

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного
обслуговування та ремонту двигунів автомобілів Lifan Smily/320

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Назар ШПАК

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Роман ХОРОШУН

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Олег ЦЬОНЬ

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Микола СТАШКІВ

(прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра Кафедра автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Шпаку Назару Григоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобілів Lifan Smily/320.

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року 4/9-40

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля Lifan Smily/320, ТП обслуговування та ремонту двигунів автомобілів Lifan

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Характеристики та будова двигуна Lifan Smily/320 (A1). Типові несправності

двигуна Lifan Smily/320 (A1). Основні несправності ДВЗ Lifan Smily/320 та

усунення (A1). Структура технологічного процесу діагностики Lifan Smily/320

(A1). Схема підключення мотортестера АМ-1 (A1). Діагностичний пост (A1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 21.01.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	01.02.2026	
2	Технологічний розділ	15.02.2026	
3	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	14.06.2026	
6	Захист дипломної роботи		

Студент

(підпис)

Назар ШПАК

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи на тему: «Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобілів Lifan Smily/320», виконаної студентом групи МА-41 ТНТУ імені Івана Пулюя Шпаком Н.Г. Керівник роботи – к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить 55 аркушів формату А4, додатки та графічну частину.

Ключові слова: бензиновий двигун, система впорскування палива, паливна рампа, форсунка, тиск палива, діагностика, технічне обслуговування, ремонт, технологічний процес, спеціальний пристрій.

Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення надійності бензинових двигунів в умовах інтенсивної міської експлуатації та оптимізації роботи сучасних станцій технічного обслуговування.

У загально-технічному розділі проаналізовано конструкцію двигуна, особливості системи розподіленого впорскування палива, систем охолодження та змащування. Узагальнено типові несправності та визначено основні діагностичні параметри, що характеризують технічний стан двигуна.

У технологічному розділі розроблено алгоритм діагностики двигуна, визначено трудомісткість робіт, річну виробничу програму, кількість робочих постів і площу дільниці.

У конструкторському розділі здійснено аналіз існуючих засобів контролю параметрів паливної системи та запропоновано конструкцію пристрою для вимірювання тиску палива з компенсаційною камерою. Виконано інженерні розрахунки міцності корпусу, різьбових з'єднань і ущільнювальних елементів, а також економічна доцільність впровадження розробленого пристрою.

У розділі з безпеки життєдіяльності визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, розроблено заходи з пожежної та електричної безпеки, а також виконано розрахунок освітлення дільниці.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна технічна характеристика автомобіля та двигуна Lifan Smily/320	8
1.2 Фактори, що впливають на технічний стан двигуна	12
1.3 Аналіз типових несправностей двигуна Lifan Smily/320	13
1.4 Особливості та методи діагностики системи впорскування палива двигуна Lifan Smily/320	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Загальна характеристика технологічного процесу діагностики двигуна Lifan Smily/320	20
2.2 Алгоритм комплексної діагностики двигуна Lifan Smily/320	21
2.3 Технологія діагностики системи впорскування палива двигуна Lifan Smily/320	22
2.4 Підбір та технічне обґрунтування обладнання для виконання діагностичних робіт	25
2.5 Розрахунок площі та організації дільниці діагностики двигуна	28
2.5.1 Розрахунок площі дільниці	28
2.5.2 Розрахунок виробничої програми та завантаження дільниці	30
2.5.3 Фонд часу та потреба в персоналі	30
2.5.4 Завантаження дільниці за пропускнуою здатністю	31
ТО та ремонт ДВЗ Lifan Smily/320	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Огляд існуючих пристроїв для вимірювання тиску палива	40
3.2 Обґрунтування необхідності розроблення індивідуального пристрою	41
3.3 Загальний вигляд, будова та принцип роботи розробленого пристрою	42
3.4 Розрахунок основних параметрів і вузлів розробленого пристрою	43
3.5 Економічне обґрунтування застосування пристрою	46
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на дільниці діагностики	48
4.2 Організаційні та технічні заходи з охорони праці	49
4.3 Розрахунок вентиляції та освітлення дільниці діагностики	50

Загальні висновки	53
Бібліографія	54
Додатки	56

ВСТУП

Сучасний автомобіль є складною технічною системою, у якій двигун внутрішнього згоряння залишається основним джерелом енергії. Надійність і економічність його роботи безпосередньо впливають на експлуатаційні показники транспортного засобу, рівень витрат палива, екологічні характеристики та безпеку руху. Умови міської експлуатації з частими пусками, короткими поїздками та змінними навантаженнями підвищують вимоги до технічного стану двигуна та ефективності його обслуговування. Особливо це стосується бензинових двигунів із системою електронного впорскування палива, де стабільність роботи залежить як від механічного стану вузлів, так і від коректності функціонування електронної системи керування.

Автомобілі Lifan Smily/320 відносяться до сегмента малолітражних міських транспортних засобів, які широко використовуються в умовах інтенсивного руху. Конструкція їх двигунів характеризується відносною простотою, однак система впорскування палива та супутні електронні компоненти потребують своєчасної та точної діагностики. Порушення роботи паливної системи, системи охолодження або змащування веде до підвищеного спожитку палива, зменшення потужності та пришвидшеного зносу деталей. Тому особливе значення є розроблення раціонального технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту двигуна.

З урахуванням зростання вимог до екологічних норм та економії паливно-енергетичних ресурсів особливого значення набуває підвищення точності діагностичних операцій та скорочення часу їх виконання. Сучасні станції технічного обслуговування повинні поєднувати раціональну організацію виробничого процесу з використанням спеціалізованих технічних засобів контролю. Оптимізація технології діагностики дозволяє не лише своєчасно виявляти несправності, а й запобігати їх розвитку, що сприяє зменшенню витрат на ремонт та підвищенню надійності експлуатації автомобілів.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна технічна характеристика автомобіля та двигуна Lifan Smily/320

Автомобіль Lifan Smily/320 належить до компактних міських легкових автомобілів із переднім приводом і поперечним розташуванням силового агрегату. Така компоновка дозволяє зменшити розміри моторного відсіку, забезпечує більш рівномірний розподіл маси та полегшує доступ до основних вузлів під час технічного обслуговування і ремонту. На автомобілі встановлюється чотиритактний чотирициліндровий бензиновий двигун робочим об'ємом 1,3 л із системою інжекторного впорскування та шістнадцятиклапанним газорозподільним механізмом. Привід випускного розподільного вала здійснюється зубчастим ременем, а впускний вал приводиться через систему косозубих шестерень.

Головка блока циліндрів виготовлена з алюмінієвого сплаву, при цьому впускні та випускні канали розміщені з протилежних боків. У конструкції передбачені напрямні втулки й сідла клапанів, а герметичність з'єднання з блоком забезпечується металевою армованою прокладкою. Блок циліндрів виконаний із чавуну у вигляді монолітної відливки з каналами систем мащення та охолодження і п'ятьма опорами колінчастого вала. Колінчастий вал обертається у вкладишах ковзання та фіксується від осевого зміщення упорними півкільцями.

Поршні виготовлені з алюмінієвого сплаву й оснащені компресійними та маслосніжними кільцями, а їх додаткове охолодження здійснюється розбризкуванням моторної оливи. Шатуни ковані, сталеві, двотаврового перерізу, з'єднані з колінчастим валом через підшипникові вкладиші. Система мащення комбінована: частина деталей змащується під тиском, інші – розбризкуванням оливи. Вентиляція картера закритого типу створює розрідження всередині двигуна, що підвищує герметичність ущільнень і зменшує шкідливі викиди.

Система охолодження герметична, із розширювальним бачком та примусовою циркуляцією рідини, яку забезпечує водяний насос із ремінним приводом.

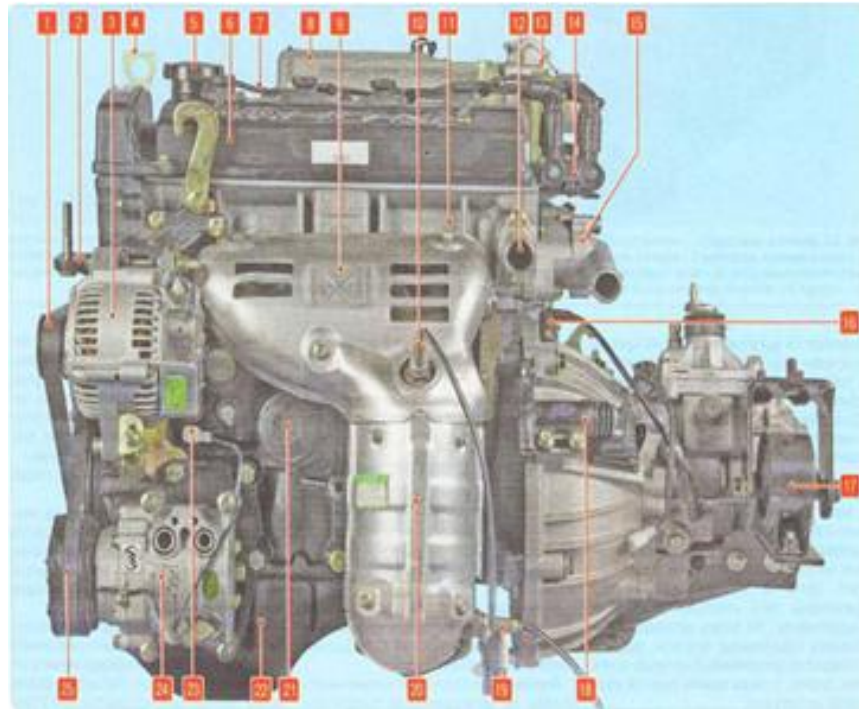


Рисунок 1.1 – ДВЗ у вигляді спереду:

1 – ремінь приводу генератора та водяного насоса; 2 – кронштейн кріплення правої опори підвіски силового агрегату; 3 – генератор; 4 – показчик рівня масла; 5 – пробка маслозаливної горловини; 6 – кришка головки блока; 7 – високовольтний провід; 8 – кришка впускного колектора; 9, 20 – термoeкрани катколектора; 10 – керуючий датчик концентрації кисню; 11 – головка блока циліндрів; 12 – підвідний патрубок системи охолодження; 13 – дросельний вузол; 14 – чотирививідна котушка запалювання; 15 – одорозподільна коробка; 16 – датчик положення; 17 – ліва опора підвіски силового агрегату; 18 – робочий циліндр гідроприводу вимикання зчеплення; 19 – діагностичний датчик концентрації кисню; 21 – масляний фільтр; 22 – масляний картер; 23 – датчик сигналізатора аварійного тиску масла; 24 – компресор кондиціонера; 25 – ремінь приводу.

Система охолодження герметична, із розширювальним бачком та примусовою циркуляцією рідини, яку забезпечує водяний насос із ремінним приводом. Робочу температуру підтримує термостат, що регулює циркуляцію охолоджувальної рідини. Паливна система включає електричний насос у баку,

дросельний вузол, паливні фільтри, форсунки та повітряний фільтр, а впускний колектор із довгими каналами сприяє кращому наповненню циліндрів. Система запалювання керується електронним блоком управління та не потребує регулювання під час експлуатації.

Силовий агрегат, який об'єднує двигун, зчеплення і коробку передач, закріплений на трьох еластичних опорах. Бічні опори сприймають основну вагу агрегату, а задня компенсує крутний момент і навантаження, що виникають під час руху автомобіля. З огляду на відносно невеликий робочий об'єм, двигун у міських умовах часто працює в режимах підвищеного навантаження. Це необхідно враховувати при формуванні регламенту діагностики та технічного обслуговування.

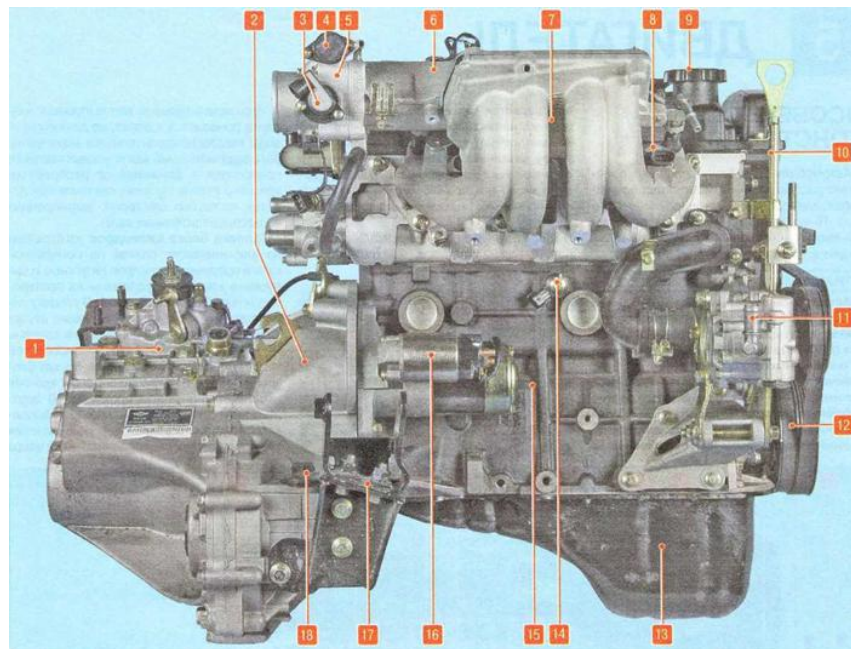


Рисунок 1.2 – ДВЗ (вид ззаду):

1 – коробка передач; 2 – картер зчеплення; 3 – датчик положення дросельної заслонки; 4 – регулятор холостого ходу; 5 – дросельний вузол; 6 – кришка впускного колектора; 7 – впускний колектор; 8 – датчик абсолютного тиску у впускному колекторі; 9 – пробка маслозаливної горловини; 10 – направляюча щупа для вимірювання масла; 11 – насос гідропідсилювача керма; 12 – шків колінчастого вала; 13 – масляний картер; 14 – датчик детонації; 15 – блок циліндрів; 16 – стартер; 17 – кронштейн кріплення задньої опори підвіски силового агрегату; 18 – датчик швидкості автомобіля.

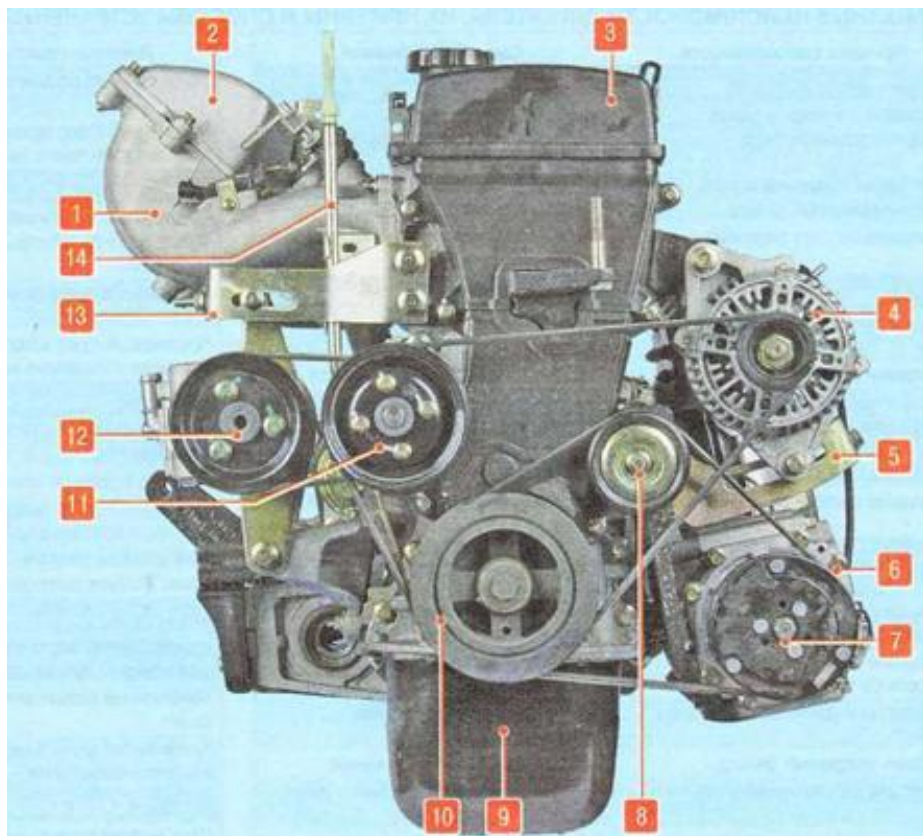


Рисунок 1.3 – ДВЗ (вид справа):

1 – впускний колектор; 2 – кришка впускного колектора; 3 – кришка головки блока циліндрів; 4 – генератор; 5 – натяжний пристрій ремня приводу генератора та водяного насоса; 6 – компресор кондиціонера; 7 – муфта приводу компресора кондиціонера; 8 – натяжний ролик ремня приводу компресора кондиціонера; 9 – масляний картер; 10 – шків колінчастого вала; 11 – шків водяного насоса; 12 – шків насоса гідропідсилювача керма; 13 – натяжний пристрій ремня приводу насоса гідропідсилювача керма; 14 – направляюча щупа для вимірювання масла.

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики двигуна

Параметр	Значення	Параметр	Значення
Робочий об'єм, см ³	1342	Ступінь стиску	9,5
К-сть циліндрів, клапанів	4; 16	Макс. потужність, кВт	≈65
Діаметр циліндра, мм	75	Максимальний крутний момент, Н·м	≈115
Хід поршня, мм	76,5	Порядок роботи циліндрів	1–3–4–2

1.2 Фактори, що впливають на технічний стан двигуна

Технічний стан двигуна визначається комплексом експлуатаційних і організаційних чинників. Одним із ключових є якість палива. Використання бензину з підвищеним вмістом домішок або невідповідним октановим числом призводить до порушення процесу згоряння, утворення нагару, нестабільної роботи форсунок і підвищеного теплового навантаження на клапанний механізм.

Температурний режим має визначальне значення для ресурсу двигуна. Робота при зниженій температурі збільшує механічний знос через високу в'язкість мастила. Перегрів спричиняє втрату геометричної стабільності деталей, зниження міцності матеріалів і пошкодження ущільнень.

Міський режим експлуатації характеризується частими пусками та зупинками, що негативно впливає на стабільність теплового балансу. За таких умов мастило швидше деградує, а циліндро-поршнева група зазнає підвищеного зносу.

Несвоєчасне технічне обслуговування та використання мастильних матеріалів із невідповідними характеристиками зменшують ресурс підшипників, поршневих кілець і клапанного механізму.

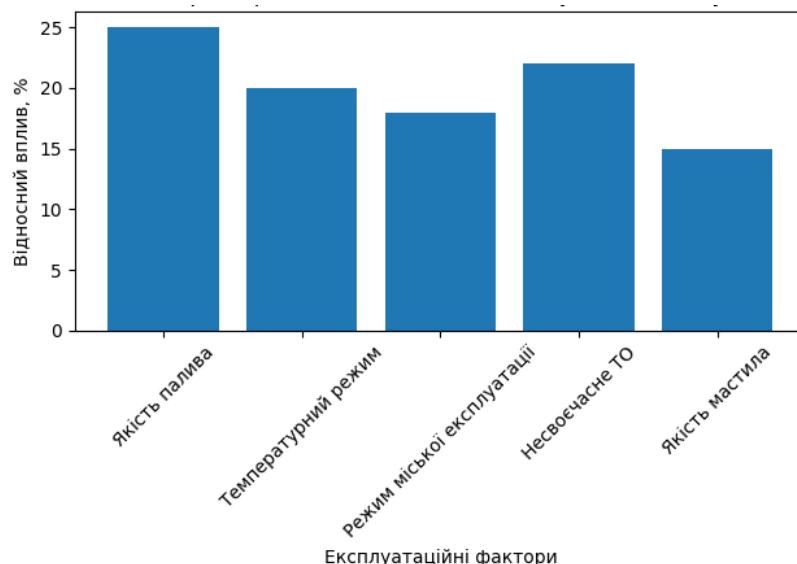


Рисунок 1.4 – Вплив експлуатаційних факторів на технічний стан ДВЗ.

Діаграма демонструє, що найбільший вплив мають якість палива та своєчасність технічного обслуговування, що підкреслює необхідність регулярної перевірки стану паливної системи та мастила.

1.3 Аналіз типових несправностей двигуна Lifan Smily/320

Надійність двигуна Lifan Smily/320 значною мірою залежить від експлуатаційних умов, якості ТО та дотримання регламенту сервісних робіт. У реальних умовах міського руху двигун часто працює в режимах частих пусків, неповного прогріву та змінного навантаження. За таких умов відбувається підвищене термічне та механічне навантаження на основні вузли, що зумовлює формування характерної структури несправностей.

Більшість дефектів розвивається поступово та має початкові симптоми, які можна зауважити на початкових стадіях діагностики. Ігнорування перших ознак призводить до прогресування пошкоджень і збільшення вартості ремонту.

Найбільш уразливою частиною є циліндро-поршнева група. В процесі експлуатації під дією високих температур і тисків відбувається знос стінок циліндрів, поршневих кілець та поршнів. Якщо мастило втрачає свої змащувальні властивості або порушується режим охолодження, зростає ймовірність утворення задирих на поверхнях тертя. Наслідком є зниження компресії, підвищена витрата мастила та втрата потужності двигуна. У запущених випадках можливе виникнення детонаційних явищ та механічних шумів.



Рисунок 1.5 – Задири на поверхні циліндра та поршня.

Вагому частку становлять несправності системи впорскування палива. Електронна система керування (ЕСК) чутлива до якості палива, стану електричних з'єднань та коректності сигналів датчиків. Засмічення форсунок порушує форму та рівномірність розпилення палива, що викликає зміну складу

суміші та нестабільність роботи двигуна. Низький тиск у паливній рампі або некоректні



Рисунок 1.6 – Забруднена форсунка з відкладеннями на розпилювачі.

показники датчика температури, положення дросельної заслінки чи кисневого

датчика спричиняють перевитрату палива і зростання токсичності вихлопу.

Порушення роботи системи охолодження призводить до перегріву, який є одним із найнебезпечніших режимів для двигуна. Перегрів викликає теплову деформацію деталей, зниження міцності матеріалів та втрату герметичності прокладки головки блока циліндрів. Першими ознаками є підвищення температури, поява пари з-під капота та зниження динамічних характеристик автомобіля.

Пробій прокладки головки блока циліндрів є типовим наслідком тривалого перегріву. У результаті порушується герметичність між каналами системи охолодження, камерами згоряння та мастильними каналами. Це проявляється появою білого диму з вихлопної труби після прогріву двигуна, падінням рівня охолоджувальної рідини та зниженням компресії.



Рисунок 1.7 – Пошкоджена прокладка головки блока.

При проникненні охолоджувальної рідини до системи змащування утворюється емульсія світлого кольору. Такий стан мастила різко знижує його

змащувальні властивості та сприяє інтенсивному зношуванню підшипників і шийок колінчастого вала.



Рисунок 1.8 – Емульсія під кришкою мастила або на масляному щупі.

Окремо слід відзначити несправності системи змащування. Зниження тиску мастила через зношення насоса або засмічення фільтра викликає масляне голодування вузлів тертя. Це призводить до перегріву підшипників ковзання та прискореного зносу колінчастого вала. У критичних випадках можливе заклинювання двигуна.

Таблиця 1.2 – Основні несправності ДВЗ Lifan Smily/320 та усунення

Несправність	Причина	Усунення
Відсутнє тиск палива в рампі	Засмічені паливопроводи, несправний паливний модуль, забитий фільтр	Промити бак і паливні магістралі, замінити модуль або фільтр
Двигун не запускається	Невідповідність системи запалювання	Перевірити ЕБК, замінити несправні елементи
Двигун працює нерівномірно на холостому ході	Недостатній тиск палива, несправний регулятор холостого ходу, підсмоктування повітря	Замінити регулятор, перевірити і герметизувати шланги вентиляції та вакууму

Втрата потужності	Неповне відкриття дросельної заслінки, несправний датчик положення, забруднений повітряний фільтр, малий тиск палива	Промити або замінити дросельний вузол, замінити фільтр, перевірити тиск палива
Недостатня компресія (<0,9 МПа)	Пробита прокладка головки блока, прогорання поршнів, знос клапанів або поршневих кілець	Замінити чи очистити прокладку, поршні і кільця, відремонтувати клапани та сідла
Недостатній тиск масла	Знос або збільшені зазори підшипників, використання неправильного масла, забруднення масляної системи	Замінити масло, прочистити або відремонтувати масляний насос, замінити вкладиші
Стук у двигуні	Збільшені зазори між поршнями і циліндрами, між шатунними шийками та вкладишами, знос деталей ГРМ	Відшліфувати шийки, замінити поршні, кільця або клапани, відрегулювати зазори в приводі клапанів
Перегрів двигуна	Мала кількість охол. рідини, забруднення радіатора, несправний термостат або вентилятор	Долити рідину, очистити радіатор, замінити термостат або вентилятор
Зниження рівня в розширювальному бачку	Пошкоджений радіатор, шланги або прокладки	Замінити пошкоджені елементи, затягнути хомути
Протікання через ущільнення	Протікання через прокладку головки блока або водяного насоса, мікротріщини	Замінити прокладку, ущільнення або пошкоджені деталі блока

Структурний аналіз показує, що найбільш поширеними є дефекти механічної частини та системи впорскування. Це пов'язано з характером

експлуатації та високою залежністю електронної системи керування від якості палива.

Сумарно механічні несправності (ЦПГ та ГРМ) становлять близько 42 % від загальної кількості відмов, що підтверджує їх визначальну роль у формуванні ресурсу двигуна. Значна частка дефектів системи впорскування пояснюється чутливістю електронного керування до якості палива та стану датчиків.

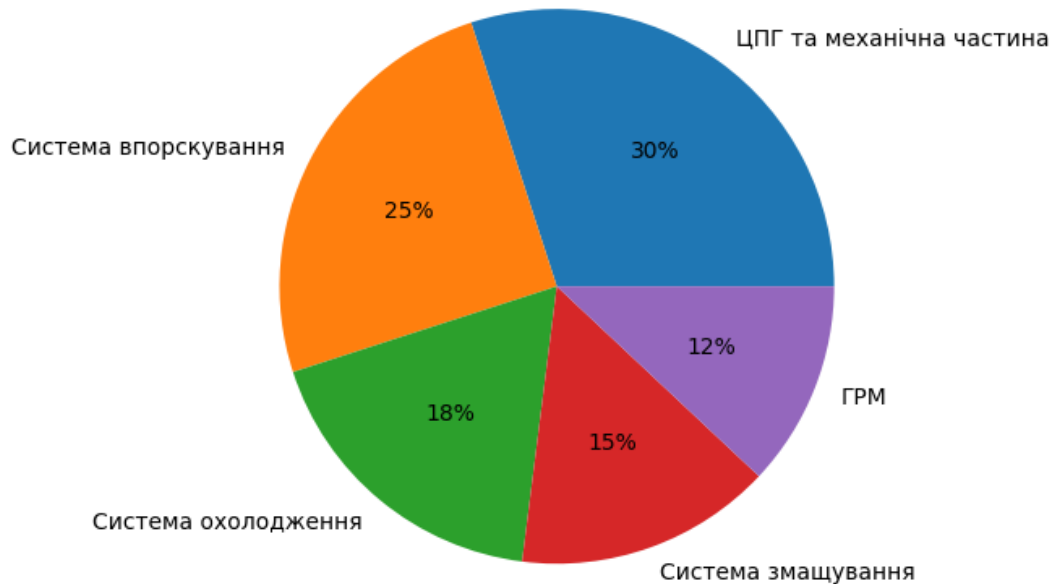


Рисунок 1.9 – Структура типових несправностей двигуна Lifan Smily/320.

Таким чином, комплексна діагностика двигуна повинна передбачати контроль компресії, перевірку параметрів паливної системи, моніторинг температурного режиму та стану мастила. Проведений аналіз створює технічну основу для розроблення алгоритму діагностики і технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту, що буде розглянуто в наступному розділі роботи.

1.4 Особливості та методи діагностики системи впорскування палива двигуна Lifan Smily/320

Система розподіленого впорскування палива двигуна Lifan Smily/320 забезпечує формування паливно-повітряної суміші відповідно до режиму роботи силового агрегату. Керування процесом здійснюється електронним блоком управління, який аналізує сигнали від датчиків та коригує тривалість імпульсів

відкривання форсунок. Стабільність роботи двигуна, його економічність та екологічні показники безпосередньо залежать від точності функціонування цієї системи.

У процесі експлуатації найбільш поширеними відхиленнями є засмічення форсунок, нестабільний тиск у паливній магістралі, порушення контактів у електричних з'єднаннях або некоректні сигнали датчиків. Ці дефекти призводять до зміни складу паливної суміші, що проявляється нестійкою роботою двигуна на холостому ході, ривками під час розгону, збільшенням витрати палива та появою індикатора несправності двигуна.

Діагностика системи впорскування повинна виконуватися комплексно та поетапно. На першому етапі проводиться підключення діагностичного обладнання до бортової мережі через OBD-роз'єм з подальшим зчитуванням кодів несправностей. Аналіз збережених і поточних параметрів дозволяє визначити відхилення температури, тривалості імпульсів упорскування, корекції паливної суміші та сигналів датчиків. Особлива увага приділяється короткостроковим і довгостроковим паливним корекціям, які відображають ступінь відхилення фактичного складу суміші від розрахункового.

Другим етапом є перевірка тиску палива в рампі. Зниження або нестабільність тиску може свідчити про несправність паливного насоса, регулятора тиску або засмічення фільтра. Третім етапом виконується перевірка стану форсунок - оцінюється рівномірність подачі палива та електричний опір їхніх обмоток. За потреби застосовується ультразвукове очищення або заміна несправних елементів.

Додатково проводиться перевірка електричних з'єднань і якості контактів, оскільки підвищений перехідний опір може спотворювати сигнали датчиків. Оцінка роботи кисневого датчика дозволяє визначити здатність системи до автоматичної корекції складу суміші.

Залежність величини паливної корекції від режиму роботи двигуна наведено на рис. 1.11. Відхилення показників понад $\pm 10\%$ свідчить про порушення складу паливно-повітряної суміші та потребує додаткової перевірки елементів системи впорскування.



Рисунок 1.10 – Алгоритм діагностики системи впорскування двигуна Lifan Smily/320.

Комплексний підхід до діагностики забезпечує своєчасне виявлення несправностей і запобігає їх переходу в критичну стадію. З огляду на високу чутливість системи до якості палива та стану електричних елементів, регулярна комп'ютерна перевірка та контроль паливного тиску є обов'язковими складовими технічного обслуговування

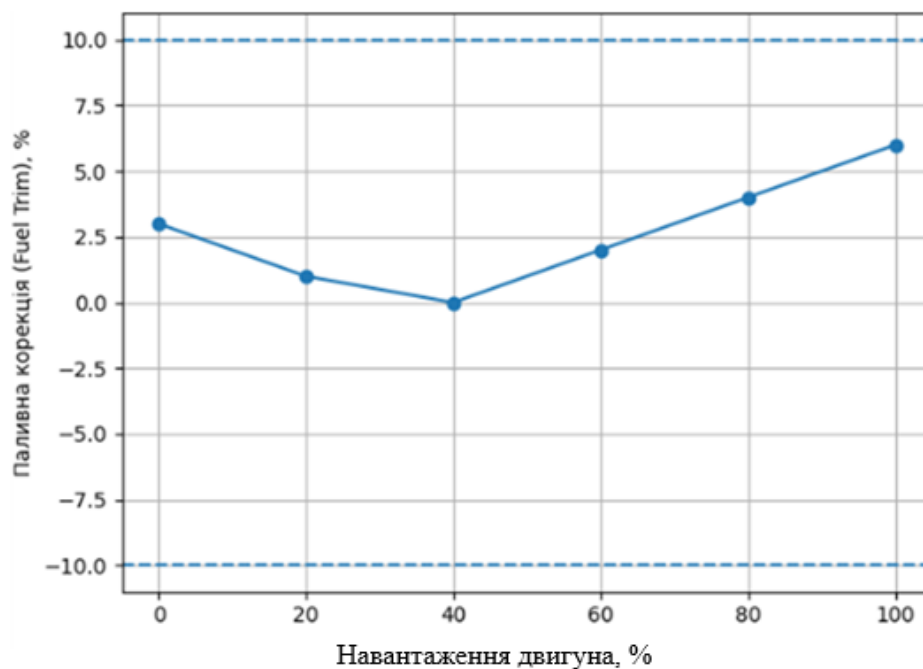


Рисунок 1.11 – Допустимі межі паливної корекції системи впорскування

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Загальна характеристика технологічного процесу діагностики двигуна Lifan Smily/320

Технологічний процес діагностики двигуна Lifan Smily/320 являє собою впорядковану послідовність операцій, спрямованих на визначення фактичного технічного стану агрегату, виявлення відхилень параметрів від нормативних значень та прийняття обґрунтованого рішення щодо подальшого технічного обслуговування або ремонту.

Діагностичний процес повинен відповідати таким принципам:

- послідовність виконання операцій від простого до складного;
- поєднання комп'ютерної та механічної перевірки;
- мінімальне втручання у конструкцію без потреби;
- достовірність отриманих результатів;
- економічна доцільність.

Процес розпочинається з приймання автомобіля та збору інформації від власника щодо характеру прояву несправності. Попередній огляд дозволяє виявити явні зовнішні ознаки, наступним етапом виконується комп'ютерна діагностика через інтерфейс OBD, що дає можливість зчитати коди несправностей і проаналізувати поточні параметри роботи системи впорскування. Після електронної перевірки проводиться механічна оцінка стану двигуна: вимірювання компресії, прослуховування роботи вузлів, перевірка тиску мастила та палива. Заключним етапом є аналіз отриманих даних та формування технічного висновку.

Таблиця 2.1 – Структура технологічного процесу діагностики

№ етапу	Найменування операції	Мета виконання	Засоби контролю
1	Приймання автомобіля	Збір первинної інформації	Опитування, візуальний огляд
2	Попередня перевірка	Виявлення явних дефектів	Огляд, перевірка рівнів рідин

3	OBD-діагностика	Аналіз кодів помилок	Діагностичний сканер
4	Механічний контроль	Оцінка компресії та шумів	Компресометр, стетоскоп
5	Перевірка систем	Контроль тиску палива, мастила	Манометр, мультиметр
6	Висновок	Прийняття рішення	Аналітична оцінка

Оцінка тривалості діагностичного циклу.

Операція	Середній час, хв	Операція	Середній час, хв
Приймання та огляд	10	Контроль систем	15
OBD-діагностика	15	Аналіз результатів	10
Механічна перевірка	20		

Загальна тривалість циклу:

$$T_{\text{заг}} = 10 + 15 + 20 + 15 + 10 = 70 \text{ хв.}$$

Середній час повної комплексної діагностики ДВЗ становить 1,2 год.

2.2 Алгоритм комплексної діагностики двигуна Lifan Smily/320

Комплексна діагностика ДВЗ повинна будуватися за принципом логічної послідовності з контрольними точками прийняття рішень. На відміну від спрощеної перевірки, запропонований алгоритм дозволяє поетапно локалізувати несправність, розділяючи електронні, паливні та механічні причини відмов.

Алгоритм розпочинається з комп'ютерної перевірки через OBD-інтерфейс. Якщо в пам'яті блоку керування збережені коди помилок, першочергово аналізуються електронні несправності – перевіряються датчики, електропроводка та виконавчі механізми. У разі відсутності активних помилок або після їх усунення переходять до механічної перевірки.

Другим етапом є контроль компресії в циліндрах. Значення компресії дозволяє оцінити герметичність камери згоряння та стан циліндро-поршневої групи. Якщо компресія відповідає нормативним межах, акцент зміщується на

паливну систему. Якщо ж спостерігається відхилення — проводиться перевірка ГРМ та стану ЦПГ.

Далі здійснюється перевірка тиску палива у рампі та оцінка роботи форсунок. Нестабільність тиску або порушення факела розпилення свідчать про несправність паливного насоса, регулятора або засмічення форсунок.

Заключним етапом є узагальнення отриманих результатів і формування технічного висновку із зазначенням необхідних ремонтних або регламентних робіт.

Таблиця 2.2 – Карта переходів діагностичного алгоритму

Контрольний параметр	Умова	Подальша дія
Наявність кодів помилок	Є коди	Перевірка електронної частини
Наявність кодів помилок	Кодів немає	Перехід до механічної перевірки
Компресія	У межах норми	Перевірка паливної системи
Компресія	Нижче норми	Контроль ГРМ та ЦПГ
Тиск палива	Стабільний	Перевірка датчиків сумішоутворення
Тиск палива	Нестабільний	Діагностика насоса/регулятора

Таблиця 2.3 – Нормативні параметри для контролю

Параметр	Нормативне значення	Параметр	Нормативне значення
Компресія	11–14 бар	Паливна корекція	$\pm 10\%$
Різниця між циліндрами	не більше 1 бар	Температура ОЖ (робоча)	85–95 °C
Тиск палива	300–380 кПа		

2.3 Технологія діагностики системи впорскування палива двигуна Lifan Smily/320

Діагностика системи впорскування палива двигуна Lifan Smily/320 виконується з метою визначення точності формування паливно-повітряної суміші та виявлення відхилень у роботі електронних і механічних елементів

системи. Оскільки двигун обладнаний електронним блоком керування, перевірка починається з комп'ютерної діагностики через стандартний OBD-роз'єм. Це дозволяє отримати коди несправностей та проаналізувати поточні параметри роботи системи в режимі реального часу.

Після підключення сканера здійснюється зчитування збережених та активних помилок. Якщо помилки відсутні, це не означає повну справність системи, тому обов'язково аналізуються так звані «живі дані». До основних контрольованих параметрів належать оберти двигуна, температура охолоджувальної рідини, положення дросельної заслінки, тиск у впускному колекторі, напруга кисневого датчика та значення паливних корекцій. Саме паливні корекції дозволяють оцінити, наскільки блок керування змушений змінювати тривалість упорскування для підтримання оптимального складу суміші. Відхилення в межах $\pm 10\%$ вважається допустимим. Перевищення цього значення свідчить про збіднення або збагачення суміші.

Далі виконується перевірка тиску палива в рампі. Для цього використовується манометр, який підключається до паливної магістралі. Нормативний тиск для бензинового двигуна цього типу становить 300–380 кПа. Якщо фактичний тиск нижчий за мінімальне значення, ймовірною причиною є несправність паливного насоса або засмічення фільтра. Якщо тиск перевищує допустимий рівень, перевіряється регулятор тиску. Нестабільність показників може свідчити про зношення насоса або порушення герметичності системи.

Окрему увагу приділяють стану форсунок. Перевіряється електричний опір їх обмоток, який повинен знаходитися в межах 12–16 Ом. Значне відхилення вказує на пошкодження електромагнітної частини форсунки. Додатково оцінюється рівномірність розпилення палива. Нерівномірний або деформований факел розпилу спричиняє порушення процесу згоряння та може призводити до ривків при розгоні або нестійкої роботи на холостому ходу.

Для впорядкування робіт формується операційна послідовність із нормуванням часу виконання. Підключення сканера та зчитування кодів займає приблизно 10 хвилин. Аналіз параметрів у реальному часі триває близько 10 хвилин. Перевірка тиску палива та форсунок потребує ще приблизно 20 хвилин.

Оформлення технічного висновку займає близько 5 хвилин. Загальна тривалість повної діагностики системи впорскування становить у середньому 45 хвилин.

Трудовісткість визначається за формулою:

$$L = \frac{T}{60} \quad (2.1)$$

де T – загальний час у хвилинах.

Підставляючи отримане значення:

$$L = \frac{45}{60} = 0,75 \text{ люд.-год.}$$

Комплексна перевірка системи впорскування потребує приблизно 0,75 людино-години. Якщо за рік виконується 240 таких перевірок, річна трудовісткість становитиме:

$$L_{\text{річ}} = 0,75 \times 240 = 180 \text{ люд.-год.}$$

Таким чином, запропонована технологія діагностики поєднує електронний контроль та механічну перевірку, забезпечує достатню точність визначення несправностей і дозволяє прогнозувати завантаження поста діагностики. Вона є практично доцільною та відповідає конструктивним особливостям двигуна Lifan Smily/320.

Таблиця 2.4 – Нормативні параметри системи впорскування двигуна Lifan Smily/320

Контрольований параметр	Нормативне значення	Допустиме відхилення	Ознака відхилення
Тиск палива в рампі	300–380 кПа	$\pm 10 \%$	Зниження потужності, ривки
Опір форсунки	12–16 Ом	± 1 Ом	Нерівномірна робота циліндра
Короткострокова корекція (STFT)	0 %	$\pm 10 \%$	Збіднена/збагачена суміш
Довгострокова корекція (LTFT)	0 %	$\pm 10 \%$	Систематичне відхилення складу суміші

Температура ОЖ (робочий режим)	85–95 °C	±5 °C	Порушення теплового режиму
Напруга лямбда-зонда	0,1–0,9 В	Періодичні коливання	Відсутність реакції – несправність датчика
Частота обертання ХХ	750–850 об/хв	±50 об/хв	Нестійкий холостий хід

2.4 Підбір та технічне обґрунтування обладнання для виконання діагностичних робіт

Підбір обладнання для діагностики двигуна Lifan Smily/320 виконується з урахуванням технологічної послідовності робіт, необхідної точності вимірювань та економічної доцільності. Двигун оснащений електронним керуванням і системою розподіленого впорскування, тому базовий набір засобів контролю повинен забезпечувати як зчитування параметрів ЕБУ, так і перевірку механічного стану та паливної магістралі. Обладнання підбирається так, щоб виконувати діагностику без зайвого демонтажу вузлів і з мінімальними витратами часу на один автомобіль.

Для електронної перевірки обов'язковим є діагностичний сканер OBD-II. Він використовується для зчитування кодів несправностей, перегляду параметрів у режимі реального часу та контролю паливних корекцій. Саме показники STFT і LTFT дозволяють оперативно оцінювати правильність сумішоутворення. Вибір сканера доцільно робити з урахуванням підтримки протоколів, можливості збереження звітів та стабільності зв'язку. Для практики достатнім є мультимарочний сканер або ELM327-адаптер у поєднанні з ліцензійним програмним забезпеченням, однак для постійної роботи на СТО доцільніше застосовувати автономний сканер, оскільки він швидше підключається та забезпечує надійніше зчитування даних.

Для контролю механічного стану двигуна застосовується компресометр для бензинових двигунів. Він використовується для оцінки герметичності камери згоряння та виявлення зносу циліндро-поршневої групи або проблем клапанного механізму. Додатково застосовується вакуумметр або аналіз стабільності розрідження у впускному колекторі, що дозволяє непрямо оцінити

стан ГРМ, герметичність впускного тракту та характер горіння суміші. Для локалізації сторонніх шумів доцільно використовувати механічний або електронний стетоскоп.

Для діагностики системи впорскування критично необхідний манометр для вимірювання тиску палива з комплектом переходників. Він дозволяє перевірити відповідність тиску в рампі нормативному діапазону, оцінити стабільність тиску та зробити висновок щодо стану паливного насоса, фільтра і регулятора. Також потрібен цифровий мультиметр для контролю опору форсунок, перевірки напруги живлення, якості контактів та цілісності електричних ланцюгів датчиків.

Для оцінки роботи системи керування сумішоутворенням і підтвердження справності лямбда-зонда рекомендовано використовувати осцилограф або сканер із функцією побудови графіків сигналів. Осцилограф дозволяє відслідковувати форму сигналу датчика колінчастого вала, реакцію кисневого датчика та імпульси керування форсунками. Якщо осцилограф відсутній, частину перевірок можна виконати шляхом аналізу «живих даних» сканером, проте точність визначення окремих електричних дефектів буде нижчою.

Для контролю якості згоряння та токсичності вихлопу доцільно мати газоаналізатор. Він не є строго обов'язковим для базової діагностики, але підвищує якість технічного висновку, оскільки непрямо відображає стан сумішоутворення і ефективність роботи системи керування. Для сервісу, який виконує роботи регулярно, газоаналізатор дає можливість швидше підтверджувати несправності форсунок, підсосу повітря та збагачення суміші.

Таблиця 2.5 – Рекомендований комплект обладнання для діагностики двигуна

Найменування обладнання	Призначення	Контрольовані параметри	Причина включення
OBD-II сканер	Електронна діагностика	DTC, STFT/LTFT, температура, MAP	Базовий інструмент для ЕБУ

Компресометр	Перевірка ЦПГ	Компресія по циліндрах	Оцінка механічного стану
Манометр тиску палива	Паливна система	Тиск у рампі, стабільність	Виявлення несправності насоса/фільтра
Мультиметр	Електричні ланцюги	Опір форсунок, напруга, контакти	Перевірка датчиків і живлення
Стетоскоп	Акустичний контроль	Локалізація шумів	Прискорення пошуку механічних дефектів
Осцилограф (опційно)	Динамічна перевірка	Сигнали ДПКВ, форсунок, лямбда	Підвищення точності діагностики
Газоаналізатор (опційно)	Контроль вихлопу	CO, HC, O ₂ , λ	Підтвердження порушення суміші

Середній час діагностики системи впорскування без манометра становить $T_1 = 60$ хв, оскільки частина часу витрачається на повторні перевірки та непрямі ознаки. При використанні манометра і повного набору час зменшується до $T_2 = 45$ хв.

Економія часу на один автомобіль:

$$\Delta T = T_1 - T_2 = 60 - 45 = 15 \text{ хв.} \quad (2.2)$$

Переведемо в людино-години:

$$\Delta L = \frac{\Delta T}{60} = \frac{15}{60} = 0,25 \text{ люд.-год.} \quad (2.3)$$

Якщо протягом року виконується $N = 240$ діагностик системи впорскування, річна економія трудомісткості:

Це означає, що оснащення поста манометром і повним комплектом приладів дозволяє вивільнити близько 60 людино-годин на рік тільки на операціях, пов'язаних із паливною системою. Фактично це підвищує пропускну здатність поста та зменшує собівартість діагностичних робіт.

Для наочності можна оцінити, скільки додаткових діагностик можна виконати за рахунок зекономленого часу. Якщо одна діагностика триває 45 хв, то кількість додаткових перевірок:

$$N_{\text{дод}} = \frac{\Delta L_{\text{річ}} \cdot 60}{45} = \frac{60 \cdot 60}{45} = 80 \text{ діагностик.} \quad (2.4)$$

Отже, за рахунок оснащення поста рекомендованим комплектом обладнання потенційно можна виконати до 80 додаткових діагностичних процедур за рік без збільшення фонду робочого часу.

Підібраний комплект обладнання забезпечує виконання всіх основних операцій технологічного процесу діагностики двигуна Lifan Smily/320. Найбільш критичними з точки зору точності та економії часу є OBD-сканер, манометр тиску палива, компресометр і мультиметр. Додаткове оснащення осцилографом і газоаналізатором підвищує достовірність висновків і може бути рекомендоване для постійного діагностичного поста.

2.5 Розрахунок площі та організації дільниці діагностики двигуна

Для виконання робіт з діагностики двигунів автомобілів Lifan Smily/320 на уявній сучасній СТО приймаємо організацію дільниці з двома постами. Такий підхід забезпечує паралельне обслуговування двох автомобілів, зменшує черги та дозволяє гнучко планувати завантаження персоналу. Приміщення дільниці формується з урахуванням робочих зон навколо автомобіля, підходів до обладнання, проходів для переміщення візків та дотримання вимог безпеки.

2.5.1 Розрахунок площі дільниці

Для легкових автомобілів доцільно прийняти розмір одного поста діагностики 6,0×4,0 м. Це забезпечує доступ до моторного відсіку, можливість відкривання дверей та виконання вимірювань з обох боків авто.

Площа одного поста:

$$S_{\text{пост}} = 6,0 \cdot 4,0 = 24,0 \text{ м}^2.$$

Кількість постів:

$$n = 2.$$

Площа постів:

$$S_{\text{пости}} = S_{\text{пост}} \cdot n = 24,0 \cdot 2 = 48,0 \text{ м}^2 \quad (2.5)$$

Для сучасної СТО передбачаємо допоміжні місця та зони: робоче місце діагноста з ПК і принтером, стелажі/шафи для приладів і перехідників, візки інструментів, зону переносного обладнання, компресорну (або нішу під компресор), мийку/умивальник та коротку зону очікування автомобіля перед/після поста. Приймаємо сумарну площу допоміжних зон:

$$S_{\text{доп}} = 21,0 \text{ м}^2.$$

Базова площа без урахування проходів:

$$S_0 = S_{\text{пости}} + S_{\text{доп}} = 48,0 + 21,0 = 69,0 \text{ м}^2 \quad (2.6)$$

Для врахування проходів, маневрування, безпечних зон та підходів до обладнання застосовуємо коефіцієнт:

$$k = 1,35.$$

Тоді розрахункова площа ділянки:

$$S = S_0 \cdot k = 69,0 \cdot 1,35 = 93,15 \text{ м}^2 \approx 93 \text{ м}^2 \quad (2.7)$$

Для проєктних цілей приймаємо площу із запасом:

$$S_{\text{пр}} \approx 96 \text{ м}^2.$$

Таблиця 2.6 – Розрахунок площі ділянки діагностики

Складова площі	Позначення	Значення
Площа 1 поста (6×4 м)	$S_{\text{пост}}$	24,0 м ²
Кількість постів	n	2
Площа постів	$S_{\text{пости}}$	48,0 м ²
Допоміжні зони	$S_{\text{доп}}$	21,0 м ²
Базова площа	S_0	69,0 м ²
Коефіцієнт проходів	k	1,35
Розрахункова площа	S	93,15 ≈ 93 м ²
Прийнята площа (з запасом)	$S_{\text{пр}}$	96 м ²

2.5.2 Розрахунок виробничої програми та завантаження дільниці

Планова програма: 45 автомобілів на місяць.

Річна кількість автомобілів:

$$N_p = 45 \cdot 12 = 540 \text{ авто/рік.}$$

Середня тривалість комплексної діагностики двигуна приймається:

$$T_{\text{діагн}} = 70 \text{ хв} = \frac{70}{60} = 1,167 \text{ год.} \quad (2.8)$$

Річна трудомісткість основної діагностики:

$$N_p \cdot T_{\text{діагн}} = 540 \cdot 1,167. \quad (2.9)$$

$$L_p = 630,2 \text{ люд.-год.}$$

Для врахування супутніх витрат часу (підготовка, переміщення, оформлення звіту, повторні вимірювання) вводимо коефіцієнт: $k_d = 1,15$.

Тоді приведена річна трудомісткість:

$$L_p \cdot k_d.$$

$$L_p^* = 630,2 \cdot 1,15 = 724,7 \text{ люд.-год.}$$

2.5.3 Фонд часу та потреба в персоналі

Приймаємо роботу в 1 зміну. Кількість робочих днів на рік:

$$D = 305.$$

Тривалість зміни:

$$t_{\text{зм}} = 8 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу одного працівника:

$$F_n = D \cdot t_{\text{зм}} = 305 \cdot 8 = 2440 \text{ год.} \quad (2.10)$$

Коефіцієнт використання робочого часу:

$$k_b = 0,85.$$

Коефіцієнт організаційних втрат:

$$k_{\pi} = 0,95.$$

Ефективний фонд часу одного працівника:

$$F_e = F_n \cdot k_b \cdot k_{\pi} = 2440 \cdot 0,85 \cdot 0,95 = 1970,3 \text{ год.} \quad (2.11)$$

Розрахункова чисельність виконавців за трудомісткістю:

$$n = \frac{L_p^*}{F_e}. \quad (2.12)$$

$$n = \frac{724,7}{1970,3} = 0,37.$$

Отримане значення показує, що обсяг робіт 540 авто/рік не завантажує постійно навіть одного працівника. Проте з огляду на організацію 2 постів та потребу паралельного обслуговування, приймаємо штат за принципом забезпечення роботи постів.

Рационально прийняти:

- 2 виконавці на зміну (по одному на пост) для пікових навантажень і паралельних робіт;
- майстер-приймальник може виконувати організаційні функції суміжно (не обов'язково окрема ставка саме для дільниці).

2.5.4 Завантаження дільниці за пропускною здатністю

Ефективний фонд часу двох постів:

$$F_{e_пост} = 2 \cdot F_e = 2 \cdot 1970,3. \quad (2.13)$$

$$F_{e_пост} = 3940,6 \text{ пост-год.}$$

Потреба часу на виконання річної програми:

$$T_{потр} = N_p \cdot T_{діагн}. \quad (2.14)$$

$$T_{потр} = 540 \cdot 1,167 = 630,2 \text{ пост-год.}$$

Коефіцієнт завантаження постів:

$$\eta = \frac{T_{потр}}{F_{e_пост}}. \quad (2.12)$$

$$\eta = \frac{630,2}{3940,6} = 0,16.$$

Отже, завантаження дільниці становить близько 16 %, що підтверджує наявність резерву потужності. Це є типовим для сучасної СТО, оскільки пост діагностики використовується не лише для “повної діагностики двигуна”, а також для супутніх перевірок, експрес-діагностики, контрольних вимірювань після ремонту та оперативного пошуку несправностей.

Таблиця 2.7 – Річна програма та завантаження дільниці

Показник	Позначення	Значення
Програма на місяць		45 авто
Програма на рік	N_p	540 авто
Час 1 діагностики	$T_{\text{діагн}}$	1,167 год
Річна трудомісткість	L_p	630,2 люд.-год
Приведена трудомісткість	L_p^*	724,7 люд.-год
Ефективний фонд 1 працівника	F_e	1970,3 год
Ефективний фонд 2 постів	$F_{e_{\text{пост}}}$	3940,6 пост- год
Потреба часу на програму	$T_{\text{потр}}$	630,2 пост - год
Завантаження постів	η	0,16 (16 %)

Розрахунок площі показав, що для сучасної дільниці діагностики двигуна на 2 пости доцільно прийняти площу близько 93 м², а з урахуванням практичного планування та резерву – 96 м². Річна програма 45 автомобілів на місяць (540 авто/рік) забезпечує завантаження двох постів на рівні близько 16 %, що є нормальним для сучасної СТО, оскільки діагностичне обладнання використовується також для експрес-перевірок та контрольних вимірювань після ремонту. Прийнята організація дільниці забезпечує паралельність робіт, зручність доступу до обладнання та резерв потужності для зростання кількості замовлень.

2.6 ТО та ремонт ДВЗ Lifan Smily/320

Зняття та встановлення ДВЗ

Перед початком виконання робіт необхідно знизити тиск у системі живлення двигуна. Це роблять, щоб запобігти витіканню палива та підвищити безпеку під час подальшого обслуговування елементів паливної системи. Від'єднують проводи від акумуляторної батареї, після чого батарею знімають з автомобіля. Це роблять для безпеки при виконанні подальших робіт та щоб унеможливити коротке замикання в електричній системі.

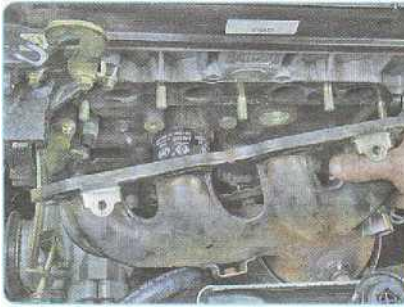
Після цього демонтують корпус повітряного фільтра. Зняття цього елемента забезпечує вільний доступ до вузлів двигуна та спрощує виконання наступних операцій з розбирання. Далі знімають наконечники проводів свічок запалювання. Після цього виймають із гнізд котушок запалювання наконечники високовольтних проводів і повністю знімають їх з двигуна.

На завершення цього етапу демонтують впускний колектор. Його зняття дозволяє отримати доступ до інших елементів двигуна, які необхідно від'єднати перед подальшим демонтажем агрегатів.



Спочатку демонтують катколектор. Його знімають для забезпечення доступу до інших елементів двигуна та випускної системи. Після від'єднання кріплень катколектор обережно знімають з двигуна. Далі знімають ремені приводу допоміжних агрегатів. Для цього послаблюють натяг ременів і акуратно знімають їх зі шківів. Це дає змогу від'єднати агрегати, які приводяться в дію цими ременями. Після цього демонтують насос гідропідсилювача рульового керування. Насос від'єднують від кріплень і відводять убік або повністю знімають, залежно від умов виконання робіт. Наступним етапом є зняття генератора. Спочатку від'єднують електричні роз'єми та кріплення, після чого генератор виймають з місця встановлення. Далі демонтують компресор кондиціонера. Після від'єднання кріпильних елементів компресор знімають або відводять убік, щоб звільнити простір у моторному відсіку. Потім знімають бризковик двигуна. Цей елемент захищає нижню частину двигуна від бруду та вологи, тому його демонтаж забезпечує доступ до вузлів, розташованих у нижній частині моторного відсіку. Після цього демонтують додатковий глушник. Його від'єднують від елементів випускної системи та знімають з кріплень. На завершення знімають підсилювач моторного відсіку. Цей елемент

забезпечує жорсткість кузова, тому перед його демонтажем необхідно відкрутити всі кріпильні болти. Після цього підсилювач знімають, що дозволяє отримати більше простору для подальших робіт з двигуном.



Спочатку знімають підсилювач передньої підвіски. Для цього відкручують кріпильні болти та обережно демонтують деталь, щоб звільнити доступ до інших вузлів у нижній частині автомобіля. Після цього зливають охолоджувальну рідину із системи охолодження двигуна. Рідину зливають у підготовлену ємність, відкривши зливний отвір або від'єднавши відповідний патрубок. Далі зливають моторне масло з двигуна. Для цього відкручують зливну пробку піддона картера та дають маслу повністю стекти в ємність.

Наступним етапом є демонтаж приводів передніх коліс. Приводи від'єднують від маточин та коробки передач, після чого обережно виймають їх. Після цього від коробки передач від'єднують троси керування. Коли кріплення зняті, троси відводять убік, щоб вони не заважали подальшому демонтажу двигуна та коробки передач.

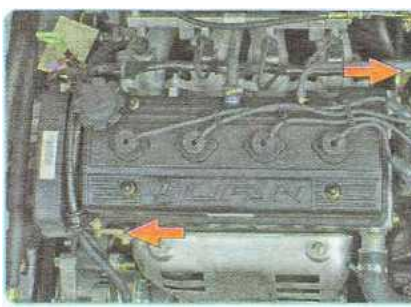
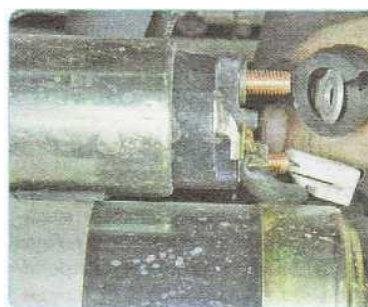


На коробці передач відкручують болт, яким закріплений трубопровід гідроприводу зчеплення. Після цього відкручують два болти кріплення робочого циліндра вимикання зчеплення. Робочий циліндр разом із трубопроводом обережно відводять убік, щоб він не заважав подальшим роботам. Щоб уникнути пошкодження або натягування трубопроводу, циліндр закріплюють на кузові автомобіля, наприклад за допомогою дроту або іншого

підручного кріплення. Далі від'єднують колодки джгута проводів від датчиків системи керування двигуном. Також знімають їхні кріплення або тримачі, щоб повністю звільнити проводку від двигуна. Це необхідно для того, щоб під час демонтажу силового агрегату не пошкодити електричні з'єднання. Після цього від'єднують шланги системи охолодження двигуна. Шланги знімають із патрубків, які розташовані на головці блока циліндрів. Перед від'єднанням бажано підготувати ємність або ганчір'я, оскільки в шлангах може залишатися певна кількість охолоджувальної рідини. Це завершує підготовчий етап перед подальшим демонтажем вузлів двигуна.



Стискають фіксатор наконечника проводу та від'єднують провід від тягового реле стартера. Після цього захисний ковпачок відводять убік, щоб отримати доступ до кріплення електричного проводу. Далі відкручують гайку кріплення та від'єднують провід. Потім викручують болт кріплення наступного електричного з'єднання і від'єднують провід. Після цього викручують ще один болт кріплення та знімають масові проводи з коробки передач. Від'єднання масових проводів необхідне для повного роз'єднання електричних з'єднань двигуна і трансмісії з кузовом автомобіля. Після завершення від'єднання проводів готують двигун до зняття. Для цього стропи вантажопідіймального механізму закріплюють за спеціальні транспортувальні гаки, розташовані на двигуні. Після закріплення строп їх обережно натягують, щоб зафіксувати силовий агрегат і підготувати його до подальшого демонтажу.



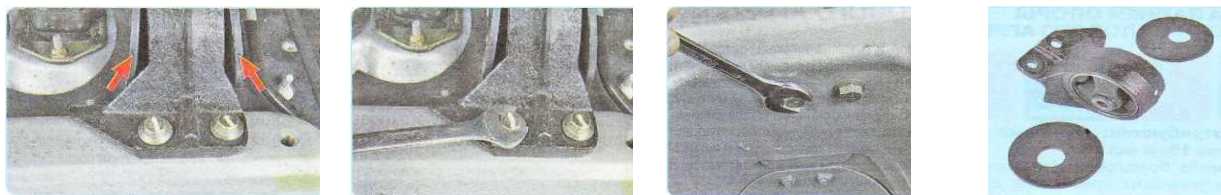
Необхідно ще раз уважно перевірити, чи всі навісні агрегати повністю від'єднані, особливу увагу приділяють електричним роз'ємам, паливним і охолоджувальним шлангам, а також елементам кріплення, щоб під час демонтажу не пошкодити жодну деталь.

Після перевірки піднімають передню частину автомобіля, кузов обов'язково встановлюють на надійні опори, які забезпечують стійкість під час виконання робіт. Далі силовий агрегат обережно опускають вниз. Коли двигун із коробкою передач опущений на підлогу або на спеціальну платформу, з нього знімають стропи вантажопідіймального механізму. Після цього силовий агрегат витягують з-під автомобіля. За потреби після демонтажу двигуна можна окремо зняти коробку передач і вузол зчеплення. Це роблять у випадках, коли необхідно провести їхній ремонт, технічне обслуговування або заміну окремих деталей. Встановлення двигуна та всіх раніше знятих вузлів виконують у зворотній послідовності. Перед установленням силового агрегату рекомендується очистити різьбові отвори кріплення опор двигуна від бруду та іржі за допомогою мітчика. Під час монтажу обов'язково встановлюють нову прокладку катколектора. Використання нової прокладки необхідне для забезпечення герметичності з'єднання та правильної роботи випускної системи. Після встановлення ДВЗ виконують завершальні операції. У системи заливають рідини до необхідного рівня. Після цього перевіряють натяг ременів приводу допоміжних агрегатів. Додатково перевіряють тиск масла в системі змащення. Під час роботи ДВЗ повинен працювати рівно, без сторонніх шумів, стуків або вібрацій. Якщо виявлено будь-які несправності, вони усуваються перед подальшою експлуатацією.

Заміна задньої опори підвіски силового агрегату

Спочатку знімають прокладки задньої опори силового агрегату. Це дає змогу отримати доступ до кріпильних елементів опори та підготувати її до демонтажу. Після цього відкручують два болти бокового кріплення задньої опори. Далі відкручують ще два болти нижнього кріплення, якими опора закріплена до кузова авто. Болти відкручують поступово, використовуючи відповідний інструмент, щоб не пошкодити різьбу та елементи кріплення. Коли

всі болти відкручені, задню опору підвіски силового агрегату обережно знімають із посадкового місця. Під час демонтажу необхідно слідкувати, щоб опора не перекосилась і не пошкодила сусідні деталі. Встановлення задньої опори підвіски силового агрегату виконують у зворотній послідовності. Опору встановлюють на місце, суміщають отвори для кріплення та загвинчують болти. Після цього болти затягують із необхідним зусиллям, забезпечуючи надійне кріплення опори до кузова авто.



Заміна правої опори підвіски силового агрегату

Спочатку знімають брызковик двигуна. Це необхідно для забезпечення доступу до елементів кріплення опори та інших деталей, розташованих у нижній частині моторного відсіку. Після цього під масляний картер двигуна встановлюють опору або домкрат. Це роблять для підтримання двигуна, щоб під час демонтажу опори він не змістився і не створив додаткового навантаження на інші кріплення. Далі відкручують три болти, якими кронштейн правої опори закріплений до кузова авто. Після цього викручують болт кріплення кронштейна двигуна до правої опори та обережно витягують його. Коли всі кріпильні елементи зняті, праву опору підвіски силового агрегату обережно демонтують з місця встановлення. Встановлення правої опори підвіски силового агрегату виконують у зворотній послідовності. Опору встановлюють на місце, суміщають отвори для болтів, після чого встановлюють і затягують кріпильні елементи. Наприкінці перевіряють правильність встановлення опори та надійність її кріплення.



Заміна лівої опори підвіски силового агрегату

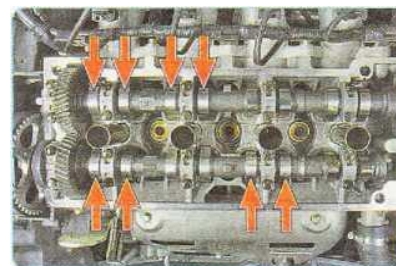
Спочатку знімають брызковик двигуна. Це необхідно для того, щоб забезпечити доступ до елементів кріплення опори силового агрегату та коробки передач. Після цього під коробку передач встановлюють опору. Її розміщують через гумову або дерев'яну проставку, щоб уникнути пошкодження картера коробки передач під час підтримування агрегату. Далі відкручують болт кріплення лівої опори підвіски силового агрегату до кронштейна кузова та виймають цей болт. Після цього викручують два болти, якими ліва опора закріплена до кронштейна коробки передач. Коли всі кріпильні елементи зняті, ліву опору підвіски силового агрегату обережно демонтують. Встановлення лівої опори виконують у зворотній послідовності. Спочатку опору встановлюють на місце, суміщають отвори для кріплення, після чого вкручують і затягують болти кріплення до коробки передач та кронштейна кузова. Наприкінці перевіряють правильність встановлення опори та надійність її фіксації.



Перевірка та регулювання зазорів у приводі клапанів

Зазор між торцем стержня клапана і кулачком розподільного вала потрібен для компенсації теплового розширення стержня під час роботи двигуна. Якщо зазор буде занадто великим, клапан не відкриватиметься повністю, а якщо занадто малим – не зможе повністю закриватися. Для перевірки зазорів використовують щуп на холодному двигуні при температурі близько $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Щуп встановлюють між кулачком розподільного вала, спрямованим вгору від толкателя, і самим толкателем. Номінальний зазор для випускних клапанів становить $0,20 - 0,25\text{ мм}$, для впускних – $0,15 - 0,20\text{ мм}$. Регулюють зазори підбором відповідної товщини толкателів. Спочатку знімають кришку головки блока циліндрів, потім встановлюють поршень у верхню мертву точку

стиснення. Далі вимірюють щупом зазори між кулачками і толкателями та заносять результати. Потім підбирають толкатели потрібної товщини і встановлюють їх на місце, після чого перевіряють зазори ще раз, щоб переконатися у правильності регулювання.



Щоб відрегулювати зазори клапанів, спочатку поверніть кол. вал на повний оборот і повторіть вимірювання зазорів для всіх інших клапанів. Якщо у якихось клапанів зазори відрізняються від номінальних значень, потрібно замінити відповідні штовхачі. Для цього поршень першого циліндра встановлюють у верхню мертву точку такту стиснення. Потім знімають розподільні вали і витягають з гнізда головки блока циліндрів штовхач, який потребує заміни, і записують його товщину, зазначену на зворотній стороні.

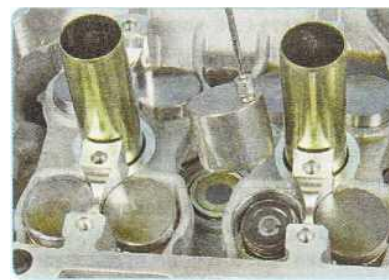
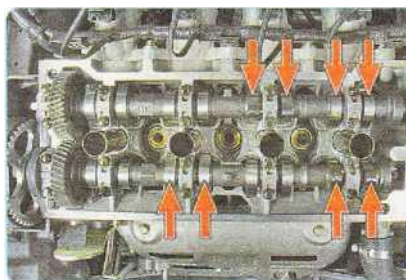
Нову товщину штовхача розраховують:

$$H = B + A - C$$

де А, С – виміряний та номінальний зазори;

В – товщина старого штовхача.

Підбирають найближчий за товщиною штовхач у межах допустимого відхилення $\pm 0,05$ мм. Новий штовхач встановлюють на місце. Аналогічно замінюють всі штовхачі, які потребують регулювання. Після цього встановлюють розподільні вали та інші деталі у зворотному порядку, повертаючи всі вузли і компоненти на свої місця.



3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Огляд існуючих пристроїв для вимірювання тиску палива

Контроль тиску палива є однією з основних операцій під час діагностики системи впорскування бензинових двигунів. Для виконання цієї процедури на СТО застосовуються різні типи пристроїв, які відрізняються конструкцією, точністю вимірювання, універсальністю та вартістю.

Найбільш поширеними є універсальні манометричні комплекти, що складаються зі стрілочного манометра, гнучкого шланга та набору різьбових перехідників. Такі комплекти є відносно недорогими та простими у використанні, однак їх застосування супроводжується певними труднощами. Підключення до паливної рампи потребує підбору відповідного адаптера, що збільшує час виконання операції. Крім того, через відсутність демпфування пульсацій стрілка манометра може коливатися, що ускладнює зчитування точного значення. Герметичність з'єднань залежить від якості різьби та стану ущільнювальних елементів, що створює ризик витоку палива.

Більш сучасним рішенням є електронні датчики тиску з цифровою індикацією. Вони забезпечують вищу точність і дозволяють фіксувати показання у вигляді графіків. Такі пристрої зручні в експлуатації, проте мають вищу вартість і потребують живлення від акумулятора або зовнішнього джерела. Для невеликих СТО їх придбання не завжди економічно обґрунтоване.

На великих сервісних підприємствах використовуються стаціонарні діагностичні стенди, які дозволяють комплексно перевіряти систему впорскування, включаючи тиск, продуктивність насоса та стан форсунок. Однак такі стенди є громіздкими, потребують значної площі та капітальних витрат.

Аналіз показує, що універсальні комплекти є доступними, але не забезпечують достатнього рівня стабільності показань та безпечності роботи. Електронні системи забезпечують точність, однак потребують більших витрат. Таким чином, існує доцільність розроблення компактного універсального пристрою, який поєднуватиме достатню точність вимірювання, швидке підключення та підвищену герметичність при помірній вартості.

3.2 Обґрунтування необхідності розроблення індивідуального пристрою

У процесі виконання технологічного розділу було встановлено, що перевірка тиску палива є обов'язковою операцією при діагностиці системи впорскування. Середня тривалість повної діагностики двигуна становить близько 70 хв, із яких приблизно 10 – 15 хв припадає саме на підключення та демонтаж вимірювального обладнання.

Планова програма дільниці становить 45 автомобілів на місяць або 540 автомобілів на рік. Якщо припустити, що використання індивідуального пристрою дозволить скоротити час операції перевірки тиску палива на 8 хвилин для кожного автомобіля, річна економія часу становитиме:

$$\Delta T_p = 540 \cdot 8 = 4320 \text{ хв.}$$

Переведемо у години:

$$\Delta L_p = \frac{4320}{60} = 72 \text{ год.}$$

За умови, що вартість однієї нормо-години становить 850 грн, річний економічний ефект дорівнює:

$$E = 72 \cdot 850 = 61200 \text{ грн.}$$

Отримане значення свідчить про суттєву економічну доцільність розроблення спеціалізованого пристрою навіть за умови його виготовлення в одиничному екземплярі.

З огляду на це пропонується розробити компактний універсальний модуль для вимірювання тиску палива, який включатиме швидкознімне з'єднання, корпус із компенсаційною камерою для гасіння пульсацій, вбудований манометр із оптимальним діапазоном вимірювання та надійну систему ущільнення. Такий пристрій дозволить зменшити час підключення, підвищити точність зчитування та покращити безпечність виконання робіт.

Отже, технічні та економічні передумови підтверджують необхідність розроблення індивідуального пристрою для контролю тиску палива в системі впорскування двигуна Lifan Smily/320, що стане предметом подальшого конструкторського опрацювання.

3.3 Загальний вигляд, будова та принцип роботи розробленого пристрою

Розроблений пристрій призначений для оперативного вимірювання та стабілізації тиску палива в системі розподіленого впорскування бензинових двигунів. Його конструкція орієнтована на використання в умовах сучасної СТО, де важливими є швидкість підключення, герметичність, зручність зчитування показників та безпечність роботи.

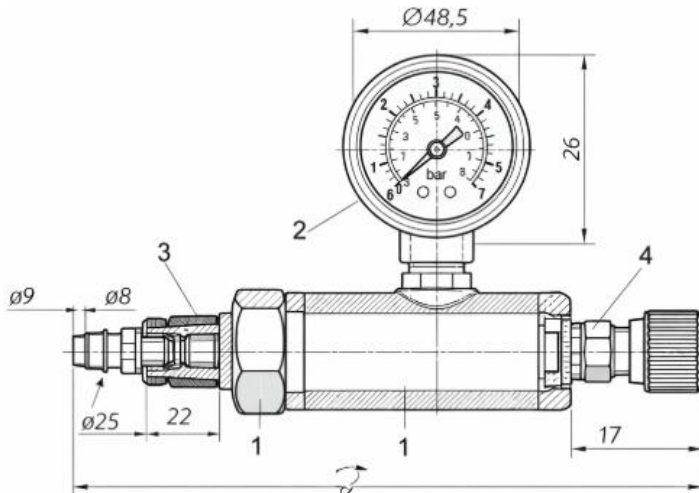


Рисунок 3 – 1 Пристрій для вимірювання тиску палива: 1 – корпус; 2 – манометр; 3 – адаптер; 4 – запірний клапан

Конструктивно пристрій складається з металевого корпусу, який одночасно виконує функцію компенсаційної камери. До верхньої частини корпусу приєднаний манометр із оптимальним діапазоном вимірювання 0 – 600 кПа. Ліва частина корпусу обладнана швидкознімним з'єднанням для підключення до паливної рампи двигуна, а з правого боку встановлено запірний клапан, який забезпечує безпечне від'єднання пристрою та контрольоване скидання тиску.

Корпус виконується у вигляді циліндричної або прямокутної порожнистої деталі з внутрішньою камерою, об'єм якої підбирається таким чином, щоб частково гасити пульсації тиску, що виникають під час роботи паливного насоса. Саме наявність компенсаційної камери забезпечує стабільність показань манометра та зменшує коливання стрілки. З'єднання манометра з корпусом виконується через різьбовий штуцер із ущільнювальним кільцем.

Принцип роботи пристрою полягає в тому, що після підключення швидкознімного адаптера до паливної рампи паливо надходить у внутрішню камеру корпусу. Частина пульсацій компенсується за рахунок об'єму камери, після чого стабілізований тиск передається на чутливий елемент манометра.

Показання зчитуються безпосередньо зі шкали. Після завершення вимірювання запірний клапан дозволяє поступово скинути тиск, що знижує ризик розбризкування палива при демонтажі.

Запропонована конструкція є компактною, мобільною та не потребує зовнішнього джерела живлення. Вона може використовуватися для різних бензинових двигунів за умови застосування відповідних адаптерів, що підвищує її універсальність. Основна перевага розробленого рішення полягає у поєднанні стабілізації показань, швидкого підключення та підвищеної герметичності, що безпосередньо впливає на зменшення трудомісткості діагностичних робіт.

3.4 Розрахунок основних параметрів і вузлів розробленого пристрою

Розрахунки виконуються для підтвердження міцності та герметичності пристрою під час роботи з бензиновою системою впорскування. Робочий тиск у паливній рампі для таких двигунів перебуває на рівні 300 – 380 кПа, але для надійності приймаємо розрахунковий тиск з запасом, $P_p = 0,6 \text{ МПа}$. Допустиме напруження беремо $[\sigma] = 80 \text{ МПа}$, що відповідає консервативному підходу із запасом міцності для деталей, що працюють під тиском.

Для компенсаційної камери приймаємо внутрішній діаметр $D_{\text{вн}} = 20 \text{ мм}$. Такий розмір є практичним для компактного виробу й забезпечує достатній об'єм камери при невеликій довжині. Товщину стінки спочатку визначаємо розрахунково як мінімально необхідну, а потім приймаємо конструктивно з урахуванням різьб, жорсткості та зручності виготовлення.

Мінімально необхідна товщина стінки циліндричного корпусу при внутрішньому тиску визначається за формулою для тонкостінного циліндра за кільцевими напруженнями:

$$t_{\min} = \frac{P_p \cdot D_{\text{вн}}}{2[\sigma]} \quad (3.1)$$

$$t_{\min} = \frac{0,6 \cdot 10^6 \cdot 0,02}{2 \cdot 80 \cdot 10^6} = \frac{12000}{160 \cdot 10^6} = 0,000075 \text{ м} = 0,075 \text{ мм}.$$

Для забезпечення жорсткості, можливості нарізання різьби та стійкості до ударів приймаємо товщину стінки: $t = 3 \text{ мм}$.

Перевіримо фактичне кільцеве напруження при прийнятій товщині:

$$\sigma = \frac{P_p \cdot D_{\text{вн}}}{2t} = \frac{0,6 \cdot 10^6 \cdot 0,02}{2 \cdot 0,003} = \frac{12000}{0,006} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ Па} = 2 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу міцності:

$$n = \frac{[\sigma]}{\sigma} = \frac{80}{2} = 40.$$

Такий запас є суттєвим і підтверджує, що корпус при $t = 3\text{мм}$ працює з дуже великим резервом міцності навіть за умови короткочасних піків тиску.

Далі оцінюємо навантаження на різьбове з'єднання під манометр. Руйнівним фактором для різьби в даному випадку є осьова сила від тиску на площу отвору. Приймаємо умовний прохідний діаметр каналу під манометр $d = 8\text{мм}$. Тоді площа:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,1416 \cdot 0,008^2}{4} = 5,03 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \quad (3.2)$$

Осьова сила:

$$F = P_p \cdot A = 0,6 \cdot 10^6 \cdot 5,03 \cdot 10^{-5} = 30,2 \text{ Н}. \quad (3.3)$$

Приймаємо довжину зачеплення різьби $L = 8\text{мм}$ і середній діаметр різьби $d_2 \approx 9\text{мм}$. Площа зрізу ниток різьби:

$$A_{\text{зр}} \approx \pi d_2 L = \pi \cdot 0,009 \cdot 0,008 = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2. \quad (3.4)$$

Якщо прийняти допустиме напруження зрізу для сталі $[\tau] = 50\text{МПа}$ (консервативно), то допустима сила:

$$F_{\text{доп}} = [\tau] \cdot A_{\text{зр}} = 50 \cdot 10^6 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} = 11300 \text{ Н}. \quad (3.5)$$

Для забезпечення герметичності найбільш надійним рішенням є застосування ущільнювального кільця типу O-ring з маслобензостійкої гуми (NBR). Приймаємо кільце з поперечним перерізом $d_o = 2,4\text{мм}$. Для статичних з'єднань рекомендований ступінь обтиснення становить близько 15 – 25%. Приймаємо обтиснення 20%. Тоді робоче зминання:

$$\Delta = 0,2 \cdot d_o = 0,2 \cdot 2,4 = 0,48 \text{ мм}. \quad (3.6)$$

Це забезпечує стабільну герметизацію при робочих тисках до 0,6 МПа та зменшує чутливість до невеликих похибок виготовлення. Для практичного виконання в роботі достатньо зазначити, що кільце NBR 70 застосовується у

статичному ущільненні, а обтиснення приймається на рівні 20% як оптимальне для надійної герметизації без надмірного тертя та зносу.

Компенсаційна камера у корпусі потрібна для зменшення пульсацій тиску, які виникають через циклічну роботу насоса та роботу регулятора тиску. При збільшенні об'єму камери зменшується амплітуда коливань показань манометра. Для компактного пристрою доцільно прийняти внутрішній об'єм камери в межах 10 – 20 см³. Для прийнятого діаметра $D_{\text{вн}} = 20$ мм і довжини камери $L = 60$ мм орієнтовний об'єм:

$$V = \frac{\pi D_{\text{вн}}^2}{4} \cdot L = \frac{\pi \cdot 0,02^2}{4} \cdot 0,06 = 1,885 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3 = 18,9 \text{ см}^3. \quad (3.7)$$

Отримане значення відповідає рекомендованому діапазону. Такий об'єм забезпечує помітне згладжування пульсацій і робить зчитування тиску більш стабільним.

Таблиця 3.2 – Прийняті параметри та результати перевірки

Параметр	Позначення	Значення
Розрахунковий тиск	P_p	0,6 МПа
Внутрішній діаметр камери	$D_{\text{вн}}$	20 мм
Прийнята товщина стінки	t	3 мм
Кільцеве напруження	σ	2 МПа
Допустиме напруження	$[\sigma]$	80 МПа
Запас міцності	n	40
Осьова сила на штуцер	F	30 Н
Об'єм камери (орієнтовно)	V	18,9 см ³
Ущільнення	–	O-ring NBR 70, $d_o = 2,4$ мм
Обтиснення кільця	Δ	0,48 мм (20%)

Отже, розрахунки показують, що пристрій має значний запас міцності, а герметичність забезпечується застосуванням стандартних ущільнювальних елементів. Компенсаційна камера з об'ємом близько 19 см³ є достатньою для зменшення пульсацій тиску й підвищення стабільності показань манометра.

3.5 Економічне обґрунтування застосування пристрою

Економічна доцільність застосування розробленого пристрою оцінюється шляхом визначення скорочення трудомісткості операції вимірювання тиску палива та перерахунку цього скорочення у грошовий еквівалент.

Планова виробнича програма становить 45 автомобілів на місяць, що відповідає:

$$N_p = 45 \cdot 12 = 540 \text{ авто/рік.}$$

При використанні стандартного універсального набору середній час підключення, стабілізації показань і демонтажу складає приблизно 12 хвилин. Розроблений пристрій завдяки швидкознімному з'єднанню та компенсаційній камері дозволяє скоротити цей час до 4 хвилин. Отже, економія часу становить: $\Delta t = 12 - 4 = 8 \text{ хв.}$

$$\text{Річна економія часу: } \Delta T_p = 540 \cdot 8 = 4320 \text{ хв.}$$

$$\text{Переведемо у години: } \Delta L_p = \frac{4320}{60} = 72 \text{ люд.-год.}$$

Вартість однієї нормо-години приймаємо 850 грн. Річний економічний ефект:

$$E = 72 \cdot 850 = 61200 \text{ грн.}$$

Навіть якщо врахувати, що реальна економія буде на 20% меншою через нерівномірність завантаження, скоригований ефект становитиме:

$$E_{\text{кор}} = 61200 \cdot 0,8 = 48960 \text{ грн.}$$

Орієнтовна собівартість виготовлення одного пристрою з урахуванням матеріалу, мех. обробки та комплектуючих становить приблизно 3500 ... 4500 грн. Приймаємо середнє значення 4000 грн.

Строк окупності визначається як відношення вартості виготовлення до річного економічного ефекту:

$$T_{\text{ок}} = \frac{4000}{61200} = 0,065 \text{ року.}$$

У місяцях:

$$0,065 \cdot 12 \approx 0,78 \text{ місяця.}$$

Отже, пристрій окупається менш ніж за один місяць роботи дільниці.

Крім прямої економії часу, пристрій знижує ризик витоку палива, підвищує безпечність роботи та зменшує ймовірність повторних перевірок через нестабільні показання. Це додатково підвищує загальну ефективність діагностичної ділянки.

Таким чином, застосування розробленого пристрою є технічно обґрунтованим та економічно доцільним, а строк окупності підтверджує ефективність його впровадження в умовах сучасної СТО.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на дільниці діагностики

Під час виконання робіт з діагностики та обслуговування двигунів автомобілів Lifan Smily/320 на дільниці виникає комплекс потенційно небезпечних і шкідливих факторів, характерних для підприємств автосервісу. До них належать хімічні, фізичні, електричні та механічні впливи, які можуть створювати загрозу для життя і здоров'я працівників.

Найбільш небезпечним фактором є наявність легкозаймистих рідин, зокрема бензину. Під час перевірки тиску палива можливе утворення пароповітряної суміші, яка є вибухонебезпечною. Навіть незначний витік при роз'єднанні штуцерів може створити локальну концентрацію парів у повітрі. Тому особливе значення має застосування герметичних швидкознімних з'єднань та контрольоване скидання тиску перед демонтажем вимірювального пристрою.

Другим суттєвим фактором є вплив вихлопних газів при роботі двигуна в приміщенні. Оксид вуглецю (CO) є безбарвним і не має запаху, однак навіть при невеликих концентраціях може викликати отруєння. З метою зниження ризику передбачаються припливно-витяжна вентиляція та локальні системи відведення вихлопних газів безпосередньо від глушника автомобіля.

До фізичних факторів належать підвищений рівень шуму, вібрація та теплове випромінювання від нагрітих частин двигуна. Під час тривалої роботи двигуна температура елементів системи випуску може перевищувати 200 °C, що створює ризик опіків. Працівники повинні користуватися рукавицями та дотримуватися інтервалів охолодження перед проведенням окремих операцій.

Електрична безпека пов'язана з роботою електронних блоків керування, акумуляторної батареї та діагностичного обладнання. Ураження електричним струмом можливе при пошкодженні ізоляції проводів або неправильному підключенні обладнання. Для запобігання цьому застосовуються прилади із захисним заземленням і справною ізоляцією.

Організація робочого місця повинна відповідати ергономічним вимогам: достатні проходи, неслизьке покриття підлоги, правильне розташування

обладнання. Працівники забезпечуються засобами індивідуального захисту: спецодягом, захисними рукавицями, окулярами та взуттям із протиковзкою підошвою. На дільниці обов'язково встановлюються вогнегасники порошкового або вуглекислотного типу.

Таким чином, комплексний аналіз небезпечних факторів дозволяє визначити необхідні організаційні та технічні заходи для забезпечення безпечних умов праці.

4.2 Організаційні та технічні заходи з охорони праці

Безпечна експлуатація дільниці діагностики двигунів автомобілів Lifan Smily/320 забезпечується комплексним поєднанням організаційних та технічних заходів, спрямованих на запобігання травматизму, професійним захворюванням та аварійним ситуаціям. Основні вимоги формуються відповідно до Закону України «Про охорону праці» та нормативних документів з безпеки праці на автомобільному транспорті.

До організаційних заходів належить обов'язкове проведення вступного інструктажу з охорони праці при прийнятті на роботу, первинного інструктажу безпосередньо на робочому місці, а також повторного інструктажу не рідше одного разу на шість місяців. У разі зміни технологічного процесу або впровадження нового обладнання проводиться позаплановий інструктаж. Факт проведення інструктажів фіксується у відповідному журналі встановленої форми. До виконання робіт допускаються лише особи, які пройшли навчання, перевірку знань з охорони праці та медичний огляд.

Працівники повинні бути ознайомлені з правилами безпечного поводження з паливом та паливною апаратурою, порядком відключення акумуляторної батареї перед початком діагностики електронних систем, а також з алгоритмом дій у разі виникнення пожежі або витоку пального. На дільниці розробляються та вивішуються інструкції з охорони праці, плани евакуації та схеми розміщення первинних засобів пожежогасіння. Обов'язковим є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту: спецодягом, захисними рукавицями, окулярами та, за потреби, респіраторами.

Технічні заходи передбачають оснащення ділянки справною припливно-втяжною вентиляцією для видалення парів бензину та відпрацьованих газів. Електрообладнання повинно відповідати вимогам електробезпеки, мати справну ізоляцію та захисне заземлення. Розетки та вимикачі встановлюються у місцях, захищених від можливого потрапляння пального. У зоні роботи з електронними системами двигуна застосовуються діелектричні килимки, а кабелі діагностичних приладів регулярно перевіряються на відсутність пошкоджень ізоляції.

Особлива увага приділяється пожежній безпеці. Ділянка повинна бути оснащена порошковими або вуглекислотними вогнегасниками встановленої місткості, пожежним щитом та ящиком з піском. Паливно-мастильні матеріали зберігаються у герметичній металевій тарі в спеціально відведеному місці, віддаленому від нагрівальних приладів і джерел іскроутворення. Забороняється використання відкритого вогню, куріння та проведення зварювальних робіт у зоні перевірки паливної системи без спеціального дозволу та відповідних заходів безпеки.

Періодично здійснюється контроль технічного стану вентиляції, освітлення, електромережі та протипожежних засобів. Результати перевірок фіксуються в журналі технічного огляду. Своєчасне виявлення несправностей і їх усунення дозволяє мінімізувати ризик виникнення аварійних ситуацій, забезпечити стабільні умови праці та підвищити загальний рівень безпеки на ділянці діагностики.

4.3 Розрахунок вентиляції та освітлення ділянки діагностики

Одним із ключових факторів безпеки є забезпечення достатнього повітрообміну для видалення вихлопних газів і парів бензину. Розрахунок виконується виходячи з об'єму приміщення та необхідної кратності повітрообміну.

Площа ділянки прийнята раніше:

$$S = 96 \text{ м}^2$$

Висота приміщення приймається:

$$h = 4 \text{ м}$$

Об'єм приміщення:

$$V = S \cdot h = 96 \cdot 4 = 384 \text{ м}^3 \quad (4.1)$$

Для діагностичних приміщень рекомендується кратність повітрообміну не менше 4 разів на годину.

Приймаємо: $n = 4$.

Необхідна продуктивність вентиляції:

$$L = V \cdot n = 384 \cdot 4 = 1536 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Отже, для забезпечення безпечних умов праці система вентиляції повинна забезпечувати повітрообмін не менше 1500 – 1600 м³/год.

Для підвищення ефективності рекомендується додатково застосувати локальний відсмоктувач вихлопних газів із продуктивністю близько 300 – 400 м³/год безпосередньо від автомобіля під час діагностики.

Раціональне освітлення робочої зони є важливою складовою безпечних умов праці. Недостатня освітленість призводить до зорової втоми, зниження точності виконання операцій та підвищення ймовірності травматизму. Для діагностичних і ремонтних робіт нормативний рівень освітленості приймається не менше 300–400 лк. Для підвищення якості контролю приймаємо розрахункове значення:

$$E_{\text{н}} = 400 \text{ лк.}$$

Площа ділянки становить:

$$S = 96 \text{ м}^2.$$

Загальний світловий потік, необхідний для забезпечення нормативної освітленості, визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{заг}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot S}{\eta \cdot k} \quad (4.2)$$

де η – коефіцієнт використання світлового потоку (приймаємо 0,6 для виробничих приміщень);

k – коефіцієнт запасу, що враховує забруднення світильників (приймаємо 1,5).

Підставляємо значення:

$$\Phi_{\text{заг}} = \frac{400 \cdot 96}{0,6 \cdot 1,5};$$

$$\Phi_{\text{заг}} = \frac{38400}{0,9} = 42667 \text{ лм.}$$

Для освітлення приймаємо світлодіодні промислові світильники зі світловим потоком 7500 лм кожен. Необхідна кількість світильників:

$$N = \frac{42667}{7500} \approx 5,7.$$

Приймаємо 6 світильників.

Фактичний світловий потік:

$$\Phi_{\text{ф}} = 6 \cdot 7500 = 45000 \text{ лм.}$$

Фактична освітленість:

$$E_{\text{ф}} = \frac{\Phi_{\text{ф}} \cdot \eta \cdot k^{-1}}{S} \quad (4.3)$$

$$E_{\text{ф}} = \frac{45000 \cdot 0,6}{1,5 \cdot 96};$$

$$E_{\text{ф}} = \frac{27000}{144} = 375 \text{ лк.}$$

Отримане значення відповідає нормативним вимогам для діагностичних робіт.

Світильники розміщуються рівномірно у два ряди по три одиниці над робочою зоною. Така схема забезпечує рівномірний розподіл світла без утворення різких тіней.

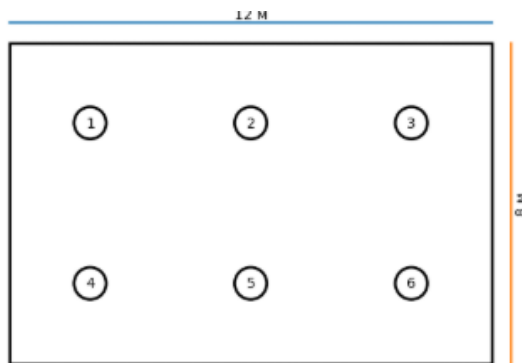


Рисунок 4.1 – Схема розміщення світильників.

Таким чином, встановлення шести світлодіодних світильників із світловим потоком 7500 лм кожен забезпечує нормативний рівень освітлення дільниці діагностики та відповідає вимогам безпеки праці.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес діагностики, технічного обслуговування та ремонту двигунів автомобілів Lifan Smily/320 з урахуванням умов сучасної станції технічного обслуговування. Проведено аналіз конструкції двигуна та визначено найбільш поширені несправності, зокрема дефекти циліндро-поршневої групи, порушення роботи системи впорскування палива, охолодження та змащування. Обґрунтовано необхідність своєчасної діагностики як основного засобу підвищення надійності та економічності роботи двигуна.

У технологічному розділі визначено трудомісткість робіт, сформовано виробничу програму (45 автомобілів на місяць) та обґрунтовано організацію ділянки. Це дозволяє забезпечити раціональне використання площі та трудових ресурсів.

У конструкторському розділі запропоновано та обґрунтовано конструкцію пристрою для вимірювання тиску палива. Виконані розрахунки підтвердили достатній запас міцності та надійність ущільнень. Економічне обґрунтування показало доцільність його впровадження: річний економічний ефект становить понад 60 тис. грн, а строк окупності — менше одного місяця.

У розділі з безпеки життєдіяльності визначено основні небезпечні фактори та розроблено заходи щодо їх усунення, а також виконано розрахунок освітлення ділянки.

Отже, поставлена мета досягнута, а запропоновані технічні й організаційні рішення можуть бути використані в практичній діяльності СТО для підвищення ефективності діагностики та якості обслуговування двигунів Lifan Smily/320.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Heywood, J. B., Säfström, G., Schenk, C., and Johansson, B. Spark Ignition Engine Development. SAE International, 2016.
2. Turner, R. and Collins, S. Automotive Fuels and Fuel Systems. Butterworth-Heinemann, 2020.
3. Автомобілі. Теорія: навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
4. Гевко І. Б., Рогатинський Р. М., Ляшук О. Л., Гудь В. З., Левкович М. Г., Сташків М. Я., Сіправська М. Д. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
5. Головченко В.М. Діагностика автомобільних двигунів. – Харків: Факт, 2018. – 368 с.
6. Дудко О.О. Паливні системи дизельних двигунів: конструкція та обслуговування. – Київ: Ліра-К, 2019. – 312 с.
7. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко, А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
8. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
9. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна діагностика» для студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання. – Босюк П.В. Левкович М.Г., Тесля В.О. – ТНТУ ім. І.Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 236 с.
10. Навчально-методичний посібник до практичних заняття з дисципліни «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» для студентів освітнього ступеня „бакалавр" усіх спеціальностей та форм навчання / Укладачі

: О. Я. Гурик, І. Б. Окіпний, В. С. Сенчишин, С. Ю. Мариненко, О. І. Король.
Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2025. 123 с.

11. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В.
Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім
рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274
«Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.

12. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад.
Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків
М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021.
– 550 с.

13. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних
документів: навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович
М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль: ТДТУ, 2009. 108

14. Підручник з охорони праці для студентів технічних спеціальностей.
– Київ: Центр навчальної літератури, 2020.

15. Посібник з ремонту та обслуговування транспортних засобів Lifan
Smily / 320. – Пекін: Lifan Industry Group, 2017.

16. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц.
Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

17. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. -
Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.

18. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни
«Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.

19. Холоденко В. М. Діагностика автомобільних двигунів. — Львів:
Афіша, 2018.

ДОДАТКИ