

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

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Підвищення ефективності процесу ремонту головки
блока циліндрів двигуна серії Ecotec завдяки удосконаленню
приспособлення для зняття клапанів”**

Виконав: студент групи Ат-23СП
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)
Роман ЛИМІШКА
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 629.113

Лимішка Роман Тарасович. Підвищення ефективності процесу ремонту головки блока циліндрів двигуна серії Ecotec завдяки удосконаленню пристосування для зняття клапанів. Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 72 с.

Табл. 8; рис. 9; бібліогр. джерел 28.

У роботі поведено аналіз підприємства й встановлено, що для збільшення економічної ефективності необхідно розширювати фронт робіт та забезпечити ремонт легкових автомобілів. Обґрунтовано виробничу програму дільниці з технічного обслуговування та ремонту двигунів, розраховано та фронт робіт та їх трудомісткість.

Запропоновано технологічну карту ремонту головки блоку циліндрів двигуна серії Ecotec, яка забезпечує більш ефективне та якісне виконання ремонтних робіт. Технологічна карта надає систематичну послідовність кроків, які потрібно виконати під час ремонту головки блоку циліндрів.

Запропонована конструкція пристрою для розсухарювання клапанів розроблено для двигунів серії Ecotec.

Встановлено, що економія ресурсів для одного автомобіля становить 335,44 грн, за умови проведення робіт для понад 150 автомобілів - 53670,4 грн. Термін окупності пристосування складає 0,06 року або 22,5 дні.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1	
СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	9
1.1 Характеристика та аналіз виробничої діяльності TIR SERVICE 612 km.....	9
1.2 Виробничі підрозділи і методи організації ТО і ремонту автомобілів.....	13
1.3 Характеристика проектного виробничого підрозділу.....	15
1.4 Обґрунтування доцільності пропонованих рішень.....	16
Висновки за розділом.....	17
РОЗДІЛ 2	
РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	18
2.1 Розрахунок виробничої програми TIR SERVICE 612 km.....	18
2.2 Розрахунок обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів для досліджуваного підприємства.....	19
2.3 Розрахунок об'єму робіт по транзитних автомобілях з автомагістралі	22
2.4 Розрахунок трудомісткості загального обсягу робіт в межах СТОА.....	23
2.5 Розрахунок необхідної кількості постів СТО і корегування об'єму робіт.....	24
2.6 Розрахунок показників трудомісткості робіт на ділянці з обслуговування ДВЗ легкових автомобілів.....	29
2.7 Розрахунок необхідної кількості працівників та оснащення пропонованої ділянки.....	30
Висновки за розділом.....	37
РОЗДІЛ 3	
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	38
3.1 Особливості будови та обслуговування двигунів серії ECOTЕК	38
3.2 Діагностика та перевірка та технічного стану двигуна.....	40
3.3 Розробка пристосування для ремонту ГБЦ.....	49
Висновки за розділом.....	55
РОЗДІЛ 4	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1 Обґрунтування небезпечних факторів, що виникають на виробництві.....	56
4.2 Рекомендації щодо дотримання вимог з охорони праці на СТОА.....	57
4.3 Вимоги з техніки безпеки під час ремонтних робіт в умовах СТОА.....	59
Висновки за розділом.....	62

РОЗДІЛ 5	
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	63
5.1 Економічний ефект від запропонованої методики технічного обслуговування і діагностування.....	63
Висновки за розділом.....	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	70

ВСТУП

Через значне поширення автомобільного транспорту загальне питання несправності двигунів внутрішнього згорання є дуже складним і комплексним. За принципом, аналіз такої несправності необхідно взяти до уваги спосіб конструктивного та функціонального призначення відповідність номінальним значенням рухомих частин двигуна, особливості режиму роботи додаткового обладнання (задається швидкістю, навантаженням, відповідним тепловим режимом і охолодженням двигуна умовам роботи), режими змащування пар тертя двигуна та якість використовуваного мастила.

Також необхідно враховувати знос, накопичений під час роботи двигуна як можливі внутрішні дискретні дефекти деталей двигуна. Системний підхід до цього комплексу питань, як функціональних так і внутрішніх дефектів передбачає, з одного боку, мультидисциплінарність інженерного аналізу та полівалентної підготовки команди сервісних інженерів, а з іншого боку, вимагає спеціального обладнання для дефектування й ремонту.

Частими причинами передчасного виходу з ладу ДВЗ є проблеми з якістю мастила та режимами експлуатації двигуна та якістю сервісного обслуговування. Тоді як до невідворотних поломок відносять фізичний знос та деградацію основних деталей двигуна [4], [15], [16].

Іншими причинами поломок головки блоку циліндрів часто бувають тріщини й деформації. У багатьох випадках тріщини не виникають самі, а є наслідком або симптомом іншої основної проблеми, такої як перегрів, детонація або неправильний монтаж (неправильний момент затягування болтів, брудна різьба болтів тощо).

Тріщини зазвичай утворюються, коли головка циліндрів зазнає занадто великого теплового навантаження. Втрата охолоджуючої рідини, сильний перегрів, а також раптові зміни робочої температури з гарячої на холодну можуть створити умови, що призводять до утворення тріщин.

При нагріванні алюміній розширюється майже вдвічі швидше, ніж чавун, що створює невідповідність швидкостей розширення на біметалічних двигунах з алюмінієвими головками та чавунними блоками. Незважаючи на це, головки призначені для певної кількості нормального розширення. Але підвищені робочі температури можуть виштовхнути головку за межі її конструкції, спричинивши деформацію металу. Це, у свою чергу, може призвести до утворення тріщин, коли метал охолоджується і стискається.

Коли головка нагрівається, розширюється і вигинається посередині, що може призвести до заклинювання або поломки розподільного валу ОНС, а також до утворення тріщин у нижній частині головки. Вали клапанів не такі товсті, як головки ОНС, тому менш вразливі до такого виду напруги та деформації. Але навіть вали клапанів мають свої обмеження, і якщо їх навантажувати занадто сильно, вони також деформуються і тріскаються.

Всі головки повинні бути ретельно перевірені на наявність тріщин, використовуючи різноманітні методи, перш ніж виконувати будь-які роботи на машині. Краще з'ясувати, що головка тріснула, перш ніж переробляти напрямні клапанів і сідла тощо. адже виявлення тріщин - перша лінія захисту від повторних ремонтів [17], [23], [25].

Насправді, багато пошкоджених головок, які колись вважалися «неремонтними», зараз виправляються. Ремонт тріснутої головки блоку циліндрів завжди пов'язаний з певним ризиком, але при належному виконанні зазвичай набагато дешевше, ніж заміна тріснутої головки блоку циліндрів на нову або вживану. Більшість дрібних тріщин в чавунних, а також алюмінієвих головках можна закріпити шпильками. Більші тріщини в алюмінієвих головках зазвичай вимагають зварювання ТІГ (вольфрамівими електродами під інертним газом). Великі тріщини в чавунних головках часто можна усунути за допомогою зварювання газовими пальниками.

Багато головок останніх моделей є досить дорогими і їх важко знайти, тому деякі з них зараз активно ремонтуються та повертаються в експлуатацію. Все залежить від ринкової вартості головки і витрат на її

заміну. Чим вище вартість головки і вища вартість її заміни, тим більше сенсу ремонтувати головку, а не замінювати її.

Згідно останніми тенденціями, на алюмінієвих головках тріщини зварюються в 77% випадків й для дизельних головок зварювання виконується 41 % випадків.

Заклепування залишається найбільш часто використовуваним методом ремонту чавунних головок циліндрів – адже зварювання виконувалося лише в 14% випадків.

Фіксація - є найбільш поширеною технікою для ремонту тріщин у чавунних головках, оскільки вона швидка, надійна та дешева. Її також можна використовувати для ремонту алюмінієвого лиття. Фіксація – це відносно проста техніка для вивчення та використання, не вимагає ніяких спеціальних інструментів, крім дрилі, напрямного кріплення та мітчика, й не використовується нагрівання. Дана технологія передбачає свердління отворів в обох кінцях тріщини, щоб запобігти її розповсюдженню, потім свердління отворів з різними інтервалами по довжині тріщини, встановлення штирів, що перекриваються, щоб заповнити тріщину.

РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Характеристика та аналіз виробничої діяльності TIR SERVICE 612 km

TIR SERVICE 612 km – це великий комплекс, який знаходиться на 612 км міжнародної траси Київ-Чоп, с. Добряни на під'їзді у м. Стрий. Комплекс включає: шиномонтаж, продаж автошин, автосервіс TIR, автосервіс з ремонту вантажних та пасажирських мікроавтобусів, легкових автомобілів два автомагазини, мотель, їдальню, кафе, магазини промислових товарів, аптека, перукарня, сауна, душова, автомийка, автомийка T.I.R., заправка, охоронювана стояка, безкоштовний WI-FI інтернет (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Схема розміщення підприємства «Комплекс 612 км»

Комплекс 612 km працює над якісним та повним задоволення потреб клієнтів, адже він являється найбільшим відпочинковим комплексом для великої кількості подорожуючих та перевалочною базою для більшості водіїв далекобійників [12], [22].

TIR SERVICE 612 km включає в себе два автокомплекси, які пропонують надання послуг із діагностування технічного обслуговування та ремонту автомобілів для фізичних та юридичних осіб. Комплекс укомплектований всім необхідним обладнанням, на якому працюють кваліфіковані спеціалісти, що гарантують якісний та швидкий ремонт вантажних автомобілів, фур, автобусів та мікроавтобусів будь-якої складності.

На території комплексу 612км розташовані два великі магазин автозапчастин. У магазині завжди в наявності найбільш затребувані запасні частини популярних марок автомобілів, під замовлення водіям пропонують швидко доставку деталей та комплектуючих для будь-яких автомобілів (легковий, мікроавтобуси, вантажні автомобілі). В магазині можна придбати запчастини до таких авто, як: Volkswagen, Seat, Skoda, BMW, Mercedes, Opel, Ford, Hyundai, Kia, Mazda, Toyota, Nissan, Renault, Peugeot, Citroen, Fiat та інші.

В асортименті є найбільш популярні групи товарів та виробників:

- мастила /автохімія/ аксесуари (SHELL, CASTROL, ARAL, TOTAL, ELF);
- стійки /амортизатори/ пружини (MONROE, KAYABA, SACHS);
- фільтри (KNECHT, HENGST, WIX, PURFLUX, BOSCH0);
- елементи ходової частини (LIMFORDER, MOOG, TRW, RUVILLE);
- елементи гальмівної системи (WABCO, KNOR-BREMSE, HALDEX, TRW, BOSCH, ATE, FERODO, DELFI, LP);
- підшипники /сальники/ сайлентблоки/ ступиці/ (FAG, FEBI, SKF, BTA, CORTEGO, ERLING);
- оптика/ пластикові елементи;
- елементи систем охолодження;

- ресори/ привідні ремні/ ролики, шківни тощо.

Також підприємство реалізує та (рис. 1.2) проводить заміну автозапчастин до вантажних автомобілів (DAF, MAN, VOLVO, IVECO, SCANIA, MERCEDES, RENAULT, та ін.), до коробок передач EATON, ZF та ін, до двигунів усіх типів (запчастини MAHLE, BF, K/S, GLUCO, ELRING, REINZ та ін.), марок вантажних автомобілів європейського виробництва, компресори, редуктори, турбіни та інше, агрегати та запчастини до ходової групи вантажних автомобілів, причепів та напівпричепів (BPW, SAF, TRAILOR, ROR, SMB, FRUEHAUF).

Для вантажних автомобілів пропонується:

- гідравлічні мастила;
- гальмівні рідини;
- тосол та антифриз;
- консистентні й технологічні мастила для підшипників, напрямних тощо;
- широкий асортимент моторних оливо: MOBIL, CASTROL, SHELL, LOTOS.

Якщо в дорозі сталась халепа, завжди можна зв'язатись з шиномонтажною бригадою, яка може здійснити такі послуги:

- заміна та ремонт шин;
- комп'ютерне балансування;
- ремонт шин та камер;
- доставка палива до авто;
- технічна допомога в дорозі;

Дільниця миття автомобілів: автомийка та автомийка T.I.R. пропонують такі послуги, як:

- миття всіх видів вантажних авто, автоцистерн, автобусів, спецтехніки та причепів;
- миття всіх видів легкових та вантажних авто;

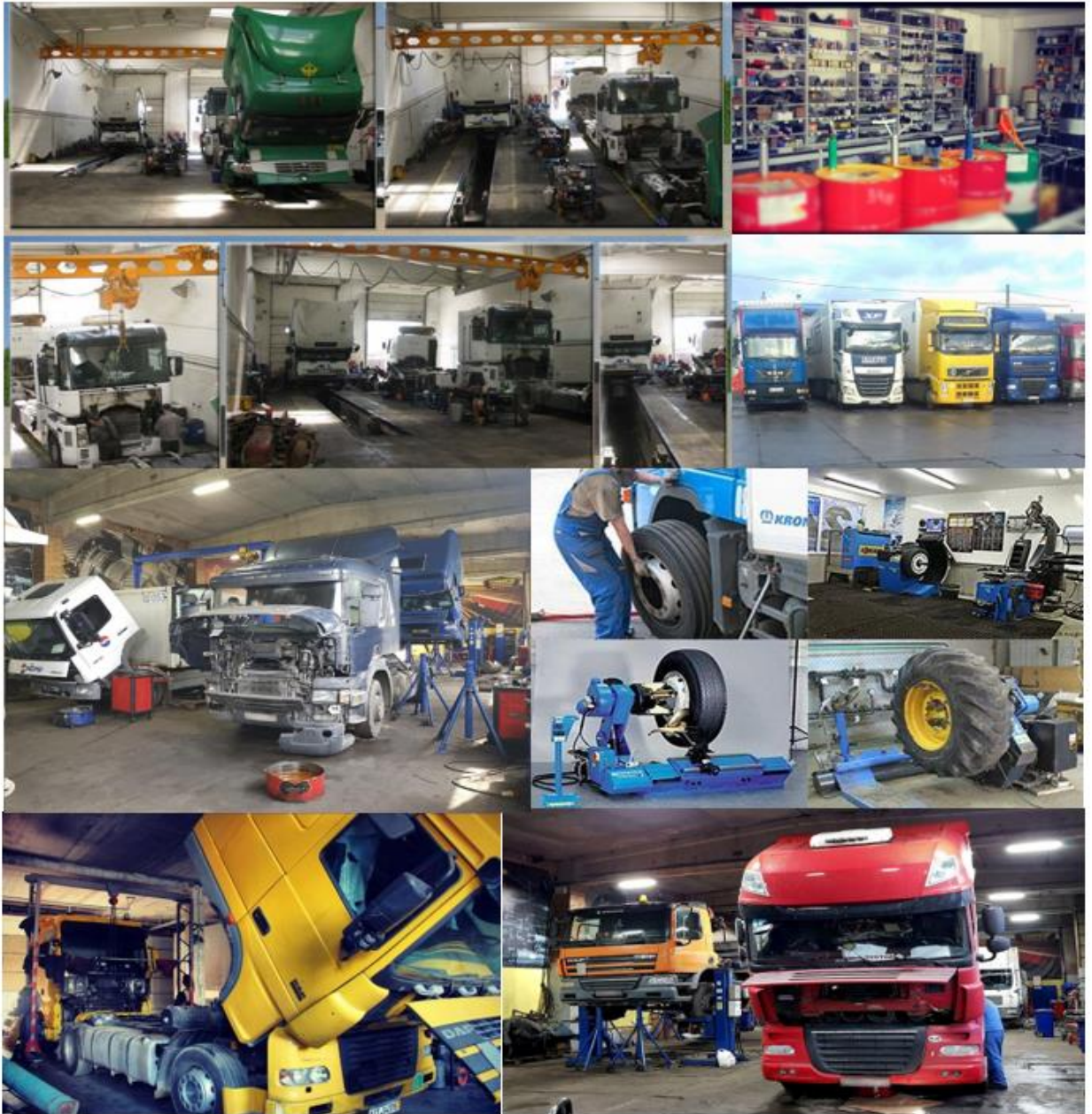


Рисунок 1.2 - Загальногосподарська діяльність TIR SERVICE 612 km

- обробка дезінфікуючим розчином кузова авто для перевезення харчових продуктів;
- суха хімчистка салону;
- полірування кузова та фа;
- передпродажна підготовка автомобіля;
- хімчистка і сушка килимів;
- обробка твердим воском.



Рисунок 1.3 - Дільниця миття легкових та вантажних автомобілів

1.2 Виробничі підрозділи і методи організації ТО і ремонту автомобілів

TIR SERVICE 612 km працює 357 днів на рік в 1 зміну роботи підрозділів. Тривалість зміни 10 годин.

Технічне обслуговування і ремонт автомобілів здійснюється відповідно до «Положення про технічне обслуговування і ремонт автомобілів».

Якщо при прийманні автомобіля в процесі перевірки технічного стану виявляються несправності, які загрожують безпеці руху, тоді вони підлягають усуненню за погодженням з власником автомобіля. У випадку неможливості виконання цих робіт (за технічними причинами, або при відмові власника) працівники попереджають власника про неможливість подальшої експлуатації автомобіля [22].

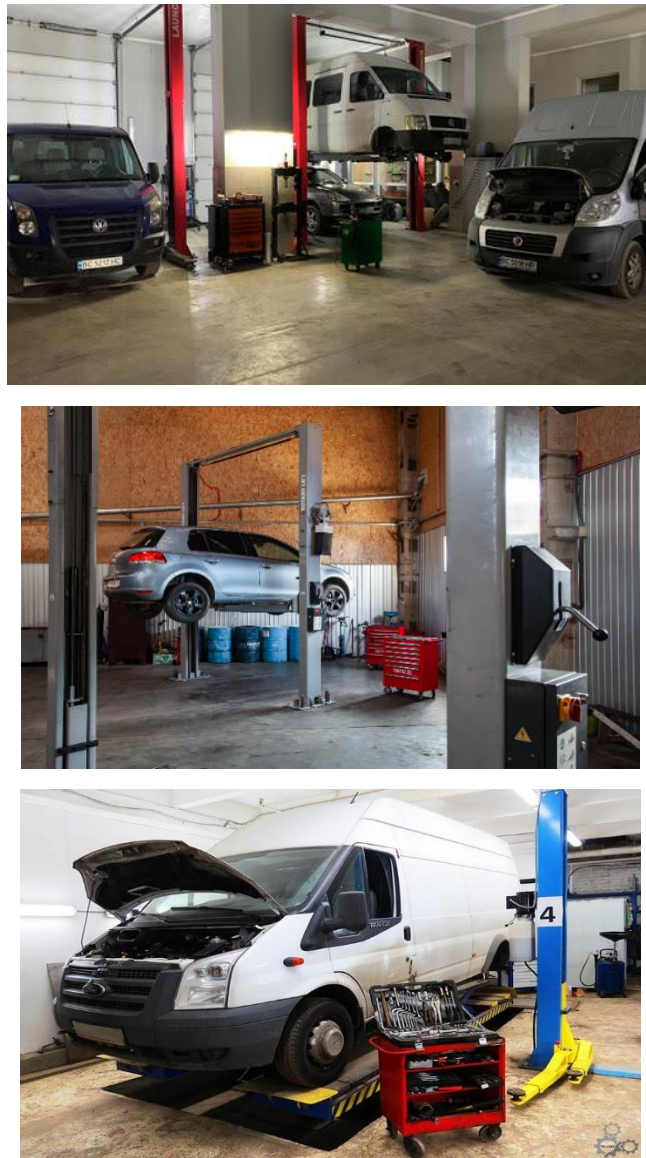


Рисунок 1.4 - Пости для ремонту легкових та вантажних автомобілів

При оформленні замовлення на технічне обслуговування за бажанням власника виконується неповний об'єм робіт. В зв'язку з тим, що автомобілі, які поступають, вимагають проведення різних за найменуванням і об'ємом робіт з технічного обслуговування і ремонту, організація виробництва повинна забезпечувати виконання будь-якого їх сполучення, тобто мати достатню гнучкість у технології проведення технічного обслуговування і поточного ремонту. Автомобілі, які надходять для виконання робіт по ТО і ремонту підлягають прибиральним і мийним роботам.

Після цього автомобіль направляють на відповідний пост, в залежності від характеру несправності. При цьому роботи по технічному обслуговувані виконуються після виконання робіт з поточного ремонту.

У випадку зайнятості робочих постів автомобіль поступає в зону очікування, а звідти по мірі звільнення постів направляється на ту чи іншу дільницю.

Автомобіль, який надійшов для проведення робіт з технічного обслуговування проходить наступні операції: мийні, кріпильні, діагностичні, мастильні, регулювальні.

Після завершення робіт автомобіль віддається власникові.

1.3 Характеристика проектного виробничого підрозділу

Дільниця з ремонту двигунів призначена для виконання робіт з поточного ремонту двигунів автомобілів, несправності яких неможливо усунути без зняття з автомобіля.

В даний час на TIR SERVICE 612 km є дільниця з ремонту двигунів, розміщена в приміщенні розміром 12×9м і площею 108 м².

Роботи на дільниці виконуються трьома робітниками-слюсарями V і VI розряду, які працюють в одну зміну.

Двигуни, які підлягають ремонту, доставляються на відповідні робочі місця з постів ПР, де вони демонтуються з автомобілів. Ремонт здійснюється індивідуальним методом. Після завершення ремонту двигунів і їх випробування, вони направляються для установки на автомобілі в зону ТО і ПР.

Основними виконуваними роботами на дільниці є:

- розбирально-складальні;
- ремонтно-відновлювальні;
- діагностичні;
- регулювальні, тощо.

На дільниці виконується розбирання ремонтваних двигунів, миття їх деталей, дефектування, виконання необхідних ремонтних операцій, комплектування деталей, складання вузлів і двигунів в цілому, регулювання спряжень і вузлів.

Деталі та вузли, необхідні для виконання ремонту, поступають на дільницю зі складу запасних частин або передаються власникам ремонтваних автомобілів.

1.4 Обґрунтування доцільності пропонованих рішень

Дільниця з ремонту двигунів відноситься до основних виробничих підрозділів TIR SERVICE 612 km. Від ефективності її роботи у великій мірі залежить якість виконаних робіт по поточному ремонту автомобілів, продуктивність праці ремонтних робітників. У зв'язку із збільшенням кількості автомобілів, які обслуговуються, а також з тим, що дільниця не справляється з певним об'ємом робіт по ремонту двигунів, реконструкція дільниці є актуальною і необхідною. Площа приміщення дільниці задовольняє вимогам, збільшувати її немає необхідності. Тому основними заходами по покращенню організації роботи дільниці, забезпеченню незалежної якості та продуктивності виконання робіт повинні бути наступні:

- оснащення робочих місць необхідними для комплексної механізації робіт обладнанням, оснасткою та інструментами [2], [13];
- приведення у відповідність до вимог виробничої санітарії та гігієни умов праці робітників;
- забезпечення неухильного дотримання техніки безпеки і охорони праці;

впровадження в технологічний процес заходів наукової організації праці (НОП) і промислової естетики;

Також, основні виробничі фонди та обладнання в процесі виробництва експлуатації спрацьовуються й згодом гублять свої основні технологічні й

функціональні властивості, а також здатність задовольняти потреби у виробництві продукції. Експлуатація застарілого та спрацьованого устаткування потребує значних витрат на його утримання у справному стані. Це призводить до необхідності оновлення засобів праці, тому що експлуатація застарілих засобів праці суттєво гальмує інтенсифікацію виробництва, зростання його ефективності. Ці всі показники відображаються у дипломному проектуванні, метою якого є переоснащення виробничо-технічної бази TIR SERVICE 612 km, у селі Добряни, з розробкою пристрою для одночасного стискання пружин клапанів двигунів серії Ecotec

Висновки за розділом

1. На основі проведеного аналізу діяльності підприємства встановлено, що воно реалізує та проводить широкий спектр ремонтних робіт й заміну автозапчастин до вантажних автомобілів (DAF, MAN, VOLVO, IVECO, SCANIA, MERCEDES, RENAULT, та ін.),

2. Для збільшення економічної ефективності діяльності та уникнення конкуренції з боку офіційних диллерських компанії, підприємству необхідно розширювати фронт робіт та забезпечити ремонт легкових автомобілів. Для цього потрібно ввести в експлуатацію дільницю з ремонту двигунів внутрішнього згоряння легкових автомобілів.

РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок виробничої програми TIR SERVICE 612 km

Вихідні дані для проектування пропонованої ділянки приймаємо згідно існуючих нормативів та величин з врахуванням рівня інтенсивності та прогнозованих значень автомобілізації населення в найближчому майбутньому. Інші необхідні для розрахунку дані приймаються згідно статистичної звітності TIR SERVICE 612 km.

Вихідні дані [13-15], [19]:

1. Тип станції – спеціалізована по ТО і ПР легкових й вантажних автомобілів, автобусів та мікроавтобусів, реалізація запасних частин;

2. Населення району обслуговування СТО:

- в районі 126050 чоловік;
- в сільській місцевості – 84540 чоловіки.

3. Розподіл автомобілів за класами:

- особливо малий клас – 3...5%;
- малий клас – 18...20%;
- середній клас – 42...45%;
- автомобілі підвищеної прохідності – 25...30%.

4. Для обслуговуючих автомобілів середньорічне напрацювання для ТО і ТОР знаходиться в наступних межах

- особливо малий клас – 5000...70000 км;
- малий клас – 6000...10000 км;
- середній клас – 7000...12000 км;
- підвищеної прохідності (4 x 4) – 6500...85000 км.

5. Режим роботи підприємства $D_{\text{стoa}} = 305$ днів в 1 зміну;

6. Категорія умов експлуатації автомобілів – друга;

7. Природно – кліматичний район – теплий вологий;

Інтенсивність руху по прилеглий до міста трасі – 1700...2000 авт./добу;

[14], [19].

2.2 Розрахунок обсягу робіт з ТО і ремонту автомобілів для досліджуваного підприємства

Для визначення потужності і спеціалізації майстерень, є кількість і склад автомобілів, які перебувають в зональній сфері обслуговування компанії TIR SERVICE 612 km.

Загальна кількість місцевих автомобілів, які буде обслуговувати вказана СТО, формується з автомобілів у міському центрі і прилеглий сільській місцевості.

Їх кількість знаходимо за формулою:

$$N_{амц} = A_{рц} \cdot U, \quad \text{авт}, \quad (2.1)$$

де $A_{мц}$ – розрахункова кількість мешканців, що володіють автомобілями у міській місцевості;

U – загальний рівень автомобілізації, за даними Сервісних центрів МВС для вказаної місцевості. На даний момент розрахунковий рівень автомобілізації в Стрийському районі складає приблизно 200...210 автомобілів на 1000 мешканців, тоді як за прогнозними даними Україні дане число зміниться до 230 автомобілів на 1000 чоловік. Тоді:

$$N_{амц} = \frac{76050 \cdot 200}{1000} = 15210 \text{ авт.}$$

Знаходимо кількість автомобілів для прилеглої сільської місцевості:

$$N_{а см} = \frac{74540 \cdot 200}{1000} = 14912 \text{ авт.}$$

Далі встановлюють кількість власників автомобілів у місті, які можуть користуються послугами СТОА, звідси хнаходимо:

$$N_a = N_{амц (см)} \cdot K_o, \quad \text{авт} \quad (2.2)$$

де K_o – коефіцієнт, що враховує прогнозовану кількість автомобілів для обслуговування за типом місцевості. Для прилеглої сільської місцевості поправочний коефіцієнт становить 0,25, а для міської – 0,75 [19].

Тоді загальна кількість автомобілів, які потенційно можуть обслуговуватись на вказані СТОА розподіляється відповідно:

- для сільської місцевості –

$$N_{асм} = 15210 \cdot 0,25 = 3803 \text{ авт.}$$

- для міської місцевості – $N_{амц} = 14908 \cdot 0,75 = 11181 \text{ авт.}$

Звідси загальна кількість місцевих автомобілів становить:

$$N_a = N_{асм} + N_{арц}, \text{ авт} \quad (2.3)$$

$$N_a = 11181 + 3803 = 14984 \text{ авт.}$$

Тоді загальну кількість автомобілів, які обслуговує підприємство за відповідними класами розраховуємо [19]:

- особливо малий клас автомобілів:

$$N_{a1} = \text{приймаємо } 5\%; N_a \text{ авт} \quad (2.4)$$

де, N_a - загальна кількість автомобілів в межах дії СТОА:

$$N_{a1} = 0,05 \cdot 14984 = 748 \text{ авт.}$$

Тоді для малого класу автомобілів загальна кількість становитиме:

$$N_{a2} = 20\% \cdot N_a \text{ авт.} \quad (2.5)$$

$$N_{a2} = 0,20 \cdot 14984 = 2997 \text{ авт.}$$

Для автомобілів середнього класу:

$$N_{a3} = \text{приймаємо } 45\% \cdot N_a \text{ авт.} \quad (2.6)$$

$$N_{a3} = 0,45 \cdot 14984 = 6743 \text{ авт.}$$

Для автомобілів підвищеної прохідності:

$$N_{a4x4} = 30\% \cdot N_a \text{ авт.} \quad (2.8)$$

$$N_{a4x4} = 0,30 \cdot 14984 = 4495 \text{ авт.}$$

Повторно перевіряємо загальну кількість автомобілів:

$$N_a = 749 + 2997 + 6743 + 4495 = 14984 \text{ авт.}$$

Далі встановимо трудомісткість робіт з технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР) для виробничої програми досліджуваного підприємства:

$$T_m^* = \sum N_{ai} L_{pi} t_i^* / 1000, \text{ люд.-год} \quad (2.8)$$

де i – загальна кількість класів автомобілів, прийнятих для ранжування;

N_{ai} – кількість автомобілів для певного класу;

L_{pi} - середній пробіг автомобіля;

t_i^* – питома значення трудомісткості операцій технічного обслуговування та поточного ремонту в перерахунку на 1000 км пробігу.

Нормативи трудомісткості ТО і ПР в межах прогнозованої виробничої програми необхідно скоригувати до відповідних розмірів СТО, за кількістю постів та важкості умов експлуатації автомобілів (табл. 2.1) [4], [15], [16].

Розрахунок питомої трудомісткості проведемо в табличній формі за кожним класом автомобілів окремо.

Таблиця 2.1 - Розрахунок питомої трудомісткості ТО і ПР в межах СТОА

Клас автомобілів	Нормативні значення трудомісткості ТО і ПР, t_{ipr} , люд.-год/тис.км	Коефіцієнт коригування залежно від умов експлуатації автомобілів, K_3	Питома трудомісткість з врахуванням корегуючих коефіцієнтів ПР і ТО, t_i^* , люд.-год/тис.км
Особливо малий	2,0	0,89	1,81
Малий	2,3	0,89	2,07
Середній	2,7	0,89	2,42
4x4	3,8	0,89	3,43

Для визначення трудомісткості робіт з ТО і ПР для кожного із класів окремо:

$$T_m^* = \frac{749 \cdot 5000 \cdot 1,8}{1000} = 6741 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість робіт з ТО і ПР автомобілів малого класу без врахування корегуючих коефіцієнтів:

$$T_m^* = \frac{2997 \cdot 6000 \cdot 2,07}{1000} = 37223 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість робіт з ТО і ПР автомобілів для решти класів заносимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахунок трудомісткості без врахування корегуючих коефіцієнтів в межах дії СТОА

Клас автомобілів	Розподіл автомобілів за класами, од	Середньорічний пробіг, км	Питома трудомісткість ТО та ПР, без врахування корегуючих коефіцієнтів СТО, люд.-год/тис.км	Загальна трудомісткість ТО та ПР (не скоригована за потужністю СТО), люд.-год/тис.км
Особливо малий	749	5000	1,8	6741
Малий	2997	6000	2,07	37223
Середній	6743	7000	2,43	114698
4x4	4495	6500	3,42	99924
Всього	14984	24500	9,72	258586

2.3 Розрахунок об'єму робіт по транзитних автомобілях з автомагістралі

Визначивши загальний обсяг робіт в межах дії СТОА, необхідно провести розрахувати обсяг робіт для транзитних автомобілів, які переміщуються по прилеглих дорогах та автомагістралях.

В даному випадку ймовірність з'їзду для транзитних автомобілів, які переміщуються по прилеглих дорогах та автомагістралях (ТО, ПР, заправка паливом, відпочинок, харчування та ін.). В результаті досліджень літературних джерел та експериментів ймовірність заїзду автомобілів з дороги складає орієнтовно 5...6% залежно від інтенсивності руху по автомагістралі в обох напрямках руху.

Тоді розрахунок заїжджих автомобілів та відповідного обсягу робіт по проводять згідно формули:

$$T_{д}^* = N_{з} t_{з}^* , \text{ люд.-год} \quad (2.9)$$

де N_3 - ймовірна річна кількість заїздів автомобілів на СТОА, авт./рік;
 t_3^* - загальна нормативна питома трудомісткість ТО та ПР в
 перерахунку на один заїзд автомобіля [14], [15].

Кількість заїздів протягом року визначається за формулою:

$$N_3 = \frac{I \cdot D_p \cdot \lambda_{TO}}{100}, \text{ авт./рік} \quad (2.10)$$

де I – інтенсивність руху на прилеглий автомагістралі в обох напрямках,
 авт./добу;

λ_{TO} - ймовірність заїздів автомобілів на станцію, %.;

D_p – кількість робочих днів СТОА.

Звідси знаходимо:

$$N_3 = \frac{1800 \cdot 305 \cdot 5,0}{100} = 27450 \text{ авт./рік}$$

Середня нормативна трудомісткість ТО і ПР для одного непланового
 заїзду складає 2,0 люд.-год, тоді:

$$T_{д}^* = 27450 \cdot 2,0 = 54900 \text{ люд.-год.}$$

2.4 Розрахунок трудомісткості загального обсягу робіт в межах СТОА

Загальний обсяг робіт по TIR SERVICE 612 km становить:

$$T_{\Sigma}^* = T_{м}^* + T_{д}^*, \text{ люд.-год} \quad (2.11)$$

$$T_{\Sigma}^* = 27450 + 54900 = 82350 \text{ люд.-год.}$$

Далі проводимо попередній розподіл загальної трудомісткості робіт на
 постові і дільничні з відповідними значеннями співвідношення: 77% і 23%
 [9]. Відповідний обсяг постових робіт становить:

$$T_{\Sigma п}^* = T_{\Sigma}^* \cdot \frac{77,84}{100}, \text{ люд.-год} \quad (2.12)$$

$$T_{\Sigma п}^* = 82350 \cdot 0,7784 = 64101 \text{ люд.-год}$$

2.5 Розрахунок необхідної кількості постів СТО і корегування об'єму робіт

На початковому етапі проводять попередній розрахунок загальної необхідної кількості постів і робочих місць. Виходячи з попередніх умов загальна кількість робочих постів X^* визначається за формулою:

$$X^* = \frac{T_{\Sigma n}^* \cdot K_H}{\Phi_n \cdot P_n}, \text{ постів} \quad (2.13)$$

де $T_{\Sigma n}^*$ - річна трудомісткість постових робіт за кожним із видів робіт, люд. - год ;

Φ_n - річний фонд часу для відповідного поста, год ;

P_n – загальна кількість працівників, одночасно задіяних на одному посту, приймаємо $P_n = 1,5$ [15], [16].

K_H - коефіцієнт нерівномірності заїзду автомобілів подачі автомобілів на пости СТОА, приймають $K_H = 1,15$ [9].

Тоді відповідний річний фонд часу для окремого поста становить:

$$\Phi_n = D_p \cdot n \cdot t_{зм} \cdot K_B, \quad (2.14)$$

де D_p – кількість робочих днів протягом року ($D_p = 305$);

n - кількість змін роботи на добу ($n = 1$);

$t_{зм}$ - тривалість однієї зміни ($t_{зм} = 10$ год).

Звідси:

$$\Phi_n = 305 \cdot 1 \cdot 10 \cdot 0,9 = 2745 \text{ год}$$

$$X^* = \frac{64101 \cdot 1,15}{2745 \cdot 1,5} = \text{приймаємо } 23 \text{ пости.}$$

Далі необхідно провести корекцію відповідного початкового об'єму робіт за виробничою потужністю СТОА:

$$T_{\Sigma} = T_m^* K_5 + T_d^*, \text{ люд.-год} \quad (2.15)$$

де K_5 – коефіцієнт корекції, які враховують розміри та виробничу потужність СТОА. У даному випадку коефіцієнт коригування $K_5 = 0,9$ [19].

Тоді повністю скоригований обсяг робіт по підприємству TIR SERVICE 612 km становитиме:

$$T_{\Sigma} = 27450 \cdot 0,9 + 54900 = 79605 \text{ люд.-год.}$$

Встановимо остаточний розподіл обсягів робіт в межах постів і дільниць, враховуючи що на СТОА $X^* = 23$ поста, то відповідний відсоток робіт на робочих постах становитиме приблизно 76 % [23].

Звідси:

$$T_{\Sigma\Pi} = T_{\Sigma} \cdot 0,76 \text{ люд.-год.} \quad (2.16)$$

Що в перерахунку становить:

$$T_{\Sigma\Pi} = 79605 \cdot 0,76 = 60499,8 \text{ люд.-год.}$$

$$T_{\Sigma\Delta} = T_{\Sigma} - T_{\Sigma\Pi}, \text{ люд.-год} \quad (2.17)$$

Відповідно:

$$T_{\Sigma\Delta} = 79605 - 60499,8 = 19105,2 \text{ люд.-год.}$$

Таким чином, загальна кількість постів з технічного обслуговування та ремонту по TIR SERVICE 612 km становить:

$$X = \frac{60499,8 \cdot 1,15}{(305 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,9)} = 12 \text{ постів.}$$

Відповідно до сформованої виробничої програми необхідно провести розподіл обсягу робіт за окремими видами. Результати розрахунків заносимо в таблицю відповідної форми таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Загальний розподіл трудомісткості робіт за обсягами, видами робіт і місцем проведення

Види робіт	Розподіл робіт, %	Розподіл обсягу робіт за місцем їх виконання			
		на робочих постах		позапостові	
		%	люд.-год	%	люд.-год
Діагностичні й дефектування	4/0	4,00	3184,24	-	-
Планові ТО в повному обсязі	10/0	10,00	7960,51	-	-
Заміна мастил й технологічних рідин	2/0	2,00	1592,11	-	-

продовження таблиці 2.3

Регулювальні по балансуванню та встановленню кутів розвал-сходження коліс	4,00	4,00	3184,21	-	-
Ремонт і регулювання гальмівної системи	3,00	3,00	2388,12	-	-
Електротехнічні та електрослюсарні	4,00	3,00	2388,12	1,00	796,05
Акумуляторні	2,00	1,00	796,175	1,00	796,05
Роботи з обслуговування систем живлення ДВЗ	4,00	2,80	2228,94	1,20	955,26
Шиномонтажні	1,00	0,30	238,815	0,70	557,235
Ремонт вузлів і агрегатів	8,00	4,00	3184,2	4,00	3184,2
Кузовні, зварювальні та бляхарські	28,00	20,40	16239,42	7,60	6049,98
Малярні та протикорозійні	20,00	20,00	15921	-	-
Оббивні	3,00	1,50	1194,075	1,50	1194,075
Загально слюсарно-механічні роботи	7,00	0,00	-	7,00	5572,35
Загалом	100,00	76,00	60499,8	24,00	19105,2

Згідно проведених розрахунків встановлено, що розподіл обсягів пов'язаних з технічним обслуговуванням та ремонтом за кожним із видів робіт в межах робочих постів постах складатиме приблизно 75,88 %, тоді як позапостові знаходяться в межах 23,22 %.

Крім основних видів робіт в загальну виробничу програму включають допоміжні роботи, пов'язані з самообслуговуванням, а саме:

-ТО і ремонт обладнання інструментів, загальновиробничих робіт, ремонту комунікацій, мереж тощо;

-транспортні та інші роботи, пов'язані з переміщенням автомобілів під час технічного обслуговування і ремонту рухомого складу, перегону в межах СТО;

-зберігання, приймання і видача матеріальних цінностей;
 - миття й обслуговування інструментів, прибирання виробничих приміщень тощо.

Загальний обсяг допоміжних робіт встановлюємо за формулою:

$$T_{\text{доп}} = \frac{T_{\Sigma} \cdot K_{\text{доп}}}{100}, \text{ люд.-год} \quad (2.18)$$

де $K_{\text{доп}}$ – коефіцієнт, що враховує обсяг допоміжних робіт в даному випадку приймаємо від 20 до 30 %.

Для досліджуваної СТОА $K_{\text{доп}}$ приймаємо 25% [23]. Тоді:

$$T_{\text{доп}} = \frac{79605 \cdot 25}{100} = 19901,25 \text{ люд.-год}$$

Таблиця 2.4 - Загальний розподіл трудомісткості допоміжних робіт за обсягами, видами робіт і місцем проведення

Види робіт	Розподіл робіт, %	Трудомісткість, люд.-год
1	2	3
Роботи із самообслуговування: - ремонт та обслуговування, оснастки та інструменту	25	4975,313
- ремонт та обслуговування інженерного обладнання, мереж та комунікацій	20	3980,25
- обслуговування компресорного обладнання	10	1990,125
Перегін автомобілів	10	1990,125
Приймання, зберігання та видача матеріальних цінностей	12	2388,15
Прибирання приміщень та території	15	2985,188
Транспортні роботи	8	1592,1
Разом	100	19901,25

Далі необхідно провести розрахунок загального обсягу робіт із самообслуговування, які встановлюють відносно основних видів робіт. Згідно прийнятих нормативних розрахунків, роботи із самообслуговування, загальний обсяг трудомісткості яких менша 8000...10000 люд.-год на рік, об'єднують з основними видами робіт, пов'язаних з технічним обслуговуванням автомобілів основного виробництва.

З наведених у табл. видів робіт розглянемо роботи із самообслуговування для підприємства TIR SERVICE 612 km. Відповідно:

$$T_{\text{сам}} = T_{\text{інст.}} + T_{\text{інж.обл}} + T_{\text{к.обл.}}, \text{ люд.-год} \quad (2.19)$$

$$T_{\text{сам}} = 4975,313 + 3980,25 + 1990,125 = 10945,688 \text{ люд.-год.}$$

Таблиця 2.5 - Загальний розподіл трудомісткості робіт з самообслуговування за обсягами, видами робіт і місцем проведення

Види робіт з самообслуговування	Відсотковий розподіл робіт, %	Трудомісткість, люд.-год
Електротехнічні роботи	25,00	2736,422
Загальномеханічні роботи	10,00	1094,5688
Загальнослюсарні роботи	16,00	1751,31
Ковальські роботи	2,00	218,914
Зварювальні роботи	4,00	437,828
Бляхарські роботи	4,00	437,828
Мідницькі роботи	1,00	109,4569
Комунікаційні (слюсарні)	22,00	2408,051
Ремонтно-будівельні і столярні	16,00	1751,31
Загалом	100	10945,688

2.6 Розрахунок показників трудомісткості робіт на дільниці з обслуговування ДВЗ легкових автомобілів

Обсяг робіт, які виконуються в підрозділах визначаються відповідно до виробничої програми по прогнозованій кількості автомобілів для обслуговування в межах СТОА. Відповідна річна трудомісткість робіт з ТО чи ПР автомобілів розраховується для основних та допоміжних робіт ранжованих за відповідними видами.

Загальну річну трудомісткість робіт виробничої програми пропонованої дільниці розраховуємо на основі з таблиці 2.3, звідси::

$$T_{\partial} = T_{np} \cdot \frac{m_{np}}{100} = T'_{сам.}, \text{ люд.-год}, \quad (2.20)$$

де T_{np} - трудомісткість виконання поточних ремонтів й технічного обслуговування на дільниці;

m_{np} - частка трудомісткості робіт поточних ремонтів й технічного обслуговування на дільниці [23];

Для обслуговування двигунів, тобто агрегатних робіт частку приймаємо на рівні $m_{np} = 4 \%$ [23].

Згідно рекомендованих у літературі значень частка трудомісткості робіт на пропонованій дільниці становить 30...40% від загальної трудомісткості агрегатних робіт.

$T'_{сам.}$ - розрахунковий обсяг робіт, пов'язаних із самообслуговуванням на дільниці приймаємо з отриманих значень таблиці 2.6.

Враховуючи те, що на пропонованому СТО рекомендується організувати власну ВГМ, то трудомісткість робіт становить $T'_{сам.} = 3184,2$ люд.-год.

Відповідно до отриманих значень таблиці 2.3 трудомісткість у дільниці становить:

$$T_{\partial} = 0,4 \cdot 3184,2 = 1274 \text{ люд.-год.}$$

2.7 Розрахунок необхідної кількості працівників та оснащення пропонованої дільниці

Відповідно до річної програми дільниці, можна розрахувати необхідне число обслуговуючого персоналу для ремонту ДВЗ легкових автомобілів.

Для розрахунку даного показника вводять поняття штатної, що знаходиться в загальному переліку працівників СТО, а також явочної - потрібної для виконання заданої виробничої програми пропонованої дільниці.

На основі цього визначаємо явочну кількість працівників пропонованої дільниці визначають для ремонту ДВЗ легкових автомобілів згідно формули:

$$P_{яв} = \frac{T_a}{\Phi_m}, \text{ роб} \quad (2,21)$$

де Φ_m - загальний річний фонд часу одного робочого поста за однозмінного робочого дня, год. $\Phi_m = 2007$ год [13].

$$P_{яв} = \frac{1274}{2007} = 0,63 \approx 1 \text{ робітник}$$

Приймаємо 1 працівника.

Тоді штатну кількість працівників для одного робочого поста за однозмінного робочого дня визначається за формулою:

$$P_{шт} = \frac{T_o}{\Phi_p}, \text{ роб.} \quad (2,23)$$

де T_o - річний об'єм робіт для одного робочого поста за однозмінного робочого дня, люд.-год;

Φ_p - дійсний річний фонд часу робітника з врахуванням відгулів, відпусток тощо, год.

$$\Phi_p = 1811 \text{ год} [23].$$

$$P_{шт} = \frac{1274}{1811} = 0,70 \approx 1 \text{ робітник}$$

На даному етапі також приймаємо 1 працівника.

Розраховану кількість штатних працівників розподіляємо за категоріями робіт за розрядами та згідно тарифно-кваліфікаційного довідника для оплати праці. Розряди встановлюються за певними постами за складністю робіт.

Таблиця 2.6 – Розподіл постових робіт за розрядами.

Всього	Розряди						Фактичний середній розряд
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	
1	-	-	-	-	1	-	5

Залежно від конструктивних особливостей транспортних засобів та передбаченої технології ремонту, в умовах сучасних дільниць з поточного ремонту двигунів технологічний процес може проводитись безпосередньо як на автомобілях, так і знятих з автомобілів агрегатах. Переважно це залежить від складності ремонту.

Як правило, із дільниці ТО і ремонту двигуни направляють на мийний пост, або у миючу камеру, яка знаходиться в зоні прибирально-мийних робіт. Після того як двигун очищений, його переміщують на дільницю з ремонту двигунів, де виконуються розбирально-мийні роботи, діагностика, дефектування, складальні роботи, регулювання та налаштування вузлів, агрегатів і систем двигуна.

Для сучасних двигунів внутрішнього згорання дуже рідко проводять розточування та гільзування циліндрів. Такий вид робіт проводять для двигунів вантажних автомобілів, або значної потужності та робочого об'єму. Найбільш характерними роботами під час поточного ремонту двигуна є:

- заміна поршневих кілець, поршнів, поршневих пальців;
- заміна всієї циліндро-поршневої групи;
- заміна шатунних і корінних підшипників колінчастого вала,

- ремонт головки блоку циліндрів осей і коромисел клапанів, пружин різного призначення,

- діагностичні роботи та налаштування допоміжних систем й електронних компонентів управління.

- складальні, ремонтні й контрольні роботи.

До найбільш поширених операцій, що виконуються на постах є наступні:

- розточування до ремонтних розмірів і хонінгування робочої поверхні циліндрів двигуна;

- шліфування шийок та кулачків колінчастих валів;

- відновлення номінальних розмірів й чистоти прилягаючих поверхонь, відновлення різьбових отворів;

- ремонт тріщин та сколів;

- шліфування й притирання клапанів і клапанних сідел;

Технологічний процес на дільниці наступний.

Після попереднього зовнішнього миття двигуни, переважно хімічними реактивами та мийками високого тиску, поступають на пости з ремонту двигунів, або ж на робочі місця для їх розбирання. Сам процес розбирання виконується згідно технологічних карт встановлених завадами-виробниками, або ж виробниками окремих деталей і вузлів. Очищені деталі піддаються дефектуванню, під час якого визначають необхідність ремонту або ж заміни стокових деталей. Придатні деталі ретельно очищають й направляють для подальшого встановлення, а деталі, які потребують ремонту – на робочі місця чи, на інші спеціалізовані дільниці для відновлення, а вибракувані деталі збирають в тару для відходів, або повертають замовникам.

На постах складання двигунів направляють придатні й відремонтовані деталі, а також нові деталі із складу запасних частин. Двигуни переважно складають на спеціальних стендах-кантувачах, де одночасно виконують їх контроль і регулювання.

На підприємствах також проводять контроль виконаного об'єму робіт і перевіряють якість роботи. Такі операції проводять на постах діагностування та зонах прийому-видачі автомобілів.

За необхідності роботи по усуненню непередбачуваних та виявлених в процесі обкатування недоліків можуть усуватись безпосередньо на постах поточного ремонту. Для цього на дільниці є комплект технологічного і діагностичного обладнання та інструменту.

Відремонтовані двигуни доставляються на пости дільниці ТО і ПР мобільними кантувачами та спеціальними візками (рис. 2.1).

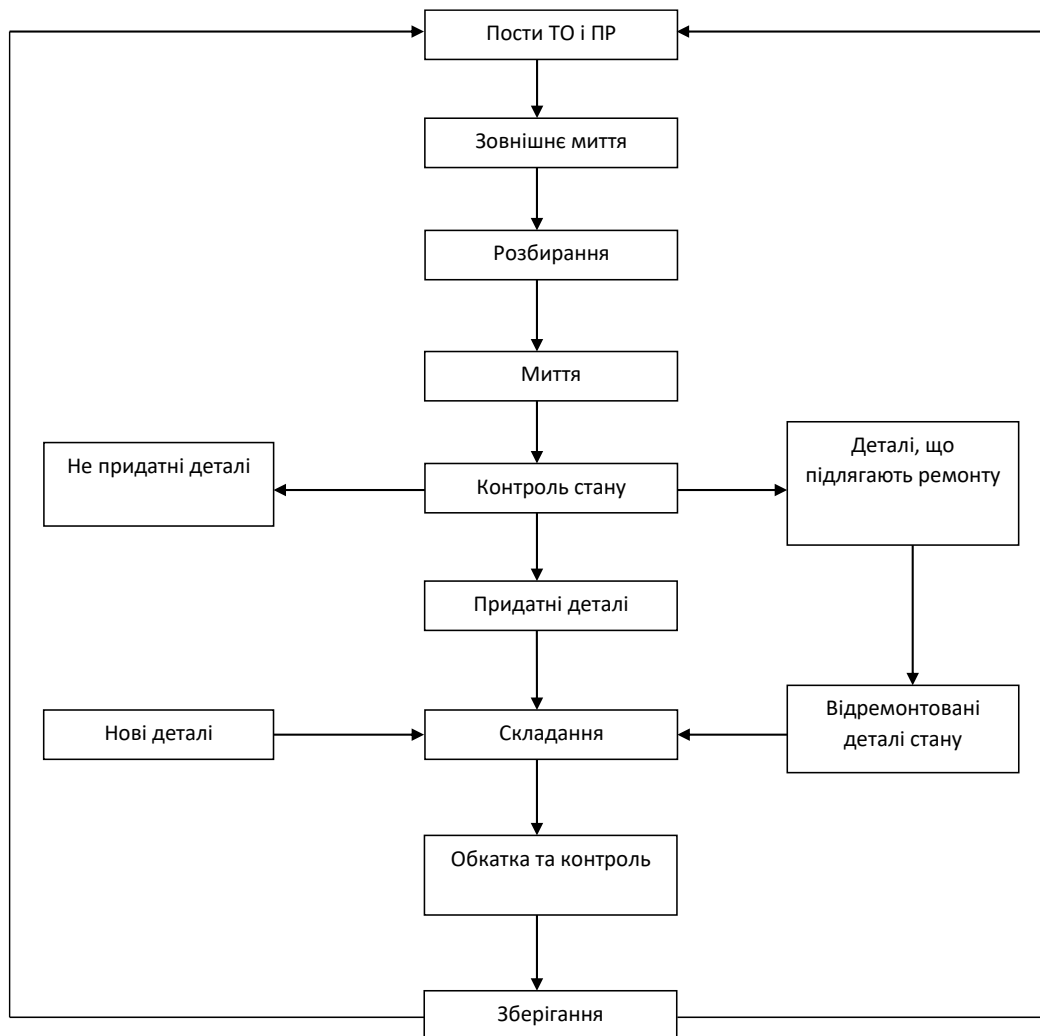


Рисунок 2.1 – Структурно-функціональна схема технологічного процесу поточного ремонту двигунів внутрішнього згоряння

Для належного оснащення дільниці необхідно підібрати технологічне обладнання для належного забезпечення та виконання усіх технологічних

процесів які супроводжують ремонт ДВЗ. Також необхідно врахувати його продуктивність, ступень його використання, враховуючи типаж і кількість автомобілів для обслуговування і кількість працівників. Перелік обладнання, його основні технологічні характеристики, організаційні і технологічні параметри подані у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Технологічне обладнання та технологічне оснащення

№ п/п	Тип обладнання	Модель	Площа м ²	Габаритні розміри	К-ть	Потужність, кВт	Ціна, грн
1	2	3	4	5	6		7
1	Мийна ванна для деталей	TRG4001-40 Torin	0,52	1000x520	1		15000
2	Мийна установка для блоків циліндрів	МЛ-51	0,18	300x600	1	10	12600
3	Шафа для зберігання деталей та вузлів	ШИ-15	1,4	2000x700	1		10000
4	Верстат для розточування циліндрів	ACF170	1,05	1030x1020	1	5,5	70500
5	Верстат для хонінгування	Sunnen SV-10	1,35	1500x900	1	3,5	25000
6	Слюсарний верстат	ШП-17-05	0,98	1500x650	2		6350
7	Лещата	TCC-200	-	-	2		2400
8	Стіл-тумба для приладів	ТС2-14Н	0,45	900x500	1		4500
9	Прилад для перевірки і правки шатунів	AZ854	-	-	1		6000
10	Прилад для визначення пружності клапанних пружин та поршневих кілець	КИ-723	-	-	1		3250

продовження таблиці 2.7

11	Стенд для розбирання і складання двигунів	P-641 ГАРО	2,24	570x410	1		4050
12	Підвісна кран-балка	КБ-0,2	-	-	1	4,2	27000
13	Стенд для ремонту двигунів	RES-1TF Renger	1,79	810x2210	1		11500
14	Верстат для шліфування клапанних гнізд	P-176M	-	-	1	0,6	16200
15	Верстат для притирання клапанів	P-23.74	0,84	1400x600	1	3,6	14000
16	Стенд для розбирання та збирання головок блоку циліндрів	Cormec PWS900	0,35	870x400	1		25600
17	Стелаж для двигунів	ЗАО Контур	4,32	1200x2600	1		6000
18	Стробоскоп	MT1241	-	-	1		650
19	Система автомобільної діагностики	BOSCH FSA 560	1,08	630X1720	1	0,4	54000
20	Мотор-тестер	BOSCH MOT 251	0,26	650x400	1	0,4	15600
21	Сканер для діагностики автомобілів	Launch X- 431	0,24	600x400	1		3600
22	Газоаналізатор	BOSCH ESA 3.250	0,36	600x1200	1		10000
23	Кран гідравлічний	SF SRSV	4,32	3200x1350	1		7500
24	Ящик для вибракуваних деталей	2249	0,6	1000x600	1		920
25	Ящик для витирального матеріалу	SPKM4325	0,24	600x400	1		460
Всього			24,17	-	27	28,2	

Для забезпечення усього фронту робіт підібрано необхідну кількість технологічного обладнання, загальна вартість, якого становить 257180 грн. Також розраховано вартість інструменту, додаткових пристроїв та оснастки - 95500 грн, а загальна відведена площа для розміщення технологічного обладнання: 24,17 м².

Далі необхідно розрахувати виробничу площу дільниці по ремонту ДВЗ, яка розраховується:

$$F_d = (F_{об} + F_m) \cdot \sigma, \text{ м}^2; \quad (2.24)$$

де, $F_{об}$ і F_m – відповідні площі зайняті обладнанням, устаткуванням і машинами, м²;

σ – коефіцієнт, який враховує технологічні робочі зони і проходи між ними (для сервісних дільниць ТО і ПР $\sigma = 5,0$, слюсарних постів $\sigma = 4,0$, ковальсько-зварювальних, малярних $\sigma = 18,5 \text{ м}^2$).

Враховуючи зазначене, розраховуємо:

$$F_d = (24,17 + 10) \cdot 5,0 = 170,85 \text{ м}^2$$

Для запропонованої дільниці приймаємо довжину плити перекриття даної площі приймаємо 9 м. Довжина однієї із сторін розраховується за формулою:

$$L_d = (L - k_s), \text{ м} \quad (2.25)$$

де, L_d – довжина виробничого приміщення, м;

k_s – коефіцієнт ширини стін ($k_s = 0,2 \dots 0,4$).

Отже,

$$L_d = (9 - 0,3) = 8,7 \text{ м}$$

Коли є ширина і довжина приміщення перераховуємо виробничу площу:

$$F_d = L_{ш} \cdot L_d, \text{ м}^2 \quad (2.26)$$

де $L_{ш}$, L_d – відповідно ширина і довжина виробничого приміщення, м;

Звідси:

$$F_d = 9 \cdot 19 = 171, \text{ м}^2$$

Отже, площа ділянки для проведення технічного обслуговування та ремонту двигунів становить 171 м^2 , при цьому довжина становить 19 м, а ширина 9 м.

Висновки за розділом

1. У розділі обґрунтовано виробничу програму ділянки з технічного обслуговування та ремонту двигунів, розраховано та фронт робіт та їх трудомісткість. Розраховано штатну та явочну кількість працівників, підібрано перелік технологічного обладнання.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Особливості будови та обслуговування двигунів серії ECOTЕК

На сучасному ринку представлено величезну кількість автомобільних марок та моделей. Значна кількість з них входять до спільних груп та корпорацій, тому у виробництвах дуже часто використовують універсальні платформи, шасі та двигуни. Наприклад, двигуни серії ECOTЕК використовують наступні виробники: General Motors, Adam Opel AG, GM Korea, Deawoo, GM Brasil, Chevrolet. Незалежно від модифікації та літрової потужності дані двигуни характеризуються рядом уніфікованих параметрів: висота блока, хід поршня (88,2 мм), ступінь стиску ($10,5 \text{ кгс/см}^2$), а також монтажними розмірами для кріплення навісного обладнання й інших систем та вузлів. Даний підхід надзвичайно спрощує масове виробництво двигунів, розширює можливості щодо їх модифікації. Крім того полегшуються умови щодо масового обслуговування даних двигунів зменшується кількість відповідної оснастки та інструменту.

Серія двигунів Ecotec є одним з продуктів компанії General Motors та розроблена компанією Lotus. Ці двигуни поєднують в собі низьку вартість, високу ефективність, економічність та надійність, що робить їх популярними серед автовиробників.

Двигуни Ecotec мають алюмінієвий блок циліндрів, що дозволяє зменшити вагу автомобіля й відповідно знизити споживання палива. Цей блок має компактні розміри і високу стійкість до корозії, що забезпечує довговічність двигуна. Для покращення ефективності роботи двигуна використовується технологія безпосереднього вприскування палива, що дозволяє зменшити кількість викидів в атмосферу і збільшити економічність автомобіля. Ця система дозволяє точно контролювати кількість палива, що потрапляє в камеру згоряння й забезпечує оптимальне співвідношення паливної суміші [1], [9], [10].

Усі двигуни серії Ecotec мають 4 циліндри, що дозволяє зменшити розміри двигуна й мають різні об'єми, від 1,0 до 2,5 літрів. Вони призначені для роботи на невеликих автомобілях та позашляховиках.

На автомобілях найчастіше встановлюють поперечно розташовані чотирьох циліндрові 16-ти клапанні (1,4...1,8 DOHC, рис. 3.1) бензинові двигуни, а також 8-ти клапанні (1,6 SOHC).

Параметри	1.4 DOHC	1.6 SOHC	1.6 DOHC	1.8 DOHC
Тип двигуна	Бензиновий, чотирьохтактний, чотирьохциліндровий, рядний із верхнім розташуванням клапанів			
Кількість газорозподільчих валів/клапанів	2/16	1/18	2/16	2/16
Робочий об'єм, см ³	1389	1598		1796
Діаметр циліндра і хід поршня, мм	77,6x73,4	79,0x81,5		80,5x88,2
Ступінь стиску	10,5	9,6	10,5	10,5
Порядок роботи циліндрів	1 - 3 - 4 - 2			
Система живлення	Розподільний впорскування палива			
Максимальна потужність, кВт (к.с) Частота обертання колінчастого вала при максимальній потужності, хв ⁻¹	66 (90) 6000	62 (84) 5400	74 (101) 6000	85(116)*** 5400 (5600)***
Максимальний крутний момент, Н-м	125	138	150	170
Частота обертання колінчастого вала двигуна при максимальному крутному моменті, хв ⁻¹	4000	2600	3600	3400 (3800)***
Октанове число бензину	А 92 – А 95			
Допустимий розхід масла, л/1000 км	0,6-0,7			
Об'єм масла в системі мащення, л:	3,5			4,25
Тип масла	ACEA A3/B3, SAE 5W30 або SAE 0W30 (для експлуатації при температурах нижче - 25°C)			

Рисунок 3.1 - Технічні характеристики двигунів серії ECOTEK

Діагностика та ремонт двигунів серії Ecotec вимагає певних знань та навичок, оскільки ці двигуни мають досить складну конструкцію та електронну систему управління. Основні проблеми, з якими можуть стикнутися власники автомобілів з двигунами Ecotec - витік охолоджуючої рідини, пошкодження головки блоку циліндрів, проблеми з електронною системою керування двигуном та знос деталей КШМ. Для первинної діагностики двигунів серії Ecotec можна використовувати діагностичні сканери, які дозволяють зчитувати коди помилок для пошуку алгоритму обслуговування. Ремонт двигунів серії Ecotec також може включати в себе заміну деталей, відновлення або заміну головки блоку циліндрів, заміну поршнів та колінчастого вала, , а також заміну ременя ГРМ та інших компонентів системи [6-8], [19].

На початку здійснюють перевірку рівня мастила в піддоні картера двигуна, наявність водяної емульсії, масляних плям, бульбашок у розширювальному бачку системи охолодження, що може свідчити про несправність головки блоку циліндрів або прокладки ГБЦ.

Зовнішнім оглядом перевіряють наявність підтікань мастила у місці сальників колінчастого й розподільних валів, свічкових колодязях Після цього перевіряють сторонні шуми та стуки на предмет осьового люфту колінчастого валу, шатунних чи корінних підшипників ковзання.

3.2 Діагностика та перевірка та технічного стану двигуна

Технологічна карта діагностики двигуна (табл. 3.1) Ecotec складається з кроків, які необхідно виконати для виявлення можливих проблем та шляхів їх усунення. Нижче наведено загальну технологічну карту діагностики двигуна Ecotec. На початковому етапі потрібно провести зчитування кодів помилок та інших параметрів роботи двигуна. Далі проводять перевірку стану системи запалювання та паливної системи, системи охолодження,

мащення. Перевіряють стан головки блоку циліндрів та колінчастого вала та деталей КШМ на наявність пошкоджень, тріщин, зносу та інших дефектів.

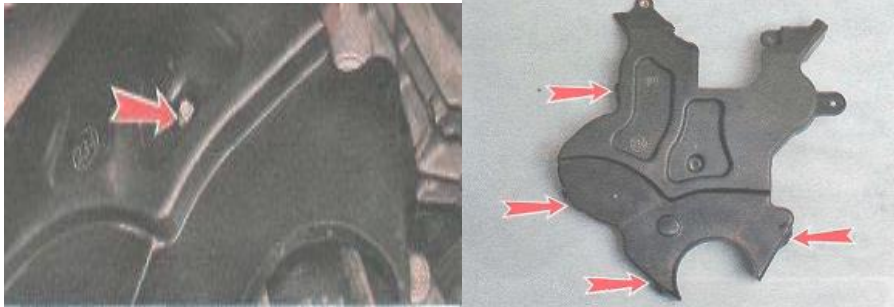
Таблиця 3.1 - Технологічна карта на перевірку технічного стану двигунів серій Ecotec [15], [16]

№	Порядок виконання	Обладнання
005	<p>Зчитування кодів несправностей через діагностичний роз'єм</p> 	<p>Мотор-тестер, або діагностичний сканер</p>
010	<p>Перевірка стану мастила в двигуні</p> <p>Перевіряємо рівень оливи в піддоні картера двигуна, переконуємося в відсутності емульсії</p>  <p>Переконуємося в відсутності емульсії в оливі піддона картера двигуна (олива на покажчику рівня повинно бути без згустків, бульбашок і кольорових включень)</p>  <p>Переконуємося в відсутності масляних плям в розширювальному бачку системи охолодження</p>	<p>Щуп, рефрактометр</p>

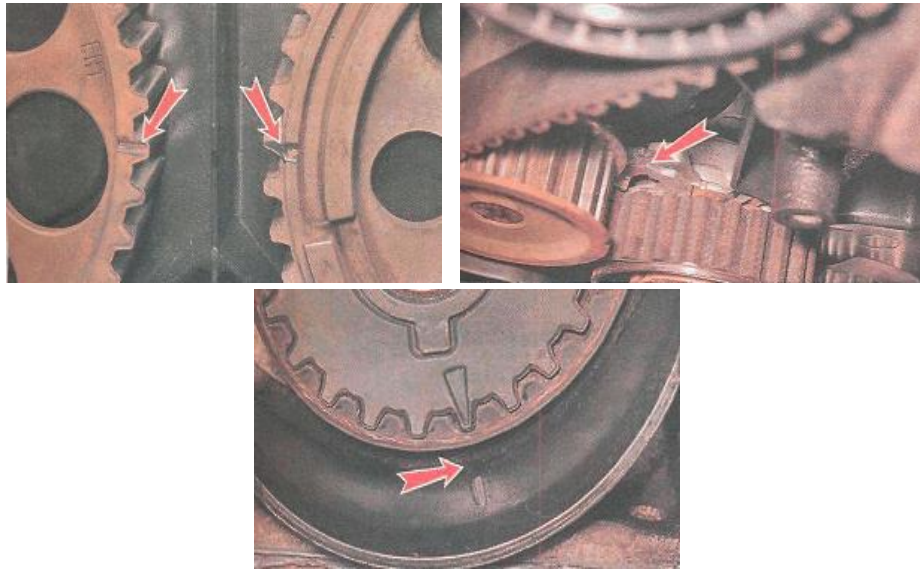
продовження таблиці 3.1

	 <p>Перевіряємо рефрактоміром стан охолоджуючої рідини, оливи, омивача.</p>	
015	<p>Перевірка кріплень двигуна</p>	
	 <p>Викрутити два болти кріплення декоративної накладки, відкрутити кришку маслозаливної горловини. Перевіряємо наявність відкладень та включень на кришці маслозаливної горловини</p> 	<p>Ключ TORX T30</p>
020	<p>Перевірка компресії двигуна</p>	
	<p>Прогріваємо двигун до робочої температури (не нижче 70 °С) і вимикаємо запалювання, викручуємо всі свічки запалювання. Встановлюємо компресиметр в отвір свічки одного з циліндрів</p> 	<p>Компресиметр</p>

продовження таблиці 3.1

	<p>Вмикаємо стартер на 5-10 секунд й фіксуємо показники приладу. Компресія в циліндрах повинна бути не менше 10,5 кгс/см², а різниця в значеннях компресії між циліндрами не більше 1 кгс/см²</p>	
025	<p>Перевірка тиску мастила в системі мащення</p> <p>Перевірка тиску масла в системі мащення необхідний манометр.</p>  <p>В посадочний отвір датчика закручують наконечник манометра та запускають вже прогрітий двигун. Тиск масла на холостих обертах повинен становити не менше 30 кПа. Якщо тиск нижчий, це може свідчити про спрацьовані вкладиші колінчастого вала або сам колінчастий вал.</p>	Манометр, перехідник
030	<p>Перевірка фаз газорозподілу та установка шківів ГРМ</p> <p>Необхідно зняти ремінь приводу допоміжних агрегатів. ключем TORX E18 відвертаємо болт кріплення шківа колінчастого вала та знімаємо шків. Відкручують болт кріплення нижньої кришки та знімають її.</p>  <p>Ключем TORX E18 з провертають колінчастий вал двигуна до моменту суміщення установчих міток фаз газорозподілу на шківках розподільних валів.</p>	Ключ TORX E18, ключ TORX T40, ключ M13, шести-гранний ключ 6 мм

продовження таблиці 3.1



Ключем TORX T40 послаблюють затяжку болта кріплення натяжного ролика ременя ГРМ. Шестигранним ключем на 6 мм регулюють натяжку ременя ГРМ (за годинниковою стрілкою підсилюють натяг, проти годинникової стрілки – послаблюють) до моменту суміщення установчих міток натяжного механізму.




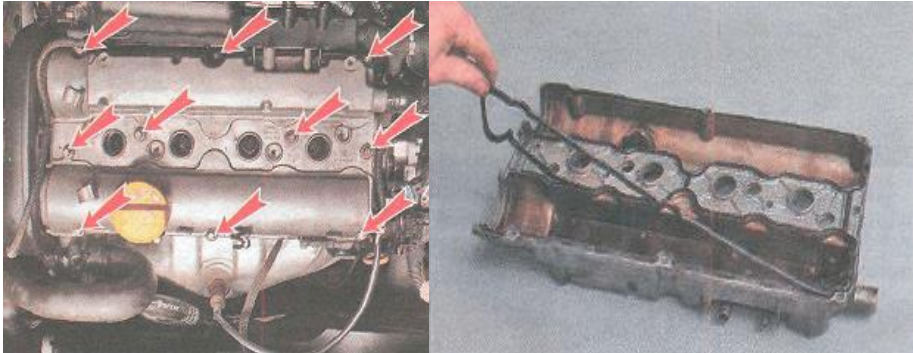


Далі провертають колінчастий вал двигуна на два оберти й повторно і перевіряють суміщення міток. При розбіжності міток ремінь необхідно переставити. Перевіряють відсутність люфтів і підклинювань ролика натягача, шківів помпи охолоджуючої рідини 2 і напрямних роликів.

035

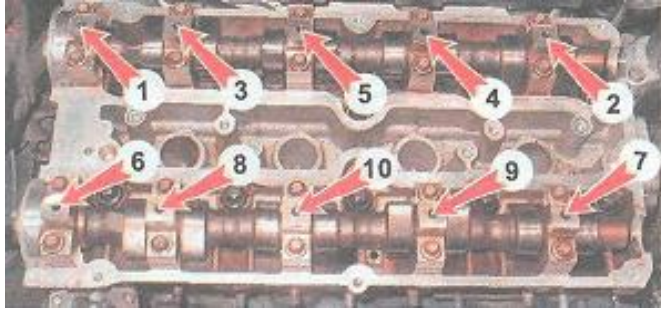


Демонтаж кришки ГБЦ

Відкручують гвинти модуль запалювання та витягують джгут проводів керуючого датчика концентрації кисню. Плоскогубцями стискають хомут і від'єднуємо шланг вентиляції картера.

продовження таблиці 3.1

	<p>Від'єднують шланг підведення картерних газів блока дросельної заслінки.</p>  <p>Ключем TORX E10 викручують болти кріплення кришки головки блоку циліндрів.</p> 	<p>Плоскогубці, ключ М10, М13, М17, ключ TORX E10</p>
040	<p>Заміна сальників газорозподільчих валів</p>	
	<p>Ключем на 24 мм відкручують болт кріплення шківів та знімаємо шків.</p>  <p>Ключем TORX T30 відкручують болти кріплення задньої кришки ременя приводу ГРМ, та знімають її.</p>  <p>Шліцевою викруткою витягають старий сальник.</p>	<p>Молоток, ключ М24, оправка діаметром 48 мм, ключ TORX T30, шліцева викрутка</p>

продовження таблиці 3.1

	Змащений моторним маслом новий сальник, запресовують оправкою діаметром 48 мм на розподільчий вал.	
045	<p>Заміна гідрокомпенсаторів клапанів</p> <p>Ключем TORX E10 відкручують болти кріплення кришок підшипників розподільних валів у встановленому порядку й знімають розподільчі вали.</p>  <p>Гідрокомпенсатори встановлюють в зворотній до розбирання послідовності. Болти кріплення кришок підшипників розподільчих валів затягують із моментом 8 Нм</p> 	<p>Ключ М 19, , ключ TORX E10, магнітний знімач</p>
050	<p>Заміна сальників клапанів</p> <p>Розсухарювачем стискають пружину клапана і пінцетом виймають сухарі клапана. На стрижень клапана надягаємо оправлення для установки маслознімних ковпачків (сальник клапана).</p>  <p>Далі наносять моторну оливу на сальник клапана, який випресовують стержнем клапана. Для оправки використовують високу торцеву головку М10 з владкою-подовжувачем.</p>	<p>Пристосування для розсухарювання клапанів, пінцет, щипці, оправка для запресовування сальників, магніт. Ключ торцевий М10</p>

продовження таблиці 3.1

	 <p>Таким самим чином проводять розсухарення й запресування сальників клапанів решти циліндрів двигуна.</p>	
055	<p>Притирання клапанів ГБЦ</p>	
060	<p>Перевіряють биття клапана під час обертання, пересвідчуються у відсутності люфтів посадки напрямної втулки</p>  <p>По периферії робочої кромки клапана наносять алмазну пасту для притирання сідел клапанів.</p>  <p>У пристосування для притирання клапанів встановлюють через напрямну стержень клапана.</p>	<p>Пристосування для притирання клапанів, паста для притирання</p>

продовження таблиці 3.1

060	<p>Ручним пристосуванням клапан притискають до сідла й почергово повертають з боку в бік по 30...35 рухів.</p>  <p>Після чого повертають клапан на 180° й знову чергують 30...35 рухів рухів.</p>  <p>Більш досвідчені механіки для пришвидшення й зручності процесу притирання клапанів використовують електричні або пневматичні пристрої. Для приводу пристосувань використовують електричну мережу 220 В або стиснене повітря в діапазоні 2,5...3,0 кгс/см²</p>	<p>Ручне пристосування для притирання клапанів; Електричне пристосування для притирання клапанів;</p>
065		<p>Пневматичний компресор</p>

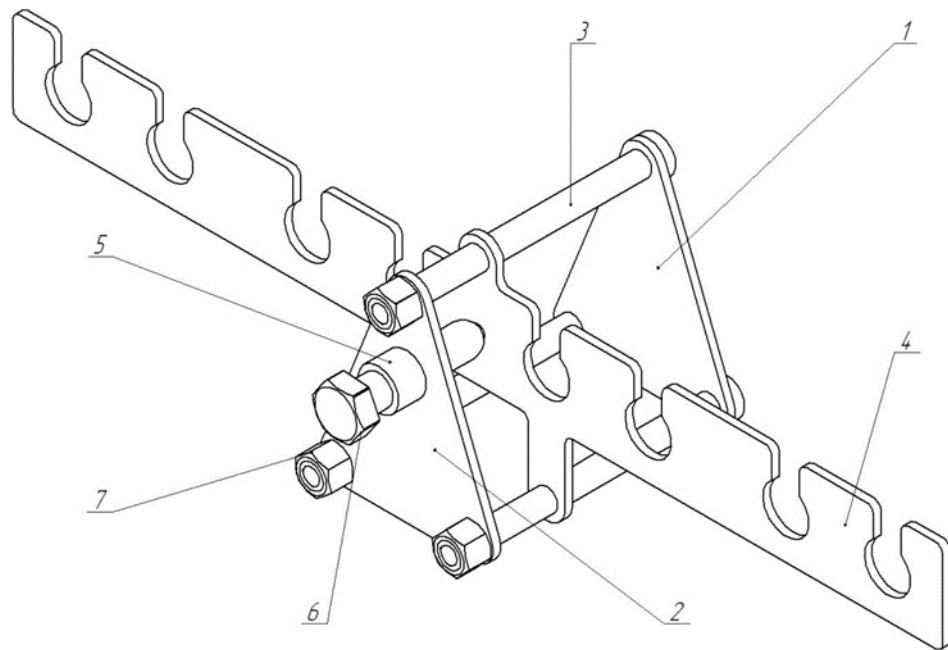
продовження таблиці 3.1

	 <p>Після притирання клапана та сідла ГБЦ прибирають залишки пасти та обезжирюють поверхні. Герметичність прилягання робочої кромки клапана до сідла перевіряють здатністю втримувати дизельне паливо в колодязі ГБЦ. Подають стиснене повітря з боку стержня клапана й перевіряють наявність бульбашок повітря в паливі у колодязі ГБЦ</p>	
--	---	--

3.3 Розробка пристосування для ремонту ГБЦ

Запропонований пристрій призначений для плавного одночасного стикання пружин клапанів. Основною особливістю пристрою є можливість стискання тарілок і пружин клапанів за допомогою натискного болта. Це дозволяє утримувати клапанні пружини стиснутими протягом тривалого часу без надмірного зусилля.

Даний пристрій для складається із двох трикутних основ – нижня 1 і верхня 2. Між основами встановлено й зварено три направляючі стержні 3. Між основами встановлюється натискна пластина 4 через монтажні отвори, крізь які проходять направляючі пластини. У верхній основі змонтовано силову втулку 5, на внутрішній поверхні якої виконано різьбу. У різьбу силової втулки 5 загвинчено регулювальний гвинт 6.



- 1- нижня основа; 2- верхня основа; 3- направляючі стержні;
 4- натискна пластина; 5 – силова втулка; 6- регулювальний гвинт;
 7- контргайки.

Рисунок 3.2 - Пристрій для розсухарювання клапанів

Під час ремонтних робіт пристрій встановлюють на рівну горизонтальну поверхню (розміточна плита). Спочатку розміщують на столі нижню основу 1 з направляючими стержнями 3. Направляючі стержні 3 необхідно встановити в отвори шпильок ГБЦ й розмістити головку блоку на нижню основу. Далі через напрямні стержні встановлюють натискну пластину 4 й притискають нею тарілки клапанів. Після чого встановлюють верхню основу та фіксують її контргайками 7. До силової втулки підводять регулювальний гвинт 6, обертанням якого переміщаємо натискну пластину 4 й поступово стискаємо пружини та дістаємо сухарі клапанів [2], [4], [17].

Під час розробки пристрою необхідно розрахувати найбільш навантажені елементи пропонованої конструкції. Аналізуючи дану конструкцію можна зробити висновок, що найбільші навантаження припадуть на силову втулку 5, яка працюватиме на стиск та натискна пластина 4, яка працюватиме на згин та скручування.

Схема силової взаємодії натискної пластини з елементами ГБЦ під час ремонту представлена на рисунку 3.3, де $R_{n1} \dots R_{n8}$ – сила реакції на тарілках пружин клапанів.

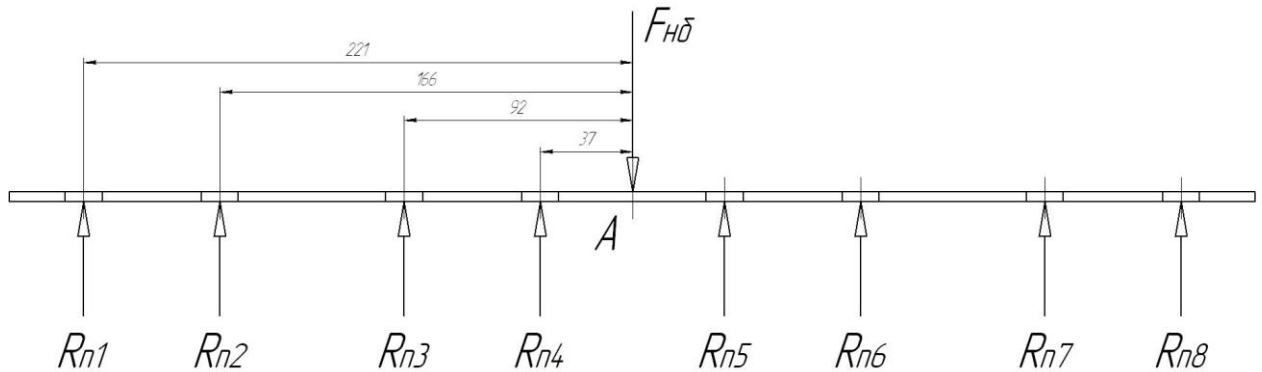


Рисунок 3.3 - Схема силової взаємодії натискної пластини

Встановлено, що сила стиску пружини клапана становить приблизно 200 Н та відома відстань між ними, це дає змогу розрахувати моменти сил, по периметру пластини.

Розрахунок сил та моментів приводиться графоаналітичними методом, для цього використаємо схему зображену (рис. 3.4). Розрахунок сталюї пластини на згин можна провести, використовуючи формули та принципи теорії пружності. Основними параметрами, які використовуються при розрахунках є розміри пластини, її механічні властивості та навантаження.

Для проведення розрахунку необхідно визначити геометричні параметрів пластини (товщина пластини (t), ширина пластини (b), довжина пластини (L)) Також необхідно встановити фізико-механічні властивості сталі: межа міцності на розтяг (σ), модуль пружності (E). Визначення прикладеного момент згину (M). Згідно теорії пружності розрахунок напружень у пластині проводять відносно внутрішнього моменту згину, який розподіляється вздовж товщини пластини згідно з розподілом напружень згину. Тоді визначають максимальне напруження згину (σ_{\max}) в точці, яка знаходиться на найбільшій відстані від нейтральної осі згину.

Напруження згину можна виразити за формулою:

$$\sigma = (M * c)/(I * e), \quad (3.1)$$

де c - відстань від нейтральної осі до крайньої координати дії сили пластини,

I - момент інерції пластини відносно осі згину,

e - відстань від нейтральної осі до точки, в якій обчислюється напруження.

Тоді момент інерції (I) можна визначити за формулою:

$$I = (b * t^3) / 12 \quad (3.2)$$

Перевірка межі міцності проводиться порівнянням розрахованого напруження згину (σ) з межею міцності на розтяг $[\sigma]$ сталі. Якщо $\sigma \leq [\sigma]$, то геометричні параметри пластини задовольнятимуть вимоги з міцності.

Для розрахунку пластину умовно поділяють на відрізки довжиною A - B , у кінцях яких будуть точки прикладання сил та реакцій (пружин клапанів). Використовуючи умову статистичної рівноваги системи, відносно поперечної сили Q_y та згинального моменту M_x та запишемо умову рівноваги.

Рівняння поперечних сил:

$$\sum Y = 0 \quad F_1 - Q_y = 0 \quad \text{звідси } Q_y = F_1 \quad (3.3)$$

Рівняння моментів:

$$\sum M_x = 0 \quad F_1 x_0 - M_x = 0 \quad \text{звідси } M_x = F_1 x_0 \quad (3.4)$$

Як відомо, значення величини поперечної сили не залежить від довжини балки до якої він прикладений, тому на відрізку A - B значення поперечної сили Q_y буде сталим і дорівнюватиме $Q_y = 200$ Н.

Якщо розуміти величину згинального моменту M_x як момент згину, що діє вздовж осі x і залежить від довжини плеча x_0 , то змінюватиметься відносно характеру розподілу навантаження по довжині плити. Якщо навантаження рівномірно розподілене, то згинальний момент буде сталою величиною. У разі нерівномірного розподілу навантаження або концентрованого навантаження, згинальний момент буде змінюватися по довжині плити.

В свою чергу величина згинального моменту M_x змінюватиметься в залежності від довжини плеча x_0 :

$$M_x = F_1 x_0 \text{ при } x_0 = l_{AB} = 0,055 \text{ м;}$$

$$M_x = 200 \cdot 0,055 = 11,01 \text{ Нм.}$$

Аналогічно проводимо розрахунок для наступних відрізків (перетинів пластини). На основі проведених розрахунків аналогічно будемо епюри поперечних сил та згинаючих моментів, що діють на пластину (рис. 3.4).

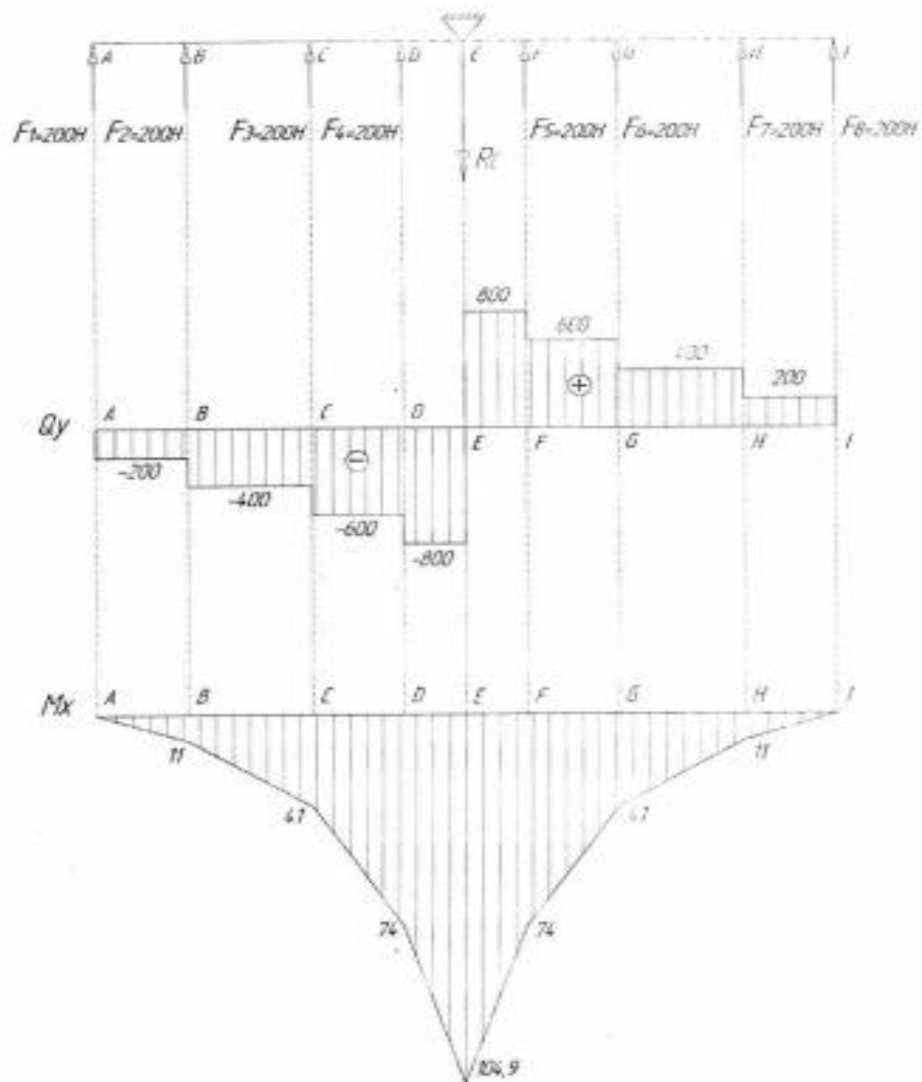


Рисунок 3.4 - Епюри поперечних сил та згинаючих моментів, що діють на натискну плиту

Згинальний момент також залежить від умов фіксації пластини. Наприклад, у разі просто підтримуваної пластини з вільними краями,

згинальний момент буде максимальним в центрі пластини та зменшуватиметься до нуля на краях. У разі інших умов заданої опори (наприклад, фіксації одного краю), згинальний момент може змінюватися по всій довжині плити.

Знаючи максимальний діючий згинальний момент можна розрахувати оптимальну товщину пластини. Для цього використовуємо вираз:

$$\sigma_3 = \frac{M_x}{W_0} \leq [\sigma] \quad (3.4)$$

де, M_x – згинаючий момент в небезпечному перерізі плити, $Нм$;

W_0 – осьовий момент інерції;

$[\sigma]$ – гранично допустимі напруження для сталі 35 після гартуванням $[\sigma_3] = 400 \text{ МПа}$.

Осьовий момент інерції W_0 для прямокутного січення визначається за формулою:

$$W_0 = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (3.5)$$

де b – ширина пластини, $м$;

h – висота пластини, $м$.

Для визначення допустимої висоти плити h використаємо формулу:

$$\sigma_3 = \frac{M_x}{\frac{b \cdot h^2}{6}} \leq [\sigma_3] \quad (3.6)$$

Звідки:

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot M_x}{[\sigma_{3r}] \cdot b}} \quad (3.7)$$

Звідси отримаємо:

$$h = \sqrt{\frac{6 \cdot 104,9}{400 \cdot 0,05}} = 5,58 \text{ мм}$$

Мінімальна розрахункова висота натискної пластини повинна становити 5,58 мм. Приймаємо із стандартного ряду прокату товщину $h = 6$ мм [1], [9], [10].

Висновки за розділом

1. У розділі наведено запропоновано технологічну карту ремонту головки блоку циліндрів двигуна серії Ecotec, яка забезпечує більш ефективне та якісн виконанню ремонтних робіт. Технологічна карта надає систематичну послідовність кроків, які потрібно виконати під час ремонту головки блоку циліндрів. Це дозволяє уникнути пропусків і помилок під час роботи і забезпечує повноту виконання всіх необхідних операцій.

2. Завдяки технологічній карті ремонту, механік може оптимізувати процес роботи і зменшити час, необхідний для виконання ремонтних робіт. Карта вказує точний порядок дій і послідовність операцій, що дозволяє ефективно використовувати час та ресурси. Крім цього забезпечується якість робіт, оскільки в ній містяться відомості про необхідність вимірювань, налаштувань та контролю під час ремонту. Це допомагає забезпечити більш високу якість виконаних робіт і зменшити ризик помилок чи упущень.

3. Запропонована конструкція пристрою для розсухарювання клапанів розроблено для двигунів серії Ecotec. Перевагою даного пристрою є можливість стискання всіх пружин одночасно, за рахунок чого зменшується час на демонтаж елементів ГБЦ. Що в порівнянні з одиночними пристроями важільного типу, пістрій встановлюється лише один раз для усіх клапанів. При цьому руки у механіка залишаються вільними, що дозволяє йому контролювати процес ремонту.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Обґрунтування небезпечних факторів, що виникають на виробництві

До ремонту й налагоджувальних робіт пов'язаних з експлуатацією вантажних автомобілів допускають осіб, відповідного законодавству віку, що не мають медичних протипоказань та допущені до самостійного виконання роботи. Перед отриманням відповідного допуску, працівник повинен пройти відповідне стажування, або навчання протягом 2...14 робочих змін під наставництвом спеціально призначеної особи [3], [20], [26].

Виконання робіт, що пов'язані із застосуванням електро- і пневмо інструменту здійснюють працівники з допусками до роботи з електроінструментом I класу та II групи з електробезпеки.

Керування та буксирування транспортних засобів великої вантажопідйомності та кріплення вантажів здійснюють робітники, які пройшли навчання, інструктаж з управління автомобілями і стропування вантажів та склали відповідні іспити з перевірки знань.

Слюсар-ремонтник зобов'язаний виконувати вимоги з охорони праці та складати іспити на перевірку знань з питань охорони праці не рідше одного разу на 12 місяців, дотримуватися правил поведінки на території організації. Крім того повинен проходити обов'язковий періодичний медичний огляд в порядку встановленому Міністерством охорони здоров'я України [26].

Слюсар в ході проведення робіт повинен:

- бути ознайомленим з вимогами, що викладені в технологічних інструкціях; інструкціях з експлуатації й ремонту обладнання та інструменту наданих заводами-виготовлювачами або в інструкціях з охорони праці;

- мати ґрунтовне й чітке уявлення про небезпечні та шкідливі виробничі фактори під час роботи з великогабаритним транспортом і знати основні способи захисту від їх впливу;

- знати основні вимоги електробезпеки і пожежної безпеки при виконанні ремонтних робіт, знати порядок дії з оповіщення та ліквідації пожежі.

Працівники ремонтної дільниці повинні правильно використовувати засоби індивідуального та колективного захисту, а в разі їх виходу з ладу або відсутності негайно повідомити про це керівника підрозділу.

В негайному порядку повідомити керівника підрозділу або підприємства про будь-які позаштатні ситуації, що загрожують життю або здоров'ю працівників та оточуючих. В разі виникнення нещасних випадків на дільницях, проблем зі здоров'ям, погіршення працездатності, необхідно негайно сповістити відповідні служби й керівництво, а в разі потреби надати необхідну допомогу потерпілим. Крім того необхідно повідомляти керівництво про несправності ремонтного устаткування, інструменту, пристосувань, підйимально-транспортних засобів.

Працівники зобов'язані дотримуватись вимог трудового кодексу та правил внутрішнього трудового розпорядку, правил виробничої санітарії та особистої гігієни, забороняється з'являтися на робочому місці в стані алкогольного, токсичного і наркотичного сп'яніння. Працівники несуть безпосередню відповідальність за дотримання вимог технологічних інструкцій, інструкцій з охорони праці та правил електро- і пожежної безпеки.

4.2 Рекомендації щодо дотримання вимог з охорони праці на СТОА

Організація та облаштування робочого місця механіка ремонту автомобілів повинна забезпечувати безпеку виконання робіт, а технологічні операції повинні проводитися в спеціально призначених для цього місцях. Ремонтну дільницю і особисте робоче місце і проходи навколо нього необхідно утримувати в чистоті, також не допускається перебування сторонніх осіб в безпосередній близькості до місця проведення робіт.

Перед тим, як приступити до виконання робіт слюсар з ремонту повинен:

- переконатись, що на робочому місці відсутні сторонні особи, предмети, перевірити та одягти засоби індивідуального захисту, переконатися в наявності і справності засобів сигналізації та пожежогасіння;

- перевірити технічну придатність обладнання, інструменту та пристосувань;

Під час перевірки справності механічного ручного інструменту необхідно звернути увагу на наступне:

- інструмент повинен бути розкладений у звичному, зручному для користування порядку;

- інструменти ударної дії повинні бути надійно закріплені, не повинні мати видимих тріщин, наклепів, сколів, бойки молотків і кувалд повинні бути надійно закріплені на рукоятках;

- напилки та інший подібний інструмент повинен бути стягнутим в рукоятках металевими бандажними кільцями;

- гайкові ключі не повинні перевищувати номінальних розмірів граней болтів та гайок більше, ніж на 0,2...0,3 мм;

Перевірка верстатів перед початком роботи:

- необхідно впевнитись в його стійкості, наявності захисного екрана, кожухів приводів, в надійності кріплення лещат струбцин, тощо;

- електроінструмент повинен бути комплектом з цілісним кабелем, та ізоляційними деталями корпусу;

- вимикачі повинні працювати чітко, без підклинювань;

- електроінструмент I класу безпеки повинен бути заземленим до справного контура.

За умови використання вантажопідійомних машин і механізмів слюсар з ремонту повинен:

- перевірити справність захоплювачів вантажів, їх інвентарні номери, клас вантажопідійомності, дати попереднього і наступного випробування;

- надійність закріплення та вкладання канату вздовж барабана лебідки, справність вимикачів гальм і електроприводу та кінцевих вимикачів;

- перевірити стан приводів та передач: розтяг ланцюгів, зминання зубів шестерень і зірочок, надійність зачеплення ланцюгів на зірочках;
- під час огляду домкратів звернути увагу на стан зубів шестерень, різьби рейок, гвинтів, храпових механізмів;
- у гідравлічних підіймачів необхідно продіагностувати стан корпусу, манжет та ущільнень [26].

4.3 Вимоги з техніки безпеки під час ремонтних робіт в умовах СТОА

Приступаючи до роботи, слюсар з ремонту повинен дотримуватися таких правил техніки безпеки [3], [20], [26]:

- надійно встановити автомобіль й заблокувати колеса з двох сторін за допомогою упорів;
- важіль механічної коробки передач встановити в нейтральне положення, а сам автомобіль загальмувати стоянковим гальмом;
- під час проведення робіт на автомобілях, повинна бути вимкнена кнопка маси;
- перед демонтажем вузлів та агрегатів систем двигуна, необхідно злити паливо, мастило і охолоджуючу рідину в спеціальну тару;
- для зняття і установки вузлів і механізмів, необхідно користуватися вантажопідійомними механізмами, якщо їх маса перевищує 15 кг;
- зняття і установку елементів підвіски слід здійснювати після їх розвантаження та зняття попереднього напруження спричиненого масою автомобіля;
- вузли і агрегати вантажного автомобіля встановлюють горизонтально на стелажах

Працівникам категорично забороняється:

- виконувати ремонтні роботи на автомобілях та причіпних засобах, підвішених на будь яких підійомних пристроях окрім стаціонарно встановлених;

- підкладати під транспортні засоби в якості підставок дерев'яні бруски, цегляні, чи бетонні блоки, або інші предмети;

- переміщати автомобіль з піднятим кузовом, проводити роботи з завантаженим автомобілем, перебувати під піднятим кузовом автомобіля-самоскида без запобіжного упора;

- роботи поза межами підйомника, або естакади необхідно використовувати драбину підмостки, лежак.

Використання під час роботи ручного інструменту необхідно дотримуватися таких вимог безпеки:

- під час роботи з інструментом ударної дії, слід обов'язково одягти захисні окуляри;

- відкручувати ржаві різьбові з'єднання деталей, необхідно виключно в лещатах;

- збільшувати прикладену силу слід додатковими важелями для гайкових ключів;

- забороняється залишати не прибрані деталі або інструмент на краях естакади, або на підлозі;

- рихтувальні роботи здійснюють безпосередньо на автомобілі або на спеціальних тримачах;

- елементи з листової сталі зачищають від гострих задирок, кромки та кути, а роботи проводити виключно в рукавицях;

- залишки листового металу складають в спеціально відведене тару.

Під час обслуговування гальмівних систем необхідно:

- забезпечити нерухоме положення автомобіля без робочої гальмівної системи;

- випробування проводять на відкритих майданчиках великих розмірів, що унеможливилює наїзд на людей або перешкоди в разі не коректної роботи, або відмови гальм;

- після перевірки і регулювання гальм автомобіля, слід починати рух тільки після того, як водій переконався, що особи, які проводили регулювання, знаходяться в безпечній зоні.

Вимог до безпеки під час шиномонтажних робіт:

- монтаж і демонтаж шин проводять тільки за допомогою призначених для цього пристроїв, а сам автомобіль повинен бути вивішений на підйомнику;

- демонтаж шини з диска колеса необхідно здійснювати після повного випуску стиснутого повітря з шини;

- накачування коліс вантажних автомобілів, що мають замкові стопорні кільця, здійснюють з застосуванням захисних екранів, які захищають при вильоті замкового кільця.

Крім того забороняється:

- вибивати диски ударними інструментами (кувалдою, молотком);

- монтувати на автомобіль колеса диски, яких не відповідають розміру шин;

- накачувати шину колеса вище норми, встановленої заводом-виробником;

- застосовувати при монтажі шини кріпильні елементи та замкові бортові кільця, що не відповідають даній моделі автомобіля.

Під час проведення ремонту, а також технічного обслуговування газомоторних автомобілів, необхідно дотримуватися таких вимог з безпеки:

- роботи по зняттю, установці газової апаратури виконувати тільки при закритому витратному регуляторі;

- газобалонне обладнання оберігати від механічних пошкоджень та ударів;

- елементи газової апаратури не слід перегрівати вище 60°C;

- при будь-якій несправності редукторів або електромагнітного запірного клапана одразу ж знімають автомобіля та ремонтують;

- регулювання та ремонт приладів електрообладнання на автомобілі з газобалонним обладнанням проводять тільки на герметичних газових системах;

- при технічному обслуговуванні та ремонті газової апаратури механічно пошкодженні деталі та магістралі системи живлення повинні бути демонтовані з автомобіля

Під час ремонту автомобілів з газобалонним обладнанням категорично забороняється:

- проводити ремонтні роботи обладнання за наявності людей в кабіні автомобіля;

- запускати двигун автомобіля, чи здійснювати рух за наявності витoku газу;

- проводити демонтаж деталей газобалонного обладнання, що перебувають під тиском;

- перевіряти наявність витоків газу за допомогою відкритого полум'я;

- виконувати ремонт газобалонного обладнання на працюючому двигуні, використовувати паяльники, проводити зварювальні роботи.

Висновки за розділом

1. У розділі розглянуто заходи з підвищення безпеки праці, проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі чинники під час робіт з ремонту та обслуговування автомобілів.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Економічний ефект від запропонованої методики технічного обслуговування і діагностування

Для аналізу та планування технічного рівня обладнання та організації виробництва, використання основних та оборотних фондів, грошових засобів та трудових ресурсів застосовують техніко-економічні показники ремонтного підприємства як систему вимірів та порівняння [5], [12], [27].

Питомі капітальні вкладення - затрати пов'язані зі створенням, або ж приростом одиниці продукції, одиниці виробничої потужності.

Окупність капіталовкладень - інтегральний показник, яким визначають період часу, що характеризує приріст додаткового прибутку.

Обігові кошти - сукупність грошових засобів, вкладених в засоби праці та обігові фонди. До обігових коштів належать:

- спецінструмент спецпристрої та спецобладнання незалежно від їх вартості;
- розхідні матеріали та запасні частини;
- запаси палива;
- спецодяг та взуття;
- предмети та засоби терміном використання не менш як 12 місяців незалежно від вартості;
- предмети та засоби вартість яких не перевищує у стократному еквіваленті мінімальний розмір місячної тарифної ставки, незалежно від терміну використання;
- засоби та об'єкти незавершеного виробництва.

Витрати підприємств, що працюють в сфері СТОА відбуваються відповідно до їх бізнес-плану.

До найбільш вагомих статей витрат відносять:

- фінансування капіталовкладень, на які направляються власні кошти, прибуток від основної діяльності, внутрішні заощадження та ресурси, зовнішні запозичення;

- фінансування капітальних ремонтів основних фондів, їх переважно проводять за рахунок амортизаційні нарахувань;
- приріст обсягів власних обігових коштів;
- фінансування фондів грошового преміювання та стимулювання.
- фінансування витрат на утримання господарських будівель та споруд, рекламні та благодійні заходи.

Для того, щоб обґрунтувати собівартість послуг із ТО і ремонту автомобілів необхідно визначити загальну вартість проекту для ділянки технічного обслуговування і діагностики.

На початковому етапі визначають вартість основних виробничих фондів в межах ділянки ТО і діагностики:

$$C_o = C_{\text{буд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{пі}} \quad (5.1)$$

де $C_{\text{буд}}$, $C_{\text{об}}$ – відповідна вартість будівель, споруд та обладнання в межах ділянки, грн.;

$C_{\text{пі}}$ – номінальна вартість інструментів, пристроїв, вимірювальних приладів.

Вартість виробничих будівель та споруд для функціонування ділянки визначають з виразу:

$$C_{\text{буд}} = C'_{\text{буд}} \cdot P_{\text{в}}, \quad (5.2)$$

де $C'_{\text{буд}}$ – середня вартість будівельних, монтажних та пусконаладжувальних робіт в еквіваленті на 1 м² ділянки, $C'_{\text{буд}} = 1450$ грн/м²;

$P_{\text{в}}$ – загальна площа ділянки, $P_{\text{в}} = 162$ м².

$$C_{\text{буд}} = 1450 \cdot 162 = 234900 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання необхідного для проведення робіт з демонтажу та збирання двигунів в межах ділянки визначають за прайсами компаній-постачальників відповідно до обґрунтованого переліку:

$$C_{\text{об}} = \sum_1^i C_i \quad (5.3)$$

де C_i – вартість комплексу обладнання для проведення ремонтних робіт, грн.

$$C_{об} = 80385,85 \text{ грн.}$$

Вартість інструментів, пристроїв та вимірювальних приладів обчислюється:

$$C_{np} = \sum_1^i C_{npi} \quad (5.4)$$

де C_{npi} – вартість одиниці, або комплексу інструментів, пристроїв та вимірювальних приладів, грн.

$$C_{пi} = 12580 \text{ грн.}$$

Тоді загальна вартість основних виробничих фондів становить:

$$C_o = 234900 + 80385 + 12580 = 327865 \text{ грн.}$$

Собівартість технічного обслуговування і-го виду в межах діагностичної ділянки становить:

$$C_{то-1} = T_{то-1} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп} + M_{то-1} + \%ПМ \cdot T_{то-1} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп} + \%З_v \cdot T_{то-1} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп}, \quad (5.5)$$

де $T_{то-1}$ – нормативна трудомісткість одного і-го виду ТО (ТО-1);

Γ_c – погодинна оплата праці робітника;

$K_{дзп}$ – коефіцієнт додаткових нарахувань погодинної оплати праці ($K_{дзп} = 1.3$);

$\%ПМ$ – відсоток додаткових нарахувань на соціальні заходи (0,5%);

$M_{то-1}$ – затрати матеріалів для проведення ТО-1;

$\%З_v$ – відсоток загальноновиробничих затрат, $\%З_v = 1,2$.

Тоді собівартість проведення ТО-1 становить:

$$C_{то-1} = 0,41 \cdot 75 \cdot 1,3 + 544 + 0,395 \cdot 8,14 + 1,2 \cdot 8,14 = 615,12 \text{ грн.}$$

Собівартість технічного обслуговування ТО-2:

$$C_{то-2} = T_{то-2} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп} + \%ПМ \cdot T_{то-2} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп} + \%З_v \cdot T_{то-2} \cdot \Gamma_c \cdot K_{дзп}, \quad (5.6)$$

де $T_{то-1}$ – нормативна трудомісткість одного і-го виду ТО (ТО-1);

M_{TO-1} – затрати матеріалів для проведення ТО-1;

Собівартість технічного обслуговування за умови проведення ТО-2:

$$C_{TO-2} = 0,66 \cdot 75 \cdot 1,3 + 979 + 0,395 \cdot 13,1 + 1,2 \cdot 13,1 = 1073 \text{ грн.}$$

Для якісного проведення діагностичних робіт необхідно кількісно оцінити технічний стан вузлів та агрегатів автомобіля, використавши при цьому різноманітні методи – це, насамперед, прямі та непрямі ознаки стану робоздатності їх елементів, ланцюгів живлення та передачі даних [27-28].

Економічна ефективність для одного автомобіля розраховується з виразу:

$$E_{TO} = (m \cdot C_{TO-1} + n \cdot C_{TO-2}) - (m' \cdot C'_{TO-1} + n' \cdot C'_{TO-2}), \quad (5.7)$$

де m і m' - відповідні значення нормативної кількості ТО-1 без використання пропонованих удосконалених засобів для капітального ремонту;

n і n' - відповідно кількість ТО-1 без використання пропонованих удосконалених засобів для капітального ремонту.

Тоді:

$$E_{TO} = ((7 \cdot 565,12 + 7 \cdot 1073)) - (7 \cdot 517,2 + 7 \cdot 1073) = 335,44 \text{ грн.}$$

Для планованої кількості автомобілів, що обслуговуються в даному СТОА:

$$E_p = 335,44 \cdot 160 = 53670,4 \text{ грн.}$$

В даному випадку економічна ефективність додатково збільшується за рахунок підвищення ресурсу автомобіля, що розраховується за формулою:

$$E_\phi = E_p - E_n \cdot \Delta K, \quad (5.8)$$

де E_n – коефіцієнт економічної ефективності (встановлюється на рівні 15%);

ΔK – необхідні капіталовкладення.

Звідси:

$$E_\phi = 53670,4 - 0,15 \cdot 335,44 = 53619,68 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень становить:

$$T_{\text{ок}} = \Delta K / E_p, \quad (5.9)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{335,44}{53670,4} = 0,06 \text{ р} = 22,5 \text{ дні.}$$

Під час розрахунків до уваги приймалось порівняння способів ремонту ГБЦ двигунів серії Ecotec з використанням традиційного інструменту та удосконаленого пристрою. Застосування під час ремонтних робіт розробленого пристрою не лише зменшує затрати часу на проведення робіт, а й забезпечує зручність їх проведення та зменшує зусилля, яке прикладається працівником. Встановлено, що економія ресурсів для одного автомобіля становить 335,44 грн, за умови проведення робіт для понад 150 автомобілів - 53670,4 грн. Термін окупності пристосування складає 0,06 року або 22,5 дні.

Висновки за розділом

1. Застосування удосконаленого пристрою для ремонту ГБЦ двигунів серії Ecotec зменшує затрати часу на проведення робіт, зусилля, яке прикладається працівником. Крім того, забезпечується точність регулювання, зручність та якість проведення робіт. Встановлено, що економія ресурсів для одного автомобіля становить 335,44 грн, за умови проведення робіт для понад 150 автомобілів - 53670,4 грн. Термін окупності пристосування складає 0,06 року або 22,5 дні.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведено аналіз діяльності підприємства встановлено, що воно проводить широкий спектр ремонтних робіт й заміну автозапчастин до вантажних автомобілів (DAF, MAN, VOLVO, IVECO, SCANIA, MERCEDES, RENAULT, та ін.). Для збільшення економічної ефективності діяльності та уникнення конкуренції з боку офіційних дилерських компанії, підприємству необхідно розширювати фронт робіт та забезпечити ремонт легкових автомобілів. Для цього потрібно ввести в експлуатацію дільницю з ремонту двигунів внутрішнього згоряння легкових автомобілів.

2. Обґрунтовано виробничу програму дільниці з технічного обслуговування та ремонту двигунів, розраховано та фронт робіт та їх трудомісткість. Розраховано штатну та явочну кількість працівників, підібрано перелік технологічного обладнання.

3. Запропоновано технологічну карту ремонту головки блоку циліндрів двигуна серії Ecotec, яка забезпечує більш ефективно та якісне виконання ремонтних робіт. Технологічна карта надає систематичну послідовність кроків, які потрібно виконати під час ремонту головки блоку циліндрів. Це дозволяє уникнути пропусків і помилок під час роботи і забезпечує повноту виконання всіх необхідних операцій.

4. Завдяки технологічній карті ремонту, механік може оптимізувати процес роботи і зменшити час, необхідний для виконання ремонтних робіт. Карта вказує точний порядок дій і послідовність операцій, що дозволяє ефективно використовувати час та ресурси. Крім цього забезпечується якість робіт, оскільки в ній містяться відомості про необхідність вимірювань, налаштувань та контролю під час ремонту. Це допомагає забезпечити більш високу якість виконаних робіт і зменшити ризик помилок чи упущень.

5. Запропонована конструкція пристрою для розсухарювання клапанів розроблено для двигунів серії Ecotec. Перевагою даного пристрою є можливість стискання всіх пружин одночасно, за рахунок чого зменшується час на демонтаж елементів ГБЦ. Що в порівнянні з одиночними пристроями

важільного типу, пістрій встановлюється лише один раз для усіх клапанів. При цьому руки у механіка залишаються вільними, що дозволяє йому контролювати процес ремонту.

б. Застосування удосконаленого пристрою для ремонту ГБЦ двигунів серії Ecotec зменшує затрати часу на проведення робіт, зусилля, яке прикладається працівником. Крім того, забезпечується точність регулювання, зручність та якість проведення робіт. Встановлено, що економія ресурсів для одного автомобіля становить 335,44 грн, за умови проведення робіт для понад 150 автомобілів - 53670,4 грн. Термін окупності пристосування складає 0,06 року або 22,5 дні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Heiβing B. Fahrwerkhandbuch: Grundlagen, Fahrdynamik, Komponenten, Systeme, Mechatronik, Perspektiven. / Bernd Heiβing, Metin Ersoy (Hrsg). Wiesbaden : Friedr. Vieweg & Sohn Verlag : GWV Fachverlage GmbH, 2007. 591p.
2. Автомобільні двигуни : підручник / Ф. І. Абрамчук, Ю. Ф. Гутаревич, К. Є. Долганов, Ф. Ф. Тимченко. Київ: Арістей, 2004. 476 с.
3. Безпека життєдіяльності [Текст] : підруч. для студ. с.-г. вузів / І. П. Пістун [та ін.]. Львів : Світ, 1995. 288 с.
4. Боровських Ю.І. Будова автомобіля / Ю.І. Боровських, Ю.В. Буралев, К.А. Морозов. Київ: Вища школа, 1991. 303 с.
5. Боярко І. М. Інвестиційний аналіз: [навч. посіб.] / І. М Боярко, Л. Л. Гриценко. Київ: Центр учбової літератури, 2011. 400 с.
6. Волков В. П. Теорія руху автомобіля: підручник / В. П. Волков, Г. Б. Вільський. Суми : Університетська книга, 2010. 320 с.
7. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт. Київ: Арістей, 2006. 348 с.
8. Гутаревич, Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навч. пос. / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, О. А. Корпач, Л. П. Мержиєвська. Київ: Арістей, 2006. 292 с.
9. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах.Т.5. Екологізація ДВЗ / за ред. проф. А. П. Марченко, проф. А. Ф. Шеховцова. Харків: Прапор, 2004. 360 с.
10. Директива 96/96 ЄС від 20.12.1996 р "Про прийняття єдиних приписів для країн-членів Співтовариства щодо технічного нагляду транспортних засобів і причепів".
11. ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного схвалення типу транспортних засобів категорій М N та О стосовно гальмування: Правила ЄЕК ООН № 13. [Чинні від 14.01.2008].

Женева: Європейська Економічна Комісія Організації Об'єднаних націй, 2008. 276 с.

12. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень. Практикум : [навч. посіб.] / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепа Вінниця : ВНТУ, 2013. 113 с.

13. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. / В.Є. Канарчук, С.К. Полянський, М.М. Дмитрієв. – Київ: Либідь, 2003. 424 с.

14. Канарчук, В. Е. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів [Текст] : підручник для вузів : у 3 кн. Кн. 2 : Організація, планування й управління / В. Е. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. Київ : Вища школа, 1994. 383 с.

15. Канарчук, В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів [Текст] : підручник. Кн. 3 : Ремонт автотранспортних засобів / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринець. Київ : Вища шк., 1994. 600 с.

16. Кисляков В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В.Ф. Кисляков, В.В.Лущик. Київ: Либідь, 2000. 399 с.

17. Коваленко В. М., Щуріхін В. К. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підруч. / В. М. Коваленко, Київ : Літера ЛТД, 2017. 224 с.

18. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання : ДСТУ 3649:2010. [Чинний від 2011-07-01]. Офіц. вид. Київ: Держспоживстандарт України, 2011. 28 с.

19. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. Київ: Знання-Прес, 2004. 478 с.

20. Методичні рекомендації з питань безпеки автомобільних перевезень від 19.09.2003. К.: Державний Департамент автомобільного транспорту, 2003. №11. 23 с.

21. Наказ Міністерства транспорту України “Про правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту автомобільних транспортних засобів” від 11.11.2002 р., № 792: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0122-03>.

22. Основи економіки транспорту : підручник / Щелкунов В. І., Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.
23. Редзюк А. М. Перевірка технічного стану колісних транспортних засобів: Норми міжнародних договорів України та права Європейського Союзу. А. М. Редзюк, В. Б. Агеєв, В. В. Мержиєвський та ін. Київ: ДП «Державто трансНДІпроект», 2008. 536 с.
24. Солтус А. П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ / А. П. Солтус. Київ: Арістей, 2010. 155 с.
25. Технічна експлуатація автомобілів: Навчальний посібник / В.М. Дембіцький, В.І. Павлюк, В.М. Придюк Луцьк: Луцький НТУ, 2018. 473 с.
26. Типове положення про систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті. *Перевізник*. Червень, 2004. №7. С. 18- 20.
27. Шевчук Р. С. Економічна оцінка спеціалізованої сільськогосподарської техніки: Методичні рекомендації. / Р. С. Шевчук, О. М. Крупич. Львів, 1994. 27 с.
28. Щелкунов В. І. Основи економіки транспорту : підручник / Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г., Загорулько В. М. [та ін.]. Київ: Кондор, 2011. 392 с.