаракта). Катаракта виникає у випадку дії інфрачервоних променів із довжиною хвилі від 0,8 до 1,4 мкм.

Правильно спроектоване та виконане освітлення на підприємстві забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності. Збереження зору людини, стан її центральної нервової системи та безпека на виробництві значною мірою залежать від умов освітлення.

Освітлення буває природне та штучне, причому природне освітлення краще. Адже природне світло має високу біологічну та гігієнічну цінність і чинить сильний вплив на психологію людини, а в кінцевому рахунку на виробничий травматизм і продуктивність праці [11].

Основні вимоги до виробничого освітлення такі.

1. Освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру зорової роботи, що визначається такими трьома параметрами:

- об'єкт відмінності – найменший розмір предмета, що розглядається;
- фон – поверхня, що прилягає безпосередньо до об'єкта відмінності;
- контраст об'єкта з фоном – відношення яскравості об'єкта, що розглядається.

2. Необхідно забезпечити досить рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні, а також у межах навколишнього простору.

3. На робочій поверхні мають бути відсутні різкі тіні.

4. У полі зору повинна бути відсутня підвищена яскравість поверхонь, що світяться, що викликає порушення зорових функцій (осліплення).

5. Величина освітленості має бути постійною у часі. Коливання освітленості, викликані різкою зміною напруги в мережі, мають велику амплітуду, щоразу викликаючи переадаптацію ока, призводять до значної втоми. Пульсація освітленості пов'язана також з особливістю роботи газорозрядних ламп.

6. Необхідно домагатися оптимальної спрямованості світлового потоку. Це дозволяє в одних випадках розглядати внутрішні поверхні деталей, а в інших – розрізняти рельєфність поверхні робочої поверхні.

7. Слід вибирати потрібний спектральний склад світла. Ця вимога особливо істотна для забезпечення правильної передачі кольору, а в окремих випадках для посилення кольорових контрастів.

8. Усі елементи освітлювальних приладів – світильники, групові щитки, понижуючі трансформатори, освітлювальні мережі повинні бути достатньо довговічними, електробезпечними, а також не повинні бути причиною виникнення пожежі або вибуху.

9. Установка має бути простою, зручною в експлуатації, відповідати вимогам естетики.

## 4.2 Шкідливі речовини у повітрі робочих будівель

На СТО виділення пилу пов'язане з щоденним обслуговуванням автомобілів, з обробкою металу та дерева, з приготуванням формувальних сумішей, з розбирання автомобілів та агрегатів, з фарбуванням агрегатів та автомобілів, термічною та гальванічною обробкою та іншими процесами. Промисловий пил, що викидається разом з вентиляційним повітрям, забруднює повітряні басейни міст та населених пунктів, впливає на здоров'я населення [17].

Пил чинить шкідливу дію на дихальні шляхи, шкіряні покриви, органи зору та травний тракт. Ураження пилом верхніх дихальних шляхів у початковій стадії супроводжується роздратуванням, а у випадку тривалого впливу з'являється кашель, відхаркування мокротинням.

Пил, що глибоко проникає у дихальні шляхи, призводить до розвитку в них патологічного процесу, який отримав назву пневмоконіозу.

Під час роботи в запилених виробничих приміщеннях іноді спостерігаються випадки ураження органів зору пилом, що призводить до запального процесу слизових оболонок. Металевий пил, потрапивши в очі, може викликати травму рогової оболонки, а абразивний пил призводить до помутніння рогівки.

Токсичний пил (хромовий, свинцевий, марганцевий та ін..) навіть у відносно невеликій кількості, потрапляючи в органи травлення, викликає інтоксикацію (отруєння). Нетоксичний пил не викликають будь-якої несприятливої дії.

## 4.3 Шум, звук та вібрація

Звук це хвильові коливання пружного середовища. Звукові хвилі виникають, коли частинки пружного середовища переходять у коливальний рух від впливу на них збурювальної сили [11].

Виробничий звук та шум різної інтенсивності та спектру (частоти), що тривало впливає на працюючих, може призвести до порушення артеріального тиску та ритму серцевої діяльності, притуплення чутливості слуху, а іноді і до розвитку професійної глухоти.

Внаслідок тривалого впливу шуму слабшає увага і пам'ять працюючих, що часто призводить до зниження працездатності та до виробничого травматизму. Шум впливає на стан психічної рівноваги. Під дією шуму спостерігаються виснаження клітин головного мозку, уповільнені психічні реакції та функціональні порушення нервової системи, які проявляються у вчинках, що не відповідають нормальній діяльності людини.

Дослідженнями встановлено, що чим вищий частотний склад шумів, чим вони інтенсивніші і триваліші, тим швидше і сильніше вони несприятливо впливають на орган слуху.

У випробувачів двигунів та осіб, що працюють в умовах шуму, нерідко підвищується кров'яний тиск, з'являється аритмія, змінюється тонус коронарних судин, нерідкі гастрити, виникнення виразкової хвороби. Сон у них стає поверхневим, часто переривається, а іноді настає безсоння.

Вібрація чинить небезпечну дію на організм, що супроводжується зміною нервової та серцево-судинної системи. На транспорті джерелами вібрації є насамперед транспортні засоби.

Розрізняють загальну та локальну вібрації. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева приводить в коливні рухи окремі частини тіла. Загальна вібрація з частотою 0,7 Гц хоч і неприємна, але не призводить до вібраційної хвороби [11].

#### **4.4 Пожежна безпека**

Правила пожежної безпеки для підприємств автомобільного транспорту розроблені відповідно до «Правил пожежної безпеки в Україні» (ППБ-01-93).

Порушення вимог пожежної безпеки, у тому числі правил, тягне за собою кримінальну, адміністративну, дисциплінарну та іншу відповідальність відповідно до чинного законодавства.

Пожежа на підприємстві завдає великої матеріальної шкоди господарству і часто супроводжується нещасними випадками з людьми.

Основними причинами займання матеріалів та виникнення пожеж на автотранспортних підприємствах є: неправильне розташування термічних печей та котельних топків; несправність опалювальних приладів; несправність електрообладнання та освітлення та неправильна їх експлуатація; самозаймання від неправильного зберігання мастильних та обтиральних матеріалів; статична електрика; відсутність блискавковідводів; необережне поводження з вогнем; незадовільний нагляд за пожежними пристроями та виробничим обладнанням.

Пожежна профілактика є найбільш важливою частиною протипожежного захисту. Пожежна профілактика передбачає:

- 1) виключення причин виникнення пожеж;
- 2) виключення причин поширення пожеж;
- 3) забезпечення успішної евакуації людей та матеріальних цінностей з місця пожежі;
- 4) створення умов ефективного пожежогасіння

Відділення обслуговування та ремонту автомобілів. У приміщеннях для технічного обслуговування та ремонту автомобілів не дозволяється: курити; користуватися відкритим вогнем; виконувати ремонт автомобілів з баками, заповненими паливом; зберігати паливо та гас у кількостях, що перевищують змінну потребу; зберігати порожню тару з-під палива та мастильних матеріалів.

Крім зазначених заходів, у цих приміщеннях необхідно дотримуватися таких протипожежних заходів: проводити ретельне прибирання після закінчення робіт кожної зміни; розливу оливи та паливо прибирати за допомогою

піску; збирати використані обтиральні матеріали, складати їх у металеві ящики з кришками і після закінчення зміни виносити у відведене та безпечне у пожежному відношенні місце, організувати зберігання оливи і мастила, що відпрацювало, в підземних цистернах або в підвальних приміщеннях.

Склад легкозаймистих та горючих рідин. Враховуючи пожежну небезпеку легкозаймистих та горючих рідин, їх зберігають у резервуарах або металевих бочках.

Основним заходом пожежної профілактики на складі є влаштування протипожежних розривів. Величини розривів встановлюють залежно від ступеня пожежної небезпеки рідин, їх об'єму, ступеня вогнестійкості будівель і передбачуваного напрямку вогню і можливості його локалізації.

Для зберігання рідин використовують резервуари великої ємності; вони заземлені і мають кришки, що герметично закриваються, з дихальними клапанами для вирівнювання тиску парів рідини по відношенню до зовнішнього атмосферного тиску.

Переливати легкозаймисті рідини з однієї ємності в іншу можна тільки при денному світлі. У жодному разі не можна користуватися ударними інструментами під час відкривання бочок з легкозаймистими рідинами. У приміщенні зберігання тари повинні бути вогнегасники ОУ-5, ящики з піском, брезент або повсть.

#### **4.5 Висновки до розділу**

Запропоновані заходи з техніки безпеки і протипожежної безпеки забезпечать дотримання безпечних умов праці під час проведення діагностичних та ремонтних робіт на станції технічного обслуговування автомобілів.

Розроблений пристрій для промивання форсунок характеризується безпечністю під час його використання.



## 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Основні виробничі фонди – це ті засоби праці, які беруть участь у багатьох виробничих циклах, зберігаючи при цьому свою натуральну форму, а їх вартість переноситься на готовий продукт протягом тривалого часу Їх вартість визначається:

$$C_{\text{оф}} = C_{\text{буд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{інв}} + C_{\text{пр}} , \quad (5.1)$$

де  $C_{\text{оф}}$  – вартість основних виробничих фондів, грн.;

$C_{\text{буд}}$  – вартість будівель, грн.;

$C_{\text{інв}}$  – вартість інвентарю, грн.;

$C_{\text{пр}}$  – вартість приладів, грн.;

$C_{\text{об}}$  – вартість обладнання, грн.

Вартість будівлі визначається виходячи з формули:

$$C_{\text{буд}} = S \times P = 277 \times 13000 = 2736760 \text{ грн.}, \quad (5.2)$$

де  $S$  – площа будівлі;

$P$  – вартість одного кв. метра площі, прийmemo 9880 грн.

Вартість обладнання визначається виходячи з ринкової вартості та відображається в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вартість обладнання

Назва обладнання	Ціна, грн..
Стационарна повнокомплектна лінія технічного контролю ЛТК-3П-СП-11	970200
Комплект КАД 400-002 ТК-7	221300
Прилад для перевірки форсунок двигуна	32000
Прилад НВА26DL1 для перевірки і регулювання світла фар	24000
Підіймач	88500
Шафа	36000
Компресор серії GX-3	13700
Інструментальний візок	17100
Всього	1402800

Вартість інвентарю складає 2% від вартості обладнання:

$$C_{\text{інв}} = 0,02 \times C_{\text{об}} = 0,02 \times 1402800 = 28056 \text{ грн.}$$

Вартість приладів складає 10% вартості обладнання:

$$C_{\text{пр}} = 0,1 \times C_{\text{об}} = 0,1 \times 1402800 = 140280 \text{ грн.}$$

Витрати, пов'язані з транспортуванням та монтажем нового обладнання становлять 10% від його вартості:

$$C_{\text{тр}} = 0,1 \times C_{\text{об}} = 0,1 \times 1402800 = 140280 \text{ грн.}$$

Додаткові капітальні вкладення становитимуть:

$$K_{\text{дод}} = C_{\text{пр}} + C_{\text{тр}}. \quad (5.3)$$

$$K_{\text{дод}} = 140280 + 140280 = 280560 \text{ грн.}$$

Визначимо вартість основних виробничих фондів  $C_{\text{оф}}$ .

Розрахунок витрат за заробітну плату. Фонд заробітної плати визначається на підставі даних про планову чисельність ремонтних робітників, річний обсяг робіт на ділянці, плановий фонд робочого часу одного робочого та середньої годинної тарифної ставки, розрахованої для робітників даного підрозділу.

Фонд заробітної плати за тарифом:

$$\Phi ЗП_{\text{т}} = C_{\text{т}} \times T_{\text{рділ}} = 60,8 \times 12000 = 729600 \text{ грн.}$$

де  $C_{\text{т}}$  – годинна тарифна ставка;

$T_{\text{рділ}}$  – річний обсяг робіт на ділянці, люд-год.

Премії за виробничі показники становлять:

$$П_{\text{р}} = 0,35 \times \Phi ЗП_{\text{т}} = 0,35 \times 729600 = 255360 \text{ грн}$$

Основний фонд заробітної плати визначається:

$$\Phi ЗП_{\text{ос}} = \Phi ЗП_{\text{т}} + П_{\text{р}} = 729600 + 255360 = 984960 \text{ грн}$$

Розмір додаткової заробітної плати встановлюється у відсотковому відношенні до основної заробітної плати з урахуванням конкретних умов роботи та може становити 10-40%  $\Phi ЗП_{\text{осн}}$ .

$$\Phi ЗП_{\text{дод}} = 984960 \times 0,1 = 98496 \text{ грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати складається з основного та додаткового фонду заробітної плати:

$$\Phi ЗП_{\text{заг}} = \Phi ЗП_{\text{осн}} + \Phi ЗП_{\text{дод}} = 984960 + 98496 = 1969920 \text{ грн.}$$

Середня заробітна плата виробничого робітника за місяць:

$$ЗП_{\text{ср}} = \Phi ЗП_{\text{заг}} / 12 P_{\text{пр}} = 1969920 / 7 \times 12 = 20450 \text{ грн.}$$

де  $P_{\text{пр}}$  – число виробничих працівників, 7 чол.

Відрахування до фондів соціального страхування – 30%:

$$H_{\text{нар}} = 0,3 \times \Phi ЗП_{\text{заг}} = 0,3 \times 1969920 = 486000 \text{ грн}$$

Загальний фонд заробітної плати з нарахуваннями:

$$\Phi ЗП_{\text{заг.нар}} = \Phi ЗП_{\text{заг}} + H_{\text{нар}} = 1969920 + 486000 = 2455920 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизаційні відрахування складаються із двох статей:

1) на повне відновлення обладнання приймають рівним 12% від балансової вартості обладнання:

$$C_{\text{об}} \times 0,12 = 1402800 \times 0,12 = 168336 \text{ грн.}$$

2) відрахування на відновлення будівель приймають рівним 3% від їх вартості:

$$C_{\text{буд.}} \times 0,03 = 2736760 \times 0,03 = 82102 \text{ грн.}$$

Загалом загальні витрати на амортизацію складуть:

$$C_{\text{а.заг}} = C_{\text{а.об}} + C_{\text{а.буд}} = 168336 + 82102 = 250438 \text{ грн.}$$

Господарські накладні витрати визначають шляхом складання відповідного кошторису:

- витрати, пов'язані з експлуатацією обладнання;
- загальноцехові витрати.

Витрати, пов'язані з експлуатацією обладнання:

- на силову електроенергію:

$$C_e = W \times S_k \tag{6.4}$$

де  $C_e$  – вартість електроенергії за рік, грн.;

$W$  – річна витрата електроенергії, кВтгод.;

$S_k$  – вартість одного кВт год силовій електроенергії, прийmemo 1,68грн.;

$$C_e = 202560 \times 1,68 = 340300 \text{ грн.}$$

Витрати на водопостачання:

$$C_B = Q_B \times S_M \quad (6.5)$$

де  $C_B$  – вартість води, що витрачається за рік, грн.;

$Q_B$  – річна витрата води,  $m^3$ ;

$S_M$  – вартість  $1m^3$  води, 23 грн./ $m^3$ ;

$$C_B = 2396.96 \times 23 = 55130 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт обладнання приймається приблизно 5% його вартості.

$$C_{p.ob.} = 0,05 \times C_{об} = 0,05 \times 140280 = 7014 \text{ грн.}$$

Інші витрати приймають у розмірі 5% від суми витрат за попередніми:

$$7014 + 55130 + 340300 = 402444 \text{ грн.}$$

$$C_{ін} = 402444 \times 0,05 = 20122 \text{ грн.}$$

Загальноцехові витрати на утримання приміщень приймають рівними 3% вартості будівлі

$$Z_{буд} = 2736760 \times 0,03 = 82102 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт будівлі приймають рівними 2% її вартості

$$Z_{пр.буд} = 2736760 \times 0,02 = 82102 \text{ грн.}$$

Витрати на утримання, ремонт та відновлення інвентарю становлять 7% від його вартості

$$Z_{інв} = 0,07 \times 28056 = 1964 \text{ грн.}$$

Витрати охорону праці приймають рівними з розрахунку 100 грн. на одного працюючого

$$Z_{охр.пр} = 100 \times 7 = 700 \text{ грн.}$$

Інші витрати приймають 10% від суми всіх загальноцехових витрат

$$Z_{ін.р} = (82102 + 82102 + 1964 + 700) \times 0,1 = 16687 \text{ грн.}$$

Калькуляція собівартості на дільниці представлена у таблиці 5.2.

Собівартість людино-години визначається за формулою:

$$S = C_{заг} / T = 4008457 / 12000 = 334,04 \text{ грн.}$$

де  $C_{заг}$  - загальні витрати протягом року, грн.

Таблиця 5.2 – Калькуляція собівартості

№	Стаття витрат	Сума витрат, грн.
1	Заробітна плата робітників	1969920
2	Нарахування на заробітну плату	486000
3	Цехові накладні витрати, в т.ч.	
	а) силова електроенергія	340300
	б) вода	55130
	в) ремонт обладнання	7014
	г) ремонт будівель	82102
	д) амортизація	250438
	е) утримання приміщень	82102
	є) утримання і відновлення інвентарю	1964
	ж) охорона праці	700
	з) інші витрати	16687
	Всього	3292357
4	Загальновиробничі	716100
	Всього	4008457

Вартість трудових витрат визначається наступним чином:

$$Ц = S \times R = 334,04 \times 1,15 = 384,14 \text{ грн./люд-год}$$

де  $R$  – рентабельність, приймаємо рівною 10-15%.

Виручку розраховуємо наступним чином:

$$Д = Ц \times Т = 384,14 \times 12000 = 4609725 \text{ грн.}$$

Прибуток від реалізації:

$$П_p = Д - Z_{\text{заг}} = 4609725 - 4008457 = 601268 \text{ грн.}$$

де  $Z_{\text{заг}}$  – витрати загальні, грн.

Податок на прибуток дорівнює:

$$Н = П_p \times C_n = 601268 \times 0,15 = 90190 \text{ грн.}$$

Чистий прибуток визначається:

$$П_ч = П_p - Н = 601268 - 90190 = 511078 \text{ грн.}$$

Фінансові результати роботи дільниці слід подати у вигляді таблиці 5.3

Техніко-економічні та фінансові показники подаємо у таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Техніко-економічні і фінансові показники ділянки

№	Показники	Од. вим.	Значення
1	Річна виробнича програма підприємства	люд-год	300000
2	Річний обсяг роботи ділянки	люд-год	12000
3	Площа ділянки	м <sup>2</sup>	680
4	Додаткові капіталовкладення	грн.	280560
5	Вартість обладнання	грн.	1402800
6	Фонд заробітної плати	грн.	1969920
7	Кількість працівників	люд.	7
8	Середня заробітна плата	грн.	20450
9	Собівартість	грн.	334,04
10	Ціна	грн.	384,14
11	Строк окупності капітальних вкладень	роки	2,1

## Висновки до розділу

У результаті виробничої діяльності запроєктованої ділянки чистий прибуток від її роботи становитиме 511078 грн. Строк окупності капіталовкладень дорівнює 2,1 роки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Під час роботи форсунки бензинових інжекторних двигунів нагріваються, і з часом на робочій частині сопла з'являється наліт смолистих речовин. В результаті факел розпилу змінює свою конусоподібну форму, пальне розпилюється гірше, або взагалі починає впорскуватися струменем, що негативно позначається на роботі двигуна. Спостерігається підвищена витрата пального, втрата динаміки разом з провалами під час руху автомобіля.

2. Для відновлення втраченої працездатності форсунок застосовують різні методи: промивка за допомогою хімічних речовин, ультразвукова очистка, під дією високого тиску пального та спеціальних рідин.

3. Проведений технологічний розрахунок станції технічного обслуговування автомобілів дозволив визначити річний обсяг робіт за видами та місцем виконання, необхідну чисельність робітників, кількість робочих постів, число авто-місць очікування та зберігання.

4. У роботі розроблена конструкція пристрою для промивання форсунок інжекторних систем для умов СТО. Розроблене управління пристроєм, зчитування вимірювань, обробки інформації, що надходить, та обміну інформацією з комп'ютером.

5. Пристрій відповідає наступним вимогам: відновлює колишню продуктивність форсунок; оператор має можливість візуально контролювати факел розпилу форсунки; є універсальним, тобто може обслуговувати якомога більше форсунок різних моделей. Пристрій дозволяє економити не тільки робочий час, що витрачається на промивання розпилювача форсунки двигунів, а й суттєво економить матеріальні витрати підприємства.

Конструкція проста в обслуговуванні та ремонті, безпечна у користуванні, має естетичний зовнішній вигляд, має малу вартість, мінімальні експлуатаційні витрати та великий запас надійності та довговічності, забезпечує зручність виконання робіт та простоту управління.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авер'янов В. С., Обрізан В. І. Фірмовий автосервіс в Україні. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ"* : зб. наук. пр. темат. вип. : Автомобіле- та тракторобудування. Харків: НТУ "ХПІ". 2015. № 8 (117). С. 96-101.
2. Власенко Д.О. Особливості стратегічного планування діяльності транспортних підприємств. *Економіка та держава*. 2014. Вип. 1. С.32–35.
3. Волков В.П., Волкова Т.В., Грицук І.В. Сучасний стан автомобільного транспорту і перспективи розвитку технічної експлуатації автомобілів. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2016. Вип. 16. С. 172–180.
4. Голуб Д.В., Рябокучма Є.О. Вдосконалення технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів. *Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту* : збірник наукових матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Кропивницький. 2019. С. 151–165.
5. Довганич М., Романенко О., Соловей Л. Діагностика та ремонт автомобільних двигунів: навч. посібник. Львів: Видавництво НУ Львівської політехніки, 2016. 241 с.
6. Довганич М., Соловей Л., Романенко О. Методика діагностики автомобільних двигунів з використанням програмного забезпечення ECUReader. Львів: Видавництво НУ Львівської політехніки, 2017. 208 с.
7. Закупівляк М., Злепко В., Журавель М. Методика діагностики інжекторної системи впрыску палива бензинового двигуна з використанням тестера EASE-X3 Pro. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2018. 208 с.
8. Захаров О. Ю., Захаров О. М., Корнійчук С. В. Технічний огляд і діагностика автомобіля: навч. посібник. Київ: КНЕУ, 2015. 512 с.
9. Кравченко В. С. Ремонт дизельних двигунів: навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 336 с.



10. Кукурудзяк Ю. Ю., Біліченко В. В. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. 198 с.
11. Лехман, С. Д., Рубльов В. І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ: Урожай, 1993. 272 с.
12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. Київ: Знання-Прес, 2003. 511 с.
13. Максимов В.Г., Григорова Т.М. Основи розрахунку, проектування та експлуатації технологічного устаткування : підручник. Одеса: Наука і техніка, 2007. 184 с.
14. Марков О.Д. Організація автосервісу. Львів: Оріяна-нова, 2008. 206 с.
15. Огневий, В. О., Крещенецький В. Л., Буренніков Ю. Ю. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів: курсове проектування Вінниця: ВНТУ, 2021. 121 с.
16. Пальниченко І., Волошин І., Приймак С. Підвищення рівня надійності та продуктивності автомобільних двигунів: монографія. Чернігів: ЧНТУ, 2015. 288 с.
17. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці на автотранспорті: навч. посіб. Київ: Університетська книга, 2015. 256 с.
18. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. Київ: Міністерство транспорту України, 1998. 16 с.
19. Свідерський І. О., Свідерський Є. О. Теоретичні засади діагностики інжекторних двигунів транспортних засобів. *Автотранспортне виробництво*. 2018. № 52. С. 101-109.
20. Тригуб О.А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів: навчальний посібник. Черкаси: ЧДТУ. 2021. 187 с.