



ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА,
ТРАНСПОРТУ ТА ЕНЕРГЕТИКИ
КАФЕДРА «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА
РЕМОНТ МАШИН»



КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему

«Дослідження шляхів підвищення паливної економичності та
екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами у ТОВ
«Завод «Дзеркальник» м. Кропивницький»

Виконав:

магістрант групи АТ-23-М-1 Ілля КОНДРАШОВ

(шифр групи) (підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник:

Д.т.н., проф. → Юрій КУЛЄШКОВ

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

«ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ»

Завідувач кафедри:

К.т.н., доц. → Сергій МАГОПЕЦЬ

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

« .. » .. 2024 р.

Рецензент:

.....

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ім'я та прізвище)

« .. » .. 2024 р.

Кропивницький — 2024 р.

Кіровоградський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва транспорту та енергетики → → → → →
 Кафедра експлуатації та ремонту машин → → → → → → →
 Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр → → → → → → →
 (шифр і назва)
 Спеціальність 274 Автомобільний транспорт → → → → → → →
 (шифр і назва)

→ → → → → → → «ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри, доц. Магопеч С.О.

« » 2024 року

З.А.В.Д.А.Н.Н.Я
 НА МАГІСТЕРСКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кондрашову Іллі Валерійовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту: «Дослідження шляхів підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами у ТОВ «Завод «Дзеркальник» м. Кропивницький»

керівник проекту Кулешков Юрій Володимирович, доктор технічних наук, професор

(прізвище, ім'я, по-батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «07» серпня 2024 р. № 45-13

2. Строк подання студентом роботи «30» листопада 2024 року → → → →

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Експлуатація автомобілів. В трьох частинах. 2. Технічні вимоги на ТО і КР автомобілів. →

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

Загальний розділ. Характеристика підприємства. Структура персоналу підприємства. Матеріально-виробнича база. Техніко-економічні показники.

Дослідницький розділ. Дослідити актуальність проблеми. Проаналізувати використання альтернативних видів палива в якості шляхів вирішення економічності та екологічності дизельних двигунів. Дослідити вплив від використання водної інжекції на дизельні двигуни. Провести експлуатаційні дослідження.

Технологічний розділ. Розрахувати режими, підібрати обладнання та інструмент для операцій технологічного процесу ТО. Пронормувати час виконання технологічних операцій і розробити технологічні карти.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)¶
1. Мета і задачі дослідження (А1). 2. Дослідження ефективних показників двигуна (А1). 3. Дослідження екологічних показників (А1). 4-5. Технологічні карти ТО (А1). 12. ¶
7. Дата видачі завдання: 02.09.2024 року. ¶

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН¶

№ з/п¶	Назва етапів дипломного проекту¶	Строк виконання етапів роботи¶	Примітка¶
1¶	Загальний розділ¶	10.10¶	¶
2¶	Дослідницький розділ¶	10.11¶	¶
3¶	Технологічний розділ¶	20.11¶	¶
4¶	Графічний матеріал¶	30.11¶	¶

Магістрант: Кондрашов І. В.¶
(підпис).....(прізвище та ініціали)¶

Керівник роботи: Кулешков Ю. В.¶
(підпис).....(прізвище та ініціали)¶

РЕФЕРАТ

У даній кваліфікаційній магістерській роботі на здобуття другого магістерського рівня вищої освіти з освітньо-професійної програми «Технічний сервіс» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» на тему «Дослідження шляхів підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами у ТОВ «Завод «Дзеркальник» м. Кропивницький» розроблені питання забезпечення підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами на базовому підприємстві ТОВ завод «Дзеркальник» м. Кропивницький».

В роботі на основі результатів наукових досліджень методу додавання в паливо води шляхом водної інжекції було розроблено технологію підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами.

В першому загальному розділі представлені загальна характеристика базового підприємства ТОВ завод «Дзеркальник» м. Кропивницький та наведена матеріаловиробнича база підприємства, логістика підприємства та техніко-економічні показники використання рухомого складу, наведено також обґрунтування теми магістерської роботи.

В другому дослідницькому розділі сформовано мету і задачі досліджень. Проаналізовано використання альтернативних видів палива, їх переваги і недоліки.

Здійснений вибір оптимального методу покращення економічності та екологічних показників. Приведений метод водної інжекції наведена його сутність та переваги і недоліки, здійснений вибір необхідної кількості подавання води до впускного колектору та визначений оптимальний діаметр краплі. Визначена залежність кількості води в відсотках від циклу подачі палива.

На основі проведених досліджень запропоновано рекомендації для забезпечення підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами.

В третьому технологічному розділі розроблено технологічний процес технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу автомобільного транспорту. Наведені технічні умови на відновлення працездатності рухомого складу автомобільного транспорту в результаті впливу розробленого технологічного процесу технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу на ТОВ «Завод «Дзеркальник»».

Кваліфікаційна магістерська робота складається з вступу, 3 розділів, висновків; стить 78 сторінка тексту, 75 рисунків, 17 таблиць, 0 додатків.

ЗМІСТ

Завдання	2
Реферат	4
Зміст	5
Вступ	6
1 Розділ 1 Загальний розділ	7
1.1 Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства	7
1.2 Чисельність, склад та структура персоналу підприємства	8
1.3 Матеріально-виробнича база транспортного відділу ТОВ «Завод «Дзеркальник»»	10
1.4 Організація перевезень рослинної олії та логістика підприємства ТОВ «Завод «Дзеркальник»»	11
1.6 Техніко-економічні показники використання рухомого складу	12
1.7 Висновки	13
2 Розділ 2 Дослідницький розділ	14
2.1 Стан питання, мета і задачі дослідження	14
2.1.1 Актуальність проблеми	14
2.1.2 Ступінь розробленості теми	14
2.1.3 Використання альтернативних видів палива в якості шляхів вирішення проблеми	14
2.1.4 Шляхи підвищення ефективності використання двигуна	19
2.1.5 Підвищення паливної економічності, та ефективної роботи двигунів за допомогою застосування водної інжекції	25
2.1.6 Мета та задачі магістерської роботи	30
2.1.7 Дослідження можливості підвищення паливної економічності за допомогою водної інжекції	31
2.1.8 Методи вимірювань та результати випробувань	38
2.2 Загальні висновки	46
3 Розділ 3 Технологічний розділ	47
3.1 Розробка технологічного процесу технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу на ТОВ «Завод «Дзеркальник»»	47
3.2 Можливі несправності паливної системи дизельних двигунів	49
3.3 Опис та принцип роботи паливної системи UPEC	52
3.4 Схема роботи та положення паливної системи UPEC	54
3.5 Операції та обладнання проведення технічного обслуговування і поточного ремонту паливних систем.	56
Висновки	76
Література	77

Вступ

Однією з найважливіших функцій автомобільного транспорту є якісне і своєчасне задоволення потреб національної економіки та населення у перевезеннях. Автомобільний транспорт є найбільш універсальним і мобільним видом транспорту, займаючи чільну позицію в транспортній системі України. Він відповідає за понад 80% всіх вантажних і близько 80% пасажирських перевезень, а також за приблизно 70% трудових ресурсів, понад 60% пального з нафти, значний обсяг капіталовкладень та основних виробничих фондів, і більше 65% транспортних витрат.

Автопарк підприємств продовжує поповнюватися новими транспортними засобами, які відповідають сучасним екологічним стандартам. Структура рухомого складу удосконалюється, зростає кількість автомобілів з великими вантажними можливостями. Проте утримання автотранспортних засобів у належному технічному стані вимагає значних фінансових ресурсів від підприємств. Ускладнення конструкції автомобілів призводить до збільшення обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту, а також до зростання витрат на забезпечення надійності та працездатності транспорту.

Різке збільшення кількості автомобілів на дорозі викликає забруднення навколишнього середовища внаслідок викидів відпрацьованих газів. Покращення екологічних характеристик автомобільних двигунів, у свою чергу, значною мірою залежить від справності систем живлення і запалювання, а також від рівня технологій технічного обслуговування, методів та засобів діагностики.

З підвищенням швидкості та інтенсивності дорожнього руху зростають вимоги до надійності автомобільного транспорту, оскільки несправні автомобілі можуть стати причиною ДТП. Ефективне використання паливних, енергетичних, матеріальних та сировинних ресурсів під час експлуатації автомобілів істотно залежить від їхнього технічного стану, рівня організації матеріально-технічного постачання, а також процесів перевезення, зберігання та нормування витрат експлуатаційних матеріалів та запасних частин.

Успішна експлуатація автомобілів значною мірою визначається їх технічним та естетичним станом, який, у свою чергу, залежить від належної організації міжзмінного зберігання. Рівень технічної готовності транспортних засобів та обсяги матеріальних витрат на утримання автопарку залежать від методів проектування нових об'єктів автомобільного транспорту, а також від реконструкції і модернізації існуючих автотранспортних міні-підприємств, сервісів та авторемонтних сервісів.

Забезпечення належної технічної підготовки автомобілів до перевізного процесу ґрунтується на їх надійності і ефективності експлуатації. Важливо врахувати, що якісна підготовка автотранспорту значно знижує ризик аварій та нещасних випадків, що в свою чергу підвищує безпеку на дорогах.

РОЗДІЛ 1

¶

1.1 Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства ¶

¶

За майже 70 років роботи ТОВ «Завод «Дзеркальний» пройшов шлях від артілі до сучасного підприємства — лідера галузі регіону. І на всіх етапах існування підприємства головним його ресурсом був колектив однодумців. ¶

28 квітня 1948 року дзеркальний цех артілі «ХІМІК» став самостійною артіллю, яку зареєстрували під назвою «Червоний дзеркальний». Першим головою новоствореної артілі став Зяма Азарович Ярошевський, а з 1952 року і аж до 1974-го артіллю керував Петро Тарасович Драган. ¶

У 1959 році артіль перебазувалась з приміщення на розі вулиць Червоногвардійська та Олексіївська (Гагаріна) на пустир по вулиці Р. Люксембург, 48А. До будівництва першого головного корпусу дзеркального цеху долучились всі працівники артілі. ¶

Тоді дзеркала вироблялись за технологією посріблення, що являла собою заливку поверхні скла відповідним розчином вручну. Для обробки країв скловиробів та виготовлення фацету (фасок) застосовувались чавунні та піщані шайби. ¶

У 1960 році підприємство стало державним заводом «Червоний дзеркальний». А в 1967–1969 роках була повністю змінена технологія виготовлення дзеркал: від посріблення перейшли до алюмінірування — методу термічного випарювання алюмінію у вакуумі з подальшою його конденсацією на поверхні скла. Це дозволило значно збільшити обсяги виробництва та розширити ринки збуту продукції. ¶

У 1981 році замість чавунних та піщаних шайб у виробництві почали використовувати алмазні шайби, завдяки чому значно підвищили продуктивність, розширили асортимент, зробили роботу фацетника привабливішою. ¶

У 1980–90 роках обсяг виробництва дзеркальних виробів досяг максимальних обсягів 184–193 тис. кв. м за рік, 60% з яких становили дзеркала для меблів, 30% побутові дзеркала і 10% дзеркала технічні. ¶

За розробку та впровадження технології шовкотрафаретного друку на дзеркала у 1988–89 роках завод отримав срібну та бронзові медалі ВДНГ СРСР та Диплом Першого ступеня і золоту медаль ВДНГ УРСР. ¶

Співробітники заводу розробили й впровадили у виробництво десятки зразків побутових дзеркал, які до цього часу користуються попитом. А географія збуту продукції заводу охоплювала практично всі регіони колишнього Радянського Союзу. ¶

Тодішні успіхи підприємства по'в'язують з іменами керівників: Сасенка, Олександра Степановича, Головенка Віктора Павловича, Сподаренка Володимира Григоровича.¶

Темною сторінкою в історії заводу став загальний спад промислового виробництва в Україні в 1992-98 роках, який негативно позначився і на ринках збуту дзеркал.¶

З метою виходу з кризи у 1995 році завод було приватизовано трудовим колективом і перейменовано в ЗАТ «Завод «Дзеркальний»». Головою правління і виконавчим директором обрали Олександра Івановича Буйновського. Завдяки його вмілому керівництву вдалося зберегти спеціалістів, обладнання, а також відновити виробництво.¶

За останні роки придбано та впроваджено у виробництво нове високо-технологічне обладнання для обробки та декорування скла, а також обладнання для виготовлення корпусних меблів.¶

Розроблено широкий асортимент вітражних скловиробів та виготовлення орнаментів під замовлення. Все це дозволило не тільки стабілізувати виробництво, але й розширити та оновити номенклатуру виробів.¶

Нині ТОВ «Завод «Дзеркальний» виготовляє дзеркала в широкому асортименті, скло різної товщини, візерунчатє скло, вітражі, склопакети, скляні двері, перегородки та вітрини, скляні душові кабінки, скляні перила, огорожі та сходи, безпечне скло-триплекс, скляні столи, стійки для телевізорів, корпусні меблі та торговельне обладнання.¶

На підприємстві максимум уваги приділяється індивідуальній роботі з замовником та постійному підвищенню кваліфікації співробітників, адже головний ресурс підприємства - це люди.¶

В останні роки підприємство у рамках конверсії почало ремонтувати та технічно обслуговувати складові елементи гідравлічних систем, зокрема гідравлічні насоси різних типів, що використовуються на гідроприводах сільськогосподарської техніки та промислового виробництва.¶

1.2 Склад, чисельність і структура працівників підприємства

Структура управління транспортного відділу ТОВ «Завод «Дзеркальний» представлена на рис. 3.

Керівництво дільницею виконує генеральний директор, який відповідає за загальне управління ресурсами підприємства і їх ефективне використання. Він також сприяє розвитку компанії та контролює раціональність витрачання матеріальних і фінансових ресурсів, зменшуючи їх втрати. Контроль за укладанням

та виконанням контрактів із споживачами також лежить на ньому; проводиться періодичний аналіз для оцінки задоволеності замовників.

Відділ кадрів несе відповідальність за забезпечення підприємства кваліфікованими кадрами, а також за підвищення їхньої професійної майстерності.

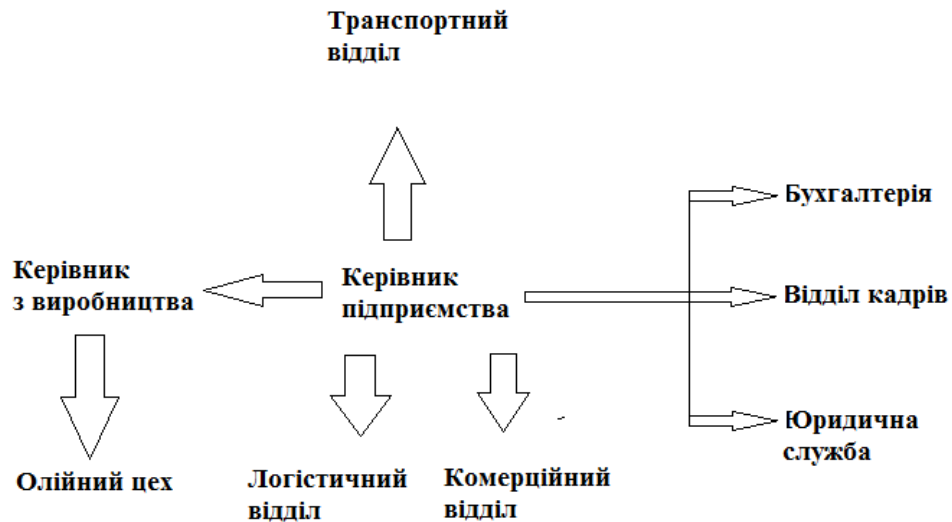


Рисунок 1.3 - Структура підприємства

Бухгалтерія організовує облік фінансової діяльності підприємства, контролюючи ефективність використання матеріалів та ресурсів. Вона активно запроваджує сучасні засоби автоматизації, а також новітні методи бухгалтерського обліку. Бухгалтерія відповідає за фінансову експертизу договорів, укладених зі споживачами, та забезпечує функціонування системи управління якістю в економічній сфері.

Юридичний відділ займається правовою роботою, забезпечуючи дотримання законодавчих норм, а також захищає інтереси підприємства в судових інстанціях.

Транспортний відділ відповідає за технічний стан автопарку, розробляє нормативні документи, пов'язані з експлуатацією транспорту та спецтехніки, а також веде інформаційно-аналітичну документацію підприємства. Він також визначає та координує інвестиційні та інноваційні ініціативи, реалізуючи технічне переоснащення та реконструкцію. Начальник транспортної служби забезпечує безперебійну експлуатацію автотранспорту, спеціальної техніки та проводить планування технічного обслуговування та ремонтних робіт.

Диспетчер виконує оперативне управління перевезеннями, займається оформленням документації, перевіряє правильність її заповнення та наявність усіх необхідних реквізитів.

Транспортний відділ обслуговується керівником, його заступниками, бухгалтерами, механіками, водіями та обслуговуючим персоналом. Загальна чисельність працівників у транспортному відділі налічує близько 230 осіб різних спеціальностей, згідно з даними за період 2019–2023 років. Також, компанія постійно працює над покращенням умов праці та впроваджує програми навчання

для підвищення кваліфікації співробітників, що позитивно впливає на ефективність роботи всього відділу.

Кількість працівників на підприємстві показано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Чисельність працівників транспортного відділу ТОВ «Завод «Дзеркальник»» за період 2019-2023р.

Роки діяльності	2019	2020	2021	2022	2023
Кількість працюючих на підприємстві, чол.	119	155	171	195	230

Як видно з таблиці, чисельність працівників на підприємстві поступово зростає, що також відображається на збільшенні кількості водіїв. Це, в свою чергу, пов'язано з розширенням автопарку.

1.3 Матеріально-технічна база транспортного відділу ТОВ «Завод «Дзеркальник»

Для ефективної роботи свого рухомого складу підприємство володіє земельною ділянкою, розташованою в зручному районі м. Кропивницький. Тут розміщена розвинена матеріально-технічна інфраструктура, зокрема, гараж, бокси для обслуговування автомобілів, простора стоянка, офісні приміщення та інші допоміжні споруди, а також добре організована прилегла територія.

За функціональним призначенням, виробничі приміщення поділяють на основні та допоміжні. Основні приміщення призначені для технічного обслуговування, ремонту та зберігання автомобільної техніки, тоді як допоміжні служать для підготовчих, профілактичних і ремонтних робіт, а також зберігання інструментів та запчастин (складських приміщень).

Адміністративний корпус являє собою триповерхову будівлю, в якій розташовані основні структурні підрозділи, кабінети, проведення засідань та інші важливі приміщення.

Допоміжні об'єкти включають диспетчерську, трансформаторну, котельню, клас для навчання з технічної безпеки та безпеки дорожнього руху, медичний пункт та інші необхідні приміщення.

Однією з ключових задач транспортного відділу ТОВ «Завод «Дзеркальник» є забезпечення своєчасної та якісної доставки вантажів до замовників. Особливо важливо дотримуватися санітарних норм і правил під час перевезення вантажів, особливо продуктів харчування. Від правильного зберігання, дотримання температурного режиму та інших критичних факторів залежить не лише якість доставки, а й задоволеність клієнтів.

Крім того, підприємство активно впроваджує новітні технології для оптимізації процесів перевезення, що включає використання спеціалізованих автомобілів,

системи контролю температури, а також сучасних програм для планування маршрутів, щоб підвищити ефективність і безпеку перевезень.

1.4 Організація перевезень рослинної олії та логістика підприємства ТОВ «Завод «Дзеркальник»»

Слід відзначити, що в останні роки пропозиція на ринку автоперевезень вантажів значно зросла. Крім того, доставка вантажу автотранспортом на невеликій відстані (до 400 км) значно дешевше, ніж залізничним транспортом. Перерозподіл транспортних потоків на користь автоперевезень відбувається внаслідок дефіциту залізничних вагонів, високої вартості доставки, великі витрати на перевантаження особливо невеликих партій соняшникової олії на коротку відстань.

Слід зауважити, що обмежуючим фактором у збільшенні частки автоперевезень у ланцюжку доставки вантажів в порти, є незадовільний стан вітчизняних доріг. За наявності більш якісного покриття вдалося б збільшити не тільки відстань доставки вантажу в порт, але й знизити час і вартість самої доставки, оскільки значну частину в її вартості становлять витрати на утримання та ремонт автотранспорту.

Останнім часом набуло поширення транспортування рідких продуктових вантажів у флексітанках. Флексітанк – це гнучкий контейнер, який використовується для перевезення і зберігання рідких харчових, сипучих, а також наливних небезпечних вантажів промислового призначення. Матеріал контейнера не взаємодіє з вантажем навіть при тривалому перевезенні та високих температурах.

Транспортування наливних продуктів харчування, зокрема соняшникової олії у флексітанках має низку переваг порівняно з вищевказаними способами доставки, а саме:

- вантаж не потребує попереднього пакування, наприклад у бочки, каністри або іншу тару для наливних вантажів;
- при перевезенні у флексітанках обсяг вантажу може бути збільшений на 30% порівняно з перевезенням упакованого вантажу;
- перевезення здійснюється за ставкою 20-футового суховантажного контейнера, а не танк-контейнера, що дозволяє економити від 500 до 1000 дол. США за контейнер;
- відправник або одержувач вантажу звільняється від витрат, пов'язаних з поверненням та очищенням обладнання, наприклад, як у випадку з перевезенням у танк-контейнерах і цистернах, тобто оплачуються тільки витрати з доставки вантажу.

1.5 Техніко-економічні показники експлуатації рухомого складу

Для здійснення планування, обліку та аналізу роботи автотранспортного підприємства використовується комплекс показників, що дозволяють оцінити

ефективність експлуатації рухомого складу та результати його діяльності. Собівартість перевезень формують безліч факторів, які можуть бути як залежними, так і незалежними від роботи автотранспортного підприємства.

Серед залежних факторів, що впливають на собівартість перевезень, можна виділити такі:

- Підвищення продуктивності праці рухомого складу;
- Автоматизація та механізація процесів технічного обслуговування і ремонту;
- Запровадження прогресивних організаційних форм і методів перевезення;
- Системи матеріального заохочення за якісні та кількісні показники роботи.

Витрати на транспортування умовно поділяються на змінні та постійні. Змінні витрати, які прямо пов'язані з функціонуванням рухомого складу, включають витрати на паливо, експлуатаційні матеріали, шини, технічне обслуговування і ремонти, а також амортизацію при капітальному ремонті авто. Постійні витрати, які меншою мірою залежать від пробігу, охоплюють накладні витрати та умовно заробітну плату водіїв. Змінні витрати зазвичай обчислюють на 1 км пробігу, тоді як постійні – на 1 годину роботи транспортного засобу.

Зниження собівартості перевезень можна досягти за рахунок скорочення як змінних, так і постійних витрат, а також підвищення коефіцієнта використання пробігу, поліпшення використання вантажопідйомності та зменшення часу простою під навантаженням і розвантаженням. Витрати на навантажувально-розвантажувальні роботи формуються відповідно до калькуляції витрат на 1 годину роботи вантажопідйомних механізмів та обслуговуючого персоналу, до яких входять витрати на самі навантажувальні й розвантажувальні операції.

В сучасних умовах підприємства впроваджують нові технології, такі як GPS-моніторинг, що дозволяє покращити управління маршрутами, оптимізувати витрати, а також зібрати дані для подальшого аналізу ефективності роботи рухомого складу. Таким чином, підприємства можуть зменшити собівартість перевезень і підвищити загальну продуктивність.

1.6 Висновки

Метою діяльності транспортного відділу ТОВ «Завод «Дзеркальник» є своєчасна доставка вантажів, зокрема вантажів продуктів харчування і рослинної олії до морських портів України, для своєчасного забезпечення потреб замовників. На протязі останніх років іде тенденція розширення штату, та збільшення кількості нових автомобілів, для ефективнішої та безперебійної роботи підприємства, це можна пояснити стрімким розвитком виробництва рослинної олії Українськими виробниками.

Тому, подальший розвиток експортної інфраструктури галузі з метою збільшення обсягів експорту вантажів продуктів харчування і рослинної олії зокрема потребує розв'язання ряду проблем, а саме:

- скорочення часу доставки та витрат на транспортування вантажів до портових перевантажувальних терміналів;
 - підвищення якості покриття автомобільних доріг;
 - створення розгалуженої мережі мийно-пропарювальних станцій;
 - вдосконалення методів контролю якості продуктів, зокрема соняшникової олії;
 - акредитації контрольно-випробувальних лабораторій перевантажувальних терміналів відповідно до вимог ДСТУ ISO 17025 та їх оснащення високоточним обладнанням для вхідного та вихідного контролю продуктів харчування;
- модернізації існуючих і будівництва нових потужностей перевантажувальних морських терміналів.

.

2.1 Стан питання, мета і задачі дослідження

2.1.1 Актуальність проблеми

На сьогоднішній день в світі експлуатується понад 750 млн. автомобілів, і до 2030 року їх чисельність складе 1,3 мільярда одиниць. Нині, для отримання електричних потужностей до 3 МВт використовують електростанції на основі поршневих двигунів внутрішнього згорання. Суднобудування, в переважній більшості, в якості двигунів використовують поршневі ДВЗ. Відповідно, поршневі мотори є основним джерелом для одержання механічної і електричної енергії у транспортних засобах та в стаціонарних джерелах електроенергії при відсутності потрібних потужностей в електричних мережах або при відсутності мережі як такої.

На сьогоднішній день, проблема підвищення ефективності та екологічності циклу поршневого двигуна є актуальною. Сьогодні поршневий двигун досяг доволі високих меж досконалості. Поршневі двигуни мають велике значення, як сьогодні, так і в найближчому майбутньому в ролі основного джерела механічної і електричної енергії. Але широке, обумовлене глобальною інфраструктурою, використання невідновних вуглеводневих палив робить проблему підвищення ефективності робочого циклу поршневого двигуна однією з найбільш актуальних, на одному рівні з підвищенням екологічності та екологічної безпеки двигунів.

2.1.2 Ступінь розробленості теми

Після аналізу багатьох наукових досліджень в області підвищення паливної економічності та екологічної безпеки виявилось, що на даний час сформована достатньо велика теоретична і експериментальна база.

Основні вимоги, що пред'являються до конструкції проектуємих двигунів, є не тільки забезпечення високої надійності, універсальності, спрощення і здешевлення конструкції, але і підвищення їх продуктивності, економічності та паливної економічності.

Аналіз матеріалів має велике методологічне і теоретичне значення, однак в них не повністю відображене питання впливу водної інжекції на підвищення паливної економічності та екологічної безпеки дизельних двигунів. Актуальність і недостатня розробленість проблеми і служить підставою для вибору мети дослідження.

2.1.3 Використання альтернативних видів палива в якості шляхів вирішення проблеми

Важливою умовою високого економічного розвитку будь-якої країни є забезпеченість енергоресурсами. За останні 30 років світове енергоспоживання підвищилось більш ніж на 35 %. Разом з тим, уже зараз абсолютно відомо, що ХХІ

століття стане кінцем нафтової ери. Але на жаль, в даний час ні один з видів альтернативного палива не можна розглядати як повноцінну заміну бензину чи дизельного палива. Для цього повинні бути задіяні значні не тільки державні, але й світові інвестиції у розробку та впровадження високоефективних енергозберігаючих технологій, розвиток інфраструктури та підтримання економічно доцільного попиту на альтернативні енергоресурси. Економічний ефект від впровадження та використання установок з виробництва біодизельного палива, синтетичного бензину, за переробки відпрацьованого масла. Без впливу підтримуючих програм, може бути отриманий лише у виняткових випадках і носить виключно локальний характер.

Великий інтерес, як перспективний вид палива для двигунів з числа поновлюваних ресурсів, можуть бути спирти (етанол та метанол). Але на сьогоднішній день вони ще не можуть бути використані в якості основного палива (в чистому вигляді), а тільки у вигляді добавки до традиційного палива.

На сьогодні поширеним являє собою використання альтернативних видів палива, до яких можна віднести:

Природний газ. Двигуни внутрішнього згорання використовують два різних типи газоподібного палива – метан або пропан-бутанову суміш. Стиснений газ (метан) давно використовують як пальне для двигунів. Запаси цього газу майже необмежені. Крім традиційного його видобутку, метан можна отримувати в якості біогазу при переробці органічних відходів. Для роботи на метані можна переобладнання практично будь-який бензиновий двигун (карбюраторний чи інжекторний) і навіть дизельний (хоча обсяг допрацьованих дизельних двигунів значно вище й це не завжди економічно доцільно).

Разом з тим, при використанні метану як моторного палива можуть виникнути такі проблеми:

- зберігання метану пов'язано з використанням важких і дорогих газових балонів (загальна вага газових батарей може сягати до 1,5 т), тому його доцільно використовувати лише на важкому транспорті (вантажівки, автобуси та ін);
- підвищена вибухонебезпечність при появі негерметичності балонів.

Зріджений газ, як паливо для двигунів знайшов широке застосування. Найбільш поширена є пропан-бутанова суміш. Як правило, пропан-бутанова суміш зберігається в зрідженому вигляді під високим тиском 16 атм. (сталевий балон ємністю 50-80 л. важить 40-70 кг). Октанове число пропан-бутану може бути в межах 99...106.

Іншим різновидом зрідженого газу є диметиловий ефір. Диметилефір – являє собою зріджений газ, який виробляється з природного метану. Він має високе метанове число (55...60 проти 40...55 у нафтового дизельного палива) і повною відсутністю сажі у відпрацьованих газах.

Основними перевагами зрідженого газу є:

- низька вартість (ціна нижча ніж бензин, але вища ніж на стиснений газ);
- невелика токсичність відпрацьованих газів.

Основними недоліками зрідженого газу є:

- при низьких температурах зовнішнього повітря запуск та прогрівання двигуна здійснюють на штатному паливі;
- запаси зрідженого газу обмежені.

Водень. В даний час використовуються два способи застосування водню. Перший – в якості паливних елементів, а другий – в якості палива в циліндрах традиційним способом.

Паливні елементи – пристрої, які генерують електроенергію безпосередньо в процесі реакції кисню та водню. Як паливо, водень використовують в стисненому вигляді. Даний напрямок є перспективним, але основний стримуючий фактор виступає в якості високої вартості паливного елемента. Друга важлива і невирішена проблема є висока собівартість одержання водню і його підвищена вибухонебезпечність. Спалювання водню в циліндрах двигуна традиційним способом призводить до підвищення термічного ККД, та зниження токсичності відпрацьованих газів. Основною проблемою в використанні водню в якості палива є велика складність зберігання. Дуже перспективною розробкою вважають застосування метал-гідридів – пристроїв зі спеціальними сплавами, що вбирають водень в свою кристалічну решітку і віддають його при нагріванні. Ці пристрої забезпечують високу безпеку зберігання і найвищу щільність зберігання палива. Також їх промисловий випуск представляється досить віддаленою перспективою.

Біопаливо. На сьогоднішній час розроблено декілька технологій виробництва біопалива. Переробка сільськогосподарських відходів в паливо. Основною сировиною є відходи деревини та солома. В процесі переробки виходить дизельне паливо з низьким вмістом сірки та інших шкідливих домішок. Використання біопалива дозволяє значною мірою поліпшити екологічні показники двигунів. Основним недоліком є відносно висока собівартість отримання біопалива. Додавання ріпакової олії до дизельного палива. В якості палива використовують складні ефіри ріпакової олії, які додаються у кількості 5...30%.

Позитивні сторони використання біопалива:

- зниження викидів шкідливих речовин;
- запаси сировини можливо поновлювати щорічно, вирощування культури не вимагає особливого догляду в процесі вирощування;
- в ході виробництва біопалива з ріпакової олії одержують гліцерин, сульфат натрію та ін.

Недоліки застосування біопалива:

- собівартість виробництва порівняно вища, ніж бензину і дизпалива;

- потрібні значні додаткові земельні площі, зайняті під оброблення олійних культур;
- ефіри ріпакової олії мають значну корозійну активність;
- значний мінус це зниження потужності двигуна і значна витрата палива.

Синтетичне пальне. Сучасні технології переробки вуглеводнів дозволяють отримати синтетичне дизельне паливо і синтетичний бензин. В якості сировини використовуються відходи різних галузей, навіть побутове сміття. Особливості розроблення технологічних процесів полягають у тому, що з одного і того ж виду сировини можуть виходити різні види палива.

Основними перевагами використання синтетичного палива є:

- отримання необхідних характеристик палива;
- відсутність сірки, значне зниження викидів шкідливих речовин;
- запаси сировини необмежені.

Основні недоліки синтетичного палива:

- висока енергоємність виробництва;
- необхідні значні вливання капіталу на створення інфраструктури виробництва, використання та зберігання синтетичного палива.

Спирти. В якості палива для двигунів внутрішнього згоряння використовують етанол і метанол. Етанол – етиловий зневоднений спирт, виготовлений з біологічно поновлюваної сировини. В даний час промисловістю використовуються три варіанти отримання етилового спирту: зброджуванням харчової сировини (переробкою цукру на спирт за допомогою дріжджів), гідролізом рослинної сировини і гідратацією етилену (синтетичний спирт). Енергетична цінність спирту, як палива, майже в півтора рази нижче, ніж у бензину. В якості автомобільного палива етанол за окремими параметрами перевершує бензин. В ньому набагато менше домішок (наприклад, сірки), а октанове число досягає 125 одиниць. Тому етанол іноді використовують як високооктанову добавку. Теплотворна здатність етанолу істотно нижче бензинової (21,2 кДж/л проти 31,9 кДж/л). Крім того, етанол дуже гігроскопічний – при контакті з водою перетворюється у складу суміші, порушуючи її характеристики.

Основні переваги використання етанолу:

- запаси сировини майже необмежені;
- накопичений досить багатий досвід експлуатації двигуна на етанолі (Бразилія, Австралія);
- зменшення токсичності відпрацьованих газів.

Недоліки:

- необхідна зміна конструкції системи живлення двигуна;
- зниження потужності двигуна, збільшення витрати палива;
- погіршення пускових властивостей двигуна через гігроскопічність етанолу;

– висока собівартість виробництва біоетанолу.

Метанол. Відомий як метиловий спирт. Процес отримання заснований на каталітичній конверсії вуглеводнів природного, коксового та інших вуглеводневмісних газів з водяною парою. В якості самостійного пального і в та добавок до бензину застосовується рідко (наприклад, для спортивних двигунів, не розрахованих на тривалу експлуатацію). Достатньо широко застосовується як сировина для отримання водню.

Переваги:

- дозволяє вирішити проблему зберігання водню та вилучення його;
- запаси сировини майже необмежені;
- використовується як сировина для виробництва синтетичного бензину.

Недоліки:

- надзвичайно токсичний (смертельна доза для людини – 30 мл.);
- має підвищену корозійну активність.

Коротка характеристика в таблиці 2.1 з перевагами та недоліками альтернативних видів палива.

Таблиця 2.1 - Альтернативні види палива, їх переваги та недоліки

Вид альтернативного палива	Переваги	Недоліки
Природний газ	- майже не обмежені запаси	- використання газових балонів; - підвищена вибухонебезпечність; - суміш зберігається в зрідженому вигляді під високим тиском 16 атм.
Диметиловий ефір	– низька вартість (ціна нижча ніж бензин, але вища ніж на стиснений газ); – невелика токсичність відпрацьованих газів.	– при низьких температурах зовнішнього повітря запуск та прогрівання двигуна здійснюються на штатному паливі; – запаси зрідженого газу обмежені.
Біопаливо	- відносна легкість виробництва; – зниження викидів шкідливих речовин; – запаси сировини можливо поновлювати щорічно, вирощування культури не вимагає особливого догляду в процесі вирощування; – в ході виробництва біопалива з ріпакової олії одержують гліцерин, сульфат натрію та ін.	- висока собівартість отримання біопалива. – потрібні значні додаткові земельні площі під оброблення олійних культур; – ефіри ріпакової олії мають значну корозійну активність; – зниження потужності двигуна і значна витрата палива.

Водень	- зниження токсичності відпрацьованих газів	- висока собівартість одержання; - велика складність зберігання; - призводить до підвищення термічного ККД
Синтетичне пальне	— отримання необхідних характеристик палива; — відсутність сірки, значне зниження викидів шкідливих речовин; — запаси сировини необмежені.	— висока енергоємність виробництва; — необхідні значні вливання капіталу на створення інфраструктури
Етанол	— запаси сировини майже необмежені; — накопичений досить багатий досвід експлуатації двигуна на етанолі (Бразилія, Австралія); — зменшення токсичності відпрацьованих газів.	— необхідна зміна конструкції системи живлення двигуна; — зниження потужності двигуна, збільшення витрати палива; — погіршення пускових властивостей двигуна через гігроскопічність етанолу; — висока собівартість виробництва біоетанолу.
Метанол	— дозволяє вирішити проблему зберігання водню та вилучення його; — запаси сировини майже необмежені; — використовується як сировина для виробництва синтетичного бензину.	— надзвичайно токсичний (смертельна доза для людини – 30 мл.); — має підвищену корозійну активність.

2.1.4 Шляхи підвищення ефективності використання двигуна

Автомобільному транспорту відводиться важлива роль у розвитку економіки країни. В сучасних умовах розвитку неможливий без посилення виробництва та його технічного переозброєння. Для цього необхідно забезпечити випуск автомобільної техніки, як мінімум, у відповідності з світовими стандартами щодо ефективності її використання, а краще випереджаючи досягнутий світовий рівень.

Основні вимоги, що пред'являються до конструкції машин мають назву експлуатаційні показники, які включають:

- забезпечені високої надійності;
- універсалізація;
- підвищений ККД, при низькій витраті палива та зниженні шкідливих викидів;
- спрощення і здешевлення конструкції;

- зниження витрат на технічне обслуговування.

В якості першочергових завдань є – зниження витрати палива двигуна які обслуговують виробництво та виробничі процеси. Враховуючи постійний ріст цін на енергетичні, стає очевидним пріоритетний вплив енергоресурсів на трудомісткість виробництва і собівартість виробленої продукції.

Відомо, що в даний час і на найближчу перспективу основними джерелом енергії залишаються двигуни внутрішнього згорання, що перетворюють хімічну енергію палива в механічну роботу двигуна. При цьому паливо є не тільки основним джерелом енергії для двигунів. В залежності від виду виконуваних технологічних процесів і типу застосовувань агрегатів, структурі собівартості виконуваних робіт частка витрат на паливо сьогодні складає від 25 до 35 %, причому ця частка постійно зростає у зв'язку зі зміною цін на енергоносії.

Показниками економічності роботи двигунів внутрішнього згорання, відноситься часова та питома витрати палива, визначаються ідеальністю конструкції двигунів. Зокрема, основними показниками сучасних двигунів, характеризують їх технічний рівень з позиції ефективності експлуатаційних показників, таких як:

- ефективний ККД двигуна η_e ;
- питома ефективна витрата палива g_e ;
- та ін.

Ефективний ККД двигуна η_e являє собою відношення кількості енергії, перетвореної на роботу на валу двигуна, до всієї енергії палива, спаленого в двигуні:

$$\eta_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \cdot g_e}, \quad (2.1)$$

Тоді,

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{H_u \cdot g_e} = \frac{G_T \cdot 10^3}{N_e}, \quad (2.2)$$

Де g_e - питома ефективна витрата палива г/кВт·год;

G_T - годинна витрата палива, кг/год;

H_u - нижча теплопровідна здатність МДж/кг;

N_e - ефективна потужність двигуна, кВт.

Так як при тепловому розрахунку ДВЗ слід користуватися нижчою теплотою згорання палива. Між нижчою і вищою теплотою згорання палива існує такий зв'язок:

$$H_u = H_0 - 2,512 \cdot W, \text{ МДж/кг}, \quad (2.3)$$

Де, H_0 - найвища теплота згорання палива, МДж/кг;

W - маса водних парів в продуктах згорання, 0,123 кг;

2,512 – коефіцієнт, що приймає при технічних розрахунках середнє значення питомої теплоти пароутворення, МДж/кг.

Коефіцієнт що враховує присутність води в складі свіжого заряду, що може бути представлено як

$$Y_{H_2O} = \frac{m_{H_2O} \cdot i}{\rho_k \cdot V_h}, \quad (2.4)$$

Де, m_{H_2O} - маса циклової подачі води мг/цикл;

i - число циліндрів двигуна;

ρ_k - густина свіжого заряду;

V_h - робочий об'єм двигуна, л.

$$\gamma_{H_2O} = \frac{18 \cdot 6}{1,189 \cdot 10^3 \cdot 12,580} = 0,0072$$

Тоді середня мольна теплоємність в кінці такту стиснення суміші визначається:

$$(mc_v)_{t_0}^{tc} = \left(\frac{1}{1 + \gamma_r + \gamma_{H_2O}} \right) [(mc_v)_{t_0}^{tc} + \gamma_r (mc_v'')_{t_0}^{tc} + \gamma_{H_2O} (mc_v''')_{t_0}^{tc}], \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{град}}. \quad (2.5)$$

Де, γ_r - 0,03 коефіцієнт залишкових газів для дизельних двигунів;

γ_{H_2O} - коефіцієнт що враховує присутність води в складі свіжого заряду;

$(mc_v)_{t_0}^{tc}$ - $20,6 \cdot 2,638 \cdot 10^{-3} \cdot tc$, $\frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{град}}$ середня мольна теплоємність повітря;

$tc = T_c - 273^\circ\text{C}$, $T_c = 915^\circ\text{C}$, температура в кінці такту стиснення;

$(mc_v'')_{t_0}^{tc}$ - 23,99 $\frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{град}}$ середня мольна теплоємність залишкових газів, при

$\alpha = 1,4$;

$(mc_v''')_{t_0}^{tc}$ - 28,14 $\frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{град}}$ середня мольна теплоємність водної пари в наслідок

випаровування в циліндрі двигуна.

$$(mc_v')_{t_0}^{tc} = \left(\frac{1}{1 + 0,03 + 0,0072} \right) (22,294 + (0,03 \cdot 23,99) + (0,0072 \cdot 28,14)) = 22,384 \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кмоль} \cdot \text{град}}$$

Для дизельного палива нижча теплотворна здатність може бути $H_u = 42,4 \dots 42,7$ МДж/кг. При цьому ефективний ККД на номінальній потужності:

- для карбюраторного двигуна $\eta_e = 0,25 \dots 0,33$;
- для дизелів без наддуву $\eta_e = 0,35 \dots 0,42$;
- для дизелів з наддувом $\eta_e = 0,38 \dots 0,46$;
- для газових двигунів $\eta_e = 0,23 \dots 0,30$.

Порівняльна характеристика сучасних ДВЗ по питомій ефективній витраті палива показана в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Питома витрата палива двигуна

Типи двигунів	Питома ефективна витрата палива g_e , г/кВт·год.
Найновітніші зарубіжні дизелі	Від 193
Передкамерні та вихрекамерні дизельні	250..300
Однокамерні дизельні	210..260
Бензинові	230..370

Також треба розуміти що не теплота більшості двигунів йде на корисну роботу двигуна, значна міра просто не використовується та втрачається в системі охолодження та в системі випуску відпрацьованих газів.

Таблиця 2.3 – Тепловий баланс більшості сучасних двигунів

Складова теплового балансу	Двигун з іскровим запалюванням, %.	Дизельний двигун, %
Корисна теплота (теплота що перейшла в роботу на вал)	21..28	29..42
Теплота відведена системою охолодження	12..27	15..35
Теплота втрачена з вихлопними газами	30..55	25..45
Інші втрати теплоти	3..10	2..5

За період останніх 30 років у кращих іноземних двигунів витрата палива знизилась до 30%. Використавши поняття питомої витрати палива (витрата на одиницю роботи) визначимо основні фактори, що впливають на паливну економічність:

$$q_{od} = \frac{q_e \cdot K_m}{360 \cdot \eta_e \cdot \eta_T \cdot \tau}, \text{ кг/од (2.6)}$$

З врахуванням (2.2),

$$q_{od} = \frac{10 \cdot K_m}{H_U \cdot \eta_e \cdot \eta_T \cdot \tau} \text{ кг/од (2.7)}$$

Де K_m - коефіцієнт питомого опору автомобіля (весь опір який сприймає двигун на себе) кН/м.;

η_T - тяговий ККД;

τ - коефіцієнт витрати часу.

Отримана залежність показує, що питома витрата палива буде збільшуватися із зростанням питомого опору, що діє на автомобіль, та зменшуватися з підвищенням теплотворної спроможності палива і поліпшення протікання теплового процесу в двигуні. Навіть зменшення питомої витрати палива можна досягти покращенням конструкції двигуна, та поліпшенням умов його використання.

При дослідженні динаміки процесу автомобіля згадані вище опори приводяться до колінчастого валу двигуна. Дії сил опору замінюються відповідним сумарним моментом тому опору руху агрегату M_a . Для забезпечення руху автомобіля (можливості виконання технологічної задачі з відповідною якістю) необхідно виконати таку умову

$$M_{a\max} \leq M_{d\max} \quad (2.8)$$

Де, $M_{a\max}$ - найбільший момент опору, приведений до колінчастого валу;

$M_{d\max}$ - найбільший крутний момент, що розвивається двигуном.

Коливання сумарного приведенного моменту опору руху автомобіля (за умови, що він рухається без перемикання передач), для автомобіля з механічною трансмісією, або без зміни режиму роботи, можуть визвати лише короткочасні максимальні навантаження двигуна. У цьому випадку, можливість двигуна автомобіля протистояти короткочасним перевантаженням характеризується коефіцієнтом пристосовності двигуна по моменту, який представляє собою відношення максимального крутного моменту двигуна до номінального (малюнок 2.1)

$$K_{П(М)} = \frac{M_{d\max}}{M_{дном}}, \quad (2.9)$$

Де, $M_{дном}$ - номінальний крутний момент що розвиває двигун.

З урахуванням (2.9) вираз (2.8), визначальною умовою безперебійної роботи автомобіля матиме вигляд

$$M_{a\max} \leq K_{П(М)} \cdot M_{дном}, \quad (2.10)$$

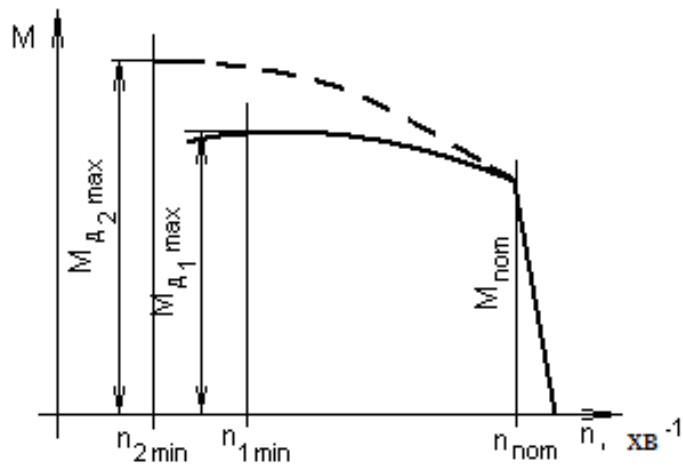


Рисунок 2.1 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

Збільшення коефіцієнта пристосування двигуна моменту сприяє безперебійній роботі двигуна. Можливість перенесення короткочасного збільшення опору двигуном визначається також запасом кінетичної енергії обертових і зворотно поступальних рухомих мас двигуна. Враховуючи, що при його перевантаженні частота обертання колінчастого вала не може бути нижче $n_{\min}$, та значення кінетичної енергії при переході двигуна з режиму n_{nom} в режим $n_{\min}$ визначиться з виразу

$$E = \frac{J(\omega_{\text{nom}}^2 - \omega_{\min}^2)}{2}, \quad (2.11)$$

Де, J - момент інерції маховику та інших рухомих деталей, підведених до колінчастого вала.

Аналізуючи цей вираз можна зрозуміти що чим більша різниця між $n_{\min}$ та n_{nom} , тим більша величина кінетичної енергії що може бути використана для подолання навантаження, відповідно відношення коефіцієнту пристосованості до кутової швидкості колінчастого вала двигуна

$$K_{\Pi(\omega)} = \frac{\omega_{\text{nom}}}{\omega_{\min}}, \quad (2.12)$$

або

$$K_{\Pi(\omega)} = \frac{n_{\text{nom}}}{n_{\min}}, \quad (2.13)$$

де ω_{nom} - номінальна кутова швидкість колінчастого вала;

$\omega_{\min}$ - мінімально допустима кутова швидкість колінчастого вала двигуна;

n_{nom} - номінальна частота обертів колінчастого вала;

$n_{\min}$ - мінімально допустима частота обертів колінчастого вала двигуна.

З цього витікає наступне

$$K_{\Pi(\omega)} = K_{\Pi(n)}, \quad (2.14)$$

Якщо підставити (2.12) в (2.11) отримаємо

$$E = \frac{J \cdot \omega_{nom}^2}{2} \left(\frac{K_{\Pi(\omega)}^2 - 1}{K_{\Pi(\omega)}^2} \right), \quad (2.15)$$

Аналізуючи вирази (2.10) та (2.15), виходить що безперебійна робота двигунів буде забезпечена надійніше чим більший коефіцієнт пристосованості двигуна як до кутової швидкості так і до крутного моменту. Збільшивши коефіцієнт пристосованості двигунів призведе до ефективнішої роботи двигунів так і до зниження витрати пального.

2.1.5 Підвищення паливної економічності, та ефективної роботи двигунів за допомогою застосування водної інжекції

Вуглеводні як паливо, органічні сполуки запас яких, обмежений і невпинно скорочується. Але як паливо ще довго залишаться незамінним для двигунів внутрішнього згоряння. У цьому зв'язку питання їх раціонального використання залишається актуальним на сьогодні. Проведені дослідження з підвищенню паливної ефективності доволі значущі. За більш ніж вікову історію ККД новітніх бензинових двигунів з іскровим примусовим запалюванням не перевищив 25..30 %. ККД новітніх дизелів, навіть у найбільш економічних масивних варіантах, не перевищує 40..45 %. ККД малих дизелів нижче на 10...15 %.

Одним з напрямків підвищення паливної ефективності ДВЗ є використання води як добавки до вуглеводних палив. Ідея використання води для покращення роботи ДВС не нова та досить приваблива.

Привабливість цієї ідеї можна пояснити тим, що її застосування не вимагає великих витрат на створення нових виробничих потужностей. Якщо прийняти до уваги, що вода після її використання в ДВС, повертається назад в гідросферу, і при чому очищена, то її запаси практично невичерпні.

Вода не є горючою речовиною, тому вона не може замінити традиційне вуглеводне паливо, яке використовується в ДВС для нагрівання свіжого заряду. Проте вода дозволяє зменшити теплову напруженість двигунів, тим самим підвищити надійність і ефективність їх роботи, економити паливо, збільшити детонаційну стійкість до низько октанових бензинів. За допомогою застосування впорскування води знизити концентрацію оксидів азоту та вуглецю у відпрацьованих газах. Водна інжекція може бути використана для охолодження паливно-повітряного заряду при створенні двигунів з наддувом, а також при роботі двигунів у високогірних умовах.

На сьогоднішній день відомо кілька способів додавання води до палива:

- 1) нерегульована подача незмінної кількості води, незалежно від режиму роботи двигуна;
- 2) регульована подача води, що забезпечує її певну частку в паливній суміші;

3) регульована подача води у відповідності до режимом роботи двигуна;

4) використання водопаливних емульсій (ВПЕ), (вода та паливо).

Водо паливні емульсії – метастабільні рідини, що містять в собі воду та паливо. Тривалість їх метастабільного стану залежить від – емульгатора, третьої речовини. Але підбір цієї речовини значно складніший з технічної точки зору.

Основні фізико-хімічні властивості сучасних ВПЕ майже однакові з базовим вуглеводним паливом. Мають перевагу за антидетонаційними властивостями.

Види емульсій :

- емульсія води у вуглеводнях;
- емульсія вуглеводнів у воді;
- мікроемульсії, дозволяють вводити в паливо різноманітні присадки, що не розчиняються у вуглеводнях. При їх застосуванні спостерігається зростання витрати поверхнево активних речовин – до 15%.

Іншим ефективним способом подачі води в двигун є впорскування води у впускний колектор чи безпосередньо в циліндри двигуна . Такий варіант порівняно з використанням водопаливних емульсій, має значну перевагу. Він досить простий, надійний і здатний забезпечити регульовану подачу води у впускний колектор на режимах, більш чутливих до якості свіжого заряду (рис. 2.2).

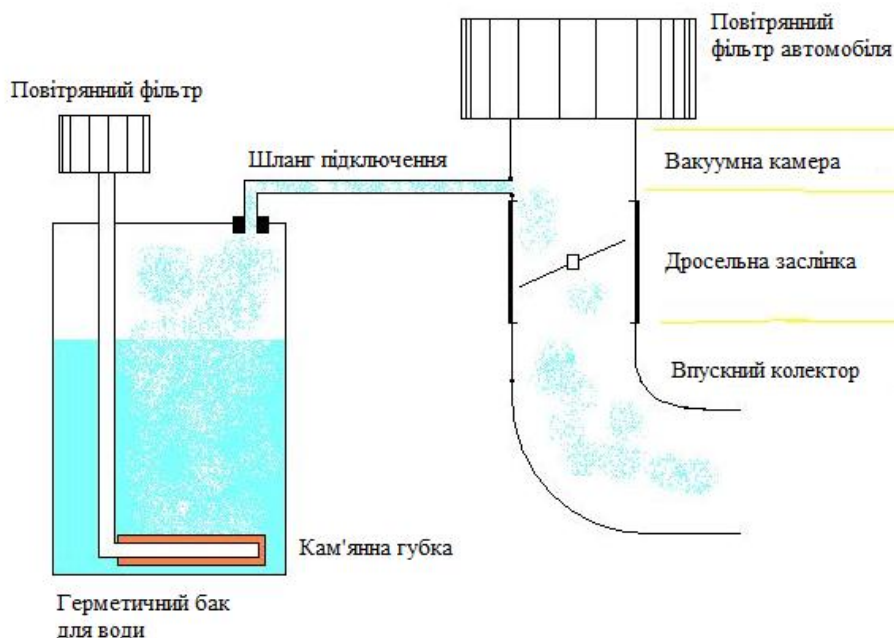


Рисунок 2.2 – Класична схема впорскування води

В даний час механізм дії води на процеси двигуні вивчений далеко не повністю. Однак, незалежно від способу додавання води до палива (впорскування в циліндри або впускну систему, застосування у вигляді водопаливної емульсії), спостерігається зниження вмісту NOx на 8...10% на кожні 10% доданої води і значний антидетонаційний ефект.

Антидетонаційний ефект від додавання води до палива складається, з трьох основних факторів:

- охолодження заряду робочої суміші;
- охолодження деталей камери згоряння;
- дії водяної пари як інертного середовища, що регулює процес горіння.

Дизель характеризується низьким цетановим числом і значним періодом затримки займання. Однак наявність «мікрровибухів» крапель емульсії та вплив води на згоряння призводить до інтенсифікації тепловиділення, та зниження тривалості згоряння і до підвищення економічності. Питома витрата палива може бути знижений на до 10%. В результаті впливу водяного пару на процес газифікації вуглецю (сажі) показник димності вихлопних газів зменшується. Наголошується, що добавка води сприяє зростанню вмісту вуглеводнів у відпрацьованих газах.

Перший патент на використання води як добавки до основного палива в двигунах внутрішнього згоряння був отриманий більше століття тому родоначальником карбюраторного двигуна Н. Отто. Слідом за тим, на початку минулого століття, з'являється досить велика кількість робіт у цій галузі, в результаті яких були розроблені і створені діючі двигуни з відокремленими системами живлення. Відомо, наприклад, що в 1920...1921 роках, багато англійських автобусів були обладнані карбюраторами з двома поплавковими камерами. Одна – для подачі бензину, інша – для подачі води. У тридцяті роки минулого століття вода, як добавка до палива, активно застосовувалась в авіаційній техніці. Її використовували не лише для зменшення чи подолання детонації, але і для істотного зменшення теплової напруженості авіаційних двигунів.

Першу чергу впорскування води застосовувалося на двигунах великої потужності, що потребують великої витрати палива для їх роботи, тут ефект був найбільшим. Відомо, що впорскування води успішно застосовувався на літаках-винищувачах США. Пізніше, з метою короточасного форсажу потужності, уприскування води і до спиртових сумішей був застосований на авіаційних двигунах системою подачі води здійснювалося за допомогою тумблера на рукоятці акселератора. Ця обставина свідчить про те, що в нешкідливості та ефективності застосування уприскування води для двигуна авіаційні інженери не сумнівалися, а військове відомство США надавало цьому велике значення.

Під час Другої світової війни в Німеччині системою вприскування води оснащували радіальні авіаційні двигуни. Воду додавали вже в готову паливо повітряну суміш, охолоджуючи її, і потрапляла разом з нею в камеру згоряння. Від контакту з розжареною поверхнею поршня і стінок циліндра вода перетворювалася на пар, який допомагав штовхати поршень. Попереднє охолодження суміші дозволяло збільшити її обсяг на впорскуванні і підняти ефективність згоряння палива. Потім замість води почали використовувати спеціальну суміш MW50, що

містила рівні частини води та метанолу, тим самим збільшивши потужність двигунів на 25...30 %.

Після проведених досліджень було остаточно встановлено позитивний вплив присутності води в камері згоряння на робочі процеси в двигуні. Разом з тим, головним напрямком досліджень того періоду була боротьба з детонацією. Завдяки цим дослідженням, сьогодні ми знаємо що водна інжекція може перешкоджати появі детонації і працює в таких напрямках:

- впорскування води в систему впускного колектора до кришки циліндру , то невеликі крапельки будуть поглинати тепло з циліндру.
- охолоджене повітря має велику щільність, цим збільшуючи кількість кисню, що потрапляє в циліндр.
- вода має високу теплоємність (може поглинути багато енергії при незначному підвищенні температури).
- невеликі краплі випаровуються в циліндрі і охолоджують його, при цьому отриманий пар збільшує тиск в циліндрі. Це діє як антидетонант і очищає порожнини камери згоряння від нагару, таким чином, усуваються небажані гарячі точки.

У післявоєнний період дослідження впливу води на ефективність використання наземної техніки відновились. Були поставлені стендові та дорожні (ходові) випробування, пов'язані з впорскуванням води до впускної системи двигунів

Шведська автомобілебудівна компанія Saab, з авіаційними корінням, встановлювала систему впорскування води на свій автомобіль Saab 99 Turbo S навіть до початку 1980-х років. Разом з тим, з появою інтеркулера, охолодження повітря перед упорскуванням в циліндри, застосування води в автомобільних двигунах втратило свою актуальність.

Кінець XX століття і початок XXI століття, інтерес до впорскування води в двигун проявився знову. Наслідком цього став розвиток мікропроцесорної техніки, що дозволило суттєво розширити рамки регулювання робочих процесів в двигунах внутрішнього згоряння, та що найголовніше, управляти ними. З'явилася можливість застосовувати на автомобілях складні системи з електронним управлінням, які могли працювати в автоматичному режимі, та не відволікати водія.

В перспективі найбільш прийнятне використання пристроїв на основі тюнінгу , адаптованих під двигуни , що знаходяться в експлуатаційних умовах.

В якості таких пристроїв, треба розглянути британську фірму Aquamist що на сьогоднішні є одним з провідних виробників систем впорскування води (рис 2.3). Її продукція використовується на багатьох ралійних автомобілях. Автомобілі WRC ще зовсім недавно їздили «на воді», поки FIA не ввела заборону, але в деяких інших серіях впорскування води в двигун залишається.



Рисунок 2.3 – Пристрій для подачі води

Система впорскування води HFS-3 фірми Aquamist за допомогою новітніх технологій дозволяє забезпечувати точне дозування упорскування води/метанолу (етанолу) в суміші з основним паливом для сучасних ДВЗ (рис. 2.4). Особливістю роботи даної системи є те, що використовується насос, що працює з низьким потоком, але високим тиском. Для забезпечення цього насос працює на подвійному циклі: спочатку вода зтягується, а потім випускається через клапан, це забезпечує точне дозування навіть при тиску до 3 бар. Насос має вбудовану електронну систему для контролю циклу та точного дозування. Вартість систем фірми Aquamist день починається від 700 дол. США.

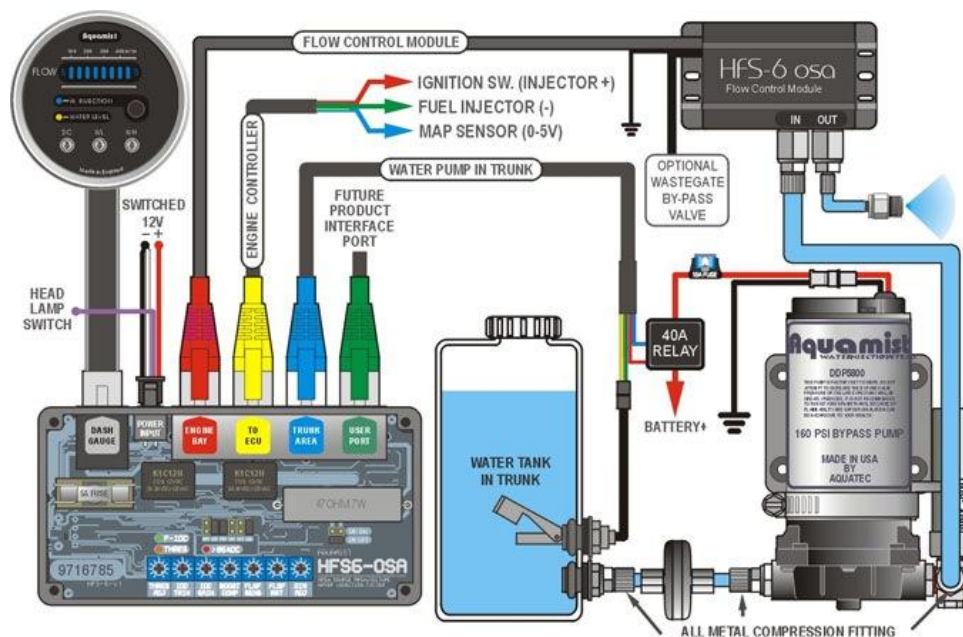


Рисунок 2.4 – Схема роботи системи HFS-3

Але фахівці відзначають, що незважаючи на наявність функції «plug and play» (підключи і грай), система складна в налаштуванні і ще більш складна в «правильному та точному налаштуванні». Очевидно, що для «правильного налаштування» не вистачає знань, так як впорскування води є скоріше екзотикою. Процес потребує поглибленого дослідження.

Іншою аналогічною системою є система «Есомах» (рис. 2.5), що значно простіше по конструкції, та своїми функціями не поступається системам фірми Aquamist.



Рисунок 2.5 – Пристрій для вприскування води «Есомах»

Виробником системи «Есомах» виступає вітчизняна компанія «Екотюнінг – потужність, економія, ресурс», що займається виробництвом і розповсюдженням систем енергозбереження. Компанія стверджує, що система «Есомах» працює з різними типами палива такими як: дизель, газ та бензин.

Пристрій являє собою електронну систему подачі води, тобто систему водної інжекції з термальним контролем та підбором оптимальної витрати води в залежності від частоти обертання колінчастого вала двигуна. На думку розробників, застосування системи дозволить підняти крутний момент двигуна до 30 %, та знизити витрату палива на 10...35 %, що забезпечить більш ефективне охолодження та м'якість роботи. Зниження шуму роботи двигуна, зниження детонації і калильного запалювання, призведе до повного виведення нагару на поршнях, клапанах і свічках, а також до значного зменшення викидів СО до трьох разів.

Явно, що водна інжекція призводить до підвищення ефективності використання рідних палив у ДВЗ. Резерви застосування води, як добавки до палива для двигунів залежать від особливостей конструкції конкретного двигуна. Робочі процеси вивчені в малому обсязі щоб робити точні висновки. Незважаючи на велику дослідницьку базу, до досі немає достовірного аналізу результатів проведених експериментів.

2.1.6 Мета та задачі магістерської роботи

Метою магістерської роботи є підвищення паливної економичності і екологічної безпеки при експлуатації автомобілів з дизельними двигунами.

В якості найбільш перспективного шляху підвищення паливної економичності і екологічної безпеки роботи дизельних двигунів запропоновано використання води, як добавки до основного палива шляхом її інжекції у впускний колектор.

Для досягнення поставленої цілі потрібно вирішити *наступні задачі:*

- проаналізувати існуючі методи підвищення паливної економічності;
- дослідити вплив водної інжекції на теплові процеси дизельного двигуна;
- визначити мінімальний діаметр краплі що подається до впускного колектору;
- провести лабораторні дослідження із застосуванням водної інжекції;
- провести експлуатаційні випробування;
- дати оцінку застосуванню водної інжекції на дизельних двигунах.

Об'єктом дослідження є тепловий процес дизельного двигуна з використанням водної інжекції.

Предмет досліджень – застосування водної інжекції на автомобілях з дизельними двигунами, визначення закономірностей при яких підвищується паливна економічність та екологічна безпека дизелів.

Наукова новизна полягає в наступних положеннях:

- - визначені основні параметри розпилювача водної форсунки, раціональна компонентна суміш водопаливної суміші для дизельного двигуна при застосуванні водної інжекції;
- - визначені техніко-економічні, енергетичні та екологічні показники використання вантажних автомобілів при застосуванні водної інжекції у впускному колекторі дизельного двигуна

2.1.7 Дослідження можливості підвищення паливної економічності за допомогою водної інжекції

При використанні водної інжекції вода вводиться в циліндр двигуна, випаровується. Згідно з визначенням, під пароутворенням розуміється Пароутворення, яке відбувається тільки на поверхні краплинної рідини, називається випаровуванням. Пароутворення по всьому об'єму рідини має назву кипіння, воно відбувається при певній температурі, яка залежить від тиску. Тиск, при якому рідина закипає при даній температурі, має назву тиску насичених парів, його значення залежить від роду рідини та її температури. Кількість теплоти, яка потрібна для пароутворення води, можна визначити за формулою.

$$Q = Q_1 + Q_2, \text{ Дж.}, \quad (2.16)$$

Де Q_1 - теплота, затрачена на нагрів води до температури кипіння, Дж.

Q_2 - теплота пароутворення, Дж.

Ділянка діаграми А-показує нагрів води від температури T_0 до температури кипіння T_k . (рис. 2.6). При цьому все тепло що підводиться до води, використовується для підвищення її температури. Ділянка діаграми - ВС показує процес кипіння води. При цьому все тепло, що підводиться до води, задіюється на перетворення і використання її у пару, температура при цьому залишається рівною температурі кипіння. Ділянка діаграми CD показує, що вся вода

перетворилася на пар(википіла), та підведене тепло витрачається на підвищення температури пару. На температуру кипіння в значній мірі впливає тиск.

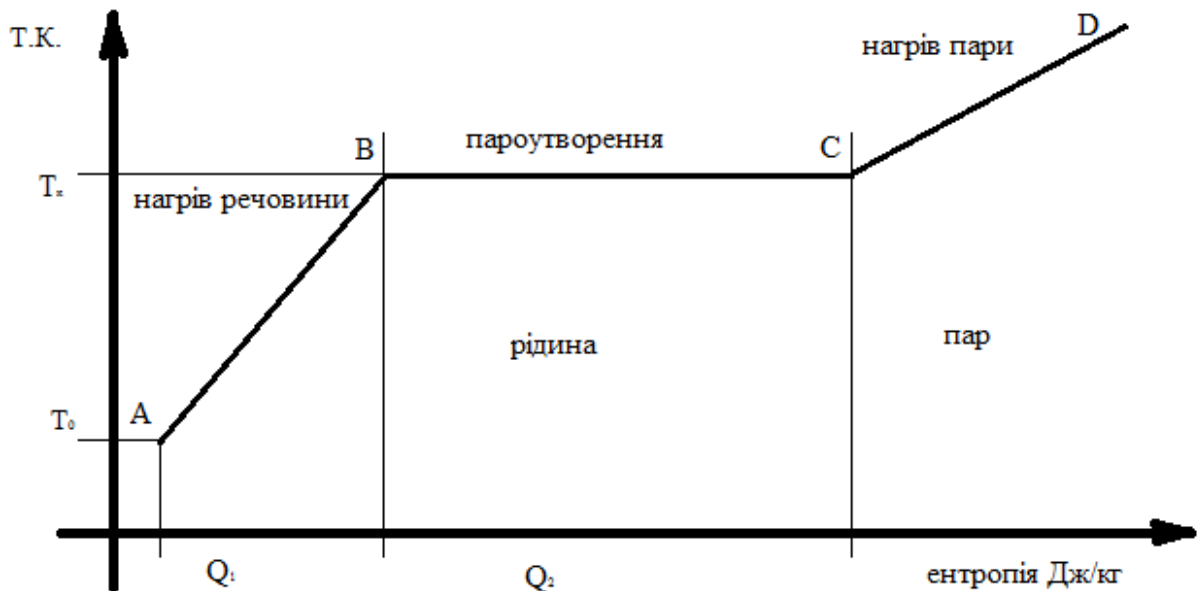


Рисунок 2.6 – Діаграма процесу утворення пару

Затрачена теплота на нагрівання води до температури кипіння визначається як

$$Q_q = m \cdot c \cdot (T_k - T_0), \text{ Дж.}, \quad (2.17)$$

Де c - питома теплоємність води, Дж/(кг·К);

m - маса води, кг.;

T_k - температура кипіння при повному тиску, К.;

T_0 - початкова температура води, К.

Зазначивши, що зміна температури води впливає на її питому теплоємність. Здебільшого, з ростом температури речовини збільшується і її питома теплоємність. Проте, вода веде себе інакше. Нижче температури 36,8 °С її теплоємність зменшується, а потім зростає. Тому теплоємність води однакова, як при температурі 25°С і 45°С, так і при 10°С і 74°С (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Питома теплоємність води

Температура °С	Агрегатний стан	Питома теплоємність води,кДж/(кг·К)
-60	лід	1,64
-20	Лід	2,01
-10	Лід	2,22
0	Лід	2,11
10	Чиста вода	4,218
20	Чиста вода	4,192
40	Чиста вода	4,178
60	Чиста вода	4,184
80	Чиста вода	4,196
100	Чиста вода	4,216

Що до теплового розрахунку ДВЗ, де досліджувані умови температур заходиться в межах від 20 до 3500 °С, в діапазоні температур від 0 до 100 °С зміни питомої теплоємності води перевищують 1% (0,95%). На рисунку 2.7 приведені емпіричні залежності зміни питомої теплоємності води, отримані на підставі даних таблиці 2.2 Згідно цього можна зробити припущення, що при проведенні теплового розрахунку дизельного двигуна в даному діапазоні температур, питому теплоємність води можна вважати постійною, та рівною 4,1868 кДж/(кг·К) або 1 ккал/(кг·К). Зазначивши, що при здійсненні теплового розрахунку робочих процесів у двигунах внутрішнього згоряння в залежності від кількісних одиниці тіла, до якого підводиться теплота, розрізняють масову, об'ємну та мольну теплоємності.

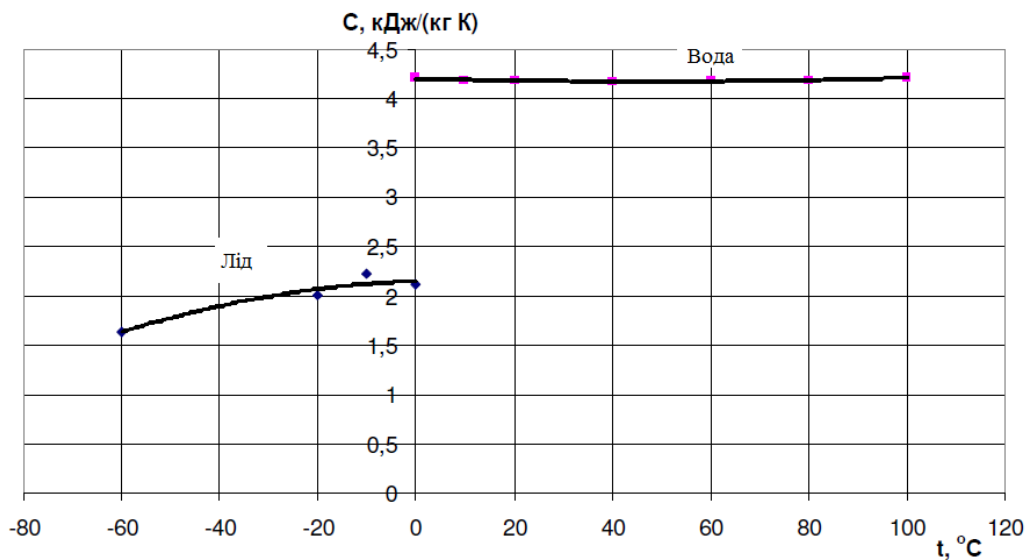


Рисунок 2.7 - Питома теплоємність води

Масова теплоємність – це теплоємність, віднесена до одиниці маси робочого тіла та визначається

$$c = \frac{C}{m}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \quad (2.18)$$

Де C - теплоємність робочого тіла, Дж/К.

Об'ємна теплоємність – це теплоємність, віднесена до одиниці об'єму робочого тіла

$$c' = \frac{C}{V} = c \cdot \rho, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \quad (2.19)$$

Де V - об'єм робочого тіла;

ρ - густина робочого тіла.

Мольна теплоємність – це теплоємність, віднесена до кількості робочого тіла (газу) в молях

$$c_{\mu} = \frac{C}{n}, \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \quad (2.20)$$

Де n - кількість газу в молях.

Масова і мольна теплоємності пов'язані таким відношенням:

$$c = \frac{c_{\mu}}{\mu}, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \quad (2.21)$$

Або

$$c_{\mu} = \mu \cdot c, \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \quad (2.22)$$

Де μ - молекулярна маса

Через мольну теплоємність виражається об'ємна як

$$c' = \frac{c_{\mu}}{V_{\mu}}, \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}, \quad (2.23)$$

Або

$$c_{\mu} = V_{\mu} \cdot c, \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \quad (2.24)$$

Де V_{μ} - $22,4 \frac{\text{м}^3}{\text{моль}}$, мольний об'єм газу при нормальних умовах.

Аналізуючи, що значення питомої теплоти пароутворення при температурі кипіння можна з досить точно визначити за допомогою розрахункових методів. Питому теплоту пароутворення можна буде використати при розрахунку загальної кількості теплоти, витраченої на утворення пари деякої кількості речовини. Теплоту, витрачену на пароутворення води, можна буде визначити за формулою

$$Q_2 = L \cdot m, \text{ Дж} \quad (2.25)$$

Де L - питома теплота утворення пари, $\text{Дж} / \text{кг}$;

m - маса води кг .

Питома теплота утворення пари – фізична величина, яка характеризує кількість теплоти, що необхідно повідомити 1 кг речовини, яку взяли при температурі кипіння, для того щоб перевести його з рідкого стану в газоподібний. Відзначивши, що питома теплота утворення пари чисельно дорівнює питомій теплоті конденсації, що виділяється при конденсації пару, взятого при температурі кипіння, в рідину.

Питома теплота утворення пари (конденсації) може бути визначена за формулою

$$L = \frac{Q}{m}, \text{ Дж} / \text{кг}. \quad (2.26)$$

Питома теплота утворення пари при кипінні води становить 2256 кДж/кг. В ДВЗ, з врахуванням складності процесів що протікають, для технічних розрахунків питому теплоту пароутворення прийнято брати більшою, та рівній 2512 кДж/кг. Висока питома теплота утворення пари можна пояснити тим що велика кількість водневих зв'язків і їх розгалуженою структурою, що руйнуються при утворенні пару.

Друга складність, що з'являється при тепловому розрахунку подачі води в ДВС, є визначення максимальної циклової подачі води, яку можна подати до циліндру двигуна. Максимальна кількість води по відношенню до газу (конденсату

цього ж газу) не може бути більша за ту, коли розпорошена вода повністю випарується в газі і відносна вологість газу стане максимальною - 100 %, тоді як при перевищенні порогу відносної вологості понад 100 % що розпорошується вода не буде випаровуватися в газ. Разом з тим, судячи з діаграми фазових перетворень води, при температурах вищих за 647,3 К і тиску що нижче 22,064 МПа вода існує тільки у вигляді пари, а це саме умови роботи ДВС. Зважаючи що, гіпотетичний обсяг води може бути обмежений тільки об'ємом камери згоряння. Але це не так. Рациональний обсяг впорскуваної води дуже залежить від конструкції ДВЗ. При тому пошук рационального обсягу води що впорскується стане однією з задач досліджень.

Складність розрахунків ускладнюється ще й тим, що в результаті розпилення змінюється як щільність, так і теплоємність газу. Не зважаючи на те що у загальноприйнятих методиках розрахунку береться, що випаровування відбувається в абсолютно сухому газі і при атмосферному тиску. Але у нашому випадку випаровування відбувається при значному підвищеному та змінному тиску. Та тиску вже утвореного в процесі горіння паливо повітряної суміші, що надійшла зі свіжим зарядом водяної пари. Причому властивості перегрітої і насиченої водяної пари істотно різняться від властивостей ідеальних газів, де залежність між параметрами ρ, v, T рівнянням стану, що відоме як рівняння (закон) Клапейрона-Менделєєва

$$\rho \cdot v = \frac{m}{\mu} R \cdot T, \quad (2.27)$$

Де ρ - тиск, Па.;

v - об'єм м^3 ;

m - маса речовини кг ;

μ - молярна маса, моль ;

R - універсальна газова стала, $R = 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$;

T - абсолютна температура К .

Аналізуючи рівняння стану можна побачити, що будь-які два з його параметрів визначають третій. У цьому випадку, це далеко не так. Відношення між параметрами ρ, v, T перегрітих і насичених парів набагато складніше, ніж рівняння стану ідеального газу. Відповідності температур насиченої водяної пари і питомої теплоти утворення пари від тиску в межах температур понад 100 °С, отримані графіки на основі даних представлені на рисунках 2.9 та 2.10.

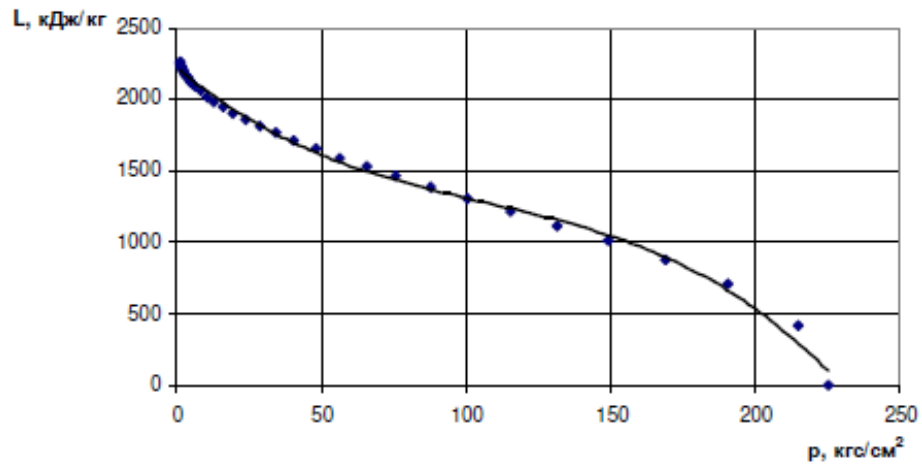


Рисунок 2.9 - Залежність температури насиченої водяної пари від величини абсолютного тиску при температурі вище за 100 °С і абсолютному тиску вищому за 1,0 кгс/см²

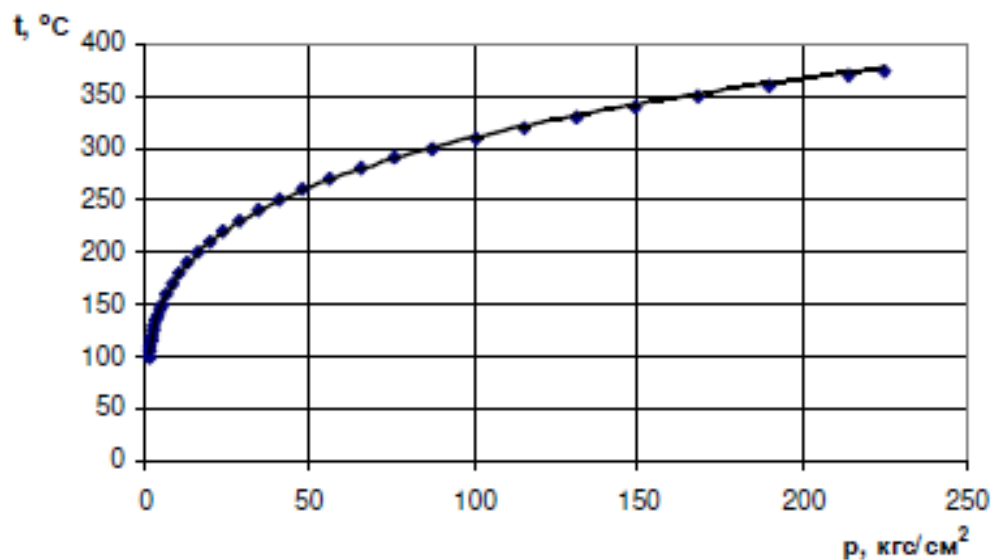


Рисунок 2.10 - Залежність питомої теплоти утворення пари від величини абсолютного тиску при температурі вище за 100 °С та абсолютному тиску вищому за 1,0 кгс/см²

У такий спосіб, розрахунок стає ще більш складним. Адже, робочий процес в дизельному двигуні являє собою динамічний процес, і для того, щоб подача води в циліндр ДВС дала позитивні параметри, потрібно щоб час її випаровування не перевищував часу одного такту роботи двигуна. А час, який витрачений на один такт роботи чотиритактного дизельного двигуна, може бути визначена із залежності

$$t_{\tau} = \frac{30}{n}, \text{ с, (2.28)}$$

Де n - номінальна частота обертів колінчастого валу двигуна, хв⁻¹.

Для більшості дизельних двигунів вантажних автомобілів номінальна частота обертів колінчастого валу в межах 1100-1500 об/хв., що є найекономічним режимом роботи. Оберти на середньому значенні будуть 1300 об/хв. Звідси

$$t_{\tau} = \frac{30}{1300} = 0,023, \text{ с.}$$

Так як швидкість випаровування води в значно залежить від якості розпилу, який визначається розміром краплі впорскуваної рідини. Відома залежність, що дозволяє зв'язати час випаровування з розміром краплини рідини

$$t_{\kappa\theta} = \frac{3600 \cdot \rho_{\theta} \cdot c}{8 \cdot \lambda_z \cdot \Delta t} \cdot d^2, \text{ с} \quad (2.29)$$

Де $t_{\kappa\theta}$ - час повного випаровування краплини рідини, с;

ρ_{θ} - щільність рідини кг/дм³;

L - питома енергія утворення пару кДж/кг;

λ_z - теплопровідність газу Дж/м²·К;

d - діаметр краплини;

Δt - середня різниця температур між газом та рідиною, К.

Якщо прийняти $t_{\tau} = t_{\kappa\theta}$ та перетворивши цю залежність що до діаметра краплі, то вийде нова залежність, що дозволяє визначити мінімальний (критичний) розмір краплини рідини.

$$d = \sqrt{\frac{t_{\tau} \cdot 8 \cdot \lambda_z \cdot \Delta t}{3600 \cdot \rho_{\theta} \cdot L}}, \text{ м.} \quad (2.30)$$

Для розрахунку мінімального розміру краплі приймаємо параметри:

ρ_{θ} - 1 кг/дм³;

L - 2512 кДж/кг;

λ_z - 0,026 Дж/м²·К;

Δt - 500К.

Мінімальний діаметр впорскуваної краплини на середніх номінальних обертах колінчастого валу буде рівним

$$d = \sqrt{\frac{0,023 \cdot 8 \cdot 0,026 \cdot 500}{3600 \cdot 1 \cdot 2512}} = 5,143 \cdot 10^{-4}, \text{ м.}$$

Виходить що розмір краплини води що подається до двигуна вантажного автомобіля повинна мати розмір не більшим за 0,51 мм.

Відповідно дослідженням, при перепаді тиску на водній форсунки що дорівнює 0,2 МПа то діаметр краплі води майже рівний діаметру сопла форсунки. На підставі цих даних можна спочатку прийняти діаметр сопла розпилювача водної форсунки що знаходяться в межах 0,5...0,55 мм.

Разом з тим, процес випаровування відбувається з постійно змінними характеристиками, як самих механізмів ДВЗ, так і всередині умов роботи двигуна, що може бути грубим допущенням. Визначити оптимальний та найбільш точний об'єм подаваної води і оцінити реальну картину процесів можна, лише перевіривши та дослідивши процес набагато глибше. Приведені вище результати

теоретичних залежностей можуть бути поштовхом для проведення практичних та досліджень .

2.1.8 Методи вимірювань та результати випробувань

Двигун внутрішнього згоряння є перетворювачем енергії палива в механічну енергію. Відповідно, підвищення його паливної економічності та екологічності пов'язано, насамперед, з досягненням максимальної віддачі від енергії палива. Використовуваний двигун заводським маркуванням XF 280M, який встановлювався на автомобілі DAF 85 CF, DAF 95 XF та DAF XF 95 (табл.. 2.5).

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики двигуна XF 280M

Позначення двигуна	XF280M
Тип двигуна	Euro 2, чотиритактний дизельний двигун з водяним охолодженням, з безпосереднім впорскуванням палива, 4 клапанами на циліндр і турбонагнітачем з проміжним охолодженням повітря.
Кількість циліндрів	6
Діаметр циліндра × хід поршня	130×158 мм
Робочий об'єм	12.58 л
Ступінь стиснення	16.0:1
Послідовність запалювання	1-5-3-6-2-4
Вага двигуна	Приблизно 1 050 кг
Потужність двигуна	280 кВт при 2000 об/хв.
Крутний момент двигуна	1750 Н-1100-1500 м при об/хв.
Частота обертання на холостому ході	525-600 об/хв.
Максимальна частота обертання без навантаження	Приблизно 2300 об/хв.

Таблиця 2.6 – Результати ефективних показників двигуна

Параметри двигуна	Значення	
	Паливо	Паливо + водна інжекція
Потужність кВт.	280	333
Крутний момент Нм. при 1100 об/хв.	1750	2089
Питома ефективна витрата палива л/км.	36,6	33,8

Порівнявши дані з параметрами роботи двигуна на чистому паливі можна сказати що в результаті використання водної інжекції можливе підвищення потужності двигуна в середньому на 18%. Таким чином використання водної інжекції сприяє зниженню питомої ефективної витрати палива. Випробування дизельного двигуна були проведені з метою визначення впливу водної інжекції на показники ефективності і паливної економічності роботи двигуна. В процесі проведення випробувань були визначені зовнішні швидкісні характеристики двигуна при різних кількостях подачі води з на всіх режимах роботи. Досліди проводилися в діапазоні частот обертання колінчастого вала від режиму холостого ходу (600 об\хв.) до режиму максимального крутного моменту (1100-1500 об\хв.) та максимальної потужності до спрацювання лімітатору (2000 об\хв). Зняття характеристики починалося з режиму холостого ходу і закінчувалося у режимі максимального крутного моменту. На початку експерименту проводились досліді без подачі води (робота дизельному паливі), потім досліді з використанням водної інжекції до впускного колектору двигуна. Кількість води змінювалося поступово, з інтервалом в 5 % від циклу подачі палива.

Таблиця 2.7 – Залежність потужності від кількості води що подається

Показник	Кількість води % від циклу подачі палива								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Номінальна потужність,кВт.	279,8	288,2	297,3	306,7	319,5	328,7	333,9	327,8	315,8

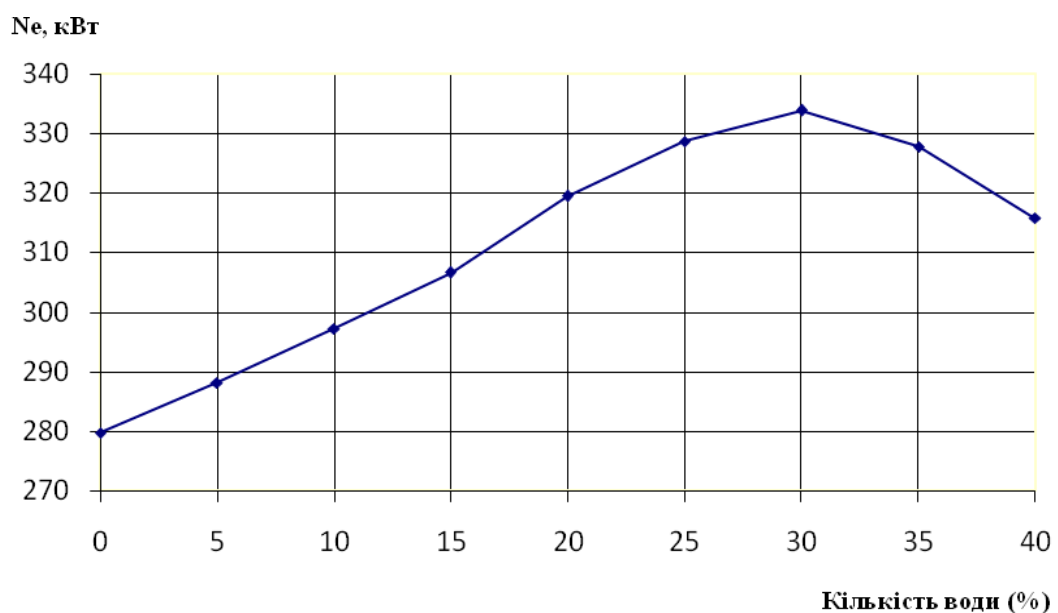


Рисунок 2.11 – Зміна потужності двигуна від кількості води що подається

В результаті моделювання отримано що оптимальна кількість суміші становить 30% від циклової подачі дизельного палива. Основну увагу було прийнято

номінальним обертам, так як вантажні двигуни більшу частину своєї експлуатації працюють на них.

Водяна пара яка утворилась в циліндрі може служити в якості каталізатора ланцюгової реакції самозаймання палива. Відповідно, вплив води (водяної пари) може прискорювати процес горіння в тих температурних зонах, де реакція протікає повільно, або не тече зовсім. З цього слідує що присутність води в циліндрі двигуна може сприяти більш якісному згорянню дизельного палива. Також зі зменшенням робочої температури при використанні інжекції з'явилась можливість розкручувати двигун вище номінальних обертів.

Виміри витрати палива та води здійснювався масовим способом. При випробуванні двигуна був використаний електричний універсальний гальмівний стенд КИ – 5543 ГОСНИТИ. Для визначення токсичності відпрацьованих газів дизельного двигуна використовувався газоаналізатор ГІАМ-27-04. Для визначення димності використовувався димомір МЕТА-01 МП 0.1. Межі допустимої основної приведеної похибки вимірювання становили не більше $\pm 5\%$. Вимірювання витрати палива було здійснено по даним бортового комп'ютера.

Таблиця 2.8 – Зміна крутного моменту по обертам

Показник потужності, Нм.	Кількість об/хв						
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Дп	1650	1730	1745	1720	1670	1610	1550
Дп+вода	1947	2041	2059	2029	1970	1898	1798

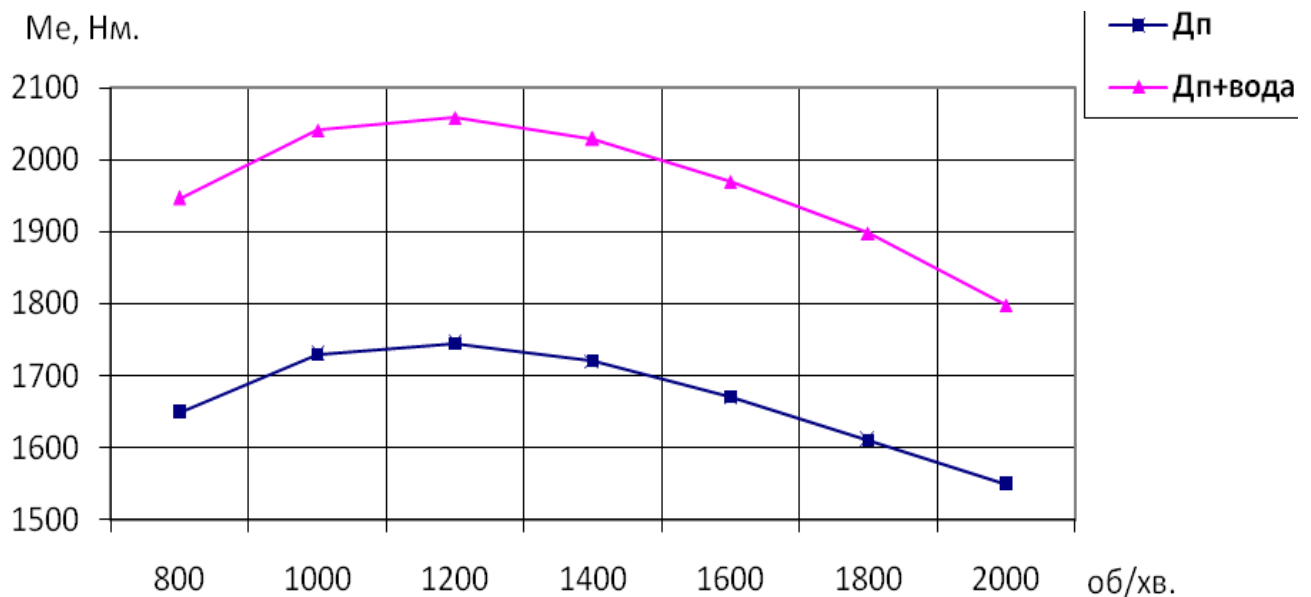


Рисунок 2.12 – Діаграма зміни крутного моменту

Таблиця 2.9 – Зміна потужності по обертам

Показник потужності, Нм.	Кількість об/хв						
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Дп	175	199	221	238	255	269	280
Дп+вода	208	235	262	282	302	320	333

Ne, кВт.

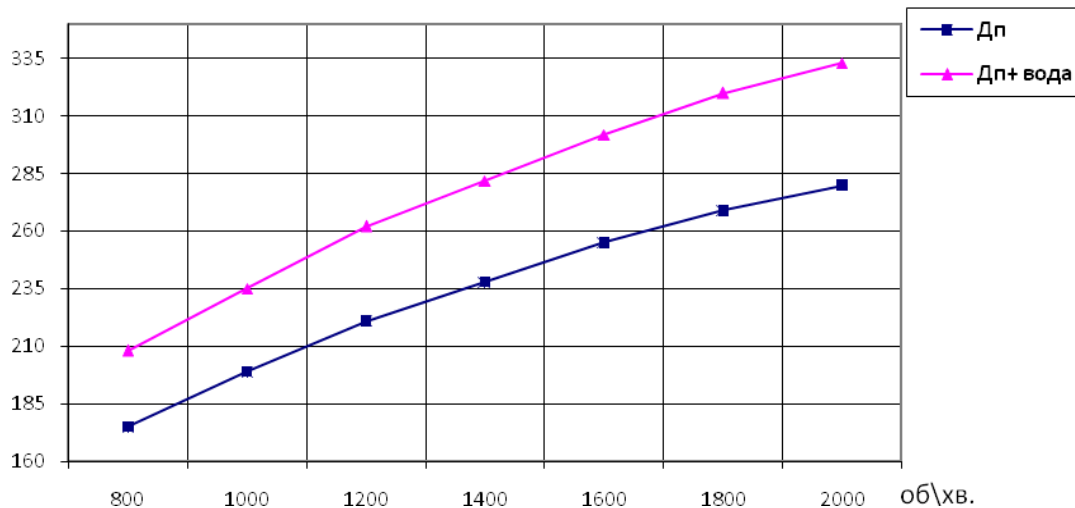


Рисунок 2.13 – Діаграма зміни потужності

Стендові випробування показують що зміна крутного моменту та потужності двигуна підвищились. При цьому можна сказати що витрата палива зменшилась. З метою наглядного представлення про економію дизельного палива при застосуванні водної інжекції побудована комбінована характеристика за витратою дизельного палива залежно від ефективної потужності.

Таблиця 2.10 – Зміна потужності по обертам

Показник витрати палива г/год.	Потужність, кВт.									
	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
Дп+вода	196	198	200	202	204	206	209	212	215	218
Дп	196	201	206	209	212	215	218	-	-	-

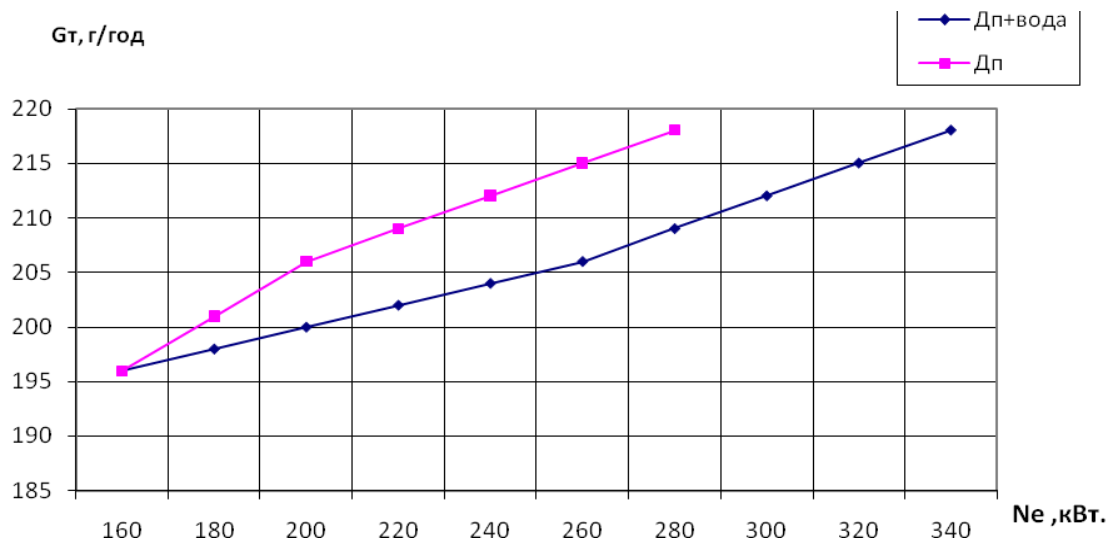


Рисунок 2.14 – Витрата палива в залежності від реалізованої потужності

Основні оцінні показники екологічності:

- вміст оксиду вуглецю (CO) у відпрацьованих газах двигуна, мг/м^3 ;
- зміст оксиду азоту (NOx) у відпрацьованих газах двигуна, мг/м^3 ;
- димність відпрацьованих газів, %.

Використання водної інжекції забезпечить подачу води в зону горіння, що буде сприяти зниженню температурного режиму циклу а це в свою чергу призведе до зменшення утворення оксидів азоту. Результати досліджень по впливу обсягу подачі води на температуру відпрацьованих газів дизельного двигуна на різних режимах роботи представлені на рисунку 4.15. Аналіз представлених результатів показує, що чим більше подається води тим температура відпрацьованих газів знижується з середньою інтенсивністю близько 1°C на 1 % залежності від режиму роботи двигуна. Явне зниження температури відпрацьованих газів зазначено на режимі максимального крутного моменту.

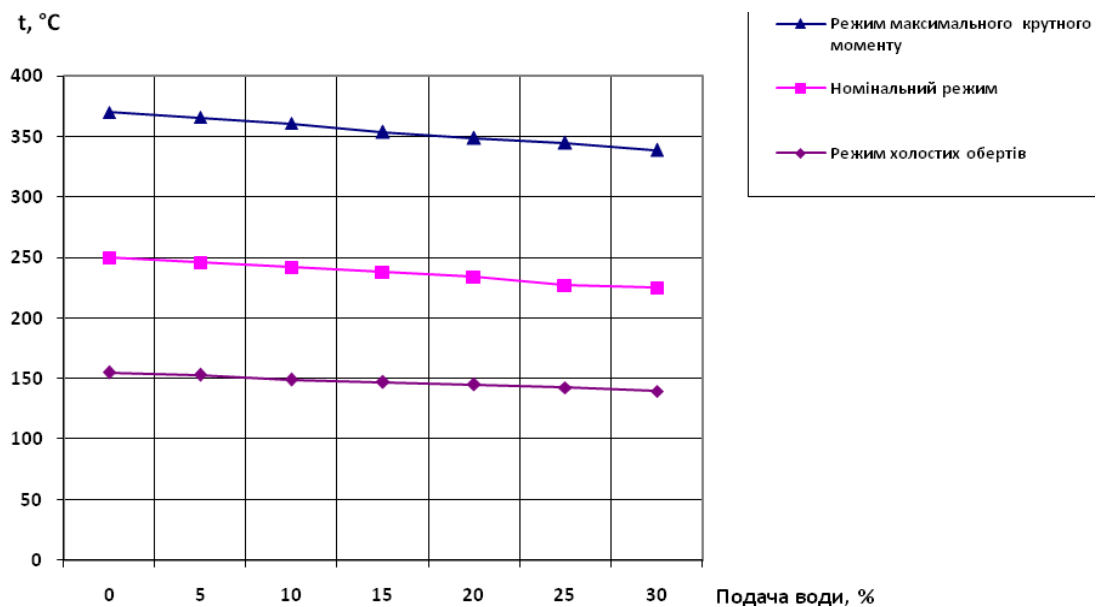


Рис 2.15 – Вплив кількості води що подається на температуру вихлопних газів двигуна

Визначення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна проводились при подачі води 30 % від обсягу дизельного палива шляхом інжекції. Результати приведені на рисунках 2.16-2.18

Таблиця 2.11 – Зміна вмісту CO

Показник вмісту CO, мг/м ³	Кількість об/хв						
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Дп	0,25	0,266	0,28	0,27	0,26	0,24	0,2
Дп+ вода	0,23	0,17	0,14	0,145	0,15	0,17	0,21

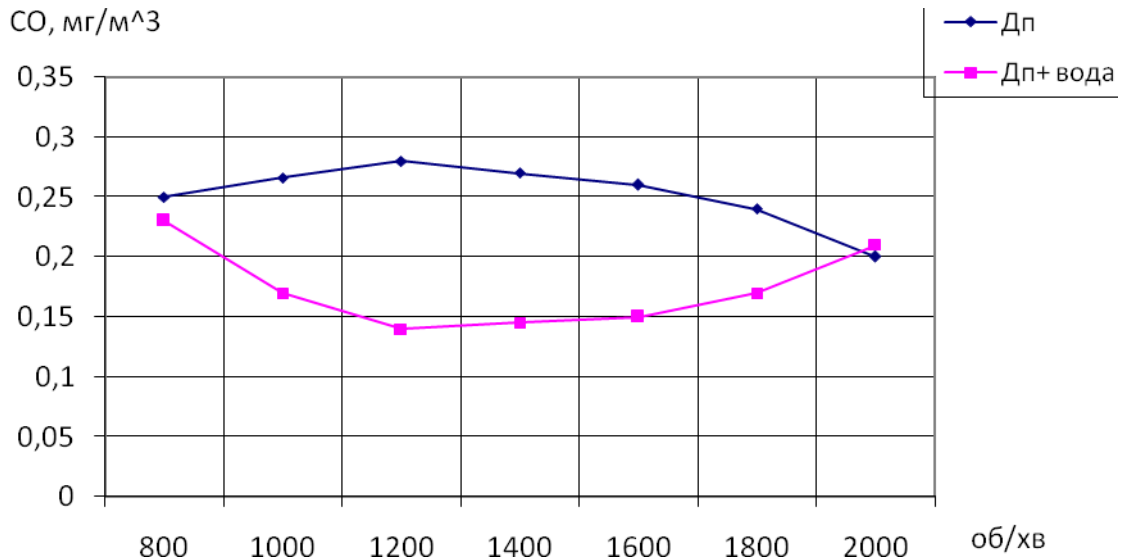


Рисунок 2.16 – Зміна вмісту CO в вихлопних газах в залежності від частоти обертів двигуна

Таблиця 2.12 – Зміна вмісту NOx

Показник вмісту NOx, мг/м ³	Кількість об/хв						
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Дп	8,4	8,2	7,8	7,4	7	6,7	6,5
Дп+ вода	5,6	5,7	5,8	5,9	6,1	6,2	6,3

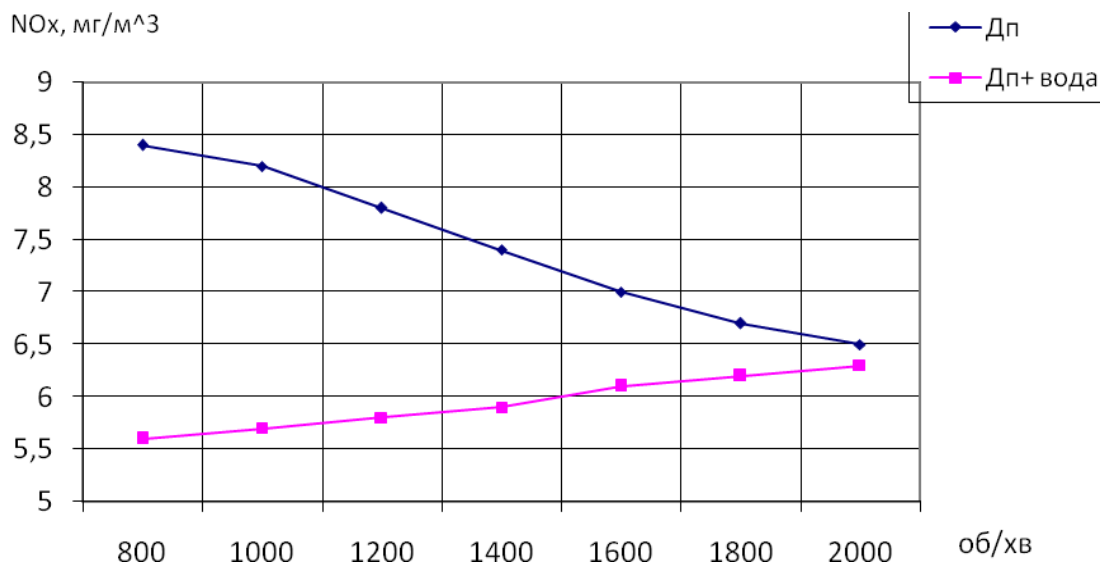


Рисунок 2.17 – Зміна вмісту NOx у вихлопних газах в залежності від частоти обертів двигуна

Таблиця 2.13 – Зміна димності

Показник димності, %	Кількість об/хв						
	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
Дп	2,8	2,6	2,4	2,3	2,3	2,4	2,6
Дп+ вода	2,5	2,3	2,1	2	2	2,1	2,3

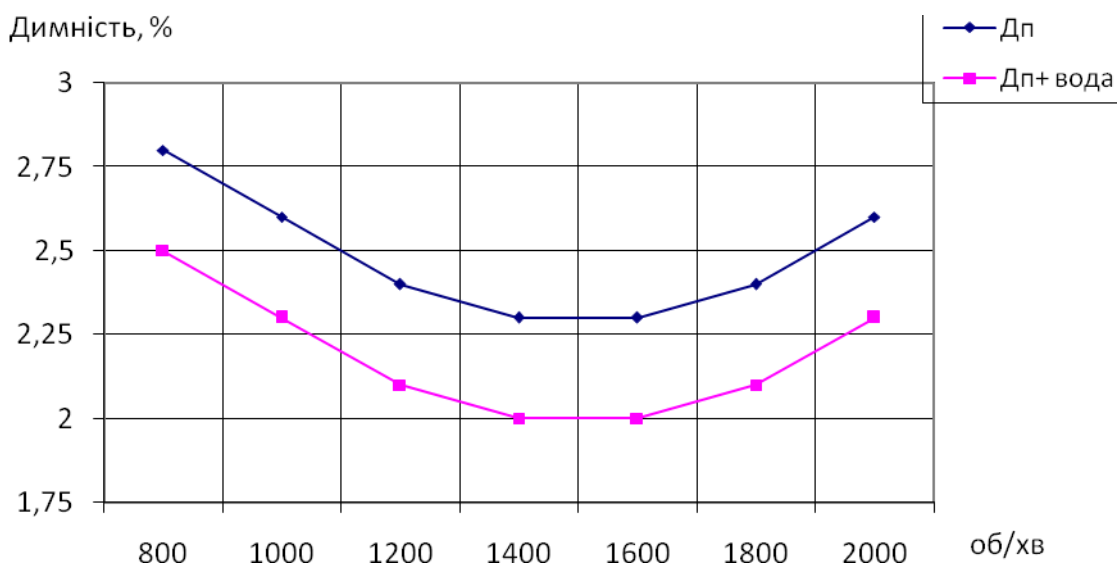


Рис 2.18 – Зміна димності у вихлопних газах в залежності від частоти обертів двигуна

Аналізуючи результати можна побачити, що застосування інжекції у впускний колектор двигуна позитивно впливає на екологічні та економічні показники його роботи. Майже у всіх випадках зниження шкідливих викидів, проте воно досить сильно різниться відповідно до різних компонентів цих викидів.

Найсприятливіший ефект від застосування водної інжекції спостерігається по відношенню до оксиду вуглецю (чадний газ), зниження вмісту якого явно виражено на номінальному режимі роботи двигуна, воно становить 0,13 мг/м³. Значне зниження спостерігається також щодо оксидів азоту, помітна роль водної інжекції як засобу додаткового охолодження двигуна, також зниження середньої температури робочого циклу сприяє зниження викидів оксидів азоту, зниження досягає 2,3мг/м³. Зниження димності відпрацьованих газів дизельного двигуна в залежності від частоти обертання колінчастого вала спостерігається на всіх режимах його роботи в середньому на 0,3%. Найбільший ефект видно на номінальному режимі і в режимі навантажень.

На підставі вище зазначених показників можна зробити невеликий висновок що застосування водної інжекції позитивно впливає на ефективні та екологічні показники роботи двигуна.

Були проведені тягові випробування автомобіля, які показали що двигун з водною інжекцією практично зрівнюється з двигуном вищим по потужності з тими ж параметрами економічності та екологічності.

В результаті обробки даних встановлено, що при використанні водної інжекції (30 % від циклової подачі палива) у впускний колектор відбувається стійке підвищення тиску, в середньому на 20%.

Таблиця 2.14 – Порівняння технічних характеристик двигунів XF280M з водною інжекцією та серійного XF355M

Позначення двигуна	XF280M	XF355M
Тип двигуна	Euro 2, чотиритактний дизельний двигун з водяним охолодженням, з безпосереднім впорскуванням палива, 4 клапанами на циліндр і турбонагнітачем з проміжним охолодженням повітря.	
Кількість циліндрів	6	
Діаметр циліндра × хід поршня	130×158 мм	
Робочий об'єм	12.58 л	
Ступінь стиснення	19.0:1 (розрахунковий)	16.0:1
Послідовність запалювання	1-5-3-6-2-4	
Вага двигуна	Приблизно 1 050 кг	

Потужність двигуна	333 кВт при 2000 об/хв.	355 кВт при 2000 об/хв.
Крутний момент двигуна	2089 Н-1100-1500 м при об/хв.	2050 Н-1100-1500 м при об/хв.
Частота обертання на холостому ходу	525-600 об/хв.	
Максимальна частота обертання без навантаження	Приблизно 2300 об/хв.	

2.2 Загальні висновки

1. Результати роботи показали що найбільший приріст потужності дизельного двигуна можна побачити при подачі води у кількості 30% від об'єму циклової подачі палива;
2. При застосуванні водної інжекції спостерігається збільшення економічності та покращення екологічних показників при збільшенні потужності та тягового зусилля двигуна;
3. В результаті моніторингу робочих температур двигуна на роботі палива та палива з додаванням води спостерігається зниження робочих температур на всіх режимах роботи двигуна;
4. Технологія мало розвинена та досліджена в сучасних умовах та при наявних технологіях. При низьких температурах потрібно боротись з замерзанням води, але це не є суттєвою проблемою даної системи. І це може бути приводом для наступних досліджень

РОЗДІЛ 3

3.1 Розробка технологічного процесу технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу на ТОВ «Завод «Дзеркальник»»

Специфікою технологічного процесу технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу на ТОВ «Завод «Дзеркальник»» на дільниці, що проектується, є проведення широкої номенклатури діагностичних, кріпильних, регулювальних та ремонтних робіт паливних систем вантажних автомобілів, яка ускладнюється й тим, що відсутня чітка послідовність виконання технологічних операцій. Операції, які мають відносини до операцій технічного обслуговування проводяться за технічною необхідністю, які можуть виконуватись в боксах автопарку, чи відкритих стоянках. Якщо є необхідність виконання більш складних операцій, пов'язаних із застосуванням спеціального устаткування та відповідної кваліфікації персоналу автомобілі підприємства направляються на спеціалізовані дільниці підприємства.

Можемо визначити наступні моменти спираючись на положення про проведення технічного обслуговування автомобілів:

- технічне обслуговування може проводитися як по автомобілю в цілому, так і на окремих агрегатах, вузлах, механізмах;
- технічне обслуговування передбачає усунення несправностей, які виникли шляхом заміни чи регулювання окремих пошкоджених або зношених деталей, та агрегатів, крім базових.
- технічне обслуговування передбачає проведення робіт з очищення деталей та ін.
- потреба в технічному обслуговуванні виявляється результатом
- проведення контролю при поверненні автомобіля з рейсу, а також під час спостережень за роботою автомобіля в рейсі.

Розробити технологічний процес технічного обслуговування і поточного ремонту паливних систем вантажних автомобілів на спроектованій дільниці із застосуванням підбраного технологічного обладнання досить складно. Об'єм необхідних розрахунків виходить за рамки обсягу даного дипломного проекту.

Тому в технологічному розділі дипломного проекту для прикладу ми наводимо операції технічного обслуговування і поточного ремонту деяких деталей паливної системи вантажного автомобіля DAFXF95 (так як спостерігається зростання їх чисельності в місті та області. Це можна пояснити тим, що сьогодні автомобілі DAFXF95 дуже широко застосовуються в сільському господарстві.

Розроблені технологічні процеси включають в себе контрольні, слюсарні та регулювальні операції.

В процесі роботи автомобіля відбувається неминучий знос його деталей та

систем. Важкі умови роботи приводять до порушення регульовальних параметрів, пошкодження деталей, що в комплексі призводить до порушення ходових та експлуатаційних властивостей автомобіля в цілому. При цьому погіршуються не тільки ходові властивості автомобіля, а й виникають великі втрати паливо-мастильних матеріалів через те, що на подолання зростаючого опору руху та транспортування вантажів витрачається корисна потужність двигуна. Це викликає інтенсивний знос пар тертя і зниження їх ресурсу. Інтенсивність перерахованих процесів залежить, головним чином від стану доріг, двигуна, а також від стану трансмісії, ходової частини, дорожніх умов, величини навантаження, кількості транспортних засобів на дорогах, а також від практичних навиків водіїв. Тому при експлуатації автомобілів передбачається технічне обслуговування і поточний ремонт.

Технічне обслуговування. При щоденному обслуговуванні перевіряють візуально стан автомобіля в цілому при необхідності доводять тиск повітря в шинах до нормального, видаляють сторонні предмети, які застрягли в елементах систем автомобіля та виконують заправлення автомобіля паливо-мастильними матеріалами і проводять змащення його вузлів і деталей. Виконують такі роботи: прибирально-мийні, контрольно-оглядові, перевірко-кріпильні, регульовальні, мастильні, заправні, їх виконують під час підготування автомобіля до роботи, перед початком і після закінчення зміни або рейсу.

Пошук несправностей паливної системи проводять після випробування двигуна на розгін. Його можна проводити з приладом для діагностики "Davie", що є більш точним, або без приладу.

Випробування проводять в декілька пунктів:

1. Визначаються з маршрутом проведення з таким обліком, щоб різниця на час проведення випробування в прямому та зворотному напрямку не перевищувала 15%;
2. Позначають стартову та фінішну лінію на маршруті. Проводять випробування декілька раз для більшої точності;
3. Прогріваємо двигун та трансмісію до робочої температури (проїхати на завантаженому автомобілі не менше 15 хвилин.);
4. Приєднуємо до діагностичного роз'єму електронний прилад "Davie" і діємо за інструкціями приладу;
5. Проводимо перевірку (розгін автомобіля) при натисненні на педаль акселератору до упору;
6. Після першого випробування проводиться збір інформації;
7. Перед включенням електронного приладу "Davie" чітко фіксуємо автомобіль в не рухомому стані. Тому що зв'язок приладу та блоку управління двигуном в момент завантаження приладу є переривчастим. (Ніколи не вмикати

прилад в русі)

8. Якщо в системі є несправності то вони будуть виявленні електронною системою в якості кодів які можна зчитувати електронним приладом "Davie".

3.2 Можливі несправності паливної системи дизельних двигунів

Приводимо таблицю несправностей які не можуть бути виявленими електронним блоком "Davie".

Таблиця 3.1 - Таблиця несправностей паливної системи

Можлива причина	Спосіб усунення
1	2
Двигун запускається і відразу глохне	
Неякісне паливо	Злийте паливо, промийте паливну систему, замініть паливні фільтри та залийте в бак якісне паливо
Повітря в паливній системі	Перевірте герметичність живлячого паливопроводу, ущільнень паливозабірника і підкачуючого паливного насосу
Засмічення паливних фільтрів	Замініть паливні фільтри та очистіть систему
Немає подачі палива чи несправний підкачуючий насос	Перевірте: 1. рівень палива у баку; 2. герметичність і пропускну здатність паливопроводів; 3. підкачуючий паливний насос
Редукційний клапан на корпусі ПНВТ завис у відкритому положенні	Перевірте справність редукційного клапану
Двигун глохне але після повертання стартером запускається знову	
Повітря в паливній системі	Перевірте герметичність живлячого паливопроводу, ущільнень паливозабірника і підкачуючого паливного насосу
Редукційний клапан на корпусі ПНВТ завис у відкритому положенні	Перевірте справність редукційного клапану
Утруднений запуск двигуна	
Неякісне паливо	Злийте паливо, промийте паливну систему, замініть паливні фільтри та залийте в бак якісне паливо
Повітря в паливній системі	Перевірте герметичність живлячого паливопроводу, ущільнень паливозабірника і підкачуючого паливного насосу

Продовження таблиці 3.1

1	2
Засмічення паливного фільтру	Замінити паливні фільтри та очистити паливну систему
Механічна несправність чи засмічення індивідуальних ПНВТ форсунок	Замініть ПНВТ
Несправність форсунок	Замініть несправні форсунки
Редукційний клапан на корпусі ПНВТ завис у відкритому положенні	Перевірте справність редукційного клапану
Впала продуктивність підкачуючого паливного насосу	Перевірити підкачуючий паливний насос та замінити його, якщо це потрібно
Двигун працює на холостих обертах(або підвищених - пускових), не реагуючи на педаль акселератору	
Механічна несправність датчику положення педалі акселератору	Перевірте механічний зв'язок між датчиком та педаллю акселератору
Втручання в дозування палива системами ABS/ASR	
Присутній сигнал включення гальма двигуном	Перевірте електричні ланцюги гальма двигуном
Детонація (жорстка робота) дизелю при розгоні	
Неякісне паливо	Злийте паливо, промийте паливну систему, замінити паливні фільтри та залийте в бак якісне паливо
Повітря в паливній системі	Перевірте герметичність живлячого паливопроводу, ущільнень паливозабірника і підкачуючого паливного насосу
Несправність форсунок	Перевірте та замінити несправні форсунки
Не стабільні оберти двигуна	
Неякісне паливо	Злийте паливо, промийте паливну систему, замінити паливні фільтри та залийте в бак якісне паливо
Повітря в паливній системі	Перевірте герметичність живлячого паливопроводу, ущільнень паливозабірника і підкачуючого паливного насосу
Засмічення паливного фільтру	Замінити паливні фільтри та очистити паливну систему
Механічна несправність чи засмічення індивідуальних ПНВТ форсунок	Замініть ПНВТ
Несправність форсунок	Перевірте та замінити несправні форсунки

1	2
Впала продуктивність підкачуючого паливного насосу	Перевірити підкачуючий паливний насос та замінити його, якщо це потрібно
Редукційний клапан на корпусі ПНВТ завис у відкритому положенні	Перевірте справність редукційного клапану
Зниження тяги двигуна на всіх обертах	
Неякісне паливо	Злийте паливо, промийте паливну систему, замінити паливні фільтри та залийте в бак якісне паливо
Засмічення паливного фільтру	Замінити паливні фільтри та очистити паливну систему
Механічна несправність датчику положення педалі акселератору	Перевірте механічний зв'язок між датчиком та педаллю акселератору
Засмічення паливного фільтру	Замінити паливні фільтри та очистити паливну систему
Несправний турбонагнітач/управління перепускним клапаном	Перевірте турбонагнітач/перепускний клапан/управління
Підсос повітря в системі впуску	Зробіть випробування впускної системи опресуванням
Механічна несправність чи засмічення індивідуальних ПНВТ форсунок	Замінити ПНВТ
Несправність форсунок	Перевірте та замінити несправні форсунки
Редукційний клапан на корпусі ПНВТ завис у відкритому положенні	Перевірте справність редукційного клапану
Зниження тяги двигуна на всіх обертах	
Впала продуктивність підкачуючого паливного насосу	Перевірте підкачуючий паливний насос та якщо потрібно замінити його
Падіння тяги при збільшенні обертів двигуна понад певної межі	
Часткове засмічення паливного фільтру	Замінити паливний фільтр
Часткове засмічення повітряного фільтру	Замінити чи очистити повітряний фільтр
Підсос повітря в системі впуску	Зробіть випробування впускної системи опресуванням
Редукційний клапан на корпусі ПНВТ завис у відкритому положенні	Перевірте справність редукційного клапану
Впала продуктивність підкачуючого паливного насосу	Перевірте підкачуючий паливний насос та якщо потрібно замінити його
Чорний дим з вихлопної труби	
Несправність форсунок	Перевірте та замінити несправні форсунки
Двигун перегрівається	

Продовження таблиці 3.1

1	2
Неякісне паливо	Злийте паливо, промийте паливну систему, замініть паливні фільтри та залийте в бак якісне паливо
Підвищена витрата палива	
Неякісне паливо	Злийте паливо, промийте паливну систему, замініть паливні фільтри та залийте в бак якісне паливо
Засмічення паливного фільтру	Замінити паливні фільтри та очистити паливну систему
Підсос повітря в системі впуску	Зробіть випробування впускної системи опресуванням
Механічна несправність чи засмічення індивідуальних ПНВТ форсунок	Замініть ПНВТ
Несправність форсунок	Перевірте та замініть несправні форсунки
Витік в паливній системі	Найдіть витік та усуньте його
Двигун не розвиває максимальних обертів	
Повітря в паливній системі	Перевірте герметичність живлячого паливопроводу, ущільнень паливозабірника і підкачуючого паливного насосу
Засмічення паливного фільтру	Замінити паливні фільтри та очистити паливну систему
Несправний турбонагнітач	Перевірити турбонагнітач, якщо потрібно замінити його
Механічна несправність чи засмічення індивідуальних ПНВТ форсунок	Замініть ПНВТ
Втручання систем ABS/ASR в систему дозування палива	
Впала продуктивність підкачуючого паливного насосу	Перевірте підкачуючий паливний насос та якщо потрібно замініть його

3.3 Опис та принцип роботи паливної системи UPEC

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СИСТЕМИ UPEC

Головним вузлом управління системи впорскування UPEC є електронний блок. Функції системи UPEC можна поділити на ті, які відносяться до двигуна, які відносяться до автомобіля, і функцію діагностики.

Функції, що відносяться до двигуна, включають в себе:

- Обмеження повного навантаження;
- Обмеження димності вихлопу;
- Визначення моменту і тривалості уприскування палива;
- Корекція кількості уприскуваного палива;

- Холодний запуск;
- Регулювання тиску наддуву.

Функції, що відносяться до автомобіля, включають в себе:

- Регулювання частоти обертання двигуна за допомогою підрульового перемикача.

Регулювання частоти обертання двигуна через функціональний роз'єм

Примітка:

Функціональний роз'єм є опцією (тобто відноситься до обладнання, що встановлюється за окрему плату).

- Обмеження швидкості автомобіля;
- Регульоване обмеження швидкості автомобіля;
- Управління швидкістю автомобіля (круїз-контроль).

Примітка:

Круїз-контроль є опцією.

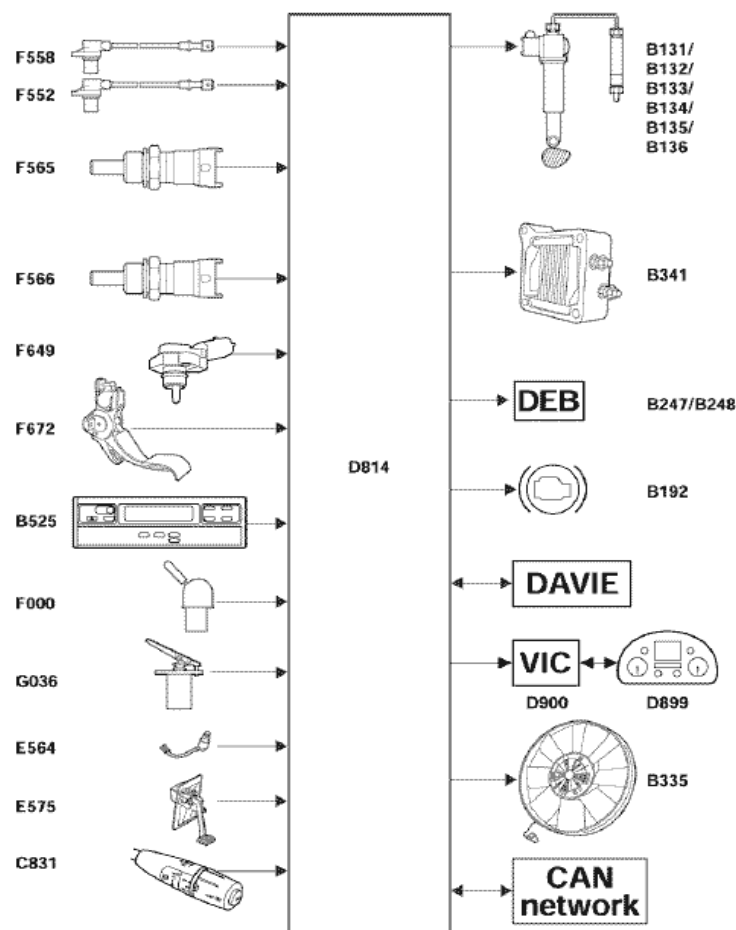


Рисунок 3.1 - Ключові елементи паливної системи UPEC

Для управління функціями двигуна і автомобіля, електронного блоку необхідні різні вхідні сигнали; блок управляє включенням різних вузлів за допомогою вихідних сигналів.

Найбільш важливими вхідними сигналами є:

- сигнал датчика положення розподільчого валу (F558)
- сигнал датчика положення колінчастого валу (F552)

- сигнал датчика температури палива (F565)
- сигнал датчика температури охолоджуючої рідини (F566)
- сигнал датчика тиску наддуву/ температури повітря на вході (F569)
- сигнал датчика педалі акселератора (F672)
- сигнал швидкості автомобіля (B525)
- сигнал стоянкового гальма (F000)
- сигнал гальмування (G036)
- сигнал вимикача управління моторним гальмом (E564)
- сигнал безконтактного вимикача педалі зчеплення (E575)
- сигнал підрульового перемикача (C831)

Вихідні сигнали

Після обробки вхідних сигналів, вихідними сигналами включаються:

- насосні секції (B131/B132/B133/B134/B135/B136)
- свічка розжарювання (B341)
- гальмо двигуна DEB, якщо він встановлений (B247/B248)
- моторний гальмо (B192)
- приладовий щиток через VIC (D900/D899)
- вентилятор, якщо він встановлений (B335)

Через мережу CAN електронний блок UPEC зв'язується з іншими електронними системами, встановленими на автомобілі.

3.4 Схема роботи та положення паливної системи UPEC

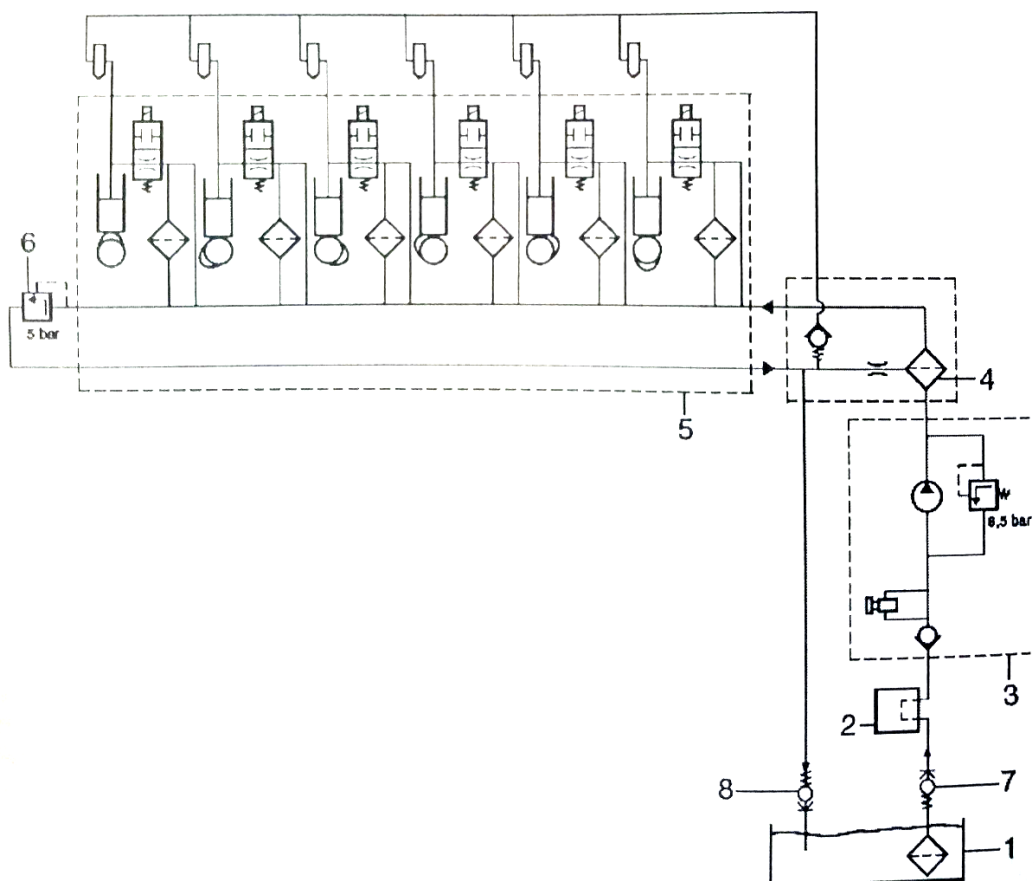


Рисунок 3.2 - Схема роботи паливної системи

Паливо підкачуючий насос (3) забирає паливо з паливного бака (1), пропускаючи його через охолоджувальну пластину (2). Охолоджувальна пластина (2) призначена для запобігання перегріву електронного блоку. Паливopідкачуючий насос (3) встановлений поруч з корпусом паливного насоса (5) і приводиться в дію кулачковим валом в корпусі паливного насоса. Паливо від паливopідкачуючого насоса подається через фільтр тонкого очищення палива (4). Для забезпечення постійного видалення з палива бульбашок повітря в фільтрі тонкого очищення є калібровочний отвір. Після фільтру паливо потрапляє в корпус паливного насоса (5). У корпусі паливного насоса (5) розташовані насосні секції, роботою яких керує електронний блок. Насосні секції подають паливо під високим тиском (прибл. 1600 бар) до форсунок. В кінці каналу подачі палива є перепускний клапан (6), що з'єднує між собою канал подачі палива і зливний канал при певному тиску в каналі подачі палива. Перепускний клапан забезпечує належні умови заповнення насосних секцій. Зливний канал сполучений з трубопроводом повернення палива в паливний бак (1) через фільтр тонкого очищення палива. Перепускний паливопровід з'єднаний з трубопроводом повернення палива в паливний бак (1) через зворотний клапан у фільтрі тонкого очищення палива. Якщо система «відкривалася», паливну систему необхідно прокачати за допомогою ручного підкачуючого насоса, вбудованого в топливopідкачивающий насос (3).

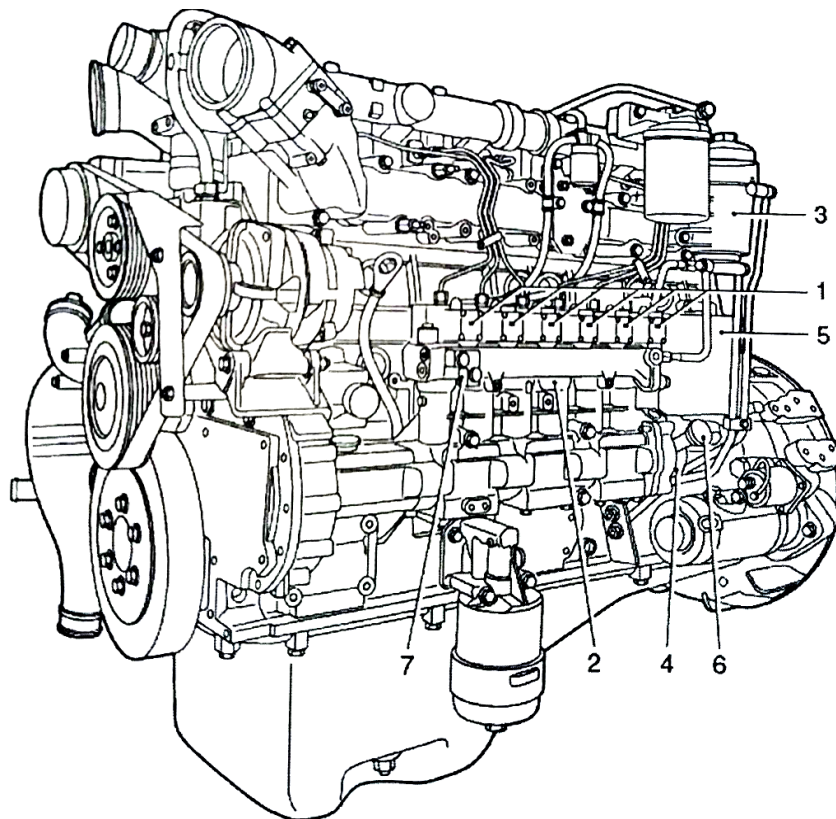


Рисунок 3.3 - Схема положення компонентів паливної системи

1 - Індивідуальні ПНВТ форсунки; 2 - Корпус ПНВТ форсунок та кулачкового валу їх приводу; 3 - Паливний фільтр тонкої очистки; 4 - Підкачуючий паливний

насос; 5 - Блок електронного управління UPEC; 6 - Прокачуючий насос;
7 - Редукційний клапан.

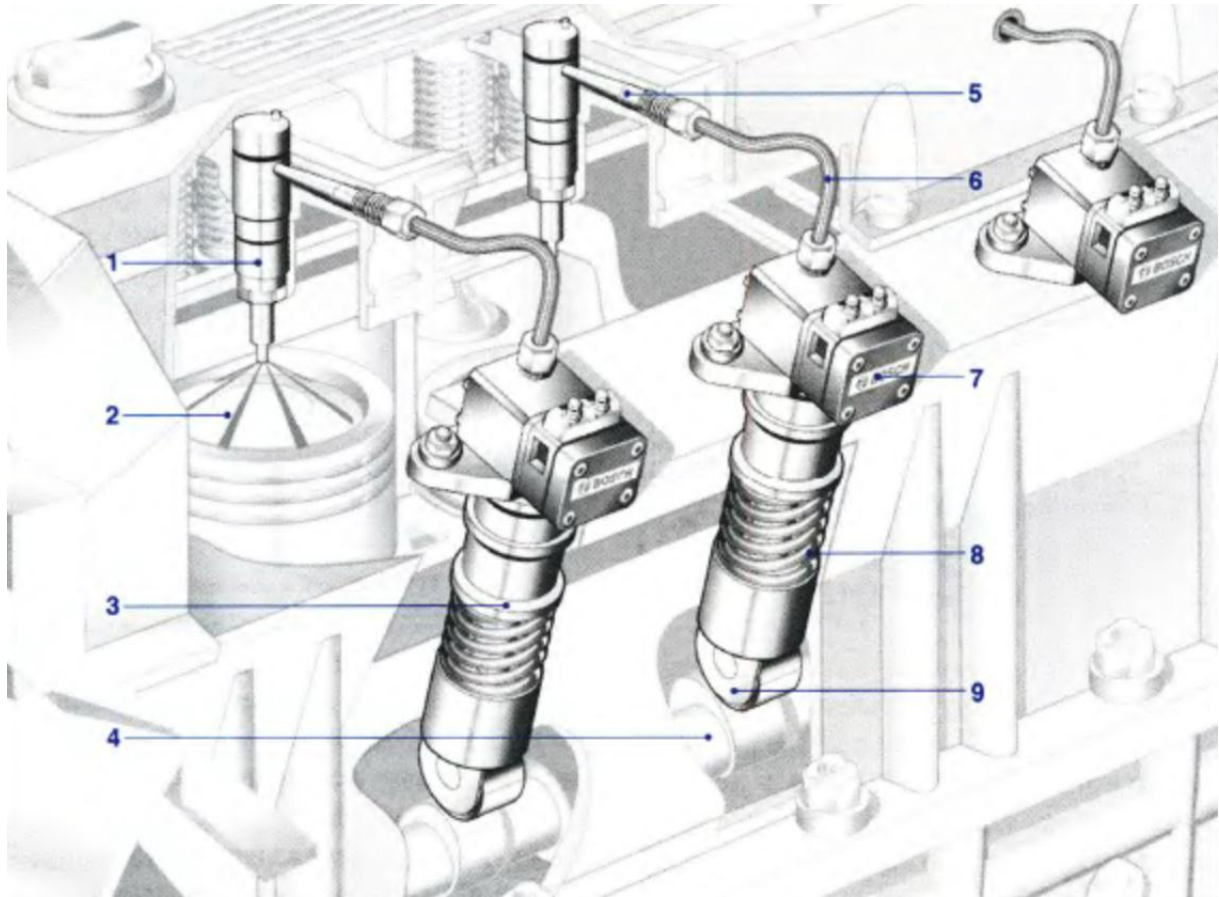


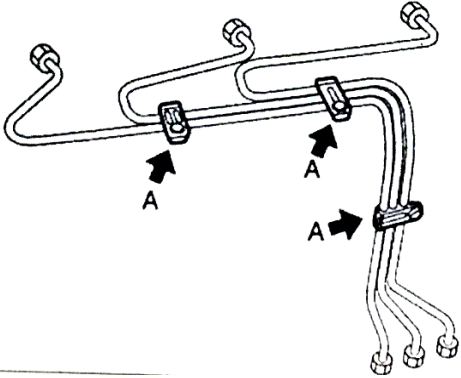
Рисунок. 3.4 - Конструкція магістралі високого тиску

1 - Ступінчастий корпус форсунки; 2 - Камера згоряння двигуна; 3 - Індивідуальний ТНВД; 4 - Розподільчий вал двигуна; 5 - Штуцер магістралі високого тиску; 6 - Магістраль високого тиску; 7 - Електромагнітний клапан; 8 - Пружина; 9 - Роликовий штовхач.

3.5 Операції та обладнання проведення технічного обслуговування і поточного ремонту паливних систем.

При ТО перевіряють оглядом стан автомобіля, підтягують кріплення деталей, виконують регулювальні операції. Операції по ТО і ПР паливної системи дизельних двигунів наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Операційно-технологічні карти ТО і ПР паливної системи дизельних двигунів

№ опер.	Зміст переходу	Примітка	Час виконання операції, хв.
1	2	3	4
005	<i>Зняття та встановлення паливних трубок високого тиску</i>		
	Знімання: Від'єднати від акумулятору проводи маси; Відчистити гайки штуцерних з'єднань і місця біля них;  Рис. 3.5 - Паливні трубки Відкрутити і зняти трубки єдиним комплектом;  Рис. 3.6 - Відкручення штуцерів Встановлення: Продувши трубки стислим повітрям, приложити їх штуцер до форсунок; З'єднати трубки з штуцерами ПНВТ чітко перпендикулярно;	Паливні трубки високого тиску завжди знімаються комплектом. Ніколи не знімати і не здвигати фіксовані зажими (А), які з'єднані разом. Ніколи не згибати їх - вони можуть тріскатись. Відпускаючи гайки штуцерних з'єднань притримувати відповідну частину штуцера (на форсунці, чи ПНВТ) другим ріжковим ключем. Якщо цього не зробити, то через потривожене ущільнення утвориться течія. Знявши всі трубки негайно закрити всі отвори пробками. Затягуючи гайки штуцерних з'єднань притримувати зворотну частину штуцера (на форсунці чи ПНВТ) другим рожковим ключем. Якщо цього не зробити то через потривожене ущільнення утвориться течія. Моменти затяжки 30Нм.	30

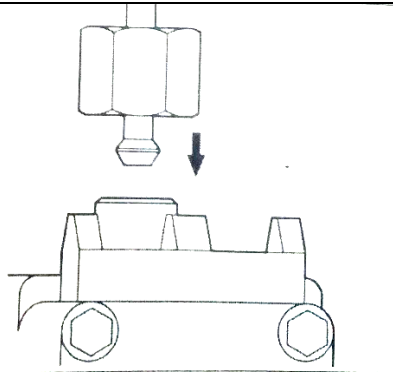


Рис. 3.7 - Схема підключення

Затягнути від руки гайки штуцерів трубок на насосах у відповідності 1-2-3 чи 4-5-6;

Потім затягнути від руки гайки штуцерів трубок на форсунках у послідовності 1-2-3 чи 4-5-6;

В послідовності 1-2-3-4-5-6, затягнути згідно рекомендованого моменту гайки штуцерів на насосах;

Тепер, в послідовності 1-2-3-4-5-6, затягнути згідно рекомендованого моменту гайки штуцерів на форсунках.

010

Зняття та встановлення форсунок

Від'єднати дрід маси від акумуляторів;
Зняти паливні трубки високого тиску одним комплектом;
Зняти кришку клапанів;



Рис. 3.8 - Знімаємо кришку клапанів

Зняти корпус компресійного тормозу DEV;

Відвернути болт кріплення (3) прижиму форсунок.

Паливо в паливному баку знаходиться під постійним надлишковим тиском. При знятті форсунок паливо може потрапити в циліндри. Щоб цього не сталося, перед зняттям форсунок відкрутити кришку заливної горловини баку. Якщо при знятті форсунки одна чи декілька мідних шайб (2) залишаться в втулках форсунок, їх треба видалити, тому що при зборці форсунка стане зі зміщенням.

120

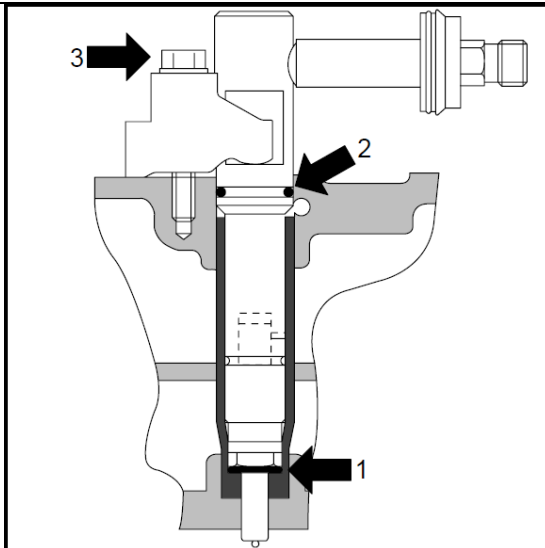


Рис. 3.9 – Схема знімання



Рис. 3.10 – Зняття кріплення



Рис. 3.11 - Знімання форсунки спеціальним знімачем

Паливо в цьому випадку буде розпилюватись не в камеру згорання (в поршні) а на поршневе кільце.

Це призведе до пошкодження поршня. Шайба (2) не може забезпечити належне ущільнення та відвід тепла між розпилювачем форсунки та головкою. Витікаючи з форсунки паливо буде розбавляти моторне мастило.

Слідкувати за правильним положенням прижиму форсунки при установці.

Зняти форсунку можна тільки разом з прижимом, обов'язково використовуючи при цьому комплект індивідуальних інструментів DAF.

Момент затяжки форсунок 45Нм.



Рис. 3.12 - Зняті форсунки.

Перед встановленням очистити перехідну втулку форсунки;
 Встановити нове ущільнююче кільце (1) та нову мідну шайбу (2) на форсунку. Змастіть два ущільнювача на основі літєвого мила (безкислотною змазкою)
 Перевірити стан ущільнюючого клапану (3). Якщо потрібно, замінити його;
 Встановити форсунку разом з зажимом (4) і затягнути болт кріплення згідно рекомендованому моменту;
 Встановити корпус компресійного гальма DEB;
 Відрегулювати зазор в приводі гальма DEB.

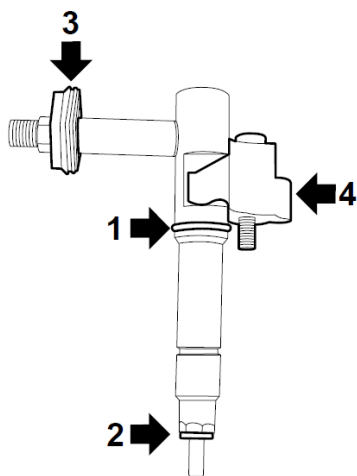
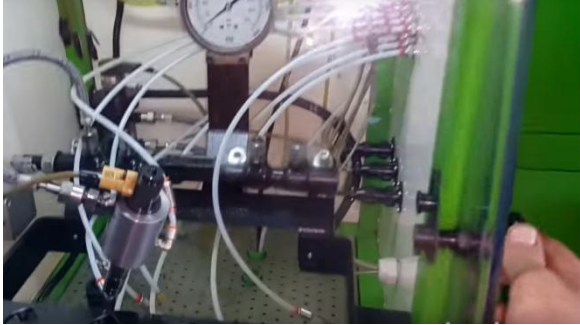


Рис. 3.13 - Схема збирання форсунки

015	Діагностування форсунки на стенді	
	Підключити форсунку до стенду. Підключити імпульс, подачу та обратку.  Рис. 3.14 – Підключення імпульсу  Рис. 3.15 – Підключена обратка та подача(справа наліво). Закрити захисний екран та перейдіть до вибору моделі та режиму тестування форсунки;  Рис. 3.16 – Встановлена та готова до тестування форсунка	Уважно підключати всі роз'єми, надійно підключіть подачу розчину та обратку. Не забудьте закрити захисний бар'єр. Під час тестування не відкривати камеру та не робити ніяких дій з форсункою та підключеними роз'ємами. Струмін палива який розпиляється форсункою може пробити шкіру. Оберіть марку форсунки та її ідентифікаційний номер для точнішого визначення її параметрів. Використовується миюча рідина "ВИНС".

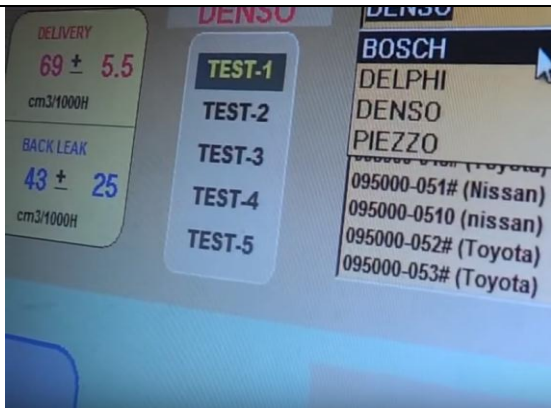


Рис. 3.17 - Вибір моделі та режиму тестування.

Вибравши режим тестування запустити стенд;

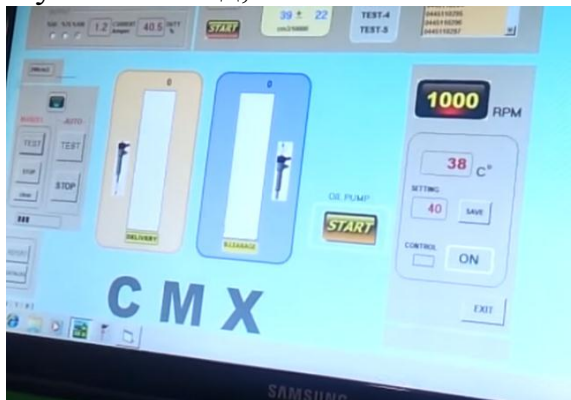


Рис. 3.18 - Запуск стенду.

Під час тесту проводиться перевірка максимальної подачі палива, мінімальної подачі, динамічні показники, попереднє впорскування та зворотній злив;

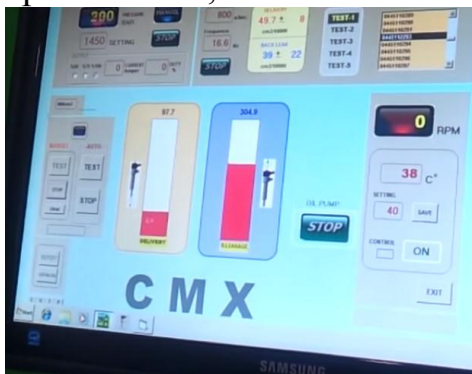


Рис. 3.19 – Тестування

В кінці тесту отримуємо таблицю з параметрами даної форсунки;

INJECTOR NO:		MANUFACTURER		
0445110293		BOSCH		
PRESSURE BAR	Puls WIDTH uSec	HEAT C	DELIVERY mm ³ /Hub	BACK LEAKAGE mm ³ /Hub
1450	800	40	49.7 ± 8 97.6	39 ± 22 313.7
300	695	40	5.2 ± 3.5 5.6	— ± — ---
600	630	40	12.2 ± 4.8 22.1	— ± — ---
600	295	40	1.3 ± 1	— ± — ---

Рис. 3.20 - Результати тесту

В таблиці показані допустимі показники, їх відхилення та ті яка має встановлена форсунка. Згідно даних вона є несправна.

020 Очищення сопла форсунок в ультразвуковій ванні

Беріть зняті форсунки;



Рис. 3.21 - Форсунки

Установити форсунки в ультразвукову ванну, форсунки підключити до драйвера який подає на форсунки електричні імпульси відкривання - закривання;



Рис. 3.22 - Занурені форсунки у ванні

Перед процедурою рекомендується провести їх попереднє тестування, або діагностику роботи паливної системи, а вже потім приймати рішення про необхідність їх очищення. Форсунки повинні бути повністю занурені, якщо це не так то треба долити миючого розчину. Використовується миючий розчин "Фаворит Ультра".

30хв

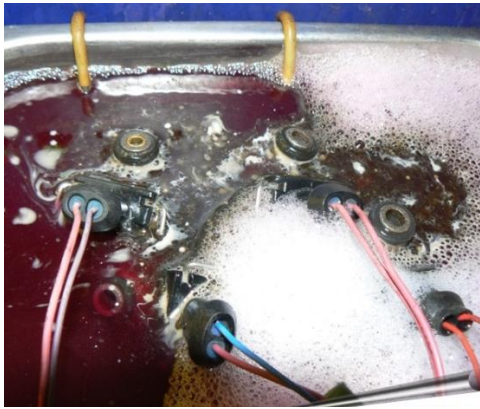


Рис. 3.23 - Процес очищення

Продути форсунку стислим повітрям
для видалення вологи;



Рис. 3.24 - Продування форсунки.



Рис. 3.25 - Очищені форсунки.

025	Зняття та встановлення індивідуальних ПНВТ		
	Зняття: Від'єднати дрід маси від акумулятору; Від'єднати від ПНВТ що знімається проводку;	Розбираючи паливну систему слідкувати за тим, щоб в середину не потрапила волога та бруд. Закривайте отвори	120



Рис. 3.26 – Зняття проводки

Від'єднати від корпусу ПНВТ паливопровод;

Зняти з корпусу ПНВТ редукційний клапан;



Рис. 3.27 - Редукційний клапан

Дати паливу стекти з корпусу ПНВТ, збираючи його в посудину;

Зняти паливні трубки високого тиску (комплектами);



Рис. 3.28 - Зняття паливних трубок високого тиску

Вивернути болти кріплення ПНВТ;

відповідними пробками. Якщо після зняття ПНВТ його потрібно знову установлювати на місце то зробить помітки, щоб встановити його на попереднє місце.

Для зняття потрібно взяти комплект пристосувань DAF.

Після зняття форсунок закрийте отвори в форсунках ПНВТ, для того щоб в систему не потрапив бруд.

При викручуванні болтів кріплення ПНВТ будьте обачні, деякі з них можуть буди підпружинені кулачками приводного валу.

Дивіться щоб не пошкодити ущільнювальні кільця, це призведе до розбавлення моторного мастила паливом.

Момент затяжки редукційного клапану 20 Нм., кріплення корпусу 60Нм. та гайки форсунок 45Нм.

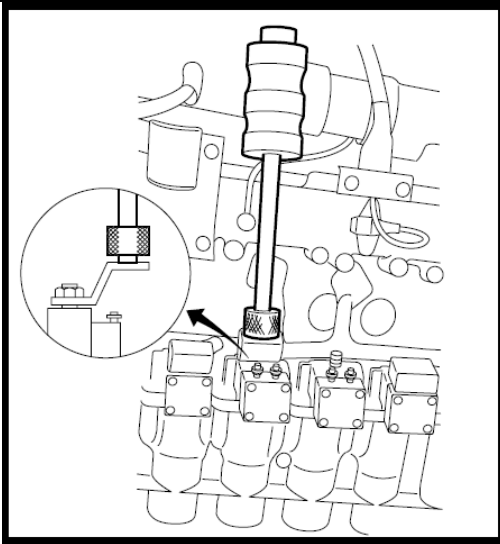


Рис. 3.29 - Відкрутити болти кріплення

Перед установленням ПНВТ перевірити ущільнюючі кільця, якщо потрібно замінити їх попередньо змастивши їх та посадочне місце ПНВТ;



Рис. 3.30 - Перевірка ущільнюючих кілець.

Провернути колінчастий вал так, щоб розвернути відповідний кулачок приводного валу та встановити ПНВТ без натягу;
Встановити ПНВТ в корпус, стараючись не змістити і не пошкодити ущільнюючі кільця;
Завернути болти кріплення ПНВТ

	поступово та по черзі, щоб насос вперся в корпус; Далі все робити як при знятті ПНВТ та прокачати паливну систему.		
030	Перевірка секцій ПНВТ на стенді		
	Секція ПНВТ встановлюється на стенд. Підключаємо тестову форсунку, паливopoдачу та обратку. Підключити імпульсний кабель;  Рис. 3.31 - Секція ПНВТ  Рис. 3.32 - Встановлений ПНВТ на стенд  Рис. 3.33 - Тестова форсунка	Уважно підключати всі роз'єми. Не забудьте закрити захисний бар'єр. Під час тестування не відкривати камеру та не робити ніяких дій з ПНВТ та підключеними роз'ємами. Тиск підкачки виставляємо згідно рекомендаціям до ПНВТ. Рекомендується значення тиску 2 кг/см².	60



Рис. 3.34 – Злив з форсунки



Рис. 3.35 - Імпульсний кабель

Після підключення закрити камеру та перейти до вибору тестового плану.
Після вибору почати тестування.



Рис. 3.36 - Закрити камеру

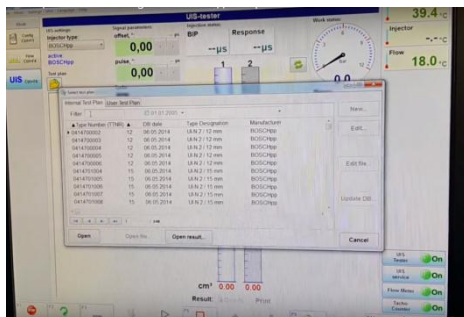


Рис. 3.37 - Вибір тестового плану



Рис. 3.38 - Регулюйте тиск підкачки

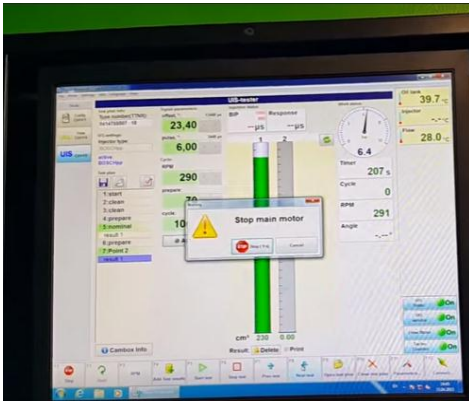


Рис. 3.39 - Завершення тестування

035

Зняття та встановлення сітки паливоприймача

Зняти вузол датчику рівня палива\паливоприймач;
Зняти з паливоприймача сітку - фільтр грубої очистки;



Рис. 3.40 - Зняття паливопроводів



Рис. 3.41 – Зняття вузла

Прослідкуйте за тим, щоб при установці сітки паливоприймача зворотна трубка (2) проходила мимо сітки, а паливоприймач (3) автономного обігрівача кабіни (якщо такий передбачено) був вставлений в сітку.

Чистимо сітку за допомогою речовини для промивки карбюраторів

Перевірити відстань між паливоприймачем (1) і зворотною трубкою (2), яка повинна бути не менше 68мм.;

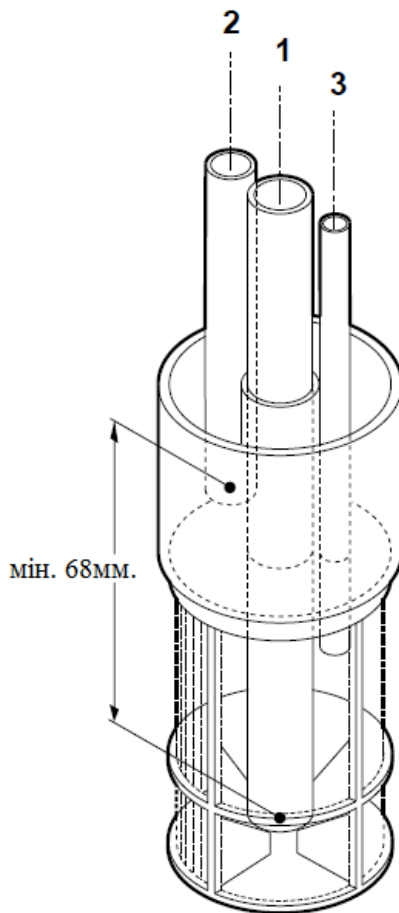


Рис. 3.42 - Схема паливоприймача



Рис. 3.43 - Встановлення чистої сітки

Надіти сітку на живильну трубку (1) до упору;
Установити вузол в бак.

040 Зняття та запресовування перехідної втулки форсунки

Перед початком треба злити охолоджуючу рідину;
Потім зняти форсунку та заткніть втулку паперовою прокладкою, щоб в

Використовується адаптер та з'ємне пристосування з комплекту інструментів

120

двигун не потрапив бруд;
Нарізати різьбу (M22 x 1,5) на
глибину (А) приблизно 20мм. в
знімаємій втулці;

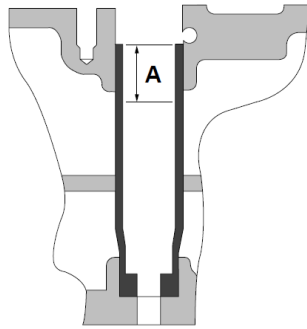


Рис. 3.44 - Схема нарізання різьби

Ввести адаптер в втулку та з'ємним
пристосуванням витягти втулку;
Ретельно відчистити посадочне гніздо
в головці блоку.

Для запресування втулки
використовувати оправку;
Встановлення виконувати в
зворотному порядку.

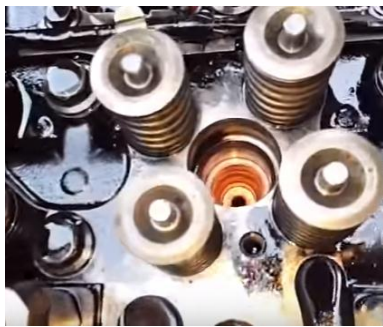


Рис. 3.45 - Нарізана різьба



Рис. 3.46 - Адаптер для знімання
втулки

DAF. Свердло мітчик,
запресовувач.
Втулка встановлюється в
головку циліндра сухою.



Рис. 3.47 – Встановлена втулка в адаптер



Рис. 3.48 - Встановлення втулки в посадочне місце.



Рис. 3.49 - Нова втулка на місці

045	Прокачка паливної системи		
	З використанням підкачуючого насосу: Відпустити гайку штуцерного з'єднання паливної трубки високого тиску з форсункою;	Якщо паливна система прокачується за допомогою надлишкового тиску в паливному баці, то не допускати	10



Рис. 3.50 - Відпуск гайок штуцерів

Працюючи ручним прокачуючим насосом вбудованим в вузол підкачуючого насосу прокачати систему до початку виходу із штуцера чистого палива без бульбашок, та закрутити штуцер;



Рис. 3.51 - Ручне прокачування

Повторити процедуру з іншими форсунками;
Затягнути гайку штуцера згідно рекомендованого моменту.

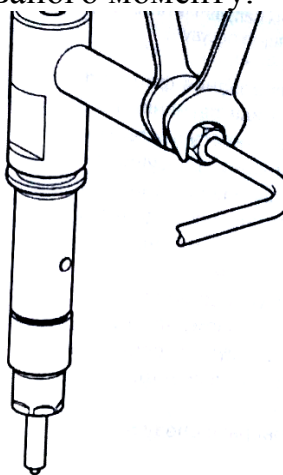
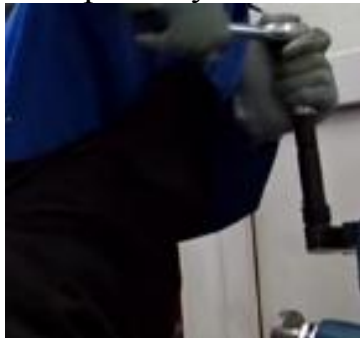


Рис. 3.52 - Схема затяжки гайок штуцера

перевищення тиску більше 0,4 бар. Так як це може призвести до деформації паливного баку.
Момент затяжки штуцерних з'єднань 30 Нм.

050	Розбирання форсунки та миття її корпусу		
	Перед встановленням в миюче пристосування треба розібрати форсунку; Зняти ущільнююче кільце;  Рис. 3.53 - Знімання ущільнюючого кільця Закріпити форсунку на зажимному пристосуванні, та спеціальною насадкою розкручуємо корпус;  Рис. 3.54 - Закріплення форсунки на пристосуванні.  Рис. 3.55 – Розбирання корпусу форсунки	Ні в якому разі не використовувати рожкові ключі. Тільки накидні які якісно охоплюють всі частини граней. Тому що можна легко зіпсувати форсунку (може тріснути) якщо буде тиск на дві грані. Деталі розкладаються в послідовності її розбирання . Не перемішувати деталі форсунок між собою, для того щоб при збиранні не переплутати їх. Використовується миючий розчин гас.	120

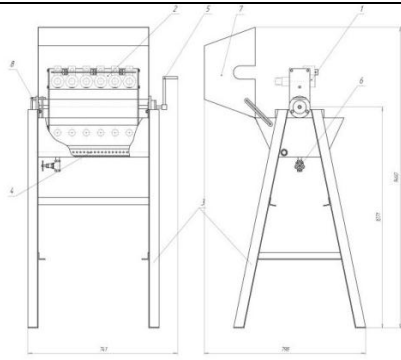


Рис. 3.56 - Пристосування для мийки корпусів

Корпуси форсунок встановити у пази першої секції кантувача і закріпити притисочною планкою;

Повертати кантувач на 180° , при цьому перша секція занурюється у ванну з гасом, а друга секція переміщається в верхнє положення, фіксувати кантувач стопорним механізмом і включити подачу повітря в барботер з метою створення турбулентного руху газу у ванні. Форсунки продуваються.

Вийняти очищені деталі з першої секції кантувача, і скласти в тару. Завантажити нову партію деталей, і повторити цикл заново.

Висновки

Розроблена магістерська робота тему: Дослідження шляхів підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами у ТОВ «Завод «Дзеркальник» м. Кропивницький» виконана у відповідності з завданням та з використанням матеріалів переддипломної практики.

В загальному розділі наведена характеристика підприємства, матеріальна і виробнича база підприємства, логістика підприємства та техніко-економічні показники використання рухомого складу.

В науковому розділі виконано аналіз альтернативних видів палива, їх переваги і недоліки. Здійснений вибір оптимального методу покращення економічності та екологічних показників. Приведений метод водної інжекції наведена його сутність та переваги і недоліки, здійснений вибір необхідної кількості подавання води до впускного колектору та визначений оптимальний діаметр краплі. Визначена залежність кількості води в відсотках від циклу подачі палива.

В технологічному розділі розроблений технологічний процес технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу на підприємстві. Наведено можливі несправності паливної системи дизельних двигунів. Розроблені операції та обладнання для проведення технічного обслуговування і поточного ремонту.

ЛІТЕРАТУРА

1. → Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту.: навчальний посібник / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк. – Вінниця: ПП «Ендель-вейс і К», 2010. – 336 с.
2. → Вдосконалення організації технічного обслуговування і ремонту автомобілів у автоексплуатаційних підприємствах (методичні вказівки до виконання дипломного проекту). Укладачі: В.Я. Чабанний, М.І. Черновол і інші. – Кіровоград, КДТУ, 2002 – 94 с.
3. → «Експлуатація автомобілів» методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів спеціальності 7(8).07010601 «Автомобілі та автомобільне господарство» / Укл.: О.В. Бевз, С.О. Магопечь, М.В. Красота, О.О. Матвієнко. Під загальною редакцією Бевза О.В. – Кіровоград: КНТУ, 2014 – 51 с.
4. → Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
5. → Проектування підприємств і їх підрозділів з ремонту та технічного обслуговування тракторів, автомобілів та іншої техніки (методичні вказівки до виконання дипломного проекту) / Укладач: І.А. Булей. – Кіровоград: КДТУ – 2000 – 47 с.
6. → Впрыск воды в цилиндры двигателя внутреннего сгорания: «Домашние технологии». Патлах В.В. 1993-2007 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.patlah.ru>
7. → Горячкин, А.В. Влияние содержания влаги в зоне горения на эмиссию оксидов азота и серы [Текст] / А.В. Горячкин (Национальный университет кораблестроения им. Адмирала Макарова, Херсонский филиал, г. Херсон) // Наукові праці. Випуск 18. Техногенна безпека. – С. 27...37. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/naukpraci/politics/2004/31-18-3.pdf>
8. → История развития впрыска воды за рубежом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sds-max.com.ua/content/19-istoriya-razvitiya-vpryska-vody-zarubezhom>
9. → Основи проектування деталей машин. В.Л. Устиненко, Н.Ф. Киркач.

10. → Автомобільний транспорт в Україні. Нормативна база. — К.: КНТ, АТІКА, 2004. — 320 с.¶
11. → Позняк В. Зберігання врожаю / В. Позняк // Агробізнес сьогодні [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/agrobusiness/technology/158-2010-12-17-09-51-23.html>.¶
12. → Смілик О. Світ навколо України, або Україна в центрі світу / О. Смілик // Агробізнес сьогодні. — 2014. — № 3 (274) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/2012-12-28-14-20-29/2021-2014-02-14-12-01-08.html>.¶
13. → Смірнов І.Г. Логістична інфраструктура АПК: теорія та практика / І.Г. Смірнов, М.О. Мацера // Агроінком. — 2005. — № 5 — 6. — С. 24 — 27.¶
14. → Яценко О. Інфраструктура внешнеэкономической деятельности аграрного сектора Украины / О. Яценко [Электронный ресурс]. — Режим доступу: <http://vadyba.asu.lt/7/268.pdf>.¶