

**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: **«Поліпшення ефективності автомобіля категорії М1
переведенням його бензинового двигуна на біогаз»**

Виконав: студент групи Ат-41

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Андрій Наконечний

(ім'я та прізвище)

Керівник: Дмитро Рубан
(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 629.032

Наконечний Андрій Петрович. «Поліпшення ефективності автомобіля категорії М1 переведенням його бензинового двигуна на біогаз»

//Магістерська робота. – Дубляни: Львівський національний аграрний університет, 2024. – 55 с.

Розглянуто існуючі конструкції систем безпосереднього впорскування палива бензинових двигунів. Докладно розглянуто систему для переходу на живлення газовим паливом автомобіля Volkswagen Passat. Проведено дослідження роботи цієї системи та її ефективності при їздових випробуваннях. Наведено заходи з охорони праці та безпеки для приміщень діагностування автомобілів. Розраховано економічний ефект від переходу системи живлення автомобіля при роботі на зрідженому газі.

ВСТУП

Зростання населення та індустріалізація призвели до значного збільшення використання автомобілів, що негативно впливає на навколишнє середовище через викиди шкідливих речовин і виснаження природних ресурсів. Традиційні паливні системи автомобілів, зокрема бензинові двигуни, є основними джерелами викидів парникових газів, що сприяють зміні клімату. У зв'язку з цим, виникає нагальна потреба у розробці та впровадженні альтернативних джерел енергії для транспортних засобів.

Одним із перспективних напрямків у цьому контексті є використання біогазу як альтернативного палива для автомобілів категорії М1. Біогаз є відновлюваним ресурсом, який можна отримувати з органічних відходів, що робить його екологічно чистим та економічно вигідним рішенням. Переведення бензинових двигунів на біогаз дозволяє не тільки зменшити викиди шкідливих речовин, але й сприяє більш раціональному використанню відходів.

У даній дипломній роботі розглядаються аспекти поліпшення ефективності автомобіля категорії М1 шляхом переведення його бензинового двигуна на біогаз. Основна мета дослідження полягає у визначенні технічної та економічної доцільності такого переходу, а також оцінці його впливу на екологічну ситуацію. В роботі будуть проаналізовані технологічні процеси отримання біогазу, методи адаптації бензинових двигунів до його використання та розраховані основні показники ефективності та рентабельності.

Дослідження є актуальним в умовах сучасної екологічної кризи та необхідності пошуку сталих рішень для транспорту. Результати роботи можуть бути корисними для розробників автомобільної техніки, екологів, а також політиків, які займаються питаннями енергетичної незалежності та охорони навколишнього середовища.

Очищений біогаз має такі ж властивості, як і природний газ. Отже, його можна використовувати в автомобілях, двигуни яких пристосовані для роботи на природному газі. "Підвищення якості" біогазу означає його очищення. У 2004 році у світі 3,8 мільйона автомобілів використовували природний газ як паливо

(приблизно 0,5% від загального автопарку). Найбільше таких автомобілів було в Аргентині, Бразилії, Пакистані та Італії. Ці легкові автомобілі, автобуси та вантажівки демонструють, що традиційна конструкція автомобіля дозволяє використовувати біогаз як автомобільне паливо. Завдяки простій, надійній та перевірній технології, біогаз володіє всіма необхідними перевагами, щоб стати одним з найефективніших та економічно вигідних видів відновлюваного палива.

1 БЮГАЗ ТА ЙОГО ВИРОБНИЦТВО

1.1 Енергія з біомаси

Біомаса є похідною від сонячної енергії, яка зберігається в хімічній формі. Це робить її одним з найбільш популярних і універсальних ресурсів на Землі. Біомаса має широкий спектр застосувань і може бути використана для виробництва:

1. **Їжі.** Основне джерело харчування для людей і тварин.
2. **Енергії.** Включає в себе обігрів житла, виробництво електроенергії та біопалив для транспортних засобів.
3. **Будівельних матеріалів.** Деревина та інші матеріали, що використовуються в будівництві.
4. **Паперу.** Сировина для виробництва паперу.
5. **Тканин.** Натуральні волокна для виготовлення одягу та інших текстильних виробів.
6. **Медичних препаратів.** Різні рослинні екстракти і похідні для фармацевтичної промисловості.
7. **Хімічних речовин.** Виробництво біопластиків, біолубрикантів та інших біохімічних продуктів.

Використання біомаси для енергетичних цілей почалося з моменту відкриття людиною вогню. Відтоді біомаса залишається важливим джерелом енергії, особливо в регіонах з обмеженим доступом до інших видів палива.

Сучасні застосування:

1. **Обігрів житла:** Деревина та інші форми біомаси використовуються як паливо для печей і котлів.
2. **Виробництво електроенергії:** Біомаса може бути спалена для генерування електроенергії на біоенергетичних станціях.
3. **Біопаливо для транспортних засобів:** Біомасу можна перетворити на рідкі або газоподібні види біопалива, такі як біодизель і біоетанол,

які використовуються як альтернативи традиційним нафтовим паливам.

Переваги використання біомаси:

1. **Відновлюваність:** Біомаса є відновлюваним ресурсом, оскільки її можна вирощувати і відновлювати природним шляхом.
2. **Зменшення викидів парникових газів:** Використання біомаси сприяє зниженню викидів CO₂ у порівнянні з викопними видами палива, особливо якщо враховувати замкнутий цикл росту рослин.
3. **Утилізація відходів:** Використання відходів сільського господарства, лісозаготівлі та промислових відходів як біомаси допомагає зменшити кількість відходів на звалищах.

1.2 Характеристики біогазу

Біогаз є важливим джерелом відновлюваної енергії, який утворюється в результаті мікробіологічного розкладання органічних відходів у різних середовищах, таких як сміттєзвалища, болота та каналізаційні системи. Його виробництво і використання є частиною ширшого руху до відновлюваних джерел енергії, що стає все більш актуальним у контексті зростання цін на традиційні енергоносії.

На сьогоднішній день частка відновлюваних джерел енергії в світовому енергетичному балансі становить приблизно 14%. З них біомаса становить лише 1,2%. Однак, навіть невеликі зміни на ринках енергетичних ресурсів можуть призводити до значного підвищення цін на енергоносії, що робить розвиток альтернативної енергетики ще більш важливим.

В структурі альтернативної енергетики світу енергія біомаси становить близько 13%. Біомаса включає в себе не лише біогаз, а й інші форми енергії, отримані з органічних матеріалів, таких як деревина, аграрні відходи та інші види органічних відходів.

За прогнозами вчених, частка відновлюваних джерел енергії до 2040 року може досягти 47,7%, з яких внесок біомаси складе 23,8%. Це значне зростання

відображає потенціал біомаси як важливого компонента глобальної енергетичної системи.

Зростання використання біомаси в майбутньому буде сприяти кілька ключових факторів:

Технологічний розвиток. Удосконалення технологій виробництва і переробки біомаси підвищить ефективність і зменшить витрати.

Екологічні переваги. Використання біомаси допомагає зменшити викиди парникових газів, сприяє утилізації відходів і зменшенню залежності від викопних видів палива.

Економічні стимули. Державна підтримка і субсидії для проектів, що використовують відновлювані джерела енергії, можуть стимулювати інвестиції у біоенергетику.

Стійкий розвиток. Використання місцевих ресурсів біомаси сприяє економічному розвитку сільських регіонів і створенню нових робочих місць.

Інтерес до біогазу як альтернативного палива виник завдяки його екологічно чистому процесу згоряння та можливості отримання в місцевих умовах. Біогаз потрібно зберігати і транспортувати у стислому або зрідженому вигляді: як стиснутий природний газ (СПГ) під тиском 200-240 атмосфер, або як зріджений природний газ (ЗПГ) під тиском 1,4-10 атмосфер.

Хімічний склад біогазу, який отримують на біогазових станціях або на звалищах, включає метан і діоксид вуглецю з незначним вмістом сірководню та аміаку. У біогазі також можуть бути присутні водень, азот, монооксид вуглецю та водяна пара, а також частинки пилу.

Біогаз за своїми характеристиками певною мірою можна порівняти з природним газом. Його теплотворна здатність залежить від концентрації метану. Концентрація метану 10% в сухому газі відповідає приблизно 1 кВт·год/м³. Щоб біогаз можна було використовувати як автомобільне паливо, його необхідно очистити від усіх домішок, які можуть викликати корозію та пошкодження обладнання. До таких речовин належать сірководень, вода, діоксид вуглецю,

галогенні компоненти (хлориди, фториди), силосани, ароматичні компоненти, кисень та азот.

Для заправки біогазом звичайного бензинового двигуна, біогаз повинен бути очищений і містити не менше 85% метану та 14% азоту. Це мінімальні вимоги до якості газу для автомобільного палива. Також важливо, щоб якість газу залишалася постійною, аби уникнути підвищення концентрації оксидів азоту (NO_x). Первинне очищення біогазу включає видалення діоксиду вуглецю, що підвищує енергетичну цінність газу.

Біогаз завжди містить сірководень, хоча його концентрація може варіюватися в залежності від "сировини". Щоб уникнути корозії автомобільних деталей, таких як компресор, паливний бак і двигун, сірководень необхідно видаляти. Сірководень легко реагує з більшістю металів, а швидкість цієї реакції зростає при збільшенні концентрації сірководню, тиску, наявності води та підвищеній температурі. Через потенційні проблеми, пов'язані з присутністю сірководню, його зазвичай видаляють на ранньому етапі процесу очищення біогазу.

Ось причини, з яких біогаз (природний газ) використовується як альтернативне паливо для автомобілів:

- зниження викидів CO₂ в атмосферу в транспортному секторі економіки, особливо в містах;
- скорочення імпорту палива (нафта);
- зменшення викидів метану (10% світових обсягів метану, що потрапляє в атмосферу, викидається на звалищах);
- збільшення кількості робочих місць у сільськогосподарському секторі економіки;
- зменшення кількості неприємних запахів;
- вирішення ряду санітарно-гігієнічних проблем.

Таблиця 1.1 - Кількість автомобілів у світі, що заправляються природним газом (2024 рік)

Країна	Кількість автомобілів, що заправляються природним газом	Кількість станцій для заправки автомобілів природним газом
Аргентина	1600000	2000
Бразилія	2000000	1800
Пакистан	4000000	3500
Італія	1000000	1200
Індія	3000000	1400
США	175000	1600
Китай	6000000	12000
Іран	4000000	2300
Єгипет	350000	200
Україна	100000	300

Розвиток автомобілів на природному газі в Європі дійсно зазнав значного прогресу протягом останніх десятиліть. Початок цієї тенденції можна віднести до Fiat, чий завод першим почав випускати такі автомобілі. Спочатку ця ідея була новаторською, але з часом вона набула популярності серед інших автовиробників. Сьогодні практично кожен великий європейський автовиробник пропонує на ринку моделі автомобілів, що працюють на природному газі.

Крім цього, у секторі вантажівок і автобусів також відбулися значні зміни. Десятки різних моделей цих транспортних засобів, які працюють на природному газі, вже доступні від чотирьох європейських виробників. Це свідчить про широкий прийом технології серед виробників та споживачів у цьому регіоні.

Декілька років тому, перш ніж ця технологія стала поширеною в Європі, інженерія для вантажівок часто імпортувалася з США, що показує, наскільки значний прогрес зроблено в області розвитку та виробництва транспортних засобів на природному газі в Європі.

Отримання та використання біогазу в енергетичних цілях дійсно є важливим напрямком для Європейського Союзу. Виробництво біогазу в країнах ЄС значно зросло в останні роки і продовжує швидко розвиватися. Останні дані від Eurostat, що охоплюють рік 2020, показують, що виробництво біогазу у ЄС досягло приблизно 22,5 мільярдів кубометрів..

Цей процес підтримується різними ініціативами та законодавчими заходами ЄС, спрямованими на зменшення викидів парникових газів,

збільшення використання відновлюваних джерел енергії та стимулювання енергоефективності. Біогаз виробляється з органічних матеріалів, таких як біомаса, відходи сільського господарства, а також з біологічно розкладаючихся відходів з побутового сектора та промисловості.

Такий підхід сприяє диверсифікації джерел енергії, зменшенню залежності від імпортованого вугілля та природного газу, а також сприяє створенню нових можливостей для місцевих економік та сільськогосподарських господарств.

1.3 Виробництво та застосування біогазу

Метантенки, або біогазові установки, дійсно є важливим елементом виробництва біогазу. Вони використовуються для збору і переробки органічних відходів, таких як відходи тваринництва чи стічні води, у відновлюваний енергетичний ресурс.

Основний процес, який відбувається у метантенках, - це анаеробний розклад органічних матеріалів за участю спеціалізованих бактерій. Під час цього процесу виробляється біогаз, який в основному складається з метану (50-75%), а також з вуглекислого газу, водню, сірководню та інших компонентів. Цей біогаз може бути використаний для виробництва тепла і електроенергії або як біопаливо для транспортних засобів.

Розміри метантенків можуть значно варіюватися від невеликих домашніх установок до великих промислових комплексів, що обробляють великі обсяги сировини. Для ефективного ферментування органічних речовин і виробництва біогазу важлива стабільна температура, і у холодніших кліматичних умовах може знадобитися додатковий підігрів для підтримки оптимальної температури навколишнього середовища, необхідної для активності бактерій (приблизно 35°C).

Загалом, ефективність метантенків виробляти біогаз може значно варіюватися в залежності від умов експлуатації, типу сировини і технології, що застосовується.

1.3.1 Виробництво біогазу

Виробництво біогазу є складним процесом, що включає кілька етапів від збору сировини до кінцевого використання виробленого газу. Основний принцип виробництва біогазу полягає в анаеробному (безкисневому) розкладанні органічних матеріалів мікроорганізмами. Процес відбувається у спеціальних установках, відомих як метантенки або анаеробні реактори.

Для виробництва біогазу використовується різноманітна органічна сировина, така як: відходи тваринництва (гній, послід); харчові відходи; рослинні залишки (кукурудза, трава, солома); відходи харчової промисловості; стічні води та осади з очисних споруд.

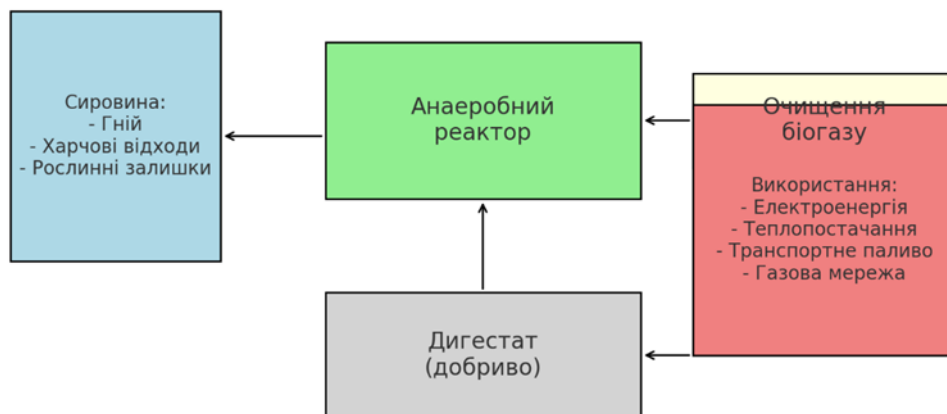


Рисунок 1.1 – Схема виробництва біогазу.

Сировина може проходити попередню обробку, включаючи подрібнення, змішування і гідроліз, для полегшення розкладання.

Анаеробне зброджування

Основний етап виробництва біогазу відбувається в анаеробних реакторах. Процес зброджування включає чотири основні стадії:

- Гідроліз: Великі органічні молекули (вуглеводи, жири, білки) розщеплюються на простіші сполуки (цукри, амінокислоти, жирні кислоти).
- Ацидогенез: Прості сполуки перетворюються на леткі жирні кислоти, спирти, водень і вуглекислий газ.

- Ацетогенез: Леткі жирні кислоти і спирти перетворюються на оцтову кислоту, водень і вуглекислий газ.
- Метаногенез: Оцтова кислота, водень і вуглекислий газ перетворюються на метан і вуглекислий газ.

Процес зброджування може тривати від кількох днів до кількох тижнів, залежно від типу сировини і умов реактора.

Збір і очищення біогазу

Отриманий біогаз складається переважно з метану (CH_4) і вуглекислого газу (CO_2), а також може містити невеликі кількості інших газів, таких як сірководень (H_2S) і аміак (NH_3). Біогаз очищається від домішок для покращення його якості і підвищення енергетичної цінності. Основні методи очищення включають: видалення сірководню (десульфурація); видалення вологи; видалення вуглекислого газу.

Управління залишками

Після процесу зброджування залишається органічний залишок, відомий як дигестат. Дигестат є цінним добривом і може використовуватися для підвищення родючості ґрунтів в сільському господарстві.

1.3.2 Застосування біогазу

Очищений біогаз може бути використаний для різних цілей:

- Виробництво електроенергії. Біогаз спалюється в когенераційних установках для виробництва електроенергії та тепла.
- Теплопостачання. Біогаз використовується для опалення будівель і промислових об'єктів.
- Транспортне паливо. Очищений біогаз може бути стиснутий (біометан) і використаний як паливо для транспортних засобів.
- Ін'єкція в газову мережу. Біометан може бути поданий в газову мережу і використаний як природний газ.

У Європі біогаз є важливим джерелом відновлюваної енергії, і використання його розширюється в різних секторах економіки. Особливо

значний внесок роблять біогазові установки, які працюють на звалищному газі та очищених стічних водах.

Звалищний газ. Понад 500 біогазових станцій в Європі використовують звалищний газ для виробництва біогазу. Це складає практично 40% від загального обсягу виробництва біогазу в регіоні. Звалищний газ виникає в результаті природного розкладу відходів на звалищах і є важливим джерелом відновлюваної енергії.

Промислові та міські стічні води. Кількість біогазових установок на підприємствах, які очищають міські та промислові стічні води, також зростає. Ці установки використовують органічні відходи для виробництва біогазу.

Сільськогосподарські біогазові установки. У сільському господарстві використовуються біогазові установки, які переробляють відходи тваринництва. Кількість таких установок значно зросла з 2001 року і на даний момент перевищує 4000 в ЄС.

Використання біогазу. Біогаз, вироблений на цих станціях, переважно використовується для виробництва тепла та/або електроенергії. Тільки деякі з цих установок використовують біогаз як альтернативне автомобільне паливо.

Загалом, біогазові технології не лише сприяють зменшенню викидів парникових газів, але й забезпечують стабільний виробництво енергії з відновлюваних джерел. Розвиток цього напрямку в енергетичній політиці ЄС підтримується різними ініціативами та фінансуваннями, спрямованими на створення стійкої та ефективної енергетичної системи.

Використання біогазу як альтернативного транспортного палива дійсно має значний екологічний потенціал, особливо у густонаселених регіонах. Очевидно, що зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу є критично важливим для здоров'я населення і якості навколишнього середовища.

Однак, існують деякі виклики, які ускладнюють широкомасштабне використання біогазу в якості транспортного палива:

Висока вартість очисного обладнання. Для перетворення біогазу у відповідність з вимогами транспортних стандартів потрібне дороге і складне

очисне обладнання. Це ускладнює економічну доцільність малих масштабів виробництва біогазу для транспортного сектора.

Інфраструктура та технології. Існує необхідність у відповідній інфраструктурі для постачання і зберігання біогазу, а також у відповідних технологіях та енергоємних установках для його використання у транспорті.

Економічні аспекти. На сьогоднішній день, економіка виробництва біогазу як транспортного палива може бути менш конкурентоспроможною порівняно з іншими варіантами альтернативних палив, такими як електричні та водні транспортні рішення.

В Швейцарії система постачання і використання біогазу має кілька цікавих особливостей:

Транспортування біогазу. Біогаз транспортується до заправних станцій за допомогою трубопроводів природного газу. Це дозволяє ефективно постачати біогаз до різних міст і місцевостей у країні, використовуючи вже існуючу інфраструктуру газопостачання.

Заправка автомобілів біогазом. На заправних станціях біогаз не продається окремо як відновлюваний газ. Водії купують природний газ, але постачальник обліковує в базі даних інформацію про вміст біогазу у загальному обсязі поставленого газу. Це дозволяє контролювати використання біогазу і забезпечує прозорість щодо його використання в транспорті.

Державний контроль. У Швейцарії влада здійснює жорсткий контроль над виробництвом та споживанням біогазу. Це обумовлено тим, що біогаз не обкладається податками, і його використання має значний екологічний вигравш у порівнянні з традиційними паливами.

Ці заходи сприяють розвитку ринку відновлюваної енергії та зменшенню викидів шкідливих речовин у Швейцарії. Вони також показують, що навіть без прямого продажу біогазу як окремого палива, використання його в транспорті може бути ефективно організоване і контрольоване для досягнення екологічних цілей країни.

Незважаючи на ці виклики, розвиток технологій та підтримка з боку влади і промисловості може допомогти зробити біогаз більш доступним і ефективним рішенням для транспортного сектора у майбутньому. Продовження досліджень та інновацій у цій галузі є ключовими для зменшення залежності від вуглеводнів та покращення якості повітря в міських областях.

1.4 Сучасний стан біогазових технологій у світі та в Україні

За даними журналу «Міжнародна біоенергетика», основний потенціал біогазових ресурсів розподіляється наступним чином:

- 80% біогазового потенціалу міститься в сільськогосподарській сировині.
- 10-11% припадає на промислові і комунальні відходи.

Європейський досвід

- Німеччина: У 2010 році в Німеччині налічувалося понад 9000 біогазових установок. З них 7% виробленого біогазу подається в газопроводи, решта використовується для потреб виробників.
- Данія: Біогаз забезпечує майже 20% загального енергоспоживання країни.
- Інші країни: У 12 європейських країнах, таких як Австрія, Чехія, Німеччина, Данія, Фінляндія, Швеція, Великобританія, Італія, Ісландія, Угорщина, біометан використовується як моторне паливо і для виробництва тепла.

Стан біогазових технологій в Україні

В Україні біогазові технології поки що не отримали широкого розповсюдження. Однак, є кілька прикладів успішних проектів:

- Київ: На київському полігоні №5 працює лінійка з п'яти біогазових двигунів компанії TEDOM з встановленою потужністю 177 кВт. Проект реалізовано компанією ЛНК.

- Івано-Франківськ: На полігоні ТПВ с. Рибне пробурено 18 свердловин для виробництва біогазу, встановлено дві газодизельні установки потужністю 330 кВт для виробництва електроенергії.
- Інші міста: Біогазові проекти на полігонах твердих побутових відходів у містах Маріуполь, Львів, Кременчук, Луганськ, Київ, а також на Бортницькій станції очищення стічних вод (м. Київ).

Висновки

Біогаз та інші форми енергії з біомаси мають величезний потенціал для зростання і можуть стати важливою частиною енергетичного майбутнього. Розвиток цієї галузі сприятиме зменшенню залежності від невідновлюваних джерел енергії, покращенню екологічної ситуації та економічному зростанню.

Виробництво біогазу є ефективним способом утилізації органічних відходів і отримання відновлюваної енергії. Цей процес сприяє зменшенню викидів парникових газів, зменшенню залежності від викопних видів палива і підвищенню енергоефективності.

У майбутньому технологічний розвиток та інновації можуть підвищити ефективність використання біомаси і зробити її ще більш значущою частиною глобального енергетичного балансу.

1.4.1 Виклики та перспективи

1. **Ефективність:** Необхідність підвищення ефективності перетворення біомаси на енергію.
2. **Конкуренція за ресурси:** Конкуренція між використанням землі для вирощування біомаси та виробництвом продовольства.
3. **Стійкість:** Забезпечення стійкого управління ресурсами для зменшення впливу на екосистеми.

2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ДВИГУНА

Наведемо переваги біогазу порівняно з традиційними паливами.

Екологічні переваги. Біогаз виробляється з біологічної сировини, що робить його частиною природного циклу карбону. Це означає, що його виробництво та спалювання не призводять до накопичення вуглекислого газу в атмосфері, знижуючи ризик парникового ефекту.

Використання біогазу сприяє зниженню екологічних збитків від систем збору органічних відходів, забезпечуючи екологічно замкнуту енергетичну систему.

Відновлювальність. Біогаз є відновлювальним джерелом енергії, яке фактично ніколи не вичерпується. На відміну від природного газу і нафти, запаси яких при теперішніх темпах використання за прогнозами вистачить не більше ніж на 50 років, біогаз може постійно відновлюватися з органічних відходів.

Локальне виробництво. Біогаз виробляється близько до споживача, а сировина для його виробництва знаходиться недалеко від заводів. Це зменшує необхідність транспортування газу на великі відстані, що знижує витрати та ризики, пов'язані з транспортуванням енергоносіїв.

Усереднений компонентний склад біогазу наведений в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Усереднений компонентний склад біогазу

Компонент	Вміст (%)
Метан (CH ₄)	50-75
Вуглекислий газ (CO ₂)	25-50
Водень (H ₂)	0-1
Азот (N ₂)	0-10
Кисень (O ₂)	0-2
Водяна пара (H ₂ O)	Варіюється
Сірководень (H ₂ S)	0-1

Біогаз є екологічно чистим, відновлювальним джерелом енергії, що має значні переваги порівняно з традиційними паливами. Його використання сприяє зниженню викидів парникових газів, зменшенню залежності від викопних палив і підвищенню енергетичної безпеки. Локальне виробництво біогазу знижує витрати на транспортування та сприяє розвитку місцевої економіки.

Очищення біогазу

Біогаз, що містить сірководень (H_2S), може викликати корозію металевих частин двигунів внутрішнього згоряння, резервуарів та баків. Тому важливим етапом підготовки біогазу до використання є його очищення. Очищення біогазу включає наступні методи:

- **Хімічні методи.** Використання сорбентів, таких як активоване вугілля або залізоокисні фільтри, для видалення сірководню.
- **Фізичні методи.** Адсорбція H_2S на твердих поверхнях.
- **Біологічні методи.** Використання мікроорганізмів для окислення сірководню до сірки.

Теплота згоряння біогазу

Для розрахунку теплоти згоряння біогазу використовують компонентний склад біогазу та теплоту згоряння кожного компонента. Формула Менделєєва дозволяє обчислити теплоту згоряння біогазу:

$$Q_n = \sum_i (x_i * Q_{n,i}) \quad (2.1)$$

де:

Q_n – теплота згоряння біогазу;

x_i – об'ємна частка компонента i ;

$Q_{n,i}$ – теплота згоряння компонента i .

Таблиця 2.2 – Компонентний склад та теплота згоряння основних компонентів біогазу

Компонент	Вміст (%)	Теплота згоряння, кДж/м ³
Метан (CH_4)	50-75	35800
Вуглекислий газ (CO_2)	25-50	0
Водень (H_2)	0-1	12800
Азот (N_2)	0-10	0
Кисень (O_2)	0-2	0

Водяна пара (H ₂ O)	Варіюється	0
Сірководень (H ₂ S)	0-1	18000

Нижча теплотворна здатність (НТЗ) визначає кількість тепла, що виділяється при повному згорянні одиниці маси або об'єму палива без врахування тепла, необхідного для випаровування утвореної водяної пари.

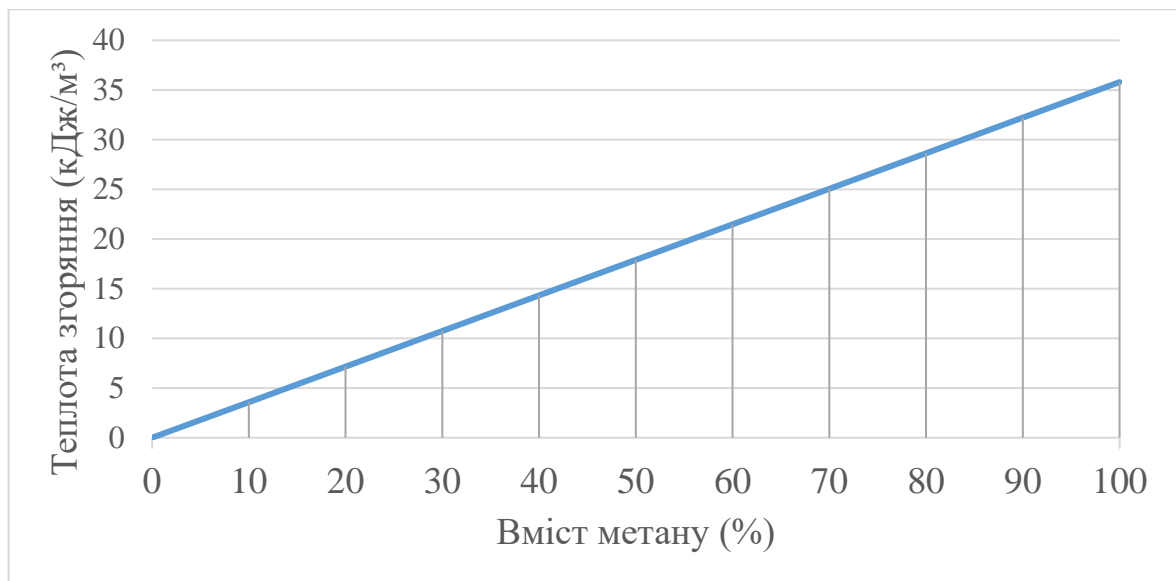


Рисунок 2.1 – Залежність НТЗ біогазу від вмісту метану у ньому.

Нижче наведемо табл. 2.3 для зручного порівняння традиційних та альтернативних видів палива.

Таблиця 2.3 – Нижча теплотворна здатність (НТЗ) і тепловий еквівалент традиційних і альтернативних видів палива

Вид палива	НТЗ (кДж/кг)	НТЗ (кДж/л або кДж/м³)
Бензин	44000	31200 (кДж/л)
Дизельне паливо	42500	35700 (кДж/л)
Природний газ (метан)	50000	35880 (кДж/м³)
Скраплений нафтовий газ	46000	25300 (кДж/л)
Біогаз	16000-27000	Варіюється
Біоетанол	27000	21100 (кДж/л)
Біодизель	37000-38000	33300 (кДж/л)
Деревина (суха)	16000-19000	12000-14000 (кДж/кг)

Основними техніко-експлуатаційними показниками автомобільних двигунів є ефективна потужність N_e , крутний момент M_k , питома ефективна g_e та годинна G_T витрати палива.

$$N_e = \frac{P_e * V_h * n * i}{30 * \tau}, \text{кВт}, \quad (2.2)$$

де V_h - робочий об'єм двигуна, л;

n – частота обертання, хв^{-1} ;

i – кількість циліндрів;

τ – тактність двигуна.

$$M_k = \frac{3 \cdot 10^4 \cdot N_e}{\pi \cdot n}, \text{Н} \cdot \text{м}. \quad (2.3)$$

Питома ефективна витрата палива :

$$g_e = \frac{G_T}{N_e}, \frac{\text{г}}{\text{кВт} \cdot \text{год}} \quad (2.4)$$

де G_T – годинна витрата палива, г/год.

3 СИСТЕМА ВПОРСКУВАННЯ ГАЗУ ДЛЯ ДВИГУНІВ ІЗ БЕЗПОСЕРЕДНІМ ВПОРСКУВАННЯМ

3.1 Загальна будова дослідної системи

На наших дорогах з'являється все більше автомобілів із двигунами, оснащеними системами безпосереднього впорскування палива. Такі двигуни встановлюються в автомобілях Audi, Volkswagen, Skoda, а також у моделях Peugeot, Citroen та інших виробників. У двигунах типу FSI, TSI, TFSI бензинова форсунка розташовується безпосередньо в камері згорання. Ця конструкція ускладнює встановлення традиційного ГБО та вимагає нестандартних технічних рішень.

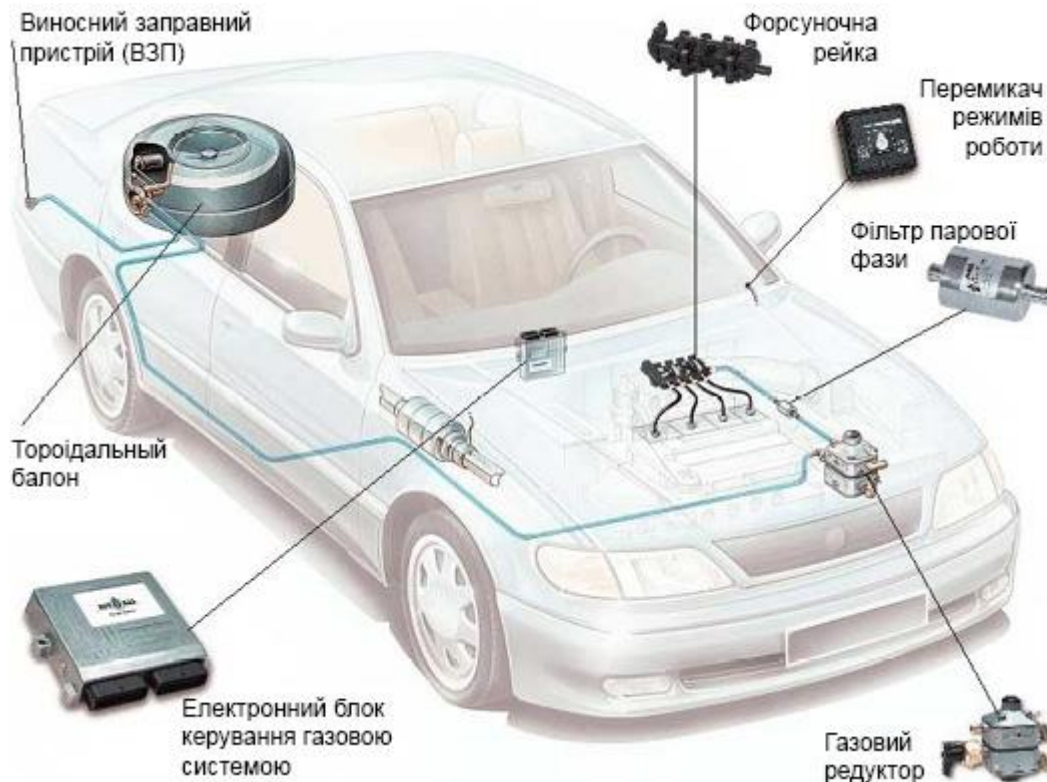


Рис. 3.1. Газове обладнання для систем безпосереднього впорскування

При безпосередньому впорскуванні бензинова форсунка, під впливом високих температур, швидко закоксується і може вигоряти, якщо через неї не подається паливо. Для вирішення цієї проблеми використовується технологія додаткового впорскування мінімальної дози бензину через форсунки під час роботи двигуна на газовому паливі.

На рис. 2.2 показана електрична схема дослідної установки для переобладнання системи безпосереднього впорскування для роботи на зрідженому природному газі (ЗНГ)

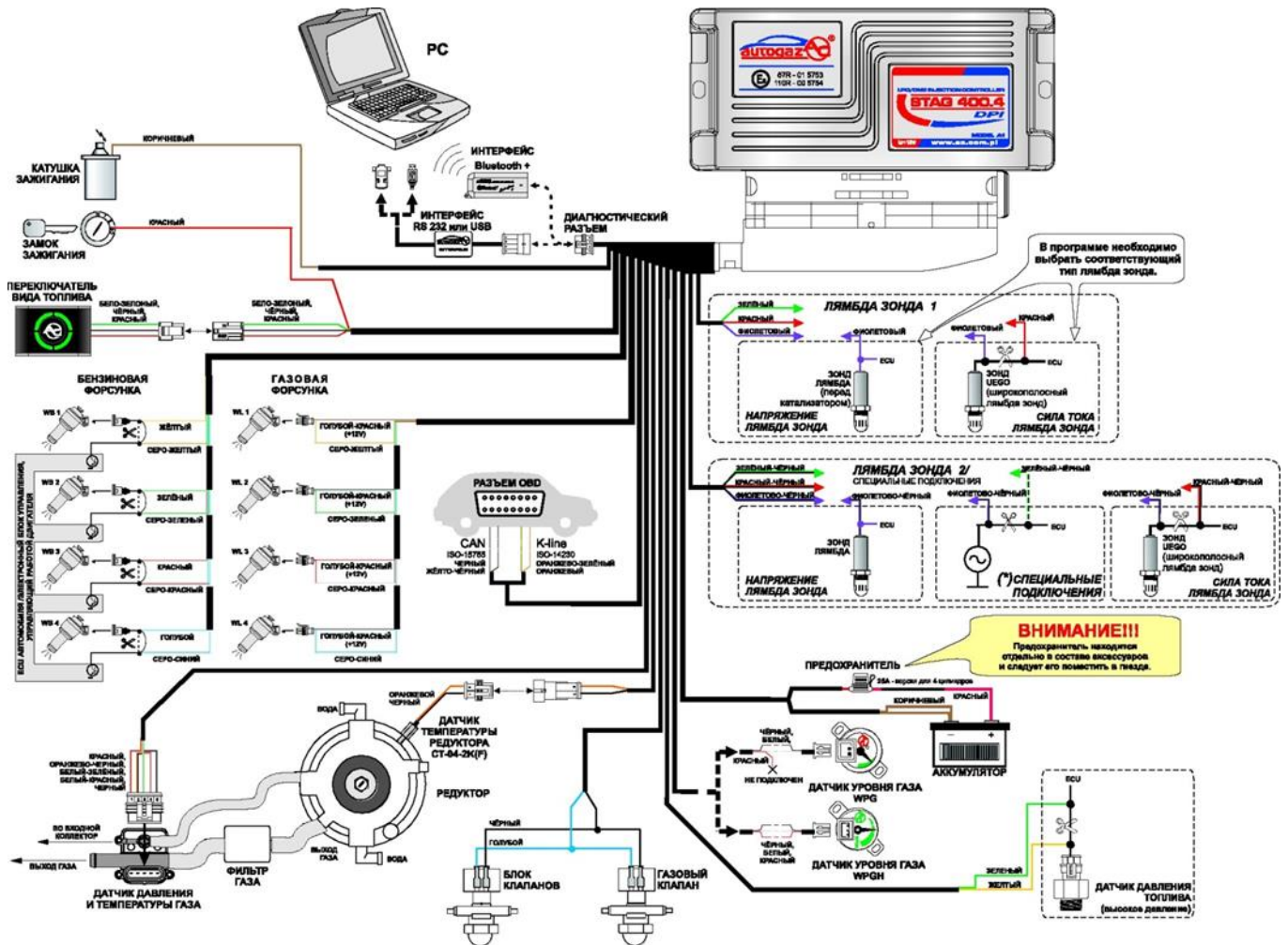


Рис. 3.2. Електрична схема дослідної установки газового обладнання

Транспортний засіб повинен пройти перевірку перед встановленням газової установки. Якщо двигун несправний, необхідно усунути всі неполадки. Особливо важливо перевірити стан системи запалювання. У деяких випадках рекомендується превентивна заміна окремих елементів системи запалювання або попередження клієнта про необхідність такої заміни. Якщо ці дії не будуть виконані, двигун, що працює на зрідженому природному газі (ЗНГ), може функціонувати неправильно через причини, не пов'язані з установкою або способом монтажу.

Дослідна система встановлювалася на автомобіль VW Passat з двигуном типу BVZ. Тому всі подальші описи будуть стосуватися цього автомобіля. Основні компоненти експериментальної системи

3.1.1 Заправний клапан

Заправні клапани монтуються на обшивці бампера або в поглибленні заливного отвору бензобака. У нашому випадку заправний клапан встановлено в поглибленні заливного отвору для бензину.



Рис. 3.3. Заправний клапан в поглибленні заливного отвору бензину

3.1.2 Бак для газового палива.

Використовуються сталеві баки. Приймаючи рішення про монтаж такого бака, необхідно переконатися, що спосіб кріплення відповідає вимогам до міцності. Це особливо важливо для транспортних засобів, де бак встановлюється на пластиковій основі. Тороїдальні баки потрібно кріпити до металевих частин транспортного засобу за допомогою елементів, які постачаються в комплекті з баком. У кузові потрібно зробити отвори для газопроводів, вентиляції газонепроникного кожуха (внутрішньої частини тороїда) та кріпильних болтів. Під баком слід встановити пластикову шайбу. Після встановлення бака виконується монтаж газопроводів і пучка електричних проводів. Усі встановлені болти і шурупи необхідно обробити антикорозійним засобом.

На бак потрібно встановити обраний комплексний клапан, який також називають мультиклапаном. Переконайтеся, що цей клапан підходить для монтажу в цьому баку. Під клапаном потрібно встановити газонепроникний

елемент. Болти, якими кріпиться клапан, слід прикручувати по діагоналі. Потім потрібно укласти газопроводи в трубах петель і підключити їх до комплексного клапана за допомогою сполучних елементів. Електричні дроти слід підключити до мультиклапана згідно зі схемою. Потім встановіть кришку газонепроникного кожуха і труби петель. Можливі протікання мультиклапана, якщо вони виникнуть, повинні виводитися назовні транспортного засобу. Для цього труби петель герметично кріпляться до втулок, встановлених у заздалегідь вирізаних отворах кузова. Такі відведення забороняється робити у внутрішній арці колеса або в іншому місці, де може виникнути загроза засмічення внаслідок потрапляння бруду або снігу, а також забороняється направляти у напрямку елемента вихлопної системи. Зовнішній вигляд балона та підключеного мультиклапана зображено на рис. 2.4



Рис. 3.4. Зовнішній вигляд балона та підключеного мультиклапана

3.1.3 Газові трубопроводи

Укладання проводки слід організувати так, щоб вона легко встановлювалася та забезпечувала можливість перевірки технічного стану в майбутньому. Потрібно уникати пошкоджень автомобіля, а також усунути всі гострі краї, які можуть призвести до травм користувачів та інших осіб. Сполучення/стикування проводки заборонено.

Слід використовувати виключно затискні кінці і проводку з антикорозійним захистом, призначену для IP96. Допускається кріплення на відстані максимум кожні 70 см. При згинанні необхідно дотримуватись радіуса

кривизни, що запобігає заломленню проводки. Використовуйте компенсаційні петлі в місцях з'єднання із складовими елементами газової системи. Забороняється виконувати додаткові з'єднання, які не є необхідними для установки елементів.

Дроти слід встановлювати в захисних трубах петель. Використовуйте виключно кріпильні закінчення. Максимально допустима відстань між кріпленнями складає 40 см. Мінімальна відстань від гарячих елементів повинна бути 30 см. Уникайте перетину з елементами вихлопної системи. Якщо виконання цих умов викликає труднощі, використовуйте мідний дріт.

3.1.4 Редуктор, фільтр газової фази, сенсор PS-02

Редуктор можна встановити на кронштейні або прикріпити безпосередньо до елемента, пов'язаного з кузовом автомобіля (Рис. 2.5). Його слід розташувати поряд з двигуном, щоб мінімізувати довжину газових трубок між редуктором і форсунками, а також уникнути їх перегріву.



Рис. 3.5. Редуктор газового обладнання

Редуктор підключається до системи охолодження за допомогою металевих трійників, які з'єднуються з контуром обігрівальної системи автомобіля. Фільтр газової фази слід закріпити до нерухомих частин автомобіля, подалі від джерел тепла. Датчик тиску PS-02 необхідно встановити на газовій магістралі між фільтром газової фази і газовими форсунками.

3.1.5 Електронний блок керування

Контролер слід розмістити на кронштейні або прикріпити безпосередньо до елемента, що зв'язаний з кузовом транспортного засобу. Рекомендується встановлювати його біля двигуна в місцях, де немає ризику попадання води або перегрівання. Звичайне місце для монтажу - відсік двигуна. (рис.2.6).



Рис. 3.6. Зовнішній вигляд встановленого контролера

3.1.6 Монтаж інжекторних сопел і розрідження колектора

Деякі випадки вимагають демонтажу впускного колектора. Отвори треба робити якнайближче до голівки двигуна. Вкрутки повинні бути спрямовані у бік всмоктуючих клапанів і фіксуються, щоб уникнути відкручування. На ніпелях необхідно встановити шланги уприскування і закріпити їх металевими хомутами. Форсунки кріпляться на кронштейнах і під'єднуються до шлангів уприскування. Потім встановлюють шланг подачі палива і дріт виміру тиску. Дроти під'єднують до форсунок відповідно до схеми.

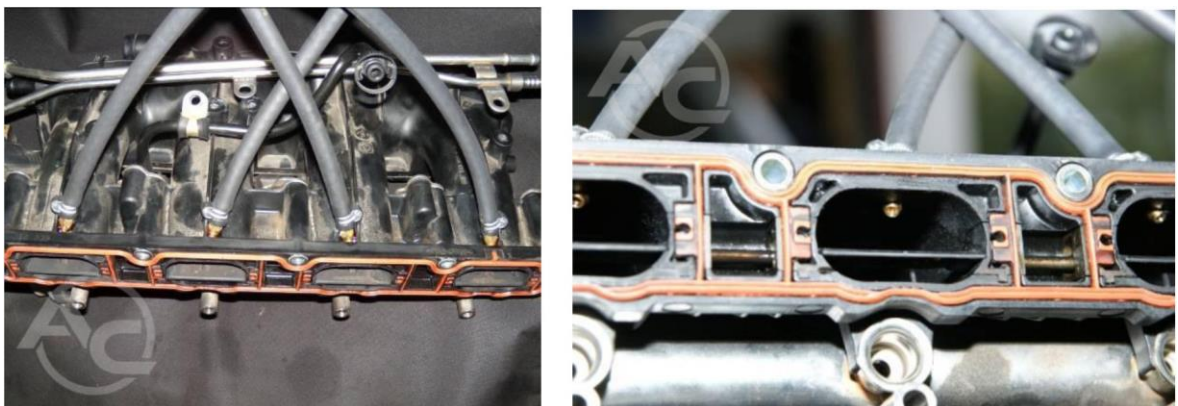


Рис. 3.7. Монтаж газових вкруток для подачі газу



Рис. 3.8. Сопло розрідження, встановлене в колекторі

Після встановлення всіх елементів необхідно заправити бак і перевірити герметичність всіх з'єднань. Також потрібно перевірити з'єднання контролера установки ЗНГ, провести автокалібрування та налаштування під час руху. Додатково перевірити герметичність установки і функціонування газової системи.

3.2 Діагностична програма газового контролера

3.2.1 Підключення контролера до ПК

Після встановлення необхідно підключити комп'ютер з програмою "АС STAG" до контролера "5 TAC 01E5EБ" за допомогою інтерфейсу K5 або 115В компанії АТ "АЦ". Перед запуском програми обов'язково поверніть ключ у замку запалювання автомобіля, щоб активувати контролер і забезпечити потрібну напругу "після замку запалення" для комунікації.

Після запуску програма "АС STAG" автоматично спробує встановити з'єднання через послідовний СОМ-порт, до якого підключений інтерфейс. Про правильність підключення повідомить вікно статусу у нижньому лівому кутку програми. Для виправлення повідомлення "Не підключений контролер газу" виберіть інший порт у меню "Порт" у верхній частині екрану програми.

Діагностичну програму можна побачити на рисунку 2.9.

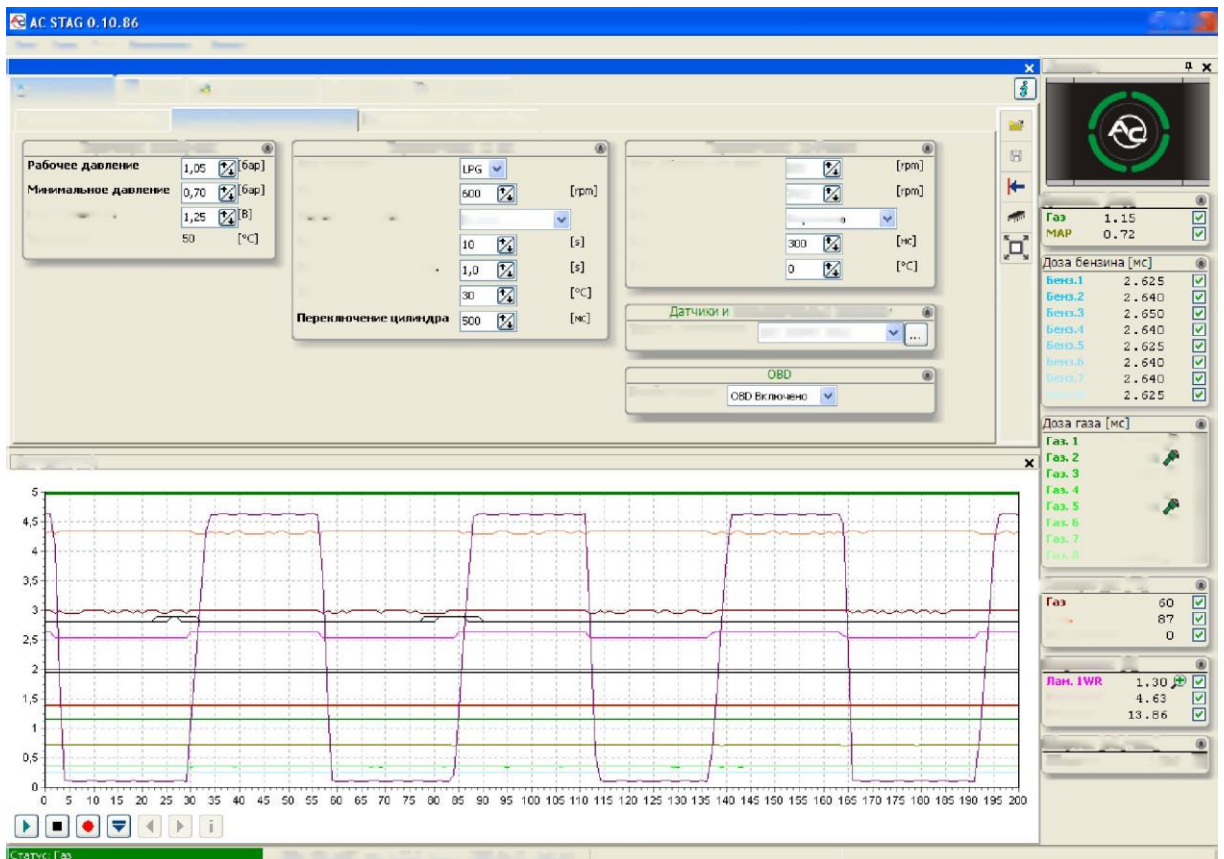
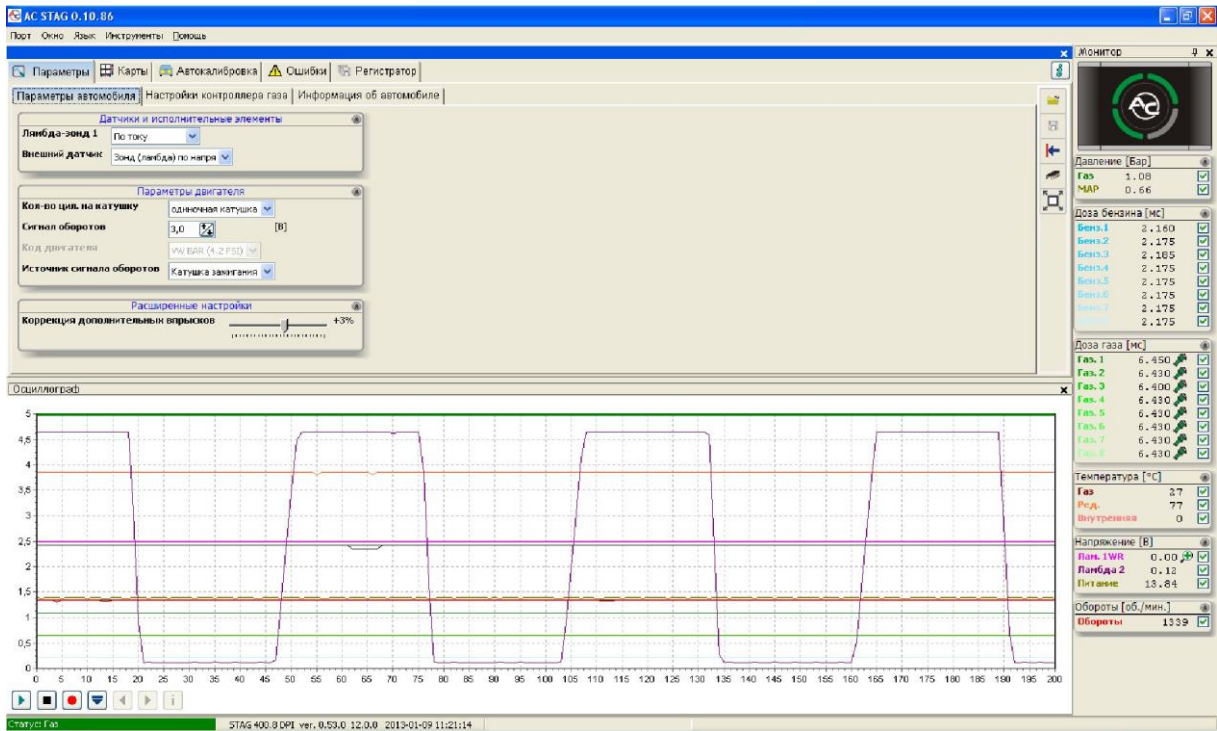


Рис. 3.9. Вікно діагностичної програми

3.2.2 Головне меню

Головне меню програми "AC STAG" містить наступні пункти:

- **Порт:** служить для зміни комунікаційного порту, підключення-відключення від контролера і активації режиму автоматичного пошуку з'єднання.
- **Вікно:** дозволяє відновити основні вікна програми, якщо вони були закриті. Користувач може розташувати вікна програми в будь-якому порядку за допомогою техніки Drag&Drop. Щоб перемістити вікно, натисніть лівою кнопкою миші на його верхній частині, утримуючи її натиснутою, і перемістіть вікно до потрібного місця, а потім відпустіть кнопку миші для закріплення нового положення.
- **Мова:** вибір мовної версії програми. При зміні мовної версії програма "АС STAG" буде перезавантажена.
- **Інструменти:** цей пункт містить функції актуалізації контролера і комутатора.

Щоб зберегти налаштування і карти контролера, у вікні "Параметри" натисніть кнопку у вигляді дискети з правого боку вікна. Вкажіть місце на диску, куди слід зберегти файл з налаштуваннями, присвойте йому ім'я і натисніть "Зберегти". Для отримання інформації про налаштування і карту, натисніть кнопку "Відкрити" з правого боку вікна "Параметри" або в головному меню виберіть "Інструменти" -> "Відкрити налаштування". Програма запросить вказати файл з налаштуваннями, виберіть його і відкрийте для перегляду відповідної інформації.

У вікні "Інформація про контролер" представлені такі параметри:

- **Паливо:** загальний час роботи контролера на бензині в форматі "Н" - годинник, "М" - хвилини, % - процентне співвідношення в загальному часі роботи.

Ці параметри дозволяють користувачеві відслідковувати використання палива і загальний час роботи контролера.

З переліченими параметрами пов'язані наступні відомості в програмі "АС STAG":

- **Час роботи на бензині з моменту останнього включення:** цей параметр відображає загальний час роботи контролера на бензині з моменту останнього запуску або підключення до ПК.
- **Час роботи з включеним уприскуванням газу з моменту останнього включення:** показує загальний час роботи контролера з включеним уприскуванням газу з моменту останнього запуску або підключення до ПК.
- **Час технічного огляду:** встановлений час, після якого потрібно проводити технічний огляд установки газу. Контролер повідомлятиме про необхідність огляду за допомогою звукового сигналу після виключення запалення, якщо час роботи з включеним уприскуванням газу перевищить це значення.
- **Зареєстровані події контролера:**
 - **Перше з'єднання з РС:** дата першого підключення контролера до діагностичної програми.
 - **Перша модифікація налаштувань:** перша зміна налаштувань в контролері.
 - **Останнє з'єднання з РС:** дата останнього підключення контролера до діагностичної програми.
 - **Дата модифікацій налаштувань:** перелік дат модифікацій налаштувань контролера від найраніших до найпізніших.
 - **Видалення помилок:** дата останнього видалення помилок газового контролера.
 - **Невідома модифікація налаштувань:** інформація, якщо дата виробленої модифікації налаштувань контролера раніше, ніж остання вироблена модифікація.

Ці параметри дозволяють відстежувати історію роботи контролера, включаючи часи роботи на різних типах палива, встановлення і модифікації налаштувань, а також необхідність технічного огляду установки.

Додаткова інформація в програмі "AC STAG" включає:

- **Код комп'ютера:** це унікальний ідентифікатор комп'ютера, на якому виконується діагностична програма "АС STAG". Цей код використовується для ідентифікації, яким саме комп'ютером була вироблена модифікація налаштувань.
- **Серійний номер контролера:** це унікальний номер, який ідентифікує сам контролер газової установки.

За допомогою дати модифікації налаштувань і коду комп'ютера можна перевірити, чи була вироблена модифікація налаштувань контролером або третіми особами. Це дає можливість контролювати історію змін і впевнитися у правильності конфігурації газової установки.

3.2.3 Параметри контролера

Описані розділи і підгрупи параметрів у програмі "АС STAG" дають змогу налаштовувати різні аспекти роботи газової установки для автомобіля. Ось їхні основні характеристики і функції:

1. Параметри двигуна:

- **Кількість циліндрів:** Визначається кількість циліндрів у двигуні автомобіля.
- **К-ть цил. на катушку:** Кількість циліндрів, які керуються однією катушкою запалювання.
- **Код двигуна:** Заводський ідентифікаційний код двигуна автомобіля.

2. Параметри калібрування:

- **Робочий тиск:** Тиск газу, при якому проводилася калібрування контролера. Можливе ручне налаштування, але вимагає коригування карти множника.
- **Мінімальний тиск:** Мінімальний тиск газу, при якому відбувається перемикання на бензин.
- **Температура газу:** Температура газу, при якій проводилася калібрування контролера. Можливе ручне налаштування, з вимогою коригування карти множника.

3. **Перемикання на газ:**

- **Вид палива:** Вказує вид палива, яке використовується для конверсії.
- **Поріг перемикання:** Обороти, при яких відбувається перемикання на газ.
- **Перехідна фаза:** Регулює швидкість переходу циліндрів на подачу газу. Можливість вибору різних швидкостей перемикання.

4. **Перемикання на бензин:**

- **Обороти на газі:** Поріг обертів, нижче якого відбувається перемикання на бензин.
- **Макс. обороти на газі:** Поріг обертів, вище якого відбувається перемикання на бензин.
- **Перехідна фаза:** Регулює швидкість переходу циліндрів на подачу бензину.

5. **Датчики і виконавчі елементи:**

- **Тип газового інжектора:** Налаштування встановленої газової форсунки.
- **Лямбда-зонд:** Установка типу лямбда-зонду (вольтажний чи струмовий).
- **Зовнішній датчик:** Установка додаткового датчика, включаючи емуляцію датчика.

6. **Розширені налаштування:**

- **Корекція додаткових впрысків:** Налаштування додаткових впрысків для забезпечення оптимальної роботи ЕБК.

7. **ОВД (Оперативна відправка даних):**

- **Конфігурація:** Включення або виключення комунікації з ОВД. Це важливо для діагностики і моніторингу роботи системи газової установки.

Ці параметри дозволяють користувачеві налаштувати роботу газової установки під конкретні умови експлуатації автомобіля, забезпечуючи оптимальну ефективність та надійність системи.

3.2.4 *Карти*

Описаний розділ в програмі "АС STAG" є дуже технічним і включає налаштування газового контролера через редакцію карт. Ось основні пункти з цього опису:

1. Вид 2D карти:

- Це тип карти, який дозволяє змінювати значення множника.
- **Вертикальна ось:** Представляє обороти двигуна. Значення оборотів можна редагувати, натискаючи на відповідне значення лівою кнопкою миші і вписуючи нове значення.
- **Горизонтальна ось:** Представляє значення дозування бензину. Значення дозування також можна редагувати за аналогічним принципом.
- Значення множника на цій карті є відсотковими величинами, які відображають ступінь збагачення або збіднення паливної суміші.
- Інтерфейс дозволяє додавати стовпці і рядки, а також видаляти їх за допомогою комбінацій клавіш.

2. Редагування карти:

- Для зміни значення множника потрібно вибрати його лівою кнопкою миші і використовувати клавіші на клавіатурі для налаштування.
- Існують спеціальні комбінації клавіш для редагування значень швидко і точно, зокрема зміна величини множника стрибкоподібно на 10%.
- Під час редагування можна виділяти області карти для масових змін і видаляти стовпці або рядки, які більше не потрібні.

Цей інтерфейс дозволяє налаштовувати параметри газової установки точно під конкретні умови експлуатації автомобіля, забезпечуючи оптимальну роботу системи з врахуванням різноманітних умов і вимог.



Рис. 3.10. Карта 2D

Описані можливості налаштування карти газового контролера в програмі "AC STAG" надають користувачам широкі можливості для точної настройки параметрів. Ось основні пункти з цього опису:

1. Тип карти:

- **Класична карта:** Точки на карті розподіляються рівномірно, незалежно від значень дозування і оборотів.
- **Розширена карта:** Точки розподіляються пропорційно значенням на осях дозування і оборотів. Це дозволяє більш деталізоване налаштування в областях з високими значеннями.

2. Вид карти:

- **Повна карта:** Представляє увесь доступний діапазон значень дозування і оборотів.
- **Вид 3Д:** Візуальне представлення карти, де на горизонтальній осі представлено дозування бензину, а на вертикальній осі - значення множника. Можливість налаштування множника в конкретних точках за допомогою відмітки мишею і використання клавіш "^" або "ф" для установки значень.
- Рекомендується фінальне налаштування за допомогою карти виду 2D, якщо потрібно точне налаштування для конкретного діапазону оборотів.

3. Редагування множника:

- Для редагування множника використовуються клавіші "^" або "ф". При натиснутій клавіші "5 Ї/Ь" можливе зміння значення множника кожні 10 кроків.
- Є можливість підняття всієї лінії множника, клікнувши мишею в полі графіка і використовуючи клавішу "ф" або "ф".
- Застосування клавіші "Б/?" дозволяє регулювати значення множника за допомогою великих кроків.

Ці налаштування забезпечують досить гнучкий інструментарій для настройки газового контролера відповідно до специфічних потреб і умов експлуатації автомобіля.

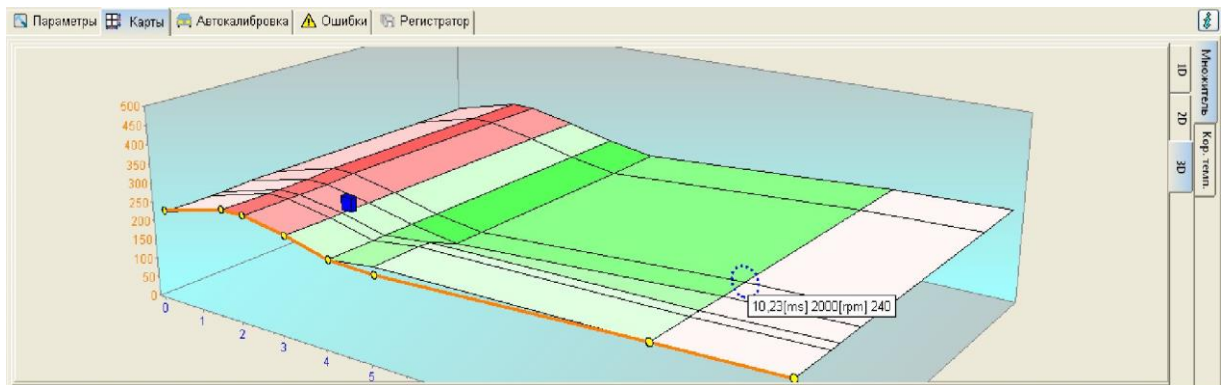


Рис. 3.11. Вид карти 3д

3.2.5 Автокалібрування

Після правильної установки параметрів у вікні "Параметри" і підготовки автомобіля до автокалібрування, можна переходити до наступних кроків:

1. Запуск автокалібрування:

- Переконайтеся, що температура редуктора досягла 60°C.
- Запустіть двигун і почекайте, поки запрацює лямбда-зонд.
- Важливо, щоб корекція 1.TPT і STPT при роботі на бензині була на рівні 0%. Це означає, що система корекції працює стабільно.

2. Умови для автокалібрування:

- Двигун повинен працювати на вільних оборотах.
- Вимкніть кондиціонер і не рухайте кермом, оскільки це може вплинути на точність калібрування.

3. Запуск і процес автокалібрування:

- Виберіть вікно "Автокалібрування" і натисніть кнопку "Старт".
- З'явиться вікно з вибором виду двигуна.
- Слідкуйте за прогресом на смужі прогресу. Ви можете спостерігати час уприскування бензину і етапи включення газових форсунок.

4. Завершення автокалібрування:

- Після налаштування усіх газових форсунок автокалібрування завершується.
- Після цього можна приступити до налаштування автомобіля в русі за допомогою карти множника. Виберіть закладку "Карти" і виберіть потрібний вид.

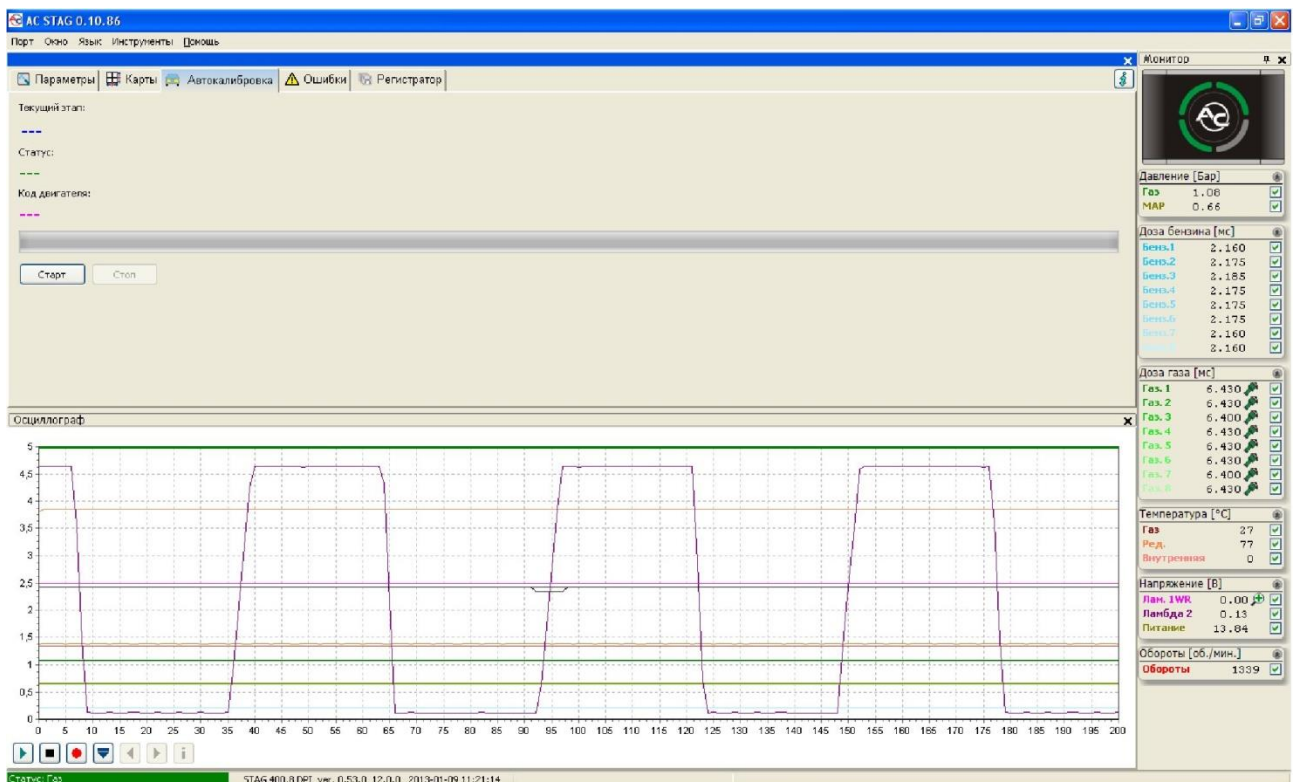


Рис. 3.12.Вікно "Автокалібрування"

Цей процес дозволяє досягти оптимальної роботи газового обладнання на автомобілі і забезпечити ефективність та економічність його роботи на різних режимах руху.

4 ЕСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Методика проведення експериментальних досліджень

Метою проведення експериментальних досліджень було:

- Налаштування системи живлення зрідженим газом автомобіля, обладнаного системою безпосереднього впорскування;
- Визначення часів впорскування бензинових та газових форсунок під час роботи на змішаній подачі палива;
- Визначення поправочних коефіцієнтів під час роботи автомобіля на зрідженому нафтовому газі;
- Порівняння витрати палива при їзді лише на бензині та при їзді на змішаному циклі подачі палива

Для реалізації мети проведення експериментальних досліджень встановлювалось обладнання STAG 400 DPI на автомобіль Volkswagen Passat, що обладнаний системою безпосереднього впорскування палива з двигуном типу BVZ.

4.2 Початкові налаштування системи

Після встановлення експериментальної системи була проведена перевірка на герметичність газового обладнання, кріплення трубок та на відсутність слідів протікання охолоджуючої рідини. При першому під'єднанні діагностичної програми проведено діагностику усіх виконавчих елементів системи: електромагнітних клапанів подачі газу, газових форсунок та правильність функціонування лінії передачі даних із бензиновим блоком керування. Відповідно, згідно рекомендації підприємства-виробника газових форсунок виставлено робочий тиск на редукторі-випарнику 0,13 МПа. Після цього двигун автомобіля було розігріто на холостому ході до температури 80°C та проведено автокалібрування системи отримані коефіцієнти відтворені на рис. 3.1.

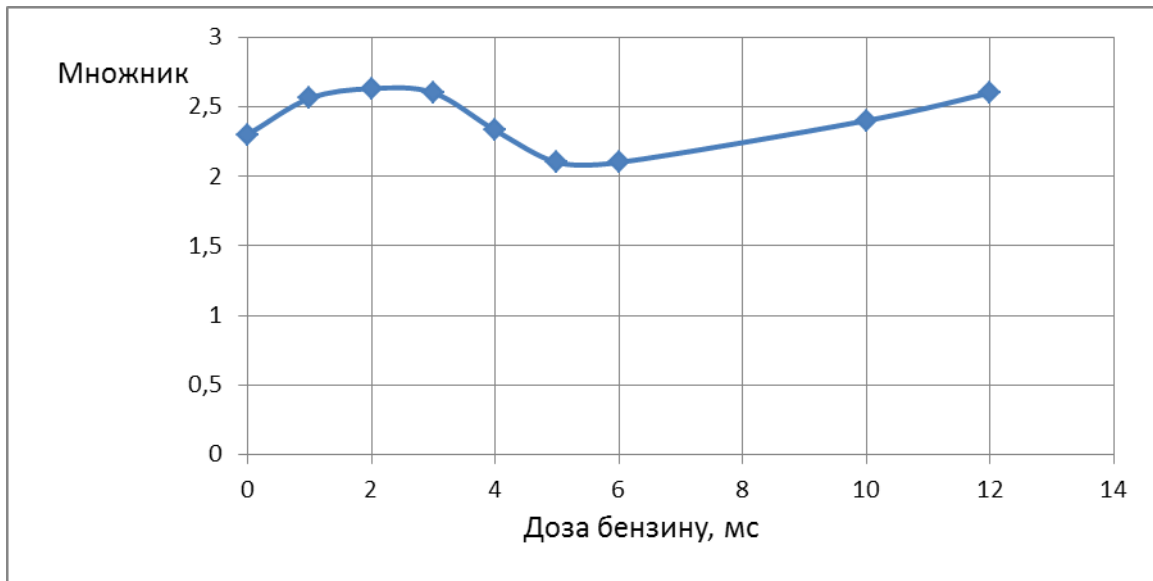


Рис. 4.1. Отримані коефіцієнти множника при автоналаштуванні

Для подальшої експлуатації системи необхідно було провести їздові випробування на різних режимах та відповідно налаштувати систему.

4.3 Їздові налаштування

Після етапу автокалібрування можна приступити до налаштування автомобіля в русі з використанням карти множника. Для цього слід вибрати закладку "Карти", а потім необхідний вид. Рекомендуються наступні способи донастройки карт контролера.

Налаштування за часом уприскування - під час руху на бензині слід утримувати постійні умови часу уприскування і навантаження в точках, представлених на карті множника. При цій операції корисний "Асистент калібрування". Є вікно із зображення лінії множника у відповідним збільшенням, що полегшує спостереження часу уприскування.

Після перемикання зелена риса показує поточний час уприскування бензину. Необхідно так коригувати множник, щоб зелена риса після перемикання співпадала з червоною рисою. Для спрощення у вікні асистента видно обороти і тиск колектора зі значеннями, зареєстрованими під час руху на бензині (блакитне підсвічування на шкалах показчиків). Перевищення записаних в пам'яті умов оборотів і тиску колектора викликає жовте підсвічування поля показчиків. Коли зелений показчик часу уприскування

після перемикання розташовується зліва від червоного покажчика (занадто збагачена суміш), слід зменшити множник в точці, що калібрується. Аналогічною є ситуація, коли суміш занадто бідна, - зелений покажчик розташовується справа. У цій ситуації слід значення множника збільшити. Для полегшення у вікні асистента після перемикання на газ "заморожується" корекція (червоний колір). Це значення корекції, що мало місце в точці калібрування безпосередньо перед перемиканням на газ. Додатково після перемикання на газ зліва від вікна асистента з'являється стрілка, яка вказує, в яку сторону слід виробити коригування множника. Після перемикання асистентом на газ залежно від того, яка з карт встановлюється, активується найближча точка діапазону калібрування,- натиснення клавіші "Вверх" або "Вниз" призводить до моментальної корекції. Для перевірки множника слід перемкнути установку на бензин і знову перейти до точки калібрування.

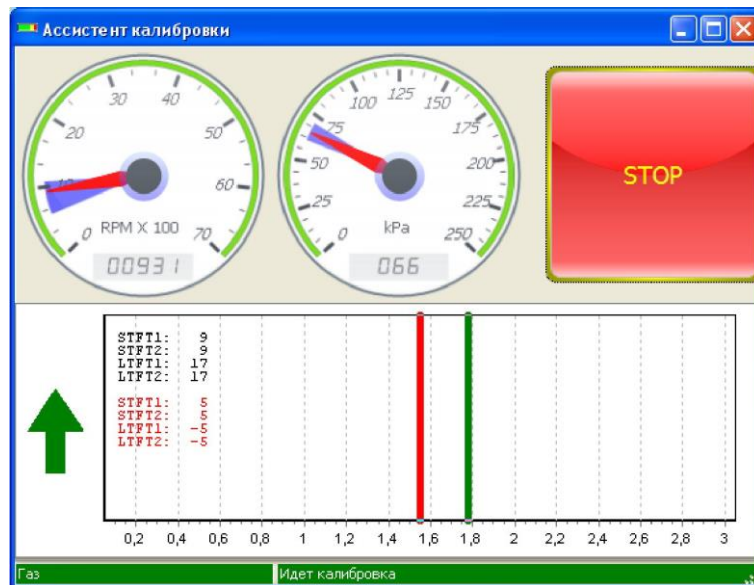


Рис. 4.2. Ассистент калібрування

У разі потреби існує можливість додавання точок калібрування шляхом клацання правою клавішею мишки на лінію множника. Друга точка на лінії множника обчислюється під час автокалібрування на холостому ході. Після розставлення усіх точок в русі слід перевірити також точку, вчислену при калібруванні. Після зупинки автомобіля слід перевірити його налаштування і у разі потреби виробити корекцію. Щоб перервати роботу асистента, слід натиснути кнопку "STOP".

Після проведення налаштування під час їздових випробувань отримали такі значення множника.

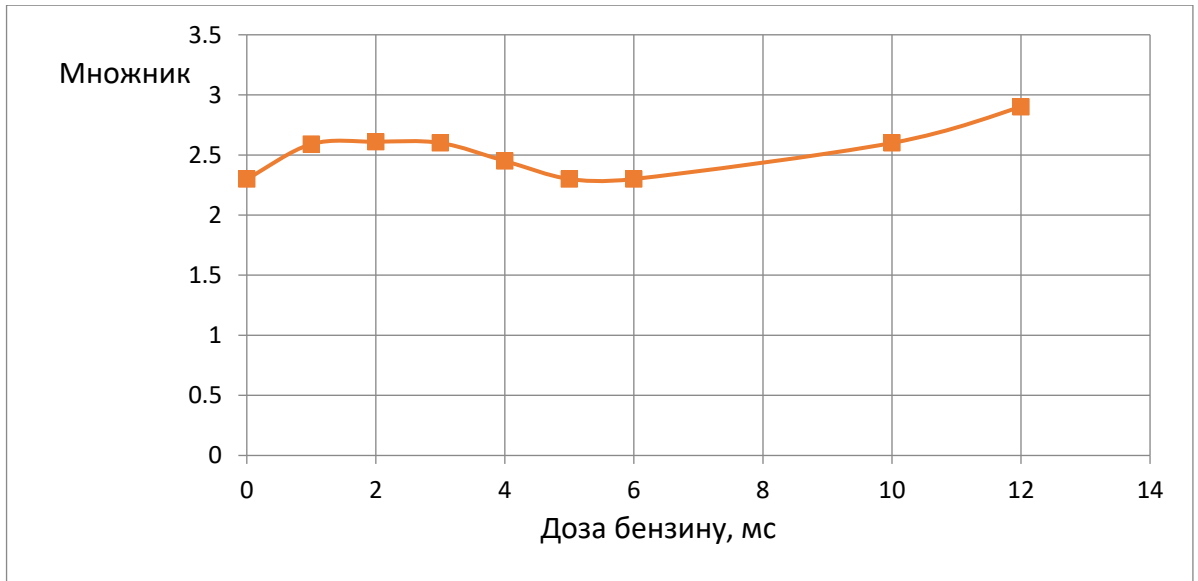


Рис. 4.3. Отримані коефіцієнти множника при їздових випробуваннях

Для більш детального дослідження системи живлення альтернативним паливом проведено аналогічні дослідження при різних значеннях тиску газу при виході з редуктора-випарника. Отримані експериментальні дані зображені на рис. 3.4.

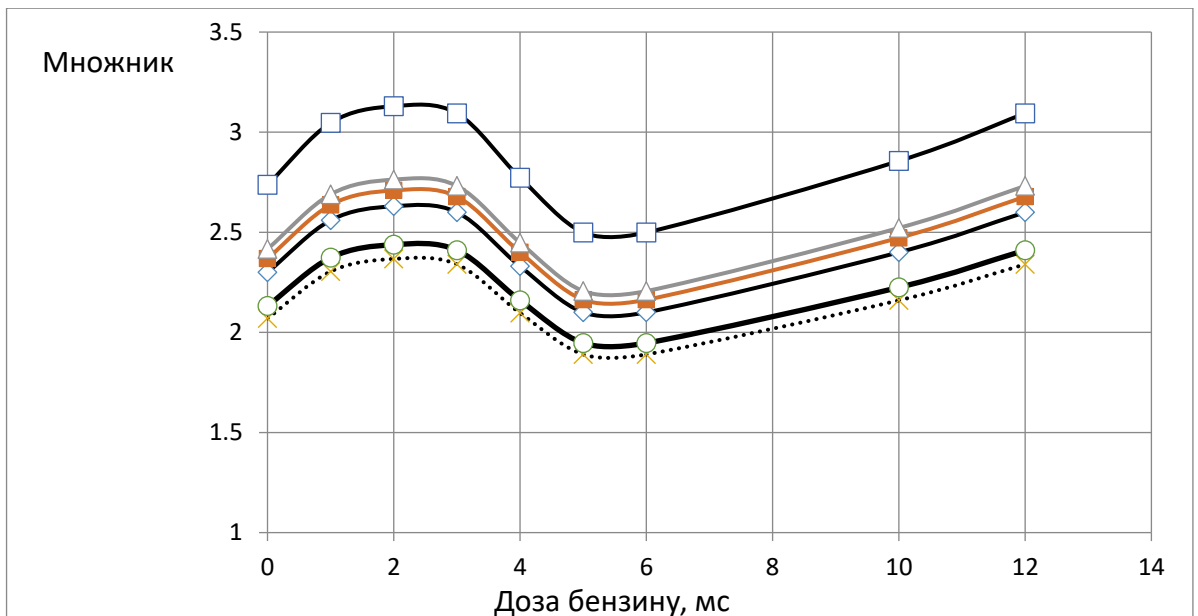


Рис. 4.4. Коефіцієнти множника в залежності від тиску газу на виході з редуктора

Як бачимо форма коефіцієнту множника фактично залишається сталою при різних значеннях тиску, проте числове значення міняється пропорційно значенню тиску газу у форсунках.

4.4 Вимірювання витрати палива

Завданням експериментального проведення дорожніх випробувань було визначення лінійної норми витрати палива за приміським та міжміським їздовими циклами.

Для отримання статистично достовірних даних заміри по кожній ділянці типового приміського тестового циклу проводились з трикратним дублюванням. Результати проходження ділянок, а також опосередковані значення замірів зведено в таблицях 1-5.

Таблиця 4.1

Результати проходження ділянки 700 м					Заїзд	Q, см ³	t, с	Q, л/100км	V _{сер} , км/ГОД	Схема циклу
1	112	83	10	30,36						
2	105	81	11	31,11						
3	106	79	10,14	31,89						
Сер.	107,7	81	10,38	31,12	-					

Таблиця 4.2

Результати проходження ділянки 1800 м					Заїзд	Q, см ³	t, с	Q, л/100км	V _{сер} , км/ГОД	Схема циклу
1	301	158	9,12	41,01						

2	284	156	8,77	41,53	
3	278	155	9,44	41,8	
Сер.	288	156	8,97	41,45	

Таблиця 4.3

Результати проходження ділянки 2500 м

Заїзд д	Q, см ³	t, с	Q, л/100км	V _{сер} , км/год	Схема циклу
1	423	203	8,92	44,33	
2	404	200	8,66	45	
3	404	200	9,06	45	
Сер.	410	201	8,61	44,78	-

Результати дорожніх випробувань із модернізованою системою живлення.

Таблиця 4.4

Результати проходження ділянки 700 м

Заїзд	Q, см ³	t, с	Q, л/100км	V _{сер} , км/год	Схема циклу
1	24+ 88	83	11	30,36	
2	20+ 85	81	10	31,11	

3	22+ 86	79	10,14	31,89	
Сер.	22+86	81	10,38	31,12	-

Таблиця 4.5

Результати проходження ділянки 1800 м

Заїз д	Q, см ³	t, с	Q, л/100км	V _{сер} , км/год	Схема циклу
1	62+ 238	158	10,42	41,01	
2	60+ 230	156	9,77	41,53	
3	60+ 225	155	9,44	41,8	
Сер.	61+ 231	156	9,79	41,45	

Таблиця 4.6

Результати проходження ділянки 2500 м

Заїз д	Q, см ³	t, с	Q, л/100км	V _{сер} , км/год	Схема циклу
1	80+ 325	203	8,92	44,33	
2	80+ 320	200	9,16	45	
3	78+ 322	200	9,16	45	
Сер.	79+ 323	201	9,08	44,78	

Як видно з отриманих результатів, відношення витрати бензину стосовно зрідженого нафтового газу складає в середньому 20,3% при виконанні даних тестових заїздів. Проте, враховуючи ціну на ЗНГ можна досягти суттєвої економії коштів. При проведенні їздових випробувань автомобіль при їзді на газовому паливі поведився аналогічно як при їзді на бензині.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Територія, виробничі і допоміжні приміщення, площадки і приміщення для зберігання транспортних засобів, споруди повинні відповідати ВСН 01-89 «Ведомственные строительные нормы. Предприятия по обслуживанию автомобилей» (далі - ВСН 01-89), ОНТП 01-91 «Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта» (далі - ОНТП 01-91), чинним будівельним, санітарним та протипожежним нормам і правилам[] .

5.1 Вимоги до приміщень

Розташування виробничих цехів і дочірньої компанії повинні відповідати технологічному процесу обслуговування і ремонту транспортних засобів.

Промислові та допоміжні засоби та предмети, необхідні тільки за прямим призначенням, який передбачає для проекту.

Для всіх будівель і споруд повинна бути документація.

У тих місцях, в області зберігання, технічного обслуговування, діагностики та управління роботою автотранспортних засобів, які працюють LPG заборонену установку підземних споруд, підвальних приміщень, обладнання нагрівач у відкритій стоянці автомобіля, траншеях браузер, тунелів, (за винятком ямок мийних станцій).

Транспортні засоби та обладнання для погашення або ремонту, зберігання зовні повинні бути розміщені на окремих платформах рівними проклали. Щоб уникнути падіння агрегату, несанкціонованого переміщення транспортних засобів і падіння розмістили свої частини, необхідні для створення спеціальних стендів, зупиняється.

У промислових і складських компонентів, складальних вузлів, агрегатів, а також різні метали повинні бути організовані в деяких місцях на полицях.

Промислові відходи, сміття, непотрібні деталі, вузли і агрегати відразу прибираються і зібрати в спеціально відведених місцях.

Відстань від приміщень, призначених для зберігання і ремонту транспортних засобів, які очікують будівель, зроблених відповідно до вимог ВСН 01-89.

Підлога у приміщеннях для будь-яких цілей, повинні бути гладкими, проклали, непроникним для ґрунтових вод, не кажучи вже й дірок.

Матеріали, використовувані для покриття підлог повинні бути гладкими і поверхня не ковзає, легко чистити, щоб задовольнити оперативні потреби в кімнаті с.

У разі кислотного, базового масла, підлога повинна бути стійкий до дії цих речовин, а не поглинати його.

Підлоги в кімнатах пофарбувати станції, офіси готують фарбу в тих місцях, де вона провела антикорозійну роботу в газогенераторе і склади для зберігання ризик загоряння та вибуху (рідини), пляшки горючого газу бути виготовлені з матеріалів, які не викликають іскри при ударі з металом об'єкт

Працюючи в холодній кімнаті підлогу вони повинні бути обладнані твердої дерев'яної решітки портативні (решітки).

Крім того, ви повинні встановити вхід в промислової і допоміжної решітки металу або іншого пристрою для очищення від бруду взуття.

На підлозі заводу і компанії не допускається:

- Безлад дороги, тротуари, під'їзні шляхи до пожежних гідрантів, місця розташування протипожежного обладнання та устаткування;

- Місце на зовнішній стороні транспортних засобів, що перевищують норму і порушують встановлений порядок їх розташування;

- Куріння за межами спеціально відведених для цього місцях;

- Використання відкритого вогню в умовному до цієї землі, без належного протипожежного захисту;

- Частини воріт розтрити як всередині, так і зовні, підхід і вступ до них завжди повинні бути вільними;

- Місце неакуратно і магазин матеріали, устаткування, запасні частини і т.д. елементи будівель, устаткування і огорож.

5.2 Вимоги до території

Приміщення повинне бути обгородженим, освітлена в нічний час, завжди в чистоті і порядку.

Паркани в місці, яке забезпечує збереження більше 10 станцій і ремонту або зберігання 50 і більше транспортних засобів повинні забезпечити, принаймні, два ворота на вході (виході).

Приміщення повинні бути оснащені дренажною системою і жолобів. Прогалини стоків та інших підземних споруд повинні знаходитися в закритому положенні.

При виконанні технічного обслуговування, земляні та інші роботи в області відкритих колодязів, каналів і земляних робіт повинні бути додані. У місцях перетину траншеї мости перехідні встановлює мінімальну ширину 1,0 м висота перил 0,9 м.

В області необхідно перейти на автомобіль руху і пішохідних доріжок, які проклали. У літню пору, вони повинні бути очищені від бруду і взимку - сніг і лід суміші посипати лід піском.

Ширина переходу в приміщенні повинна бути не менше 6 метрів з двостороннім рухом і не менше 3-х метрів - з одностороннім.

Ширина пішохідної шляху повинна бути не менше 1 м.

Для проходження приміщення вони повинні бути розміщені прохід.

Вони проходять через ворота робочих заборонених.

З точки зору доріг, які перетинають рови, окопи, повинні бути встановлені залізні дороги і т.д. палуби для мостів і переходів.

Парковка власний транспорт повинен забезпечити місце в різних місцях за межами підприємства. Рух особистого транспорту в районі заборонено.

5.3 Вимоги до приміщення і площадки для зберігання автомобілів

Приміщення для зберігання автомобілів не повинні бути безпосередньо підключені до інших допоміжним обладнанням і виробництва, де люди постійно. У разі необхідності, з'єднання повинно здійснюватися через платформу шлюзу.

Кімната для зберігання транспортних засобів повинні мати прямий вихід через ворота, який відкривається назовні.

Пол автомобілів зберігання повинні мати ухил не менше 1% в напрямку сходів і лотків.

Приміщення і відкриті простори для зберігання транспортних засобів вздовж поверхні стін і парканів, де машини встановлені повинні мати колесовідбійний пристрій.

Висота колесовідбійників повинна бути для транспортних засобів:

- Категорія I- 0,12 м;
- Категорія II і III - 0,3 м;
- Категорія IV - 0,4 м.

При визначенні того, паралельно стінці транспортного засобу, відстань від стіни до краю колесовідбійного пристрою має бути, щонайменше:

- Категорія I- 0,4 м;
- Категорія II - 0,5 м;
- Категорії III і IV - 0,7 м.

При визначенні транспортного засобу перпендикулярно до стіни, відстань від стіни до краю пристрою повинні бути колесовідбійного для всіх 0,5 м над задній або передній частині автомобіля висить в залежності від укладення договору.

Місця для зберігання транспортних засобів повинні мати міцну, гладку поверхню і схили поздовжньої осі транспортного засобу не більше 1%, що не більше ніж 4%.

Сходи і підлога в кімнатах для зберігання транспортних засобів повинні мати систему, яка зроблена стійкі чорнила, або іншим чином визначає настройки автомобілів і проїздів місце. Коли маркування повинно бути в курсі, що відстань між цими двома транспортними засобами, які паралельні, має бути достатньо, щоб вільно відкрити двері.

Майданчики для транспортних засобів, що перевозять токсичні і фекаліями заражених рідин і сміття для зберігання повинні бути на відстані не

менше 10 метрів один від одного і від інших областей в транспортних засобах зберігання.

Області транспортних засобів, що перевозять зберігання пально-мастильних матеріалів, повинна бути не менше 12 метрів один від одного і від інших областей для зберігання транспортних засобів.

Для полегшення пуску двигуна в холодну пору року (температура - 15 ° C), платформа для зберігання відкрити автомобіль, який буде їсти (газ, електрику або вода і т.д.) для їх нагрівання.

Устаткування, яке полегшує запуск двигуна в холодну пору року повинні забезпечити безпеку працівників і водіїв.

У пристрої з використанням нагрівальних зон для зберігання транспортних засобів, двигуни, що працюють на стиснутому природному газі і зрідженому нафти, машин дозаправки повинна виключати можливість нагрівання газових балонів.

Для зберігання, електричні, електричні автомобілі та автобуси повинні бути спеціальне приміщення. Зберігання їх у виробничих приміщеннях і допоміжних допускається як виняток в спеціально відведених місцях, а також за умови, що параліч, тренер і двигун не захаращувати проїзди.

5.4 Охорона атмосферного повітря

Одним із найважливіших чинників, що потребує охорони є атмосферне повітря. Основні джерела забруднення атмосфери - це природні та промислові процеси.

Серед промислових викидів основними джерелами є технологічні та вентиляційні викиди безперервної дії, що складають близько 81% від загальної кількості викидів.

Основна маса забруднення повітря припадає на спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафта, газ). До 40% забруднень дає автотранспорт. Справа погіршується ще, й тим, що автомобільні викиди концентруються в приземному шарі повітря – тобто саме в зоні дихання.

Надзвичайно важливою особливістю таких викидів є те, що максимальні концентрації шкідливих речовин існують у безпосередній близькості від місця їх виникнення.

В господарстві основними забрудниками повітря є котельня, трактори та автомобілі, тваринницька ферма. Для зменшення кількості викидів на автомобілях і тракторах встановлюють спеціальні каталізatori, що окислюють CO до CO₂.

5.5 Зберігання та використання паливо-мастильних матеріалів

Правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря, водоймищ, а також ґрунтів, тому особливу увагу у господарстві мають приділяти саме використанню, зберіганню і утилізації ПММ.

В господарстві є заправна станція, яка обладнана підземними резервуарами для дизельного пального і бензину, відповідні резервуари для зберігання різних типів змащувальних рідин, є також бак для відпрацьованих ПММ. Всі установки мають чималий термін використання, але завжди слідкується за їх технічно-справним станом відповідно до вимог. Перевіряється герметичність резервуарів, трубопроводів, установок. Робітники мають відповідну кваліфікацію. В ремонтній майстерні також є резервуари для зливу відпрацьованих газів.

5.6 Шляхи покращення екологічного стану

В господарстві, можна сказати, що вплив на навколишнє середовище є мінімальним. Цьому сприяє те, що використання ПММ проводиться в чітко визначеній необхідності, що зменшує нераціональне їх використання. Це стосується і використання мінеральних добрив і засобів захисту. Щодо збереження ґрунтів, то в господарствах району застосовують правильну оранку схилів, але потрібно більш уваги приділяти використанню при обробітку земель більш легких машин і знарядь, а також зменшувати кількість обробітку. Потрібно вдосконалювати контроль за застосуванням різних добрив,

Середньої важкості II б	холодний	15-18	21	15	55-70	75	0,1-0,3	не більше 0,4
	теплий	20-25	27	16	50-65	примітка 1	0,2-0,4	0,2-0,5

Інтенсивність теплового випромінювання не повинна перевищувати 100 Вт/м² при опромінюванні до 25% поверхні тіла.

Шкідливі речовини на дільниці виділяють двигуни внутрішнього згорання в складі відпрацьованих газів, агрегати при роботі автомобіля при їх негерметичності та шини автомобіля при визначені тягово-економічних показників. Шкідливі речовини, які виділяються на дільниці показані в табл. **Помилка! Джерело посилання не знайдено..**

Таблиця 5.2

Шкідливі речовини

Назва речовини	Величина ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливість дії на організм
Акролеїн	0.2	П	II	
Азоту окис (NO ₂)	5	П	III	0
Бенз(а)пирен	0.0001	П	I	К
Бензин паливний	100	П		
Дизпаливо	300	П	IV	
Гас	300	П	IV	
Окис вуглецю (CO)	20	П	IV	0
Масла мінеральні	5	A	III	
Свинець та його сполуки	0.01/0.005	A	I	

Для захисту від шкідливих речовин, які знаходяться в повітрі робочої зони діагностування застосовують такі заходи:

- 1) обладнання приміщення дільниці загально-обмінною припливно-витяжною механічною вентиляцією;
- 2) обладнання постів діагностування автомобілів місцевими відсмоктувачами відпрацьованих газів;
- 3) спеціальна підготовка та інструктаж обслуговуючого персоналу;

- 4) своєчасний якісний ремонт вентиляційного обладнання;
- 5) регулярне прибирання приміщення;
- 6) застосування засобів індивідуального захисту працюючих (спецодяг, захисні окуляри, тощо);
- 7) попереджувальні та періодичні медичні огляди, профілактичне харчування і дотримання правил особистої гігієни.

Система опалення забезпечує рівномірне нагрівання повітря в зоні, можливість місцевого регулювання і вимикання, зручність в експлуатації, а також доступ при ремонті.

Чергове опалення забезпечує підтримку температури повітря в зоні в неробочий час не нижче +5 °С. Відновлення нормованої температури забезпечується системою основного опалення до початку роботи.

Вхідні двері зони мають справний механічний пристрій примусового закриття. Аварійна вентиляція в зоні діагностики забезпечує кратність повітрообміну загально-обмінної вентиляції.

Викиди в атмосферу із системи вентиляції розташовані на відстані від приймальних пристроїв для зовнішнього повітря більше 10 м. по горизонталі, викиди із системи місцевого відсмоктування розташоване на висоті більше 2 м. над найвищою точкою.

Визначимо об'єм повітря який подається системою загально-обмінної вентиляції за формулою:

$$L_n = K_{\text{пр}} \cdot V_n, [\text{м}^3/\text{год}]; \quad (4.1)$$

де $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт повітрообміну, приймаємо $K_{\text{пр}} = 4$ год.

V_n – об'єм приміщення, $V_n = 540 \text{ м}^3$.

$$L_n = 4 \cdot 540 = 2160 (\text{м}^3/\text{год}).$$

Загальний об'єм повітря, який подається в зону діагностики:

$$L = L_k + L_n [\text{м}^3/\text{год}]; \quad (4.2)$$

$$L = 1713.6 + 2160 = 3873,6 (\text{м}^3/\text{год}).$$

Продуктивність вентилятора визначаємо за формулою:

$$L_B = (1,05 - 1,1) \cdot L, [\text{м}^3/\text{год}]; \quad (4.3)$$

$$L_B = (1,07 - 3873,6) = 4145, (\text{м}^3/\text{год}).$$

Приймаємо опір в мережі подачі повітря $P_M = 35 \text{ кгс}/\text{м}^2$.

Приймаємо радіальний вентилятор типу Ц4 – 70 №5 з колесом 1,05 $D_{\text{ном}}$, який при $L_B = 4145 \text{ м}^3/\text{год}$ і $P_M = 35 \text{ кгс}/\text{м}^2$ має ККД рівний 0,805, частота обертів ротора 930 об/хв.

Приймаємо, що вентилятор приводить в рух електродвигун через клинопасову передачу.

Потужність двигуна, яка потребується:

$$N_{\text{дв}} = \frac{L \cdot P_M}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_B \cdot \eta_{\text{пер}}}, [\text{кВт}]; \quad (4.4)$$

Де η_B – ККД вентилятора, $\eta_B = 0,805$;

$\eta_{\text{пер}}$ - ККД передачі, $\eta_{\text{пер}} = 0,95$;

$$N_{\text{дв}} = \frac{4145 \cdot 35}{3600 \cdot 102 \cdot 0,805 \cdot 0,95} = 0,52, (\text{кВт}).$$

Установча потужність двигуна з урахуванням коефіцієнта запасу визначається за формулою:

$$N_{\text{дв.у}} = K_3 \cdot N_{\text{дв}}, [\text{кВт}]; \quad (4.5)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, для даного типу двигунів, $K_3 = 1,2$;

$$N_{\text{дв.у}} = 1,1 \cdot 0,52 = 0,62, (\text{кВт}).$$

Приймаємо електродвигун асинхронний серії 4А закритого виробництва 4А90ЛА, який має потужність 0,75 кВт при синхронній частоті обертання 750 об./хв.

В мережу вентиляції необхідно встановити:

- 1) фільтр для очистки подаваного повітря;
- 2) калорифер для обігріву подаваного повітря в холодну пору року.

5.8 Техніка безпеки

Технічний стан автомобіля та його агрегатів необхідно перевірити в основному при непрацюючому двигуні та загальмованих колесах, за винятком перевірки тягово-динамічних характеристик автомобіля на стенді, перевірки роботи систем живлення та запалення, а також при прослуховуванні працюючих агрегатів автомобіля.

При огляді допускається користуватися переносною лампою з запобіжною сіткою та напругою не вище 42 В,

Регулювати системи та агрегати необхідно при непрацюючому двигуні (окрім регулювання системи живлення та запалення).

Робоче місце діагностика-оператора обладнано регульованим по висоті стільцем який обертається. Пост діагностики обладнаний ефективною витяжкою для видалення відпрацьованих газів.

Будівництво та його компоненти виключають можливість їх обвалення, опускаючись, перевертаючи і довільне переміщення в будь-яких умовах.

Частини машин (гідравлічні та пневматичні трубопроводи, запобіжні клапани, кабелі тощо), механічних пошкоджень, які можуть призвести до виникнення, повинні бути захищені або розміщені таким чином, щоб запобігти випадковому пошкодженню.

Пристрої для запуску і зупинки обладнання повинні бути розташовані таким чином, щоб вони могли бути простим у використанні з робочими місцями і запобігання несанкціонованої інтеграції і створення небезпечних ситуацій, працюючи з порушеннями контролю послідовності дій.

Поверхнєве обладнання та компоненти промислового обладнання, які можуть бути джерелом небезпеки для працівників, повинні бути пофарбовані відповідно до вимог промисловості.

Весь випробувальне обладнання повинно підтримуватися в хорошому стані, ви повинні періодично перевіряти. Не використовуйте прилади з вичерпаним терміном перевірки.

Вибракування інструменту, пристроїв проводиться у відповідності з установленим графіком, але не рідше одного разу на 3 місяці.

Електробезпека

Діагностична дільниця відноситься до приміщення з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом (струмопровідні підлоги).

Для захисту людей від небезпеки ураження електричним струмом використані такі технічні засоби захисту: виконане занулення корпусів електричних машин, електричних апаратів, освітлювачів, каркасів розподільчих щитів, щитів керування, металевих кабельних конструкцій; блокування рубильника, пускачів електроприладів.

Пожжежна безпека

Зона діагностики відноситься до приміщення категорії В по пожежній небезпеці згідно СНиП 11-90-81 «Производственные здания промышленных предприятий» (речовини здатні при взаємодії з водою, повітрям або один з одним лише горіти).

З метою попередження виникнення пожеж в зоні діагностики передбачено:

- 1) заборона застосування відкритого вогню;
- 2) виконання робіт без порушення технологічного режиму діагностування;
- 3) застосування в електромережах 220/380В струмового захисту з плавкими вставками;
- 4) прокладання електропроводки у металевих трубах і гнучких металевих рукавах;
- 5) своєчасне очищення підлоги від розлитих горючих речовин;
- 6) щозмінне спорожнення металевих ящиків від промасленого ганчір'я;
- 7) заборона паління на робочих місцях;
- 8) установка тросового блискавкозахисту III категорії на території підприємства.

Зона діагностики оснащена засобами гасіння пожежі: один вогнегасник ОХП-Ю, один ОП-5 та ящик з піском об'ємом 0,5 м³. Табличка на дверях при вході в зону діагностики інформує про категорію пожежної небезпеки зони.

Приміщення зони діагностики знаходиться в будівлі I ступеня вогнестійкості. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій згідно СНиП 2.01.02-85 наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 5.3

Межі вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогне	Стіни	Колони	Площі, адки,	Плити, настипли (з утепл	Елементи
---------------	-------	--------	--------------	--------------------------	----------

	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі і в.т.ч. з навісних панелей	Внутрішні несучі перегородки				Плити, настили, прогони.	Балки, ферми, арки, рами.
1	2,5	1,25	0,5	0,5	2,5	1	1	0,5	0,5

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна ефективність – це міра доцільності прийняття економічних рішень стосовно до способів використання матеріальних, трудових та грошових ресурсів. Вона заснована на типових методах розрахунку і обґрунтування економічної ефективності інвестицій з використанням технічних рішень в області технології і механізації транспорту.

Порівняльна ефективність капітальних вкладень, що характеризує економічну доцільність варіантів технічних рішень в порівнянні з іншими, і оптимальна ступінь їх вибору.

Індикація відносної економічної ефективності технічних рішень по крайній мірі, зниження витрат, які є сумою щорічних операційних витрат поточного (собівартості) і капітальних вкладень скорочується до одного року, відповідно до встановлених нормативів, коефіцієнтом ефективності капітальних вкладень:

$$C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min \quad (5.1)$$

де C_i – поточні затрати (собівартість) за i -м варіантом;

K_i – капітальні вкладення за тим же варіантом;

E_n – економічний коефіцієнт порівняльної ефективності капітальних вкладень.

Річний економічний ефект від впровадження варіанту технічних рішень, при якому забезпечується мінімальна сума експлуатаційних затрат та приведених капіталовкладень, визначають різницею між приведеними річними затратами в існуючих умовах та в умовах варіанта технічних рішень з обліком за новим варіантом Q_2 :

$$\mathcal{E}_p = [(C_i + E_n \cdot K_i) - (C_2 + E_n \cdot K_2)] \quad (5.2)$$

При розрахунках економічної ефективності порівняльних варіантів повинно бути забезпечено зіставлення даних за наступними основними ознаками:

- умови експлуатації (способи та умови виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, віддаль перевезення, дорожні умови, класи вантажів, та інші експлуатаційні показники на які безпосередньо не впливає технічне рішення, які впроваджуються);

- об'єми перевезення;
- нормами та нормативами;
- цінами;
- затратами, які входять в собівартість транспортної продукції та іншим.

6.1 Визначення оптово-відпускної ціни машини:

$$\text{Ц}_{\text{о.в.м.}} = \text{Ц}_{\text{о.в.д.м.}} + C, \quad (5.3)$$

де $\text{Ц}_{\text{о.в.д.м.}}$ – оптово-відпускна ціна машини до модернізації;

C - вартість модернізації (15850 грн.)

$$\text{Ц}_{\text{о.в.д.м.}} = 283800 \text{ грн (VW Passat);}$$

$$\text{Ц}_{\text{о.в.м.}} = 283800 + 15850 = 299385 \text{ грн.}$$

6.2 Визначення річного об'єму перевезень (заробітку) автомобіля:

1) За автомобільним перевезенням річний виробіток на один автомобіль в пасажирях $W_{\text{пас}}$ та пасажиро-кілометрах $W_{\text{пас/км}}$ розраховуються за такими формулами:

$$W_{\text{пас.до.мод}} = W_{\text{пас.мод}};$$

$$W_{\text{пас.до.мод}} = D_k \cdot a_k \cdot \gamma_n \cdot g_n \cdot n_p \cdot K_{\text{зм}} = 365 \cdot 0,71 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 23 \cdot 2 \approx 12159 \text{ пас}; (5.4)$$

$$W_{\text{пас.км.до.мод}} = W_{\text{пас.км.мод}};$$

$$W_{\text{пас.км}} = D_k \cdot a_k \cdot V_T \cdot T_k \cdot \beta \cdot \gamma_n \cdot g_k = 365 \cdot 0,71 \cdot 20,4 \cdot 11,5 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \approx 58912 \text{ пас} \cdot \text{км}, (5.5)$$

де γ_n – коефіцієнт наповнення автомобіля, с;

n_p – кількість рейсів, од.;

l_p – довжина рейсу, км;

$l_{\text{ш}}$ – середня дальність поїздки пасажиря, км;

$K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт зміни пасажирів, який визначається як відношення $l_p / l_{\text{ш}}$;

D_k – календарні дні;

a_k – коефіцієнт використання парку автомобілів;

T_H – тривалість знаходження автомобілів на лінії протягом доби;

V_T – середньо технічна швидкість руху автомобіля, км/ год.;

β – коефіцієнт використання пробігу;

g_H – номінальна вантажопідйомність автомобіля, т;

2) Загальний пробіг автомобіля за рік, км:

$$L_{заг} = D_k \cdot a_n \cdot T_k \cdot V_T \cdot \beta = 365 \cdot 0,71 \cdot 11,5 \cdot 20,4 \cdot 0,95 \approx 57756 \text{ км}; \quad (5.6)$$

$$L_{заг.мод} = L_{заг.до.мод}.$$

6.3 Розрахунок капітальних вкладень.

Під капітальними вкладеннями розуміють всі витрати пов'язані з придбанням та пуском в експлуатацію даного автомобіля. В конкретних виробничих умовах АТП – це балансова вартість автомобіля.

В розрахунок її приймають як інвентарно-розрахункову вартість, яка складається з оптово-відпускної ціни та транспортно-заготівельних витрат.

6.4 Визначення інвентарно-розрахункової ціни автомобіля.

Оптово-відпускна ціна для існуючих автомобілів береться з додатку 9. Транспортно-заготівельні витрати для автомобілів складають 7% від оптово-закупівельної вартості, тоді інвентарно-розрахункова ціна автомобіля визначається за формулою:

$$C_{i.p.до.мод} = C_{o.в} \cdot K_{т.з} = 183800 \cdot 1,07 = 196666 \text{ грн}; \quad (5.7)$$

$$C_{i.p.мод} = C_{o.в} \cdot K_{т.з} = 289385 \cdot 1,07 = 299291,95 \text{ грн}, \quad (5.8)$$

де $C_{o.в}$ – оптово-відпускна ціна автомобіля, грн.;

$K_{т.з}$ – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготівельні затрати ($K_{т.з}=1,07$).

6.5 Визначення питомих капітальних вкладень.

Питомі капітальні вкладення – це інвентарно-розрахункова (балансова) вартість машини віднесена до одиниці річного об'єму перевезень (виробітку).

Вони визначаються за формулою:

$$\text{а) } K_{\text{нит.пас.до.мод}} = \frac{Ц_{i.p}}{W} = \frac{196666}{12159} = 16,17 \text{ грн/пас}; \quad (5.9)$$

$$\text{б) } K_{\text{нит.пас.мод}} = \frac{Ц_{i.p}}{W} = \frac{199291,95}{12159} = 16,22 \text{ грн/пас}, \quad (5.10)$$

$$\text{а) } K_{\text{нит.пас-км.до.мод}} = \frac{Ц_{i.p}}{W} = \frac{196666}{58912} = 1,42 \text{ грн/км}; \quad (5.11)$$

$$\text{б) } K_{\text{нит.пас-км.мод}} = \frac{Ц_{i.p}}{W} = \frac{299291,95}{58912} = 1,43 \text{ грн/км}, \quad (5.12)$$

де $Ц_{i.p}$ – інвентарно-розрахункова ціна автомобіля, грн.;

W – річний об'єм перевезень (виробіток), од./рік.

6.6 Розрахунок грошових витрат.

Собівартість перевезень – це грошовий вираз витрат на виконання одиниці транспортної роботи:

$$S_{od} = \frac{B_{\text{заг.р.}}}{W}, \quad (5.13)$$

де $B_{\text{заг.р.}}$ – загальні витрати на виконання транспортної роботи в грн.;

W – річний об'єм перевезень, пас-км.

$$S_{od.до.мод} = \frac{91936,26}{12159} = 7,56 \text{ грн/пас};$$

$$S_{od.мод} = \frac{88023,64}{12159} = 7,24 \text{ грн/пас}$$

Загальні витрати на транспортну роботу перевезення складаються з:

I – прямих витрат « $B_{п.з.}$ »;

II – накладних витрат « $B_{к.в.}$ ».

6.6.1 Визначення прямих витрат.

Прямі витрати складаються з:

- заробітної плати водіїв, $Z_{\text{заг}}$;
- матеріальні затрати, $B_{\text{мат}}$;

- амортизаційні відрахування, $B_{ам}$.

Прямі витрати визначаються за формулою:

$$B_{п.з} = Z_{заг} + B_{мат} + B_{ам}; \quad (5.14)$$

$$B_{п.з.до.мод} = 13783,07 + 76105,96 + 2047,23 = 91936,26 \text{ грн};$$

$$B_{п.з.мод} = 13783,07 + 72183,24 + 2057,33 = 88023,64 \text{ грн}.$$

Заробітна плата водіїв автомобілів при погодинній формі оплаті праці визначається за формулою:

$$Z_{заг}^{ног} = АГ \cdot C_{год} \cdot K_{пр} \cdot K_{д} \cdot K_{соц}, \quad (5.15)$$

де $АГ$ – автомобіле-години роботи за рік, ат.год;

$C_{год}$ – годинна тарифна ставка водія, грн. ;

$K_{пр}$ – коефіцієнт, який враховує розмір простоїв ($K_{пр}=1,25$);

$K_{д}$ – коефіцієнт, який враховує розмір додаткової заробітної плати ($K_{д}=1,09$);

$K_{соц}$ – коефіцієнт, який враховує відрахування на соціальне страхування ($K_{соц}=1,37$).

$$Z_{заг}^{ног} = 365 \cdot 20,23 \cdot 1,25 \cdot 1,09 \cdot 1,37 = 13783,07 \text{ грн}$$

$$Z_{заг\ мод}^{ног} = Z_{заг\ до.мод}^{ног}.$$

До складу матеріальних витрат входять:

- затрати на автомобільне паливо, $B_{пал}$;
- затрати на мастильна та інші експлуатаційні матеріали, $B_{матст}$;
- затрати на відновлення та ремонт автомобільних шин, $B_{шин}$;
- затрати на технічне обслуговування та поточний ремонт, $B_{тор}$.

Матеріальні витрати визначають за формулою:

$$B_{мат} = B_{пал} + B_{матст} + B_{шин} + B_{тор}; \quad (5.16)$$

$$B_{матдо.мод} = 72408,70 + 1990,36 + 263 + 1443,9 = 76105,96 \text{ грн};$$

$$B_{матмод} = 68788,26 + 1990,36 + 249,5 + 1155,12 = 72183,24 \text{ грн}$$

Для автобусів та легкових автомобілів:

$$B_{нал}^a = 0,01 \cdot H_{км} \cdot L_{заг} \cdot 1,05 \cdot Ц_{нал}, \quad (5.17)$$

де $H_{км}$ – норма витрат палива на 100 км пробігу, л;

$L_{заг}$ – річний пробіг автомобіля та автопоїзда, км;

$Ц_{нал}$ – ціна однієї літри палива.

$$B_{нал.до.мод}^a = 0,01 \cdot 16 \cdot 57756 \cdot 1,05 \cdot 17,45 = 72408,70 \text{ грн};$$

$$B_{нал.мод}^a = 0,01 \cdot 15 \cdot 57756 \cdot 1,05 \cdot 17,45 = 68788,26 \text{ грн}.$$

Затрати на мастильні матеріали та інші експлуатаційні матеріали визначаються за кожним видом цих матеріальних затрат:

$$B_{маст} = B_m + B_{тр} + B_{сп} + B_{пл} + B_{обт} + B_{ини} = 1564,23 + 192,52 + 64,98 + 86,63 + 72 + 10 = 1990,36 \text{ грн}$$

Затрати на моторне мастило визначається за формулою:

$$B_m = 0,01 \cdot P_{нал} \cdot H_m \cdot Ц_m, \quad (5.18)$$

де $P_{нал}$ – загальні витрати палива, л;

H_m – норма витрат моторного масла на 100 л палива;

$Ц_m$ – ціна одного літра моторного масла, грн.

$$B_{м.мод} = 0,01 \cdot 4813 \cdot 1,3 \cdot 25 = 1564,23 \text{ грн};$$

$$B_{м.до.мод} = B_{м.мод}.$$

Затрати на трансмісійні масла визначаються за формулою:

$$B_{тр} = 0,01 \cdot P_{нал} \cdot H_{тр} \cdot Ц_{тр}, \quad (5.19)$$

де $H_{тр}$ – норма витрат трансмісійного масла на 100 л палива;

$Ц_{тр}$ – ціна одного літра моторного масла, грн.

$$B_{тр.мод} = 0,01 \cdot 4813 \cdot 0,1 \cdot 40 = 192,52 \text{ грн};$$

$$B_{тр.мод} = B_{тр.до.мод}.$$

Затрати на спеціальні масла визначається за формулою:

$$B_{сп} = 0,01 \cdot P_{нал} \cdot H_{сп} \cdot Ц_{сп}, \quad (5.20)$$

де $H_{сп}$ – норма витрат спеціальних мастил на 100 л палива;

$Ц_{сп}$ – ціна одного літра моторного масла, грн.

$$B_{сп.мод} = 0,01 \cdot 4813 \cdot 0,03 \cdot 45 = 64,98 \text{ грн};$$

$$B_{сп.иод} = B_{сп.до.мод}.$$

Затрати на пластичні мастила, визначаються за формулою:

$$B_{пл} = 0,01 \cdot P_{нал} \cdot H_{пл} \cdot Ц_{пл}, \quad (5.21)$$

де $H_{сп}$ – норма витрат пластичних мастил на 100 л палива;

$Ц_{сп}$ – ціна одного літра моторного масла, грн.

$$B_{сп.мод} = 0,01 \cdot 4813 \cdot 0,1 \cdot 18 = 86,63 \text{ грн};$$

$$B_{пл.мод} = B_{пл.до.мод}.$$

Затрати на обтирочний матеріал приймаються в розмірі 36 кг на 1 ходовий автомобіль в рік по ціні 2 грн за 1 кг.

Затрати інших матеріалів приймаються в розмірі 10 грн на один автомобіль.

Затрати на відновлення та ремонт автомобільних шин визначаються в залежності від пробігу автомобілів та діючих норм пробігу шин, встановлених у % від вартості одного комплекту шин даного розміру (покришка, камера, фліпер) на кожні 1000 км пробігу за формулою:

$$B_{шин} = 0,00001 \cdot Ц_{ш} \cdot n_{к.ш} \cdot L_{заг} \cdot H_{ш}, \quad (5.22)$$

де $Ц_{ш}$ – ціна одного комплекту шин, грн;

$n_{к.ш}$ – кількість коліс з однотипними шинами (без запаски), шт.;

$L_{заг}$ – загальний річний пробіг автомобіля, км;

$H_{ш}$ – норма відрахувань на відновлення та ремонт одного комплекту шин на 1000 км пробігу у % від вартості.

$$B_{шин.до.мод} = 0,00001 \cdot 180 \cdot 4 \cdot 57756 \cdot 0,95 = 263 \text{ грн};$$

$$B_{шин.мод} = 0,00001 \cdot 180 \cdot 4 \cdot 57756 \cdot 0,9 = 249,5 \text{ грн}.$$

Затрати на технічне обслуговування та ремонт визначається за формулою:

$$B_{тор} = 0,001 \cdot L_{заг} \cdot H_{тор}, \quad (5.23)$$

де $H_{тор}$ – загальні норми витрат на технічне обслуговування та поточний ремонт на 1000 км пробігу, грн.

$$B_{тор.до.мод} = 0,001 \cdot 57756 \cdot 25 = 1443,9 \text{ грн};$$

$$B_{\text{тор.мод}} = 0,001 \cdot 57756 \cdot 20 = 1155,12 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на повне відновлення визначаються за формулою:

$$B_{\text{ам}} = 0,00001 \cdot C_{\text{ip}} \cdot L_{\text{заг}} \cdot H_{\text{ам}}, \quad (5.24)$$

де $H_{\text{ам}}$ – норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення, %.

$$B_{\text{ам.до.мод}} = 0,00001 \cdot 183800 \cdot 57756 \cdot 0,129 = 7047,23 \text{ грн.};$$

$$B_{\text{ам.мод}} = 0,00001 \cdot 41263,35 \cdot 57756 \cdot 0,129 = 7057,33 \text{ грн.}$$

6.6.2 Визначення накладних затрат.

До накладних затрат належать:

- Оплата праці працівників апарату управління, ремонтних та допоміжних робітників, цехового персоналу з нарахуванням на соціальне страхування.
- Інші витрати, які входять в склад матеріальних витрат.

Амортизаційні відрахування за основними фондами (крім рухомого складу).

- Плата за кредит.
- Плата за природні ресурси.
- Плата за трудові ресурси.

Норма накладних затрат на конкретну модель автомобіля визначаються за формулою:

$$B_{\text{н.з.}} = K_{\text{пр}} \cdot H_{\text{н.з.}}, \quad (5.25)$$

де $K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт приведення ($K_{\text{пр}} = 1$);

$H_{\text{н.з.}}$ – середня норма накладних затрат на один приведений автомобіль ($H_{\text{н.з.}} = 750$ грн.).

$$B_{\text{н.з.}} = 1 \cdot 750 = 750 \text{ грн.}$$

Тоді річна собівартість виконання транспортної роботи буде дорівнювати:

$$B_{\text{заг.р.}} = B_{\text{н.з.}} + B_{\text{н.з.}}, \quad (5.26)$$

де $B_{\text{п.з.}}$ – прямі затрати, грн.; $B_{\text{н.з.}}$ – накладні затрати, грн.

$$B_{\text{заг.р.од.мод}} = 91936,26 + 750 = 92686,26 \text{ грн};$$

$$B_{\text{заг.р.мод}} = 88023,64 + 750 = 88773,64 \text{ грн}.$$

Всі розрахунки калькуляції собівартості транспортної роботи заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 6.1

Калькуляція собівартості транспортної роботи.

№ п/п	Назва статей витрат	Сума, грн.	
		До вдосконалення	Вдосконалений
1	2	3	4
1	Заробітна плата водіїв	33783,07	33783,07
2	Матеріальні затрати всього, в тому числі	76105,96	42183,24
	Затрати на автомобільне паливо	72408,7	38788,26
	Затрати на мастильні та інші експлуатаційні матеріали	1990,36	1990,36
	Затрати на ремонт та відновлення шин	263	249,5
	Затрати на технічне обслуговування і ремонт	1443,9	1155,12
3	Амортизаційні відрахування	7047,23	7057,33
4	Накладні затрати	750	750
	Всього	102686,26	82773,64

6.7 Розрахунок економічного ефекту та ефективності застосування того чи іншого автомобіля при заданих умовах експлуатації.

Ефективність застосування того чи іншого автомобіля в різних умовах експлуатації визначається за мінімумом приведених питомих витрат. Вважається кращим той варіант по якому приведені питомі витрати менші.

Питомі приведені витрати визначаються за формулою:

$$P_{\text{пр.вит.}} = S_{\text{од.роб.}} + E_k \cdot K_{\text{нум}}, \quad (5.27)$$

де $S_{\text{од.роб.}}$ – собівартість одиниці роботи (1 км, 1ткм, 1 т, 1 авто-год), грн.;

E_k – нормативний коефіцієнт економічної ефективності (0,12);

$K_{\text{пит}}$ – питомі капіталовкладення у варіанти експлуатації, грн./од.роб.

$$II_{\text{пр.вум}} = 7,56 + 0,12 \cdot 3,37 = 7,95 \text{ грн};$$

$$II_{\text{пр.вум}} = 7,24 + 0,12 \cdot 3,39 = 7,65 \text{ грн}.$$

Економічна ефективність визначається за кожним видом автотранспортної продукції за формулою:

$$\mathcal{E} = (II_{\text{пр.вум}1} - II_{\text{пр.вум}2}) \cdot W_{\text{річ}} = (7.95 - 7.65) \cdot 12159 = 4647,70 \text{ грн}. \quad (5.28)$$

Всі значення основних показників відображаються в таблиці 5.2.

Таблиця 6.2

Основні техніко-економічні показники роботи автомобіля до і після вдосконалення при заданих умовах роботи.

№ п/п	Назва показників	Од. вимір.	Марка автомобіля	
			VW Passat	VW Passatm
1	2	3	4	5
2	Капітальні вкладення:			
	а) загальні		296666	299271,25
	б) питомі	грн./пас	16,17	16,22
		грн./пас-км	1,42	1,43
3	Грошові витрати:			
	а) загальні	грн.	102686.26	82773.64
4	Порівняльна економічна ефективність:			
	а) приведені питомі витрати	грн.	7,95	7,05
	б) річний економічний ефект	грн.	-	17647,70

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано будову системи безпосереднього впорскування палива бензинових двигунів. Розглянуто її основні елементи та процеси сумішоутворення. Окремо приділено увагу сенсорам та виконавчим елементам, що використовуються даною системою.

2. Розглянуто систему для переобладнання автомобіля із системою безпосереднього впорскування на зріджений газ. Розглянуто особливості її конструктивних елементів та діагностичної програми для налаштування.

3. Проведено налаштування системи для живлення зрідженим газом автомобіля із безпосереднім впорскуванням при автоматичному налаштуванні та при їздових налаштуваннях. Визначено залежність зміни коефіцієнта множника від тиску газу на виході з редуктора випарника.

4. Проведено їздові випробування для вимірювання споживання палива. Визначено, що частка бензину в середньому, при живленні газом становить 20,3% від загального споживання палива.

5. Наведено заходи з охорони праці, впливу автотранспорту на навколишнє середовище та пораховано параметри вентиляції для зони діагностування автомобілів.

6. Пораховано економічний ефект застосування системи живлення зрідженим газом для автомобіля Volkswagen Passat, що становить 17647,7 грн на рік експлуатації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ