


Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту



Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему «Дослідження впливу характеристик розпилювача форсунок на показники дизеля автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Автотранспортне підприємство – 2004» міста Кропивницького в процесі експлуатації»

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-18мз спеціальності
274 – Автомобільний транспорт
Антонюк В.Г.

Керівник: канд. техн. наук, ст.викладач
Галушак О.О.
Рецензент: к.т.н., доц. Обертюх Р.Р.

Вінниця – 2020 року

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі представлено дослідження впливу характеристик розпилювача форсунок дизельних двигунів на показники дизеля автомобіля підчас експлуатації у ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницький.

В першому розділі. Наведено історію розвитку та показники роботи автотранспортного підприємства ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницького. Несправності систем живлення дизельних двигунів.

В другому розділі розглянуто забезпечення працездатності форсунок дизелів автомобілів в процесі експлуатації. Описано вплив зміни прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунки на ефективну потужність дизеля. Проведено моделювання течії палива в розпилювачах форсунок з різною геометрією проточної частини.

В третьому розділі проведено розрахунок річної програми підприємства по всім видам дій ТО і ПР автомобілів. Встановлено нормативи всіх видів ТО і ремонту автомобілів. Описано режими роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу робітника робочого поста і обладнання.

В четвертому розділі описано особливості діагностування та регулювання дизельних форсунок вантажних автомобілів. Розроблено технологічний процес діагностики та регулювання дизельних форсунок. Розглянуто призначення і область застосування проектного стенду. Наведено технічна характеристика стенду. Проведено вибір електродвигуна, розрахунок діаметра кулачкового вала, розрахунок вала на вигин і кручення, розрахунок зварного з'єднання, підібрано підшипники кочення.

В п'ятому розділі охорона праці наведено обов'язкові роботи при профілактичному обслуговуванні і ремонті паливної апаратури. Розглянуто загальні вимоги безпеки до технологічного обладнання та процесів.

В шостому розділі проведено розрахунки техніко-економічних показників роботи дільниці по ТО і Р паливної апаратури та капітальних витрат на виготовлення приладу.

ANNOTATION

The master's thesis presents a study of the influence of the characteristics of the spray nozzle of diesel engines on the performance of the car's diesel engine during operation at LLC "ATP-2004" in Kropyvnytskyi.

In the first section. The history of development and performance indicators of the motor transport enterprise LLC "ATP-2004" in Kropyvnytskyi are given. Faults in the power supply systems of diesel engines.

The second section deals with ensuring the efficiency of car diesel injectors during operation. The influence of the change of the cross-section of the nozzle holes of the injector nozzle on the effective power of the diesel engine is described. Modeling of fuel flow in injector nozzles with different flow geometry is carried out.

In the third section the calculation of the annual program of the enterprise on all types of actions of MOT and PR of cars is carried out. Standards for all types of maintenance and repair of cars are set. Describes the modes of operation of the enterprise and the calculation of the annual time of the worker of the workplace and equipment.

The fourth section describes the features of diagnosing and regulating diesel injectors of trucks. The technological process of diagnostics and regulation of diesel injectors is developed. The purpose and scope of the designed stand are considered. The technical characteristics of the stand are given. The choice of the electric motor, calculation of diameter of a cam shaft is carried out. calculation of the shaft for bending and torsion, calculation of the welded joint, selected rolling bearings.

In the fifth section of labor protection obligatory works at preventive service and repair of the fuel equipment are resulted. The general safety requirements for technological equipment and processes are considered.

In the sixth section, calculations of technical and economic performance of the site for maintenance and operation of fuel equipment and capital costs for the manufacture of the device.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА ПРОБЛЕМ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ.....	10
1.1 Аналіз функціонування автотранспортного підприємства ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницького	10
1.2 Визначення та підтримка працездатного стану паливної апаратури дизелів	25
1.3 Несправності систем живлення дизельних двигунів	28
1.4 Обґрунтування теми магістерської роботи	30
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЕННЯ ПАЛИВА ФОРСУНКАМИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КОНСТРУКЦІЇ РОЗПИЛЮВАННЯ	31
2.1 Забезпечення працездатності форсунок дизелів автомобілів в процесі експлуатації	31
2.2 Аналіз впливу зміни прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунки на ефективну потужність дизеля	37
2.3 Дослідження впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива	39
2.4. Вибір розпилювачів форсунки для оцінки впливу геометрії проточної частини на формування струменів палива та параметрів потоку	42
2.5. Програмні комплекси для моделювання течії палива в проточній частині розпилювача форсунки	44
2.6 Моделювання течії палива в розпилювачах форсунок з різною геометрією проточної частини	46
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	53
3.1 Загальні положення розрахунку річної програми підприємства по всім видам дій ТО і ПР автомобілів	53
3.2 Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР рухомого складу ТОВ "АТП-2004", м. Кропивницький	54
3.3 Встановлення нормативів всіх видів ТО і ремонту автомобілів	55
3.4 Розрахунок виробничої програми підприємства за кількістю видів технічних дій	57
3.5 Розрахунок виробничої програми в трудових показниках	58
3.6 Розподілення трудомісткості ТО і ПР за видами робіт	62
3.7 Режими роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу робітника робочого поста і обладнання	68
3.8 Розрахунок штатів підприємства по ТО і ПР автомобілів.....	70
3.9 Розробка річного плану-графіка ТО і КР автомобілів.....	72
РОЗДІЛ 4 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	76
4.1 Особливості діагностування та регулювання дизельних форсунок вантажних автомобілів	76
4.2 Вдосконалення стенду для діагностики форсунок	79

РОЗДІЛ5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	88
5.1 Аналіз умов праці	88
5.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	89
5.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи.....	93
5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	95
РОЗДІЛ6 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	98
6.1 Розрахунок техніко-економічних показників роботи по дільниці паливної апаратури.....	98
6.2 Розрахунок капітальних витрат на виготовлення приладу.....	103
ВИСНОВКИ.....	107
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	113
ДОДАТКИ.....	112



ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє істотну роль у транспортному комплексі країни, регулярно обслуговує підприємства та організації всіх форм власності, селянських і фермерських господарств, підприємців, а також населення країни.

Підтримання автомобілів в технічно справному стані в значній мірі залежить від рівня розвитку та умови функціонування виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту, що є сукупність будівель, споруд, обладнання, оснащення та інструменту, призначених для технічного обслуговування, поточного ремонту і зберігання рухомого складу. При цьому слід зазначити, що внесок виробничо-технічної бази в ефективність технічної експлуатації автомобілів досить високий і оцінюється в 18-19%.

Метою автомобільного транспорту як сектора транспортного комплексу країни є задоволення потреби економіки та населення країни у вантажних і пасажирських перевезеннях при мінімальних витратах всіх видів ресурсів. Для цього потрібна підтримка автомобілів в технічно справному стані.

Не менш важливим є завдання підвищення ефективності роботи рухомого складу. Одним з методів вирішення цієї проблеми є своєчасне і якісне проведення технічного обслуговування і ремонту автомобілів, а також вдосконалення системи паливоподачі дизеля. Для чого необхідне впровадження нових прогресивних методів ремонту автомобілів, сучасних систем діагностування та моделювання процесів, що виникають під час розпилення палива. Дані методики дозволять точніше визначати технічний стан паливної систем автомобіля, якісніше проводити технічне обслуговування і поточний ремонт, зменшити витрати на запасні частини.

В наслідок інтенсивної експлуатації ТЗ знижуються техніко-економічні показники використання транспортних засобів і настає момент, коли подальша експлуатація її є недоцільною або стає економічно не вигідною. Тому в процесі експлуатації машина потребує технічного сервісу з метою підтримання її працездатного технічного стану.

Ефективність проведення ремонтних робіт суттєво залежить від впровадження відповідних прогресивних технологій, розвиток яких забезпечує широко розвинута система виробничих та інших структур. Це приводить до необхідності модернізації та удосконалення структур технічного сервісу автомобільного транспорту.

Ринкові відносини, що розвиваються в економіці України зумовлюють зміни в структурі існуючої ремонтно-обслуговуючої бази, її організації, управлінні, технології виробництва, ремонті і обслуговуванні автомобілів. Це значною мірою стосується сервісних служб підприємств, що намагаються зайняти певне місце в експлуатаційній структурі підприємства.

На підприємстві є матеріально-технічна база, що дозволяє виконувати, при певній модернізації, різноманітні технологічні операції. В тому числі виконувати ремонт такої важливої системи як паливна апаратура. Але способи якими відновлюється працездатність системи потребують вдосконалення, а саме тому тема магістерської роботи: " Дослідження впливу характеристик розпилювача форсунок на показники дизеля автомобіля підчас експлуатації у ПАТ ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницький " є надзвичайно актуальною.

Метою даної роботи є підвищення довговічності дизельної паливної апаратури двигунів автомобіля КамАЗ.

Для реалізації поставленої мети в магістерській роботі вирішуються наступні задачі:

1. Провести аналіз функціонування ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницького.
2. Проаналізувати умови роботи, причини спрацювання деталей форсунок дизельних двигунів, а саме розпилювачів
3. Теоретично обґрунтувати закономірності зміни характеристик розпилювача, що впливає на технічний стан двигуна
4. Теоретично проаналізувати конструктивні варіанти розпилювачів дизельних форсунок та їх вплив на забезпечення процесу розпилювання

палива.

5. Провести вибір розпилювачів для оцінки впливу геометрії проточної частини на формування струменів палива та параметрів потоку. Змоделювати течію палива в проточній частині розпилювача форсунки.

6. Розробити технологічний процес діагностики та регулювання дизельних форсунок. Розробити, розрахувати та обґрунтувати будову та принципи роботи стенду для діагностики форсунок.

10. Виконати розрахунок техніко-економічних показників роботи по шиномонтажній дільниці.

Об'єкт дослідження. Форсунки дизельних двигунів вантажних автомобілів.

Предмет дослідження. Вплив конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива.

Методи дослідження. Теоретичний та експериментальний, заснований на використанні методів статистичного аналізу, математичного моделювання та обчислювальної математики, а також відомих і широко апробованих на практиці експериментальних методів дослідження автомобілів згідно з вимогами ДСТУ та міжнародних правил.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

Встановлено, що для інтенсифікації сумішеутворення необхідно забезпечити найбільшу турбулізацію палива в проточній частині розпилювача. Для поліпшення якості процесів розпилювання палива і сумішеутворення запропоновано варіант розпилювача форсунки з виконаними на хвостовику голки додатковими гідравлічними опорами.

Практична цінність: Розрахункові дослідження серійного розпилювача дизеля типу ЯМЗ-236 і дослідного розпилювача по варіанту № 2, проведені з використанням розробленої методики, дозволили виявити переваги дослідного розпилювача по варіанту № 2 з підрізуванням частини хвостовика голки серійного розпилювача, розташованої нижче за посадочний діаметр, і з горизонтальним кільцевим уступом, виконаним вище за посадочний діаметр.

По мірі турбулізації потоку палива і показникам процесу паливоподачі досвідчений розпилювач по варіанту № 2 має ряд переваг в порівнянні з серійним розпилювачем. Окрім того, що його використання приводить до підвищення тиску впорскування палива, збільшується і турбулізація потоку (турбулентна кінетична енергія). Висока турбулентність потоку палива на виході з розрахункової області проточної частини дослідного розпилювача приводить до інтенсифікації розпилювання, швидкого розпаду струменя в камері згорання дизеля і поліпшенню показників розпилювання палива і сумішеутворення.

Достовірність теоретичних положень кваліфікаційної магістерської роботи підтверджено чіткістю постановки задач, під час доведення наукових положень коректним застосуванням математичні методи, строго виведені аналітичні співвідношення, порівняно результати, отримані за допомогою розроблених в даній роботі методів, з уже відомими, та перевірено збіжність результатів математичного моделювання із результатами, які були отримані під час проведення експериментів.

Публікації. Основні положення і результати досліджень за участі автора опубліковані в матеріалах VIII Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту" , Вінниця, ВНТУ 2020. [1]

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА ПРОБЛЕМ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

1.1 Аналіз функціонування автотранспортного підприємства ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницького

Підприємство засноване в 2004 році на базі транспортного цеху ПРАТ «Кропивницький ОЕЗ» і розташоване за адресою м. Кіровоград, вул. Мурманська, 37 «б».

Технологічний процес АТП складається з вантажних перевезень автомобілями типу КаМАЗ, SCANIA, MAN насіння соняшнику, зернових культур та продуктів виробництва ПРАТ „Кропивницький ОЕЗ” та інших підприємств компанії «КЕРНЕЛ».



Рисунок 1.1 – Вигляд пропускного пункту підприємства

ТОВ "АТП-2004" знаходиться за адресою: м. Кропивницький, вул. Мурманська, 37-б. Територія підприємства становить 2,93 га, а відкрита стоянка – 2500 м².



Рисунок 1.2 – Вигляд адміністративної будівлі підприємства





Рисунок 1.3 – Територія ТОВ "АТП-2004"



Рисунок 1.4 – Ремонтна дільниця ТОВ "АТП-2004"



Рисунок 1.5 – Технічне обслуговування автомобілів на підприємстві

У АТП існують такі органи управління товариством: загальні збори, рада АТ (наглядова рада), правління, ревізійна комісія

Установчі збори заснуються не пізніше двох місяців з моменту закінчення підписки на акції, визнаються законними, коли в них приймають участь особи, які придбали більш, ніж 60% акцій.

Повноваження Установчих зборів: приймає рішення про створення АТ та затверджує його Статут, вибирає раду АТ, виконавчий та контролюючий орган та інші питання.

Загальні збори є вищим органом АТ, у них мають право приймати участь усі акціонери, незалежно від кількості та класу акцій. Вони визначають основні напрямки діяльності АТП, затверджують плани та звіти про їх виконання, вносять зміни в Статут, визначають умови оплати праці посадових осіб та інші питання.

Рада АТ – це рада акціонерів, у перерві між проведеннями загальних зборів; основна функція – контролювати та регулювати діяльність правління.

Правління – це виконавчий орган, який здійснює керівництво поточною діяльністю АТ.

Зараз на ТОВ «АТП-2004» економічна ситуація не стабільна, воно має певного роду труднощі: не напрацьовано клієнтуру, Підприємство працює не на повну потужність, відсутні деякі ланки структури керування, деякі працівники виконують кілька функцій одночасно, слабе комп'ютерне забезпечення та інші.

Відділ експлуатації відповідає за оформлення заявок на перевезення вантажів і разових замовлень, здійснює прийом у водіїв шляхових листів, їхню первинну перевірку й опрацювання, а також здійснює розрахунки за виконаний обсяг транспортних послуг (через бухгалтерію).

Головний механік відповідає за стан і організацію роботи з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу, а також за роботу довірених йому структурних підрозділів.

Бухгалтерія здійснює розробку річних, місячних і квартальних планів роботи підприємства, визначає план по техніко-економічних показниках використання рухомого складу, складає фактичні і планові показники роботи підприємства і його структурних підрозділів, розробляє положення про оплату праці працівників підприємства.

Бухгалтерія здійснює облік роботи підприємства по наступних напрямках:

- контролює наявність, використання і рух основних виробничих фондів;
- здійснює взаєморозрахунки з працівниками підприємства;
- відповідає за проведення робіт з інвентаризаційної функції бухгалтерії;
- забезпечує раціональну організацію обліку і звітності;
- здійснює облік коштів, що надійшли, товарно-матеріальних цінностей основних засобів;

- контролює своєчасний відбиток на рахунках бухгалтерського обліку товарно-грошових операцій;
- контролює облік витрат виробництва;
- проводить розрахунки по заробітній платі;
- представляє щомісячні і щоквартальні звіти.

Втілення операційної діяльності підприємства неможливе без постійної участі живої праці. Тому важливу роль в управлінні ресурсами, що генерують операційний прибуток підприємства, має управління його трудовими ресурсами. Результативність цього управління істотно впливає на обсяги виробництва і реалізацію продукції, рівень витрат на оплату праці, а відповідно, і на рівень собівартості окремих видів продукції, на розмір податкових платежів та ряд інших показників, що визначають кінцеві результати формування операційного прибутку підприємства.

Клієнти АТП – це підприємства, організації, приватні особи м. Харкова та області. Клієнтів АТП можна віднести до таких типів ринку: ринку споживачів (приватні особи, які користуються послугами АТП із приватною метою) та ринку постачальників (підприємства, які користуються послугами у виробничих цілях). Клієнтами даного АТП є постійні клієнти, приватні особи та підприємства міста.

Предметом діяльності АТП є:

- надання послуг по перевезенню автотранспортом вантажів по готівковому та безготівковому розрахунку, обробка та зберігання вантажів;
- транспортно-експедиційні послуги;
- здійснення ремонту та проведення сервісного обслуговування вантажних та легкових автомобілів;
- внутрішні та міжнародні перевезення вантажів;
- виготовлення та реалізація продукції, зробленої на технічному виробництві;
- здача в оренду майна підприємства;
- здійснення оптової та роздрібною торгівлі товарами народного вжитку;.

- забезпечення належного рівня торгового обслуговування покупців;

ТОВ«АТП-2004» має самостійний баланс, може від свого імені укладати договори, набувати немайнові права і нести обов'язки. Статутний фонд становить 645660 гривень.

На балансі підприємства є такі типи автомобілів: бортові, самоскиди, фургони, тягачі, легкові.

Усього одиниць рухомого складу 22: МАЗ-64229 – 8 одиниць, ЗИЛ-138 – 1 (бортний), КаМАЗ-53215 – 5, КаМАЗ-5410 – 2, ГАЗ-3307 – 1 (фургон), ГАЗ – 52 – 1 (бортний), ЗИЛ-130 – 2 (фургон), КаМАЗ-53212 – 1, Mercedes Benz – 1.

Звітні дані про результати перевезень вантажів на ТОВ «АТП-2004» за 2008-2010 роки: виробничу базу, техніко-експлуатаційні показники, виробнича програма АТП наведено в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Вихідні дані за 2005–2017 роки

Показник	Роки		
	2017	2018	2019
Середньооблікова чисельність автомобілів, од	36	37	22
Коефіцієнт використання автомобілів	0,839	0,859	0,835
Загальна вантажність, т	296,7	302,7	202,7
Автомобіле-дні підприємства, адн.	13140	13505	13505
Автомобіле-дні в роботі, адн	11024	11600	11276
Автомобіле-години в роботі	112665	118320	115917
Автомобіле-тоно-дні підприємства, атдн.	97236	110485	110485
Автомобіле-тоно-дні в роботі, атдн	81581	94907	92255
Техніко-експлуатаційні показники			
Час перебування автомобілів у наряді, год.	10,22	10,2	10,28
Технічна швидкість, км/год.	28,8	27,8	29,3
Коефіцієнт використання вантажності	0,977	0,981	0,99
Коефіцієнт використання пробігу	0,498	0,55	0,541
Час перебування автомобілів під завантаженням – розвантаженням, год.	0,296	0,278	0,3
Довжина їздки з вантажем, км.	17,1	17,6	17,5
Середньодобовий пробіг, км	236,3	227,6	236,4
Виробнича програма			
Обсяг перевезень, тис. т	90,7	58,4	85
Вантажообіг, тис. ткм	1737,2	1424,8	1606,7
Загальний пробіг, тис км	2604,9	2640,2	2665,6
Вантажний пробіг, тис. ткм	1297,2	1452	1442,1
Загальна кількість їздок, од.	75864,1	82976,5	82406,6
Автомобіле-години руху	90209,2	95252,5	91195
Автомобіле-години про стою	22455,8	23067,5	27721,9

З таблиці 1.1 видно, що загальний обсяг перевезень після зменшення майже у два рази в 2018 році, у 2019 році почав рости. Це свідчить про покращення економічної ситуації на АТП, також збільшились показники вантажообігу та загального пробігу, коефіцієнт використання вантажності та середня технічна швидкість на підприємстві.

Для характеристики виконання плану перевезень звітного періоду в порівнянні з попереднім досліджують зміну обсягу перевезень по місяцях або за декілька років і установлюють динаміку темпів росту авт.год. роботи, обсягу перевезень та вантажообігу. При цьому використовують показники абсолютного приросту обсягу перевезень і показники темпів росту та темпів приросту перевезень. Абсолютний приріст обсягу перевезень показує, на скільки одиниць (в абсолютному вираженні) кожний наступний рівень обсягу перевезень більше або менше попереднього обсягу. У тих випадках, коли наступний рівень обсягу перевезень більше попереднього, то показник зміни обсягу перевезень приймають з позитивним знаком, якщо менше – з негативним. Визначається абсолютний приріст за формулою:

$$\Delta Q_{\text{абс}} = Q - Q_{\text{баз}} \quad (1.1)$$

де, Q – обсяг перевезень за період, що аналізується;

$Q_{\text{баз}}$ – обсяг перевезень за базисний період, тобто за період, що порівнюється.

Якщо зміна обсягу перевезень, що виконаний у звітному періоді в порівнянні з попереднім періодом, виразити у відсотках, то отримаємо показник росту обсягу перевезень:

$$T_{\text{пр}} = Q / Q_{\text{баз}} \cdot 100\% \quad (1.2)$$

Темп приросту показує, на скільки відсотків рівень обсягу перевезень періоду, що аналізується більше або менше рівня базисного періоду, прийнятого для порівняння:

$$T_{np} = (Q - Q_{баз}) / Q_{баз} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

$$T_{np} = \Delta Q_{абс} / \Delta Q_{баз} \quad (1.4)$$

Для визначення показників, що характеризують динаміку виконання плану перевезень, використовують дані роботи підприємства за декілька періодів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Динаміка показників експлуатації рухомого складу

Показник	Роки					
	2015		2016		2017	
	1 півр.	2 півр.	1 півр.	2 півр.	1 півр.	2 півр.
Обсяг перевезень, тис. т	38,4	52,3	16,8	41,6	25,1	59,9
Вантажообіг, тис. ткм	858,5	878,7	705,9	718,9	655,3	651,4
Загальна вантажопідйомність, т	302,7	302,7	302,7	302,7	302,7	302,7
Виробіток на 1 т	126,8	172,8	55,5	137,7	82,9	197,9
Виробіток на 1 ткм	2836,1	2902,9	2332	2374,9	2164,8	2151,9

Для того, щоб надати більш повну оцінку роботи АТП необхідно проаналізувати динаміку основних показників роботи та виконання плану в 2017 році.

Таблиця 1.3 – Аналіз динаміки показників роботи рухомого складу

Показники	Період	Обсяг перевезень тис. т.	Вантажообіг, тис. ткм	Загальна вантажність, т.	Виробіток на 1т, тон	Виробіток на 1 ткм, ткм
Абсолютний приріст, %	I п/р 2008 р.	-	-	-	-	-
	II п/р 2008 р.	+13,9	+20,2	-	+46	+66,8
	I п/р 2009 р.	-35,5	-172,8	-	-117,3	-570,9
	II п/р 2009 р.	+24,8	+13	-	+81,9	+429
	I п/р 2010 р.	-16,5	-63,5	-	54,5	-210,1
	II п/р 2010 р.	+34,8	-3,9	-	+115	-129
Темп росту, %	I п/р 2007 р.	100	100	100	100	100

Продовження таблиці 1.3

	II п/р 2007 р.	136,2	102,4	100	136,3	102,4
	I п/р 2008 р.	32,1	80,3	100	32,1	80,3
	II п/р 2008 р.	247,7	101,8	100	247,7	101,8
	I п/р 2009 р.	60,3	91,1	100	60,3	91,1
	II п/р 2009 р.	238,6	99,4	100	238,6	99,4
Темп приросту, %	I п/р 2007 р.	-	-	-	-	-
	II п/р 2007 р.	+36,2	+2,9	-	36,2	+2,4
	I п/р 2008 р.	-679	-197	-	-679	-19,7

При аналізі виконання плану перевезень особливу цікавість являє показник середнього темпу росту, який визначають як середню геометричну величину темпів росту за декілька періодів по формулі:

$$T_p = \sqrt[n]{T_{p1} \cdot T_{p2} \dots T_n} \quad (1.5)$$

де T_{p1}, T_{p2}, T_n – величини темпів росту обсягів перевезень по періодах, %;

n – кількість періодів, за які визначається середній темп росту обсягу перевезень.

Так середній темп росту склав:

- обсягу перевезень:

$$T_{сер} = 1,09$$

- вантажообігу:

$$T_{сер} = 0,946$$

Розрахунки показують, що на підприємстві намітилася тенденція зростання виробництва і це позитивно впливає на фінансове становище АТП.

Аналіз плану перевезень свідчать про те, що на АТП відсутня чітка тенденція до збільшення обсягів виробництва по роках.

Для визначення ступеня впливу виконання плану по клієнтах на загальний результат виконання плану використовується наступна методика: спершу визначають відхилення у виконанні плану перевезень по кожному

клієнту, що виражений у відсотках, потім визначається питома вага обсягу перевезень по клієнтам у загальному обсязі перевезень по плану YQ_i , помножують його на відхилення (ΔIQ_i) та отриманий результат ділять на сто.

$$\Delta BQ_{\text{оби}} = IQ_i \cdot YQ_i / 100 \quad (1.6)$$

Отриманий результат буде характеризувати вплив виконання обсягу перевезень по клієнтам на загальний результат виконання плану перевезень.

Техніко-експлуатаційні показники у 2019 році наведені (табл.1.4)

Таблиця 1.4 – Техніко-експлуатаційні показники у 2019 році

Показник	План	Звіт (2019)	Виконання плану
Середньооблікова чисельність автомобілів, од.	37	22	57
Загальна вантажність, т.	302,7	202,7	67
Середня вантажність одного автомобіля	8,2	9,65	118
Коефіцієнт використання автомобілів	0,9	0,835	93
Час перебування автомобілів у наряді, год.	10,25	10,28	100,3
Технічна швидкість, км/год.	27	29,3	109
Коефіцієнт використання вантажності	1	0,99	90
Коефіцієнт використання пробігу	0,6	0,541	90
Час перебування автомобілів під завантаженням-розвантаженням, год.	0,27	0,3	111,1
Довжина їздки з вантажем, км.	17	17,5	103
Виробіток на 1т	280	280,8	100,3
Виробіток на 1 ткм	4400	4316,7	98,1

У процесі аналізу виявлено недовиконання плану за такими техніко-експлуатаційними показниками: коефіцієнт використання парку, вантажопідйомності та пробігу, виробіток на одну ткм, та перевиконання плану за такими техніко-експлуатаційними показниками: час перебування автомобілів в наряді, технічна швидкість, навантаження-розвантаження, що є негативним, виробіток на одну тону. Все це свідчить про необхідність застосування заходів щодо покращення роботи технічної служби

підприємства, підвищення ефективності використання рухомого складу та організаційно-технічних заходів щодо збільшення рівня організації транспортного процесу на АТП.

Зміни техніко-експлуатаційних показників використання рухомого складу по різному впливає на ступень виконання плану перевезень. Деякі показники впливають пропорційно, інші – непропорційно. До перших відносяться середньосписочна кількість автомобілів, вантажність та коефіцієнт використання вантажності, час перебування автомобіля в наряді та коефіцієнт випуску парка. До других – технічну швидкість, коефіцієнт використання пробігу, середня відстань перевезення вантажу, термін простою під завантаженням та розвантаженням.

При виявленні впливу техніко-експлуатаційних показників використання рухомого складу на виконання плану перевезень вантажів застосовують прийом ланцюгових підстановок, вирахування різниці або процентних співвідношень.

Коефіцієнт непропорційного впливу показника розраховується за формулою:

$$\delta_{xi} = \frac{L_{er} + V_T \beta_i t_{n-p}}{L_{er} + V_T \beta_i t_{n-p}} \quad (1.7)$$

Для визначення δ_{xi} в знаменнику розрахункової формули ставлять фактичне значення того показника, для якого визначають коефіцієнт непропорційності, всі інші показники, що входять до складу чисельника й знаменника, приймають у плановому значенні таблиця 1.5.

Таблиця 1.5 – Коефіцієнти непропорційної залежності обсягу перевезень від техніко-експлуатаційних показників другої групи

Коефіцієнти непропорційності	Розрахунок	Значення коефіцієнта непропорційності
δV_T	$\frac{17 + 27 \cdot 0,6 \cdot 0,27}{17 + 29,3 \cdot 0,6 \cdot 0,27}$	0,95
$\delta \beta$	$\frac{17 + 27 \cdot 0,6 \cdot 0,27}{17 + 29,3 \cdot 0,541 \cdot 0,27}$	1,054
δl_{er}	$\frac{17 + 27 \cdot 0,6 \cdot 0,27}{17,5 + 27 \cdot 0,6 \cdot 0,27}$	0,988
δt_{n-p}	$\frac{17 + 27 \cdot 0,6 \cdot 0,27}{17 + 27 \cdot 0,6 \cdot 0,3}$	0,9

Зіставляючи звітні й планові техніко-експлуатаційні показники (табл.1.5), установлюють які з них виконані і які не виконані. Ступінь впливу зміни техніко-експлуатаційних показників на виконання плану перевезень по вантажообігу можна простежити на прикладі, наведеному в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Вплив техніко-експлуатаційних показників на виконання плану перевезень за обсягом

Показники	Умовні позначення	$\Delta B Q$, тис. т.	ΔB до плану, %
Час перебування автомобіля в наряді, год.	T_n	2124,9	0,27
Технічна швидкість, км/год.	V_T	155	7,3
Середня вантажність одного автомобіля, т	q	381,7	18
Коефіцієнт використання вантажності	γ	-15,2	0,7
Середньооблікова чисельність автомобілів, од	Acc	-912,9	43
Коефіцієнт використання автомобілів	α_b	-147,5	6,9
Довжина їздки з вантажем, км.	l_{er}	-33	1,5
Час перебування автомобілів під завантаженням-розвантаженням, г.	t_{n-p}	-33	1,5

У процесі аналізу впливу зміни техніко-експлуатаційних показників на виконання плану перевезень визначають не тільки втрати в зв'язку з невиконанням того або іншого техніко-експлуатаційного показника, але й установлює фактори, що вплинули на його виконання. Використання прийому ланцюгових підстановок при аналізі дозволяє встановити вплив основних виробничих з на виконання плану перевезень вантажів і вантажообігу через

експлуатаційні показники. Ці розрахунки умовні, тому що зміна яких-небудь умов роботи рухливого із впливає на кілька взаємозалежних показників [13].

Вплив техніко-експлуатаційних показників на виконання плану перевезень за об'ємом, встановлюється за формулою:

$$Q = \frac{T_H V_T \beta q \gamma A_{cc} \alpha_B D_k}{l_{er} + V_T \beta t_{n-p}} \quad (1.8)$$

де, q , A_{cc} , l_{er} –показники, які не залежать від роботи АТП, приймаються по звіту, усі інші показники, залежать від діяльності АТП – по плану. Дк– календарні дні.

При зростанні показників: час перебування в наряді (T_H), обсяг перевезень зростає на 2124,9 тис. тон, що складає 0,27% до плану, технічної швидкості (V_T), обсяг перевезень зростає на 155 тис. тон, що складає 7,3 до плану, середня вантажність одного автомобіля (q), обсяг перевезень зростає на 381,7 тис. тон, що складає 18% до плану. При зменшенні показників: коефіцієнта використання вантажності (γ), обсяг перевезень зменшується на 15,2 тис. тон, що складає 0,7% до плану, середньооблікова чисельність автомобілів (A_{cc}), обсяг перевезень зменшується на 912,9 тис. тон, що складає 43% до плану, коефіцієнта використання автомобілів (α_B), обсяг перевезень зменшується на 147,5 тис. тон, що складає 6,9% до плану, довжина їздки з вантажем (l_{er}), обсяг перевезень зменшується на 33 тис. тон, що складає 1,5% до плану.

Ступінь впливу зміни техніко-експлуатаційних показників на виконання плану перевезень за вантажообігом відображено в таблиці. 1.7.

Таблиця 1.7 – Вплив техніко-експлуатаційних показників на виконання плану перевезень за вантажообігом

Показники	Формула	Коефіцієнт непропорційності	Розрахунок ΔB , %
1	2	3	4
$A_{СП}$	$BA_{СП} - 100$	-	-43,3
α_B	$B\alpha_B - 100$	-	-7
T_H	$BT_H - 100$	-	0,3
q_{cp}	$Bq_{cp} - 100$	-	118
γ_d	$B\gamma - 100$	-	-1
V_T	$BV_T \delta V_T - 100$	0,95	3,55
β	$B\beta \delta \beta - 100$	1,054	-5,14
l_{er}	$Bl_{er} - 100$	0,988	1,7
t_{n-p}	$(\delta t_{n-p} - 100)$	0,9	-10
Разом	-	-	57

У процесі виконання аналізу виявлено недовиконання плану за такими техніко-експлуатаційними показниками: коефіцієнт використання парку, вантажності та пробігу, виробіток на 1 т.км., та перевиконання плану за такими техніко-експлуатаційними показниками: час перебування автомобілів у наряді, технічна швидкість, час завантаження-розвантаження, що є негативним, виробіток на 1 тону.

Негативно впливають на обсяг перевезення такі показники, коефіцієнт використання вантажності (γ), обсяг перевезень зменшується на 15,2 тис. тон, що складає 0,7% до плану, середньооблікова чисельність автомобілів (A_{cc}), обсяг перевезень зменшується на 912,9 тис. тон, що складає 43% до плану, коефіцієнта використання автомобілів (α_B), обсяг перевезень зменшується на 147,5 тис. тон, що складає 6,9% до плану, довжина їздки з вантажем (l_{er}), обсяг перевезень зменшується на 33 тис. тон, що складає 1,5% до плану.

1.2 Визначення та підтримка працездатного стану паливної апаратури дизелів

Характерні ознаки, що вказують на те, що пора перевірити стан паливної апаратури автомобіля:

- поява сторонніх шумів і стукотів;
- двигун глухне при збільшенні швидкості;
- під час руху падає потужність мотора;
- важко або неможливо запустити двигун, особливо в зимовий час;
- з труби йде білий або чорний дим.

При наявності навіть однієї з проблем мотору потрібна діагностика і ремонт, які бажано виконати в найкоротші терміни. В іншому випадку знадобиться капітальний ремонт дизельного двигуна, що обійдеться значно дорожче.

Найчастіше причиною несправності подібного типу стає тривала робота двигуна на високих оборотах. Якщо є можливість, поміняйте стиль їзди, щоб не доводити машину до капремонту.

Дизельний двигун чутливий до неякісного пального, особливо якщо в ньому містяться тверді елементи. В такому випадку швидко засмічується і зношується паливна система, а потім і інші вузли авто.

Не всі водії пам'ятають, що з настанням холодів необхідно використовувати відповідне сезонне паливо і заливають річний дизель. В результаті при мінусових температурах не запускається або погано запускається двигун. Це правило стосується і рідини для охолодження двигуна. Якщо використовувати звичайну воду або рідина з невстановленим складом, двигун почне давати збої.

Причиною стає банальний знос вузла. Спочатку виходять з ладу розпилювачі форсунок, з вихлопної труби йде чорний дим. Якщо вчасно не усунути несправність, це призведе до поломки турбіни двигуна, системи живлення і інших проблем.

Щоденний огляд автомобіля, оцінка поточного технічного стану допоможе якщо не запобігти, то помітити перші ознаки неполадок і вчасно відправити машину на СТО.

Основні види робіт при обслуговуванні

Незалежно від причин, за якими власник дизельного авто звернувся на сервісну станцію, першим етапом буде комп'ютерна діагностика двигуна і інших систем автомобіля. На основі отриманих даних проводиться детальний огляд проблемного вузла, який дозволяє з'ясувати причину поломки. Після цього майстер визначає обсяг, час і вартість робіт. Ці нюанси узгоджуються з клієнтом, після чого машина йде на ремонт.

Найчастіше проводяться такі роботи:

- заміна розпилювачів дизельних форсунок, плунжерних пар, ремонт насос-форсунок;
- ремонт або заміна сажових фільтрів;
- ревізія всієї дизельної системи.

Іноді виявляються і інші, приховані неполадки. Про них майстер попереджає клієнта і погоджує з ним задачу усунення виявлених проблем.

Будова та робота стенду по перевірці стану паливної апаратури є характерною для роботи з паливною апаратурою вантажних автомобілів

Сучасний і потужний стенд для випробування і регулювання паливної апаратури дизелів 12 PSB з плитами стане для вас незамінним помічником, якщо ви професійно займаєтеся паливною апаратурою. Головне призначення стенду - це робота дизельної апаратурою з кількістю циліндрів від 1 до 12 як імпортоного таки і вітчизняного виробництва. 12PSB працює з дізелями всіх типів - як рядних так і розподільних

Принцип роботи стенду для мети випробування базується на:

- завданні робочої частоти обертання кулачкового вала насоса
- завданні тиску палива
- завданні температури палива на вході насоса
- завданні кількості циклів за період подачі палива

А ось регулювання відбувається на базі отриманих вимірювань, в число яких входять:

- кількість і рівномірність подачі палива;
- частота обертання валу ТНВД у момент початку дії регулятора;
- частота обертання валу ТНВД у момент припинення подачі палива;
- тиск відкриття нагнітальних клапанів;
- кут початку нагнітання і кінця подачі палива по повороту валу ТНВД і

чергування подачі секціями ТНВД;

- характеристика автоматичної муфти випередження впорскування;
- підтримка заданої температури палива.

Даний стенд відрізняється величезною надійністю своєї роботи, дуже низьким рівнем шуму, що стане великим плюсом для будь-якого підприємства, невеликою витратою енергії, точністю випробувань, високим вихідним обертовим моментом, повним захистом.

Технічна характеристика стенда 12 PSB

Привід Електричний

Кількість одночасно випробуваних секцій високого тиску ПНВТ шт не більше 12

Частота обертання привідного валу, хв. 0 - 400

Відлік кількості обертів (циклів), об. 1 - 9999

Температура палива, С 20 - 45

Тиск палива, МПА (кгс\см²) 0 - 3 (0 - 30)

Частота обертання привідного валу, хв 25 - 4000

Обєм палива посудин СТА, мл першого ряду 12 - 135

Обєм палива посудин СТА, мл другого ряду 12 - 40

Температура палива, С 0 - 50

Тиск палива, МПА (кгс\см²) -0,1 - 4(-1 - 40)

Кут початку подачі палива, град 0 - 360

Кут початку впорскування палива, град 0 - 360

Кут повороту напівмуфт автоматичної муфти випередження

впорскування, град	0 - 10
Циклова подача, мм ³ \цикл	до 1000
Ємність паливного баку, л	60
Напруга, В	380
Частота, Гц	50 +- 1
Потужність, кВт	7,5 - 11
Кількість робочого персоналу, чел	1
Габаритні розміри, мм	1600x960x1750
Суха маса стану, кг	765

1.3 Несправності систем живлення дизельних двигунів

Незадовільне надходження палива з бака до *паливного насоса високого тиску*.

Причини:

- підсмоктування повітря через нещільності;
- несправна робота паливопідкачуючого насоса низького тиску – зменшення подачі й тиску може виникнути при надмірному зношуванні деталей насоса, засмічуванні пропускнуго клапана й т.д.;
- засмічування паливних фільтрів;
- утворення парафінових пробок - при низьких температурах і невідповідності сорту палива.

Незадовільна робота форсунок - мається на увазі як якість упорскування, так і відповідність моменту упорскування оптимальному варіанту.

- тиск впорскування (момент початку підйому запірної голки) не відповідає нормативному – при цьому порушується якість упорскування - діаметр крапельок палива не відповідає оптимальному, що порушує нормальний процес сумішоутворення в камері згоряння, причому в процесі експлуатації є тенденція до постійного зниження цього параметра через зниження пружності робочої пружини форсунки, при цьому впорскування

палива буде відбуватися трохи раніше;

- негерметичність форсунки - маєтся на увазі як порушення герметичності з'єднань форсунки, так і підтікання палива із сопів через незадовільні притер тості запірного наконечника голки до гнізда;

- незадовільна якість розпилення палива - паливо повинне впорскуватися в камеру згоряння в тумановидному стані (без крапель), з рівномірним виходом із всіх отворів розпилювача.

Перераховані несправності, включаючи можливе забруднення смолою й лаками фільтруючої сітки форсунки, призводить звичайно до порушення нормальної роботи двигуна; до ускладненого пуску, нестійкій роботі на різних режимах, до втрати потужності й до підвищення витрати палива, до підвищення димності і т.д.

Несправності форсунок

До характерних для форсунок можна віднести ще цілий ряд несправностей:

- механічні поломки або тріщини будь-якого розміру на деталях (відновленню не підлягають);

- негерметичність по сполучним площостям, що, між корпусом у форсунці, проставкою і корпусом розпилювача форсунки (відновлюється доведенням шляхом шліфування площин, що сполучаються,);

- зношування торця проставки від голки розпилювача (допускається не більше 0,1 мм - усувається методом шліфування торця);

- руйнування сітчастих і ін. типів фільтрів (заміняють);

- підвищений хід голки або заїдання й прихватування при переміщенні голки у розпилювачі (змазана дизельним паливом голка, висунута на 1/3 довжини з корпуса розпилювача, при нахилі під 45° повинна плавно, без заїдань опускатися до упору під дією власної маси);

- негерметичність запірного конуса розпилювача і голки (при даній несправності на носіку розпилювача із соплами утворюються крапельки палива, що при високих температурах приводить до закоксування соплових отворів).

Для виявлення вищевказаних несправностей використовують як різного типу діагностичні прилади й вимірювальний інструмент, так і візуальний метод огляду деталей при їх дефектовці в цехах для ремонту дизельної паливної апаратури.

1.4 Обґрунтування теми магістерської роботи

В наслідок інтенсивної експлуатації транспортних засобів знижуються техніко-економічні показники використання транспортних засобів і настає момент, коли подальша експлуатація її є недоцільною або стає економічно не вигідною. Тому в процесі експлуатації машина потребує технічного сервісу з метою підтримання її працездатного технічного стану.

Ефективність проведення ремонтних робіт суттєво залежить від впровадження відповідних прогресивних технологій, розвиток яких забезпечує широко розвинута система виробничих та інших структур. Це приводить до необхідності модернізації та удосконалення структур технічного сервісу автомобільного транспорту.

Ринкові відносини, що розвиваються в економіці України зумовлюють зміни в структурі існуючої ремонтно-обслуговуючої бази, її організації, управлінні, технології виробництва, ремонті і обслуговуванні автомобілів. Це значною мірою стосується сервісних служб підприємств, що намагаються зайняти певне місце в експлуатаційній структурі підприємства.

На підприємстві є матеріально-технічна база, що дозволяє виконувати, при певній модернізації, різноманітні технологічні операції. В тому числі виконувати ремонт такої важливої системи як паливна апаратура. Але способи якими відновлюється працездатність системи потребують вдосконалення, а саме тому тема магістерської роботи: " Дослідження впливу характеристик розпилювача форсунок на показники дизеля автомобіля під час експлуатації у ПАТ ТОВ "АТП-2004" м. Кропивницький " є надзвичайно актуальною.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЕННЯ ПАЛИВА ФОРСУНКАМИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД КОНСТРУКЦІЇ РОЗПИЛЮВАННЯ

2.1 Забезпечення працездатності форсунок дизелів автомобілів в процесі експлуатації

Підвищення вартості палива, жорсткі норми на викиди відпрацьованих газів, конкуренція за ринки збуту сприяли вдосконаленню конструкції дизелів та їхніх систем. Сучасний двигун повинен бути потужним, економічним і екологічно чистим.

Аналіз роботи сервісних служб на підприємствах показав, що відсутність кваліфікованих фахівців, сучасних випробувальних стендів, інноваційних технологій обслуговування, не дозволяє на належному рівні проводити обслуговування дизелів. Особливо це стосується агрегатів паливної апаратури, а саме – форсунок. Основними постачальниками розпилювачів форсунок на ринок України є виробники, які реалізують продукцію під маркою Чугуївського заводу прецизійних виробів - ЧЗПВ. У меншій мірі - ЯЗДА (Ярославський завод дизельної апаратури) та продукція фірми Motorpal Чехія, а також Китайські виробники.

Ринок сервісного обладнання для паливної апаратури пропонує широкий спектр недорогих приладів, інструменту і пристосувань. Сільгоспвиробники можуть придбати прилади та стенди українських виробників, таких як: ЦКБ “Арсенал”, колективного підприємства “Біатрон-6”. Закордонні виробники представлені фірмами АТ МОПАЗ (ТМ “Доктор Дизель”, прилади ДД- 2110, ДД-4500, МТА–2), BOSCH (Німеччина, прилади EFEP-60H, TPS-100) та ін. Засоби, що представлені на ринку, дозволяють контролювати працездатність форсунок при їхньому обслуговування, як при знятті їх з двигуна, так і безпосередньо на двигуні. Але деякі параметри, які визначають відповідність форсунок нормативним вимогам, зазначені прилади дозволяють контролювати

на рівні якісних ознак.

Для забезпечення високих показників тракторного дизеля за середньо експлуатаційною витратою палива, ефективною потужністю та відповідністю все більш зростаючим вимогам до екологічних показників, потрібно своєчасне проведення технічного обслуговування і ремонту агрегатів і систем з застосуванням сучасних засобів діагностування. Найбільша кількість простоїв мобільних енергетичних засобів в сільському господарстві (від 20 до 35 %) відбувається внаслідок несправності агрегатів паливної системи двигунів. Крім того, робота цієї системи в значній мірі визначає їх експлуатаційну економічність. Із-за несправності або невірної регулювання тільки однієї форсунки дизельного двигуна перевитрачається до 15 - 20 % палива.

Роботоздатність форсунки визначається не виходом її окремих характеристик за межі, що допускаються. З них найбільш важливими є (рис. 2.1): гідрощільність (ГЩ), ефективний сумарний перетин (m_f), тиск початку упорскування (РФО), відхилення струменів палива від заданого напрямку ($\Delta\phi$), герметичність (ГМ) по запірному корпусу і рухливість голки (РГ).

Інші характеристики контролюються у процесі виробництва і практично не змінюються у процесі експлуатації. Гідрощільність залежить від величини зазору у спряженні голка – корпус. В умовах експлуатації порушення гідрощільності пов'язане зі збільшенням зазору внаслідок спрацювання поверхонь, що спрягаються.

Вплив ГЩ на показники двигуна залежить від режиму його роботи. На номінальному режимі, коли основна кількість палива подається при повному підйомі голки, цей вплив несуттєвий. На часткових режимах, коли паливо подається при частковому підйомі голки (особливо на режимах пуску), вплив гідрощільності зростає внаслідок відносного збільшення витoku палива у дренаж і зменшення циклової подачі. Побічною ознакою падіння ГЩ є ускладнений пуск двигуна, особливо у холодну пору року.

Ефективний прохідний перетин (μ_f) контролюється у 100% розпилювачів при виробництві. Згідно з вимогами нормативно-технічної

документації розпилювачі розбивають на групи за μ_f . У групі різниця μ_f не перевищує 0.04 мм. У процесі експлуатації μ_f змінюється: з одного боку, під дією абразиву, що присутній у паливі, може збільшуватись μ_f (за рахунок округлення вхідних крайок соплових отворів), а з іншого – зменшуватись внаслідок коксування отворів. Зменшення μ_f усувається очищенням отворів. Збільшення μ_f вище допустимого значення не може бути виправлене, тому такі розпилювачі повинні бути вибракувані і вилучені з експлуатації. Проблема контролю μ_f полягає у відсутності засобів контролю навіть у спеціалізованих майстерних. Тому μ_f , як правило, в експлуатації не контролюється. Тиск початку підйому голки $P_{\Phi 0}$ - функціональний параметр технічного стану. Регулювання $P_{\Phi 0}$ повинне виконуватися, якщо при контролі виявлене його відхилення більш, ніж на $\pm 15\%$ від номінального значення. У середині зазначеного інтервалу двигун не чутливий до зміни $P_{\Phi 0}$.

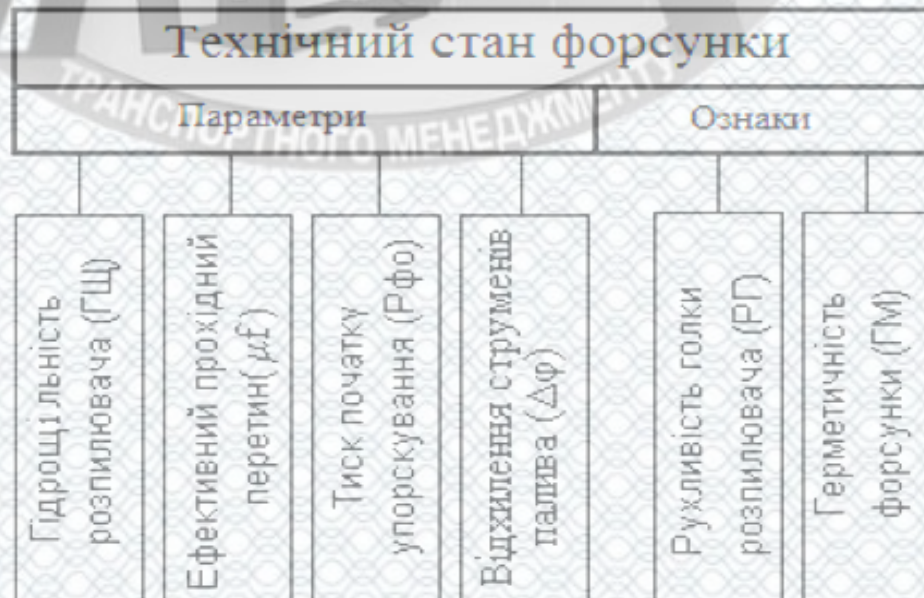


Рисунок 2.1 Параметри технічного стану форсунки

В експлуатації тиск $P_{\Phi 0}$ знижується. Особливо інтенсивно це відбувається у перші 100 годин роботи форсунки, внаслідок приробітку її деталей. Падіння $P_{\Phi 0}$ також може бути зумовлене збільшенням площі

диференційної площадки голки, через знос конусів у корпусі і на голці розпилювача. Вплив $P_{\text{ф0}}$ на показники двигуна різний, залежно від причин, які спричинили це падіння. Найбільш істотний вплив при зношенні запірного конусу.

Герметичність характеризується відсутністю протікань палива через соплові отвори. Втрата герметичності в експлуатації відбувається внаслідок зносу запірного конусу розпилювача. Працездатність форсунки у значній мірі визначається рухливістю голки. Рухливість перевіряється на стенді з ручним приводом шляхом прокачування палива через розпилювач, закріплений у форсунці. Упорскування повинне супроводжуватися чітким характерним звуком (форсунка «звучить»). Звук, що прослуховується, свідчить про «хорошу» рухливість голки.

Достовірність визначення РГ залежить від ряду суб'єктивних і об'єктивних чинників: кваліфікації оператора, що виконує перевірку, можливостей засобів вимірювання та ін. За певних умов розпилювачі за РГ можуть бути розбиті на три групи: «хороші», «середні», «погані». Однак, необхідно відзначити, що надійна оцінка рухливості можлива при швидкості подачі палива до 4–10 см³/с. При більш високих швидкостях різниця у РГ розпилювачів, що мають різний технічний стан, «на слух» не фіксується (вони усі «звучать»). Звук при роботі форсунки свідчить про коливальний режим руху голки. З метою дослідження причин виникнення «звучання» форсунок проведено осцилографування процесів паливоподачі при різній РГ розпилювачів за умови випробування, визначених у ДСТУ . Результати дослідження наведені на рис. 2.2.

Голка з «хорошою» рухливістю входить в режим автоколювань – за одне упорскування здійснює декілька підйомів і опускань голки з чіткою посадкою її на сідло (рис. 2а). Робота розпилювача з «середньою» РГ характеризується тим, що під час упорскування голка коливається з більшою частотою, але амплітуда коливань незначна, при цьому звук «скриплячий» (рис. 2.2 б). У розпилювачах з «поганою» рухливістю автоколювання відсутні, звук при

роботі форсунки не прослуховується. Голка в процесі упорскування займає стійке положення (рис. 2.2 в).

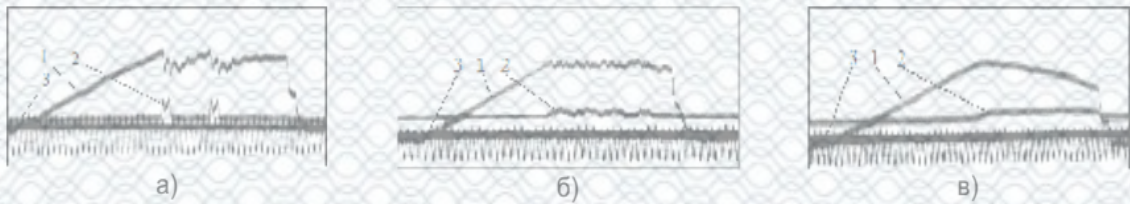


Рисунок 2.2 Осцилограми процесів паливоподачі при 33 упорскувань за хвилину: а) – розпилювач «хороший»; б) – розпилювач «середній»; в) – розпилювач «поганий»; 1- тиск у форсунки; 2- підйом голки; 3- позначка часу

На підставі представлених даних запропонований новий спосіб діагностування гідромеханічних форсунок, на який отримано позитивне рішення щодо заявки на корисну модель. У запропонованому способі діагностування форсунок задача вирішена тим, що при діагностуванні виміряють амплітуду підйому голки при умовах перевірки, визначених у і порівнюють її з повним ходом голки.

Вплив рухливості на показники роботи двигуна суттєвий. Питома ефективна витрата палива при роботі з розпилювачами, які мають «погану» рухливість, зростає на 9-10 г/кВт·г., а «середню» – на 3–4 г/кВт·г. Відомо, що погіршення рухливості головним чином обумовлене зменшенням діаметру голки за запірним конусом.

Обґрунтовано, що в якості кількісної оцінки рухливості можна використовувати фактичний діаметр голки по запірному конусу d_x . Причому встановлено, що при значенні $d_x \leq 2,3$ мм (для розпилювачів з діаметром голки по напрямній 6 мм) та $d_x \leq 2,1$ мм (для розпилювачів з діаметром голки по напрямній 5 мм), рухливість голки повністю втрачається. Тому розпилювачі з таким значенням d_x вважаються такими, що вичерпали свій ресурс. Для визначення d_x в умовах експлуатації пропонується застосовувати непрямий метод, який полягає у вимірюванні тиску упорскування палива форсункою РФ1 при навантаженні голки відомою постійною силою $F_{\text{ДР}}$. Далі за тиском

палива розраховують d_x . Діаметр запирання d_x визначається за формулою:

$$d_x = \sqrt{d_G^2 - \frac{4 \cdot F_{np}}{P_\Phi^1 \cdot \pi}}, \quad (2.1)$$

де d_G - діаметр головки у направляючій частині, мм; F_{np} - сила навантаження, Н; P_Φ^1 - тиск упорскування, МПа.

Загальний вигляд приладу для визначення d_x наведений на рис. 2.3



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд приладу для визначення d_x

Прилад складається з основи 1 з привареною до неї стійкою 2. На стійці гайкою 3 закріплена поворотна втулка 4. З втулкою шарнірно з'єднаний силовий важіль 5. У прорізі важеля на осі встановлений ролик 6. (основу пристосування складає відомий пристрій для визначення гідросільності плунжерних пар). У отворі основи кріпиться форсунка 7 з розпилювачем 8, який випробовується. Вісь ролика 6 співпадає з віссю форсунки 7. У стендовій форсунці видалений вузол регулювання, а зусилля від силового важеля до голки розпилювача передається через ролик 6, пружину 9 і додаткову штангу 10. Величина зусилля F_{np} , що передається на голку розпилювача визначається масою важеля. Калібрування зусилля важеля F_{np} здійснюється за допомогою вагів.

Паливо у форсунку подається від будь якого відомого пристосування для регулювання форсунок 11 (наприклад, КИ-22205). Для виконання вимірювань форсунка з розпилювачем, що випробовується, кріпиться у отворі основи стенду. Ролик 6 силового важеля 5 підводять до додаткової штанги 10 форсунки 7. Подають паливо у форсунку та визначають тиск упорскування 1Φ P за манометром пристосування 11. Для спрощення визначення d_x розрахована і побудована номограма $d_x = f(P_\Phi)$.

2.2 Аналіз впливу зміни прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунки на ефективну потужність дизеля

Стверджується необхідність скоротити строки технічного обслуговування розпилювачів форсунок в наслідок закоксування, проте немає достовірних даних за характером залежностей зміни пропускної спроможності розпилювачів від часу напрацювання, для визначення яких необхідне проведення тривалих експлуатаційних випробувань.

Відповідно до п.2.6 ДСТУ ГОСТ 10578:2003, відхилення значення ефективного перетину або пропускної спроможності розпилювачів від номінального значення не повинно бути більш $\pm 6\%$ при перевірці на стенді постійного тиску, або $\pm 1,5\%$ при прокручуванні від секції паливного насосу високого тиску.

Існує метод прискорених безмоторних випробувань, який дозволяє змоделювати зміну темпу закоксування соплових отворів розпилювача форсунки при роботі на різних видах палива, що суттєво прискорить отримання залежностей зміни ефективного прохідного перерізу та надасть можливість розробити технічні рекомендації з експлуатації дизелів.

Доведена залежність зміни прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунки від часу напрацювання в мотогодинах та вплив цього фактору на зменшення ефективної потужності дизельного двигуна і погіршення його паливно-економічних показників.

Ефективна потужність дизеля визначають за формулою:

$$N_e = \frac{Q_H^p}{3600} \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot (P_e - P_u)} \cdot \mu \frac{\pi d^2 z}{\omega} \frac{\pi}{180} n \eta_e, \quad (2.2)$$

де Q_H^p – нижча теплота згорання робочої суміші, кг МДж; ρ – густина палива; P_e – тиск впорску палива, Па; P_u – тиск газів в циліндрі, Па; μ – коефіцієнт витрати; d – діаметр соплових отворів, м; z – кількість соплових отворів розпилювача; φ_{en} – тривалість впорскування, град. к.п.к.в.; ω – кутова швидкість, рад/с; n – кількість форсунок двигуна; η_e – ефективний ККД двигуна.

Для оцінки зменшення ефективної потужності двигуна під час експлуатації на альтернативних видах палива, запропоновано використовувати коефіцієнт Δ , значення якого отримані на основі експериментів та розраховуються за формулою:

$$\Delta = 1 - \frac{\mu F - \mu F'}{\mu F}, \quad (2.3)$$

де μF – ефективний переріз сопл. отворів розпилювача (новий розпилювач), м²; $\mu F'$ – ефективний переріз сопл. отворів розпилювача (після експлуатації), м². Формула (2) підставляємо в (1), маємо:

$$N_e = \frac{Q_H^p}{3600} \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot (P_e - P_u)} \cdot \Delta \cdot \mu \frac{\pi d^2 z}{4} \cdot \frac{\varphi_{en}}{\omega} \cdot \frac{\pi}{180} \cdot n \cdot \eta_e, \quad (2.4)$$

де Δ - коефіцієнт, що враховує зміну ефективного перерізу соплових отворів розпилювача форсунки в наслідок коксування.

Можна бачити, що коефіцієнт Δ безпосередньо впливає на ефективну потужність дизеля, його використання в подальших розрахунках надає

можливість спрогнозувати тенденції зміни ефективної потужності двигуна в процесі експлуатації та скорегувати термін технічного обслуговування.

Крім цього ефективна потужність дизелем визначається через техніко-економічні показники:

$$N_e = \frac{Q_{рн}^p}{3600} \cdot \Delta \cdot G_T \cdot \eta_e, \quad (2.5)$$

де $Q_{рн}$ – нижча теплота згоряння робочої суміші, кг МДж; G_T – часова витрата палива, кг/год; η_e – ефективний ККД. двигуна; Δ – коефіцієнт, що враховує зміну ефективного перерізу соплових отворів розпилювача форсунок в наслідок коксування.

Якщо значення коефіцієнта Δ , при яких ефективна потужність двигуна зменшиться більше, ніж допустима в межах зазначених ГОСТ 18509-88, то подальша експлуатація дизеля призведе до суттєвого підвищення витрати палива.

2.3 Дослідження впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива

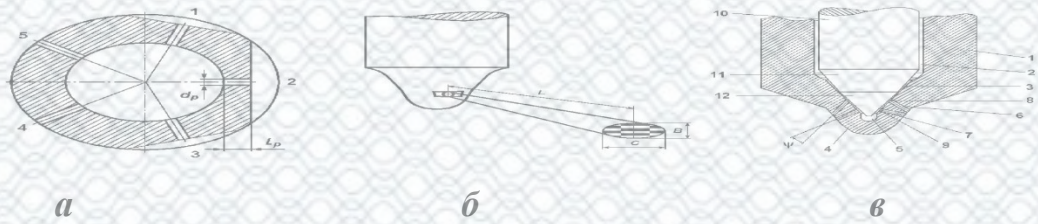
Вдосконалення процесів розпилювання палива і сумішеутворення є неодмінною умовою задоволення сучасних жорстких вимог до показників токсичності відпрацьованих газів дизелів і їх паливної економічності. Оскільки струмені палива, що розпилюється, формуються розпилювачами форсунок, конструктивне виконання проточної частини розпилювачів помітно впливає на геометричні розміри струменів палива, напрям і динаміку їх поширення, турбулізацію струменів. У ряді робіт показано, що для інтенсифікації сумішеутворення потрібно забезпечити найбільшу турбулізацію палива в проточній частині розпилювача. Висока збуреність течії на виході з розпилюючого отвору викликає турбулізацію струменя палива і її швидкий розпад в камері згоряння дизеля. Тому в якості ефективного засобу поліпшення процесів розпилювання палива і сумішеутворення розглядається використання розпилювачів, що мають в проточній частині місцеві гідравлічні

опори, які турбулізують течію палива в розпилювачі і на виході з розпилюючих отворів.

Значна турбулізація потоку палива в проточній частині розпилювача форсунки досягається за наявності додаткових гідравлічних опорів, виконаних безпосередньо в розпилюючих отворах. В якості таких турбулізаторів розглядаються підвищена шорсткість розпилюючих отворів, наявність гострих кромek на їх вході і виході, виконання гвинтових канавок в розпилюючих отворах. Усі ці заходи досить ефективні, оскільки вказані гідравлічні опори розташовані безпосередньо перед виходом потоку з розпилювача, і виникаюча турбулізація потоку зберігається і в струменях палива, що розпилюється. Але виконання таких турбулізаторів, як правило, трудомістко і незавжди технологічно просто зважаючи на малий діаметр розпилюючих отворів і їх великого числа i_p (у сучасних системах паливоподачі воно досягає $i_p=20$ і більше). Крім того, розпилюючі отвори схильні до закоксування, що знижує ефективність цих турбулізаторів.

Відомі і інші підходи до організації підвищеної турбулентності потоку в проточних частинах розпилювачів форсунок. Деякі конструкції таких розпилювачів представлені на рис. 2.1. Розпилювач на рис. 2.1а призначений для дизелів, в яких форсунки встановлені в голівці циліндрів із зміщенням відносно центральної осі камери згорання. Це призводить до того, що різні розпилюючі отвори знаходяться на різній відстані від стінок камери згорання в поршні. При цьому струмені палива, спрямовані на найменш віддалені стінки камери згорання, стикаються із стінкою і утворюють на ній паливну плівку, що викликає неповне згорання палива, погіршення показників токсичності відпрацьованих газів і паливної економічності. Скорочення довжини струменів палива, що розпилюється, можна досягти шляхом зменшення довжини розпилюючих отворів форсунки. Тому для зменшення долі плівкового сумішеутворення доцільно сформувати струмені палива різної довжини: бажано мати довгі струмені в напрямі віддаленої від розпилюючого отвору форсунки стінки камери згорання і короткі струмені в напрямі

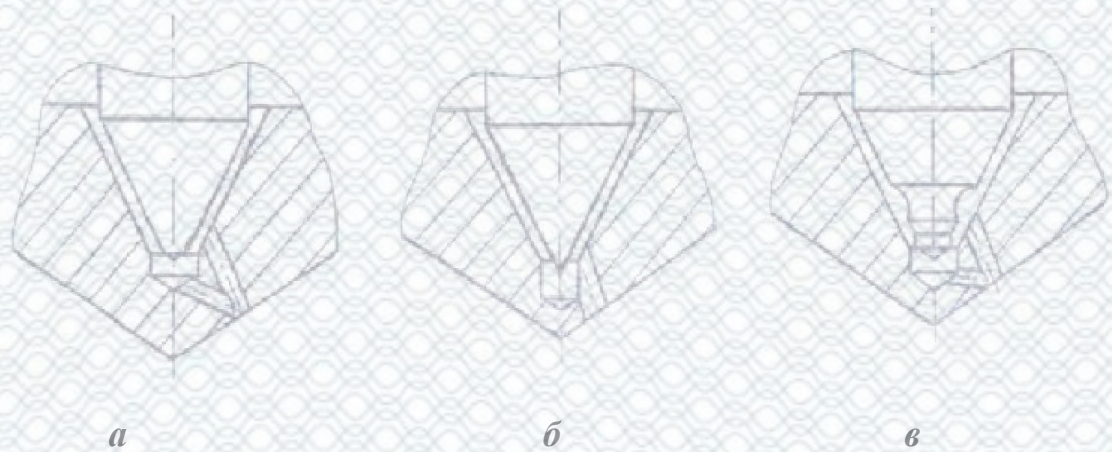
найменш віддаленої стінки.



а - з розпилюючими отворами різної довжини; б - з канавками, виконаними на носці розпилювача; в - з розпилюючими отворами, що формують пересічні струмені.

Рисунок 2.4 Конструктивні варіанти розпилювачів, що забезпечують вдосконалення процесу розпилювання палива.

Ряд конструкцій розпилювачів, що забезпечують підвищену турбулізацію потоку палива у своїй проточній частині, показані на рис.2.4. Варіантом конструктивного виконання розпилювача, представленого на рис. 2.4в, являється конструкція, показана на Рис.2.4а. Цей розпилювач має суміжні розпилюючі отвори, виконані під кутом один відносно одного. Але на відміну від розпилювача на Рис.2.4а вихідні кромки цих розпилюючих отворів утворюють загальну вихідну кромку для цієї пари розпилюючих отворів. При цьому вхідні кромки першого розпилюючого отвору кожної пари отворів розташовані на конічній замочній поверхні корпусу розпилювача, а вхідні кромки другого отвору - в підголковій порожнині (у колодязі розпилювача). Зіткнення і турбулізація потоків палива, що формуються суміжними розпилюючими отворами, відбувається в загальному вихідному перерізі цих розпилюючих каналів і при витіканні загального струменя палива.



а - з пересічними розпилюючими отворами; б - з єдиним розпилюючим отвором з вхідною кромкою розташованою одночасно і на конічній замочній поверхні корпусу розпилювача, і в підголковій порожнині; в - з пересічними розпилюючими отворами і з профільованою проточкою, виконаною на голці розпилювача

Рисунок 2.5 Конструктивні варіанти розпилювачів, що забезпечують вдосконалення процесу розпилювання палива

2.4 Вибір розпилювачів форсунки для оцінки впливу геометрії проточної частини на формування струменів палива та параметрів потоку

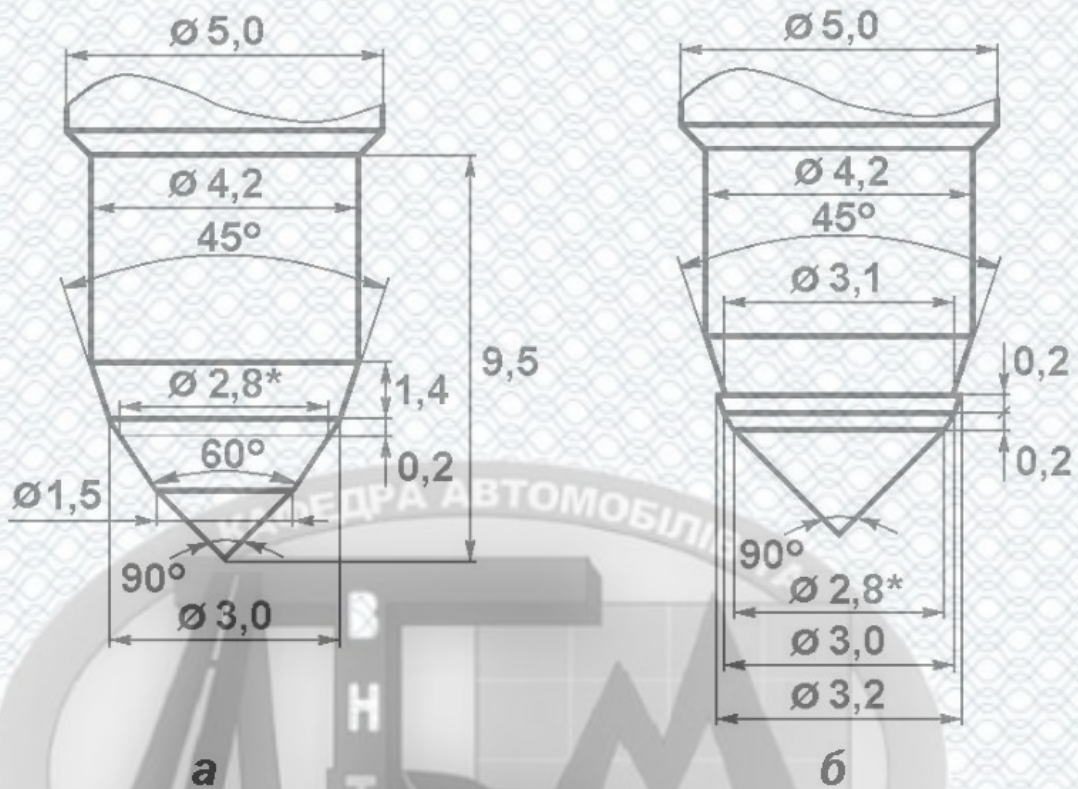
Для оцінки впливу геометрії проточної частини розпилювачів дизельної форсунки на формування струменів палива та параметрів потоку вибрано два типи конструкцій розпилювачів, в яких додаткові гідравлічні опори виконані на хвостовику голки розпилювача форсунки. Для оцінки впливу таких гідравлічних опорів на показники процесів розпилювання палива і сумішеутворення, а також на показники токсичності відпрацьованих газів і паливної економічності дизеля типу ЯМЗ-236 спроектовано дослідний розпилювач на базі серійного розпилювача типу 236-1112110 виробництва «Ярославського заводу дизельної апаратури». Ці розпилювачі використовуються у форсунках дизелів типу ЯМЗ 236, ЯМЗ 238 виробництва «Ярославського моторного заводу»(ЯМЗ), встановлюваних на автомобілі

МАЗ-5335, КамАЗ-5320, Урал-4320 та інші. Серійний розпилювач 236-1112110 виконаний з п'ятьма розпилюючими отворами діаметром $d_p=0,32$ мм, вхідні кромки яких розташовані в колодязі розпилювача діаметром $d_k=1,2$ мм. Діаметр розпилюючих отворів рівний $d_p=0,32$ мм (його довжина $l_p=0,90$ мм), а сумарна ефективна площа розпилювача в зборі $S_{зб}=0,278$ мм². Розташування розпилюючих отворів серійного розпилювача типу 236-1112110 наведено в таблиці. 2.1.

Таблиця 2.1. Розташування розпилюючих отворів розпилювача типу 236-1112110

№ отвору	Кутове розташування отвору відносно штифта, град	Кут нахилу отвору відносно осі розпилювача, град
1	8	62
2	90	71,5
3	172	62
4	237	52
5	303	52

Конструктивна схема носка голки серійного розпилювача представлена на Рис.2.6а. Розпилювач виконаний з діаметром голки $d_r=5,0$ мм (по тій, що направляє). Максимальний хід голки складає $h_r=0,26$ мм. Хвостовик голки розпилювача має три конусні ділянки з різними кутами цих конусів, рівними 45, 60 і 90°. Посадка голки на сидло розпилювача здійснюється по діаметру $d_{п}=2,8$ мм, розташованому на ділянці з кутом конуса 60°.



а - серійний розпилювач типу 236-1112110 виробництва ЯМЗ по варіанту №1; б- дослідний розпилювач по варіанту №2

Рисунок 2.6. Конструктивні схеми носка голки розпилювача .

Особливість дослідного розпилювача полягає в тому, що конусна частина хвостовика голки з кутом конуса 45° сточена на 0,1 мм (по діаметру) вище за діаметр $d=3,2$ мм з таким же кутом конуса (45°). В результаті вказаного добрацювання на хвостовику голки утворюється горизонтальний кільцевий уступ, який має зовнішній і внутрішній діаметри 3,2 і 3,1 мм, що є місцевим гідравлічним опором.

2.5 Програмні комплекси для моделювання течії палива в проточній частині розпилювача форсунки

Для оцінки впливу геометрії проточної частини розпилювача форсунки необхідно використовувати тривимірні моделі кожного з конструктивних

рішень і обчислювальними методами знайти параметри течії за усім обсягом проточної частини. Для вирішення такого типу завдань розроблені готові програмні продукти, з використанням яких досягаються дуже точні результати розрахунку. Проте існує безліч чинників, що ускладнюють проведення подібних розрахункових досліджень. Першим з них є необхідність моделювання потоку палива з великими швидкостями і високими числами Рейнольдса. При цьому необхідно враховувати, що із-за наявності місцевих опорів можливе виникнення турбулентних вихрів, що чинять значний вплив на характер течії рідини, і, отже, на параметри потоку на виході їх розпилюючих отворів форсунки. Слід також відмітити сильну залежність результатів розрахунку від початкових і граничних умов. Зміна початкових і граничних умов навіть на невелику величину може привести до сильного спотворення результатів розрахунку.

Існують і успішно використовуються різні програмні продукти, що дозволяють вирішувати завдання гідродинаміки. Найбільш відомі наступні програмні комплекси: Ansys (Ansys Inc.), NX Nastran (Siemens PLM software), SAMCEF (SAMTECH), Star - CD, ABAQUS, CAELinux, SINF (Supersonic to Incompressible Flows), ряд вітчизняних програмних комплексів [40, 106, 153]. Серед цих програмних продуктів слід виділити програмний комплекс (ПК) Ansys CFX v12.1 [153]. Цей ПК і вибраний для проведення розрахункових досліджень впливу геометрії проточної частини форсунки на показники потоку палива на виході з розпилюючих отворів форсунки. Він вже має розроблені моделі турбулентності, а його ефективність підтверджена численними розрахунковими дослідженнями. При чисельному експерименті з використанням цього програмного комплексу можна розрахувати необхідні параметри течії і методом послідовних наближень вибрати необхідні константи.

В результаті аналітичних досліджень необхідно визначити основні параметри течії палива в проточній частині розпилювача форсунки, такі як тиск і швидкості течії, а також параметри турбулентності. З використанням

отриманих розрахункових даних можлива оцінка впливу геометрії проточної частини на параметри потоку. Зокрема можливий облік впливу місцевих гідравлічних опорів на розподіл тисків і швидкостей в об'ємі розпилювача, а також енергію турбулентних вихрів на виході з розпилюючих отворів.

При розрахункових дослідженнях розглядалася стаціонарна течія палива, тому при визначенні граничних умов було задано повний тиск на вході у форсунку, середнє за період впорскування, і статичний тиск на виході з розпилюючого отвору, рівне тиску повітряного заряду в камері згоряння в період впорскування. Причому, тиск на виході з розпилюючих отворів було прийнято рівним тиску в камері згоряння на момент початку впорскування. При цьому розглянутий режим максимальної потужності, в якому час впорскування порівняно невеликий, а тиск робочого заряду в камері згоряння за період впорскування прийнятий постійним. Для порівняльного аналізу характеристик впорскування різними розпилювачами розгляд лише процесу стискування повітряного заряду в камері згоряння без урахування процесу згорання палива цілком допустимо. В якості граничних умов можуть бути використані також витрата палива через форсунку і статичний тиск на виході з розпилюючого отвору.

2.6 Моделювання течії палива в розпилювачах форсунок з різною геометрією проточної частини

Для оцінки впливу місцевих гідравлічних опорів на параметри потоку і його турбулізацію в проточній частині розпилювача форсунки був проведений чисельний експеримент. Для якісної і кількісної оцінки впливу геометрії проточної частини розпилювача форсунки на формування струменів палива та параметрів потоку, що розпилюється, в проточній частині розпилювача форсунки і на виході з нього. Розрахунок проводився в ПК Ansys CFX v12.1, математична модель якого містить рівняння в частинних похідних, що описують потік палива в проточній частині розпилювача - рівняння

нерозривності, кількості руху Нав'є-Стокса, енергії і дифузії, а також рівняння моделі турбулентності. Для оцінки міри турбулізації потоку використовувалася величина турбулентної кінетичної енергії (питома кінетична енергія вихрив в турбулентному потоці) k яка фізично характеризується середньоквадратичною флуктуацією (пульсацією) швидкості :

$$k = \frac{\overline{U'^2} + \overline{V'^2} + \overline{W'^2}}{2}, \quad (2.6)$$

де $\overline{U'} + \overline{V'} + \overline{W'}$ середньоквадратичні значення проєкцій пульсаційної складової швидкості на осі x , y , z .

При розрахунках досліджений стаціонарний потік палива в розпилювачах. В якості розрахункової області вибрана проточна частина між хвостовиком голки і сідлом розпилювача при максимально піднятій голці. Загальний вигляд розрахункової схеми для серійного розпилювача представлений на Рис 2.7. Для зменшення часу рахунку використовується чверть розрахункової області, при цьому на межах задані умови симетрії.

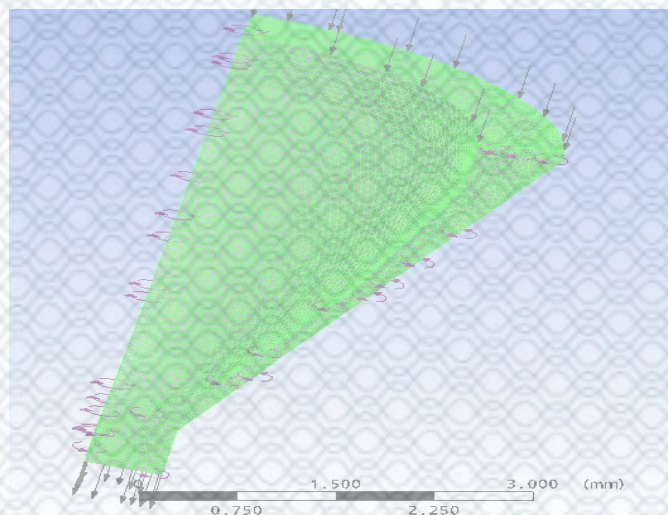


Рисунок 2.7. Розрахункова область проточної частини розпилювачів форсунки

Тиск палива на вході в розрахункову область був прийнятий рівним 51,5 МПа, що приблизно відповідає максимальному тиску впорскування, що забезпечується розділеною системою паливоподачі дизеля типу ЯМЗ 236 на номінальному режимі (при частоті обертання колінчастого валу $n=2400 \text{ хв}^{-1}$ і цикловій подачі палива $q_{ц}=80 \text{ мм}^3$). Витрата палива через розпилювач прийнята рівною 0,08 кг/с, що відповідає максимальній витраті палива через форсунку дизеля типу ЯМЗ 236 на вказаному режимі.

Для уточнення розрахунку в області кільцевого уступу згенерована більш дрібна сітка кінцевих елементів.

Картина течії (розподіл швидкостей потоку палива) в проточних частинах досліджених розпилювачів, представлена на рис.2.8, досить передбачувана. По наочній візуалізації ліній струму можна констатувати, що у дослідного розпилювача в районі кільцевого уступу спостерігається явний відрив потоку, тоді як в проточній частині серійного зразка течія є безвідривною.

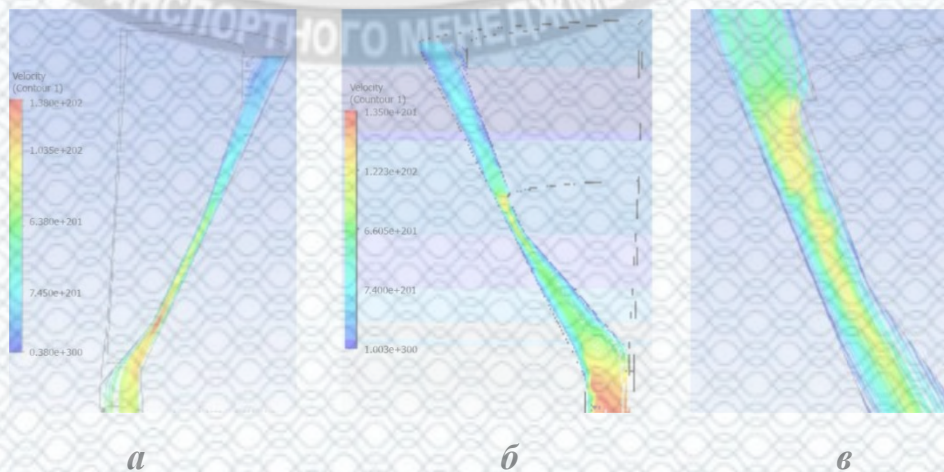


Рисунок 2.8 Поля швидкостей потоку палива в проточних частинах розпилювачів форсунки: а - серійний розпилювач; б - дослідний розпилювач; в - область гідравлічного опору дослідного зразка (збільшено)

Розподіл тисків палива в проточних частинах досліджуваних розпилювачів форсунки представлений на рис.2.9. За даними рис.2.9 слід

зазначити наступне. Не дивлячись на те, що створений в дослідному варіанті місцевий опір, безумовно, збільшує гідравлічні втрати, це не призводить до зменшення тиску на виході розрахункової області (тиски впорскування). Більше того, збільшення перерізів проточної частини дослідного розпилювача нижче і вище за уступ наводить до збільшення тиску на виході з розрахункової області цього розпилювача. У серійного розпилювача цей тиск виявився рівним $p=46,8$ МПа, а у дослідного - $p=47,6$ МПа

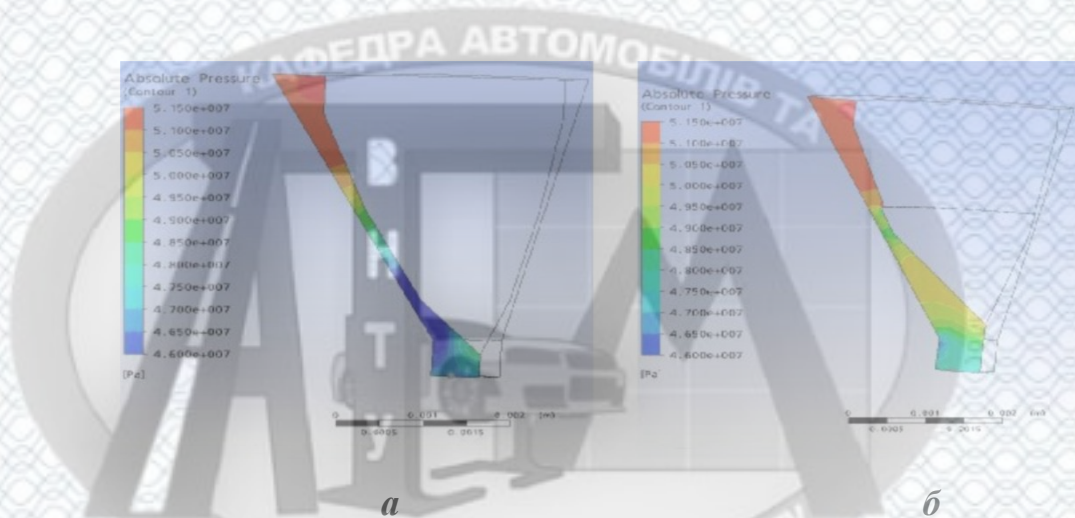


Рисунок 2.9 Розподіл тисків палива в проточних частинах розпилювачів форсунки: а - серійний розпилювач; б - дослідний розпилювач

Найбільший інтерес з точки зору турбулізації потоку палива представляє картина розподілу турбулентної кінетичної енергії в проточних частинах розпилювачів форсунки, представлена на рис. 2.10. Максимальні значення турбулентної кінетичної енергії k зафіксовані в області відриву потоку під кільцевим уступом дослідного розпилювача. У цієї області турбулентна кінетична енергія потоку палива досягала значення $k=265$ м²/с².

Розподіл турбулентної кінетичної енергії в перерізі потоку на виході з розрахункової області (у колодці розпилювача) проточних частин серійного і дослідного розпилювачів форсунки представлені на Рис.2.10. З цих даних виходить, що середні по перерізу значення турбулентної кінетичної енергії, отримані на виході розрахункової області дослідного розпилювача, приблизно в 2 рази більше, ніж у серійного.

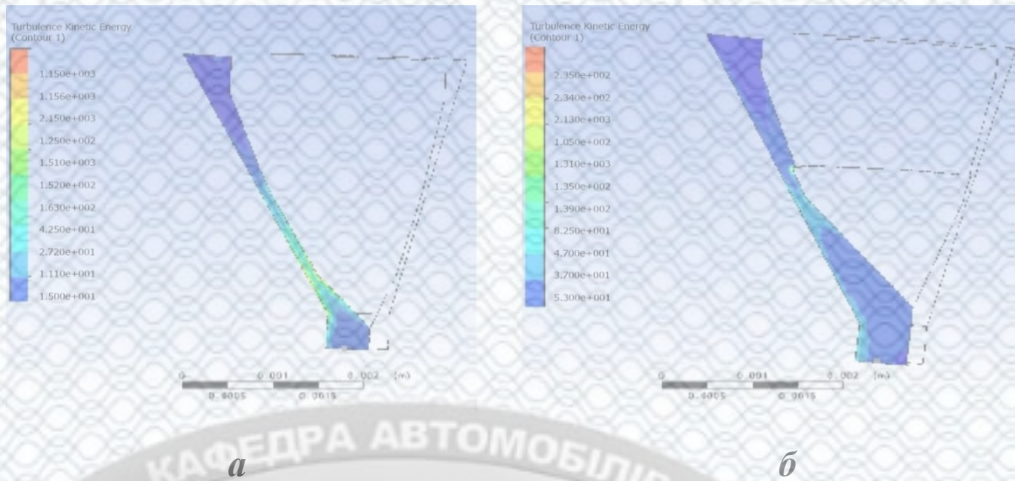


Рисунок 2.10 Значення турбулентної кінетичної енергії потоку палива в проточних частинах розпилювачів форсунки : а - серійний розпилювач; б – дослідний розпилювач

Також слід зауважити, що великі значення енергії у випадку з дослідним розпилювачем не мають такого строгого локального характеру, як у серійного зразка (біля стінки після повороту потоку в колодязь), а набагато більше рівномірно розподілені по перерізу (рис.2.11), що викликано наявністю місцевого гідравлічного опору.

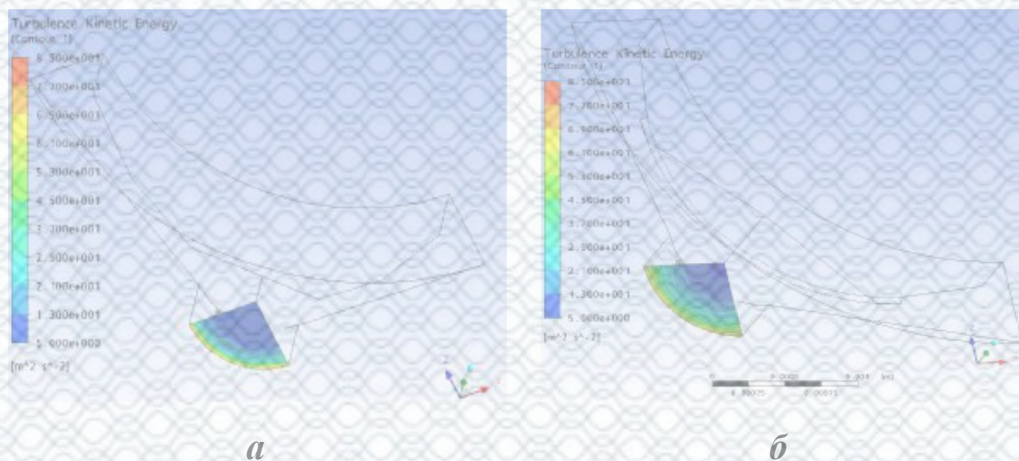


Рисунок 2.11. Розподіл турбулентної кінетичної енергії в перерізі потоку на виході з розрахункової області (у колодязі розпилювача) проточних частин розпилювачів форсунки : а - серійний розпилювач; б - дослідний розпилювач

Значення турбулентної кінетичної енергії в одній і тій же точці на виході з розрахункової області (точка внизу розрахункової області, показана на рисунок 2.11,а,б) для серійного і дослідного розпилювача були рівні відповідно $k=10,5 \text{ м}^2/\text{с}^2$ і $16,3 \text{ м}^2/\text{с}^2$, а різниця в середніх по вихідному перерізу значень турбулентної кінетичної енергії виявилася ще більшою на користь дослідного розпилювача (рис. 2.11).

Узагальнюючи викладене, слід зазначити, що по мірі турбулізації потоку палива і показникам процесу паливоподачі дослідний розпилювач має ряд переваг в порівнянні з серійним розпилювачем. Окрім того, що його використання приводить до підвищення тиску впорскування палива, збільшується і турбулізація потоку (турбулентна кінетична енергія). Висока турбулентність потоку палива на виході з розрахункової області проточної частини дослідного розпилювача приводить до інтенсифікації розпилювання, швидкого розпаду струменя в КЗ дизеля і поліпшення показників сумішеутворення.

Висновки по розділу 2

1. Процеси розпилювання палива і сумішеутворення зумовлюють показники токсичності ОГ дизеля і його економічність. Поліпшення якості процесів розпилювання палива і сумішеутворення можна забезпечити за рахунок вдосконалення конструкції розпилювачів форсунок і шляхом застосування водопаливних емульсій.

2. Аналіз відомих конструкцій розпилювачів дизельних форсунок і характеру течії палива в проточній частині розпилювача форсунки показав, що для інтенсифікації сумішеутворення необхідно забезпечити найбільшу турбулізацію палива в проточній частині розпилювача.

3. Для поліпшення якості процесів розпилювання палива і сумішеутворення запропоновано варіант розпилювача форсунки з виконаними на хвостовику голки додатковими гідравлічними опорами.

4. Огляд і аналіз програмних комплексів, використовуваних для моделювання потоку рідини в областях із складною геометрією, дозволив вибрати для проведення розрахункових досліджень течії палива в проточній частині розпилювача форсунки програмний комплекс Ansys CFX v12.1.

5. Розрахункові дослідження серійного розпилювача дизеля типу ЯМЗ-236 і дослідного розпилювача по варіанту № 2, проведені з використанням розробленої методики, дозволили виявити переваги дослідного розпилювача по варіанту № 2 з підрізуванням частини хвостовика голки серійного розпилювача, розташованої нижче за посадочний діаметр, і з горизонтальним кільцевим уступом, виконаним вище за посадочний діаметр. По мірі турбулізації потоку палива і показникам процесу паливоподачі досвідчений розпилювач по варіанту № 2 має ряд переваг в порівнянні з серійним розпилювачем. Окрім того, що його використання приводить до підвищення тиску впорскування палива, збільшується і турбулізація потоку (турбулентна кінетична енергія). Висока турбулентність потоку палива на виході з розрахункової області проточної частини дослідного розпилювача приводить до інтенсифікації розпилювання, швидкого розпаду струменя в камері згорання дизеля і поліпшенню показників розпилювання палива і сумішеутворення.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальні положення розрахунку річної програми підприємства по всім видам дій ТО і ПР автомобілів

Виробнича програма по ТО і ПР автомобілів підприємства – це заплановане число обслуговувань даного виду (ЩО, ТО-1, ТО-2 і СО) за визначений період часу (рік, декаду, місяць, добу) а також число КР за рік. Число поточних ремонтів (ПР) за цей же період часу не визначається, так як для ПР автомобіля, його агрегатів та систем не встановлені періодичності поточних ремонтів, а вони виконуються по мірі необхідності.

Сезонне технічне обслуговування (СО), що проводиться двічі на рік, поєднується з проведенням ТО-2 (рідше – ТО-1) відповідним збільшенням трудомісткості робіт, як окремо заплановане технічне обслуговування при розрахунку виробничої програми не передбачається.

На автотранспортних підприємствах виробнича програма по кожному виду ТО розраховується на рік, так званім річним методом, тому з метою наближення виконання розрахунків при проектуванні діяльності відповідних підрозділів підприємства розглядається в проекті саме цей метод розрахунку.

Виробнича програма є основою розрахунку річного обсягу робіт по ТО і ПР автомобілів, а також чисельності необхідної кількості виробничого персоналу і технологічного обладнання по об'єму проектування. При наявності в ТОВ "АТП-2004", м. Кропивницький автомобілів різних марок, розрахунок проводимо для кожної прийнятої до розрахунку основної моделі автомобілів: МАЗ-64229, ЗІЛ-138, КамАЗ-53215, КамАЗ-5410, ГАЗ-3307, ГАЗ-52, ЗІЛ-130, КаМАЗ-53212, Mercedes Benz (легковий).

3.2 Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР рухомого складу ТОВ "АТП-2004", м. Кропивницький

Визначаємо річний плановий пробіг всіх однотипних автомобілів $\sum L_p^i$ (тис.км.) за формулою:

$$\sum L_p^i = A_{об}^i \cdot L_p^i, \quad (3.1)$$

де $A_{об}^i$ – кількість всіх облікових автомобілів і-ої моделі;

L_p^i – середньорічний пробіг і-го автомобіля (тис. км).

Середньорічний пробіг і-го автомобіля беремо з річних звітів АТП або визначаємо за формулою:

$$L_p^i = L_{доб}^i \cdot D_p, \quad (3.2)$$

де $L_{доб}^i$ – середньодобовий пробіг і-го автомобіля, км;

D_p – кількість днів роботи на плановий рік.

Дані розрахунків зводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 Норми пробігу автомобілів ТОВ "АТП-2004"

Найменування, марка, тип автомобіля, що застосовується	Середньодобовий пробіг автомобіля $L_{доб}^i$, км	Кількість днів роботи автомобіля в році, D_p	Середньорічний пробіг і-го автомобіля L_p^i , тис. км	Кількість облікових автомобілів в $A_{об}^i$, шт	Річний пробіг всіх автомобілів $\sum L_p^i$
1	2	3	4	5	6
МАЗ-64229	200	250	50	8	400
ЗІЛ-138	60	250	15	1	15
КамАЗ-53215	260	250	65	5	325
КамАЗ-5410	220	250	55	2	110

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
ГАЗ-3307	40	250	10	1	10
ГАЗ-52	40	250	10	1	10
ЗІЛ-130	100	250	25	2	50
КаМАЗ-53212	260	250	65	1	65
Mercedes Benz	80	250	20	1	20
Всього				22	1005

3.3 Встановлення нормативів всіх видів ТО і ремонту автомобілів

Перед розрахунками виробничої програми і річного обсягу робіт необхідно:

- встановити періодичність ТО-1, ТО-2 і КР;
- визначити розрахункову трудомісткість ТО одного виду і трудомісткість ПР/1000 км. пробігу;
- розрахувати норми пробігу автомобілів до КР.

Нормативи періодичності ТО, пробіг до КР, трудомісткість ТО і ПР/1000 км пробігу автомобілів приймаємо відповідно із таблиці 3.2. Ці нормативи за допомогою спеціальних коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 , K_4 і K_5 корегуємо в залежності від:

- категорії умов експлуатації (КУЕ) – K_1 ;
- модифікації рухомого складу і організації його роботи – K_2 ;
- природно-кліматичних умов – K_3 ;
- пробігу із початку експлуатації – K_4 ;
- числа обслуговуючих і ремонтних автомобілів на підприємстві і кількості технологічно поєднаних груп рухомого складу – K_5 .

Вихідний коефіцієнт корегування, рівний одиниці, приймається для випадку, який характеризується набором наступних даних:

- категорія умов експлуатації (КУЕ) – 1;
- моделі автомобілів – базові;

- кліматична зона – помірна із помірною агресивністю навколишнього середовища;
- пробіг рухомого складу з початку експлуатації дорівнює 50...75 % від пробігу до КР;
- на підприємстві виконується ТО і ремонт 100...200 одиниць рухомого складу, які складають 3 (три) технологічно поєднаних груп;
- АТП оснащено засобами механізації згідно таблицю технологічного обладнання.

Результуючий коефіцієнт корегування нормативів одержуємо множенням окремих коефіцієнтів:

- періодичності ТО – $K_1 \times K_2$;
- пробіг до КР – $K_1 \times K_2 \times K_3$;
- трудомісткість ТО – $K_2 \times K_3$;
- трудомісткість ПР/1000 км – $K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$;
- витрати запасних частин – $K_1 \times K_2 \times K_3$.

Скороговані нормативи періодичності ТО, пробігу до КР, трудомісткість робіт по ТО ПР/1000 км. Пробігу, та тривалість простою в ТО-2, ПР_{днів}/1000 км та КР зводимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 Норми пробігів до КР, трудомісткостей, періодичності ТО і простоїв рухомого складу в ТО і ремонті

Найменування, марка, тип автомобіля, що застосовується	Пробіг до КР, тис. км	Періодичність тис. км		ЩО	Трудомісткість, люд.-год.			Тривалість простою	
		ТО-1 (А)	ТО-2 (Б)		ТО-1 (А)	ТО-2 (Б)	ПР на 1000 км.	в ТО-2, ПР, днів/1000 км	в КР, дні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
МАЗ-64229	224	2,5	12,5	0,74	10,34	49,27	24,6	0,5	22
ЗІЛ-138	210	2,4	7,2	0,72	6,17	26,21	14,82	0,5	22
КамАЗ-53215	210	2,4	7,2	0,74	8,68	33,89	18,07	0,5	22
КамАЗ-5410	210	2,4	7,2	0,8	12,01	53,11	26,23	0,5	22
ГАЗ-3307	210	2,4	7,2	0,74	10,76	47,34	23,79	0,5	22
ГАЗ-52	210	2,4	7,2	0,72	6,17	26,21	14,82	0,5	22
ЗІЛ-130	224	2,5	12,5	0,72	8,68	37,73	19,42	0,5	22
КаМАЗ-53212	210	2,4	7,2	0,74	8,68	33,89	18,07	0,5	22
Mercedes Benz	350	2,9	11,7	0,35	2,20	8,70	3,20	0,45	22

3.4 Розрахунок виробничої програми підприємства за кількістю видів технічних дій

Потреби в ТО і КР автомобілів ПАТ "Таксомоторний парк" розраховуємо за формулами:

$$N_{KP}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{kp}^i}, \quad (3.3)$$

$$N_{TO-2}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{TO-2}^i} - N_{KP}^i, \quad (3.4)$$

$$N_{TO-1}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{TO-1}^i} - (N_{KP}^i + N_{TO-2}^i), \quad (3.5)$$

де $N_{KP}^i; N_{TO-2}^i; N_{TO-1}^i$ – відповідно кількість КР, ТО-2 та ТО-1 автомобілів і-ої моделі;

$\sum L_p^i$ – річний пробіг всіх автомобілів і-го типу;

$L_{KP}^i; L_{TO-2}^i; L_{TO-1}^i$ – відповідно періодичності проведення КР, ТО-2 та ТО-1 автомобілів і-ої моделі, тис. км.

Результати розрахунків зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 Потреба в ТО і КР автомобілів

Найменування, марка, тип автомобіля, що застосовується	Річний пробіг всіх автомобілів $\sum L_p^i$, тис.км.	Періодичність технічних дій, тис. км.			Кількість технічних дій, N_i			
		КР	ТО-2	ТО-1	ЩО	ТО-1	ТО-2	КР
МАЗ-64229	400	224	2,5	12,5	1	31	128	2000
ЗІЛ-138	15	210	2,4	7,2	1	1	4	750
КамАЗ-53215	325	210	2,4	7,2	1	44	90	1500
КамАЗ-5410	110	210	2,4	7,2	1	14	31	1000
ГАЗ-3307	10	210	2,4	7,2	1	1	3	750
ГАЗ-52	10	210	2,4	7,2	1	1	3	750
ЗІЛ-130	100	224	2,5	12,5	1	7	32	1000
КамАЗ-53212	260	210	2,4	7,2	1	35	72	1250
Mercedes Benz	80	350	2,9	11,7	1	6	21	750

3.5 Розрахунок виробничої програми в трудових показниках

Виробнича програма підприємства по ТО визначається за кількістю обслуговувань (ЩО, ТО-1, ТО-2) на період, що планується. Кількість поточних ремонтів (ПР) за цей же період часу не визначається, так як для ПР автомобілів, їх агрегатів і систем не встановлені нормативи періодичності поточних ремонтів дій і вони виконуються по необхідності. Сезонне технічне обслуговування (СО), яке проводиться два рази на рік, поєднують з проведенням чергового ТО-2 із відповідним збільшенням трудомісткості робіт і як окрему технічну дію, що планується, при розрахунку виробничої програми не передбачається.

На діючих підприємствах виробнича програма по кожному виду ТО розраховується на рік по так званому річному методу.

Виробничу програму в трудових показниках обчислюють на рік для всього підприємства. Спочатку визначають трудомісткість виконуваних на ТО робіт всіх видів дій із урахуванням місцевих умов експлуатації автомобілів даної моделі визначають за формулами:

$$T_{\text{ЩО}}^i = t_{\text{ЩО}}^i \cdot N_{\text{ЩО}}^i, \quad (3.6)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^i = t_{\text{ТО-1}}^i \cdot N_{\text{ТО-1}}^i, \quad (3.7)$$

$$T_{\text{ТО-2}}^i = t_{\text{ТО-2}}^i \cdot N_{\text{ТО-2}}^i, \quad (3.8)$$

де $T_{\text{ЩО}}^i; T_{\text{ТО-1}}^i; T_{\text{ТО-2}}^i$ – відповідна річна трудомісткість ЩО, ТО-1, ТО-2 всіх облікових автомобілів даної моделі, люд.-год.;

$t_{\text{ЩО}}^i; t_{\text{ТО-1}}^i; t_{\text{ТО-2}}^i$ – відповідно трудомісткість ЩО, ТО-1, ТО-2 одного автомобіля і-ої моделі, люд. – год.;

Додаткові роботи пов'язані з сезонним обслуговуванням автомобілів і-ої моделі визначають із виразу :

$$T_{\text{СО}}^i = 2 \cdot A_{\text{об}}^i \cdot t_{\text{ТО-2}}^i \cdot K_{\text{оп}}, \quad (3.9)$$

де t_{TO-2}^i – трудомісткість одного ТО-2 і-ої моделі автомобілів, люд.-год.;

$A_{об}^i$ – кількість усіх облікових автомобілів і-ої моделі;

$K_{оп}$ – коефіцієнт додаткових робіт при СО автомобілів, $K_{оп} = 0,3$.

Загальна трудомісткість профілактичних робіт облікових автомобілів і-ої моделі:

$$T_{TO}^i = T_{щО}^i + T_{TO-1}^i + T_{TO-2}^i + T_{CO}^i, \quad (3.10)$$

Річну виробничу програму ПР автомобілів і-ої моделі знаходить, виходячи з нормативної питомої трудомісткості ПР автомобіля на 1000 км пробігу t_{np}^i :

$$T_{np}^i = \frac{t_{np}^i \cdot A_{об}^i \cdot L_p^i}{1000}, \quad (3.11)$$

Усі профілактичні роботи і роботи на ПР автомобілів і-ої моделі прийнято називати виробничими, їх трудомісткість складає:

$$T_{вир}^i = T_{TO}^i + T_{ПР}^i, \quad (3.12)$$

Загальну трудомісткість виконуваних на ТО робіт всіх видів технічних дій автомобілів АТП визначають за формулами:

$$T_{щО} = \sum_{i=1}^n T_{щО}^i, \quad (3.13)$$

$$T_{TO-1} = \sum_{i=1}^n T_{TO-1}^i, \quad (3.14)$$

$$T_{TO-2} = \sum_{i=1}^n T_{TO-2}^i, \quad (3.15)$$

$$T_{CO} = \sum_{i=1}^n T_{CO}^i, \quad (3.16)$$

$$T_{TO} = T_{щО} + T_{TO-1} + T_{TO-2} + T_{CO}, \quad (3.17)$$

Загальна трудомісткість робіт по ПР визначають із виразу:

$$T_{\text{ПР}} = \sum_{i=1}^n T_{\text{ПР}}^i, \quad (3.18)$$

Загальну трудомісткість усіх профілактичних робіт і робіт по ПР автомобілів підприємства, тобто виробничу програму підприємства, визначаємо за формулою:

$$T_{\text{вир}} = T_{\text{ГО}} + T_{\text{ПР}}, \quad (3.19)$$

На підприємстві виконують ще деякий обсяг допоміжних робіт $T_{\text{дон}}$, які складаються з робіт на самообслуговуванні $T_{\text{сам}}$ підприємства (поточний догляд за будівлями і спорудами, ремонт устаткування та інвентарю) і робіт загально виробничого характеру $T_{\text{заг}}$ (щоденне забезпечення виробництва автомобілями, запасними частинами, паливом тощо):

$$T_{\text{дон}} = b \cdot T_{\text{вир}}, \quad (3.20)$$

$$T_{\text{дон}} = T_{\text{сам}} + T_{\text{заг}}, \quad (3.21)$$

де b – коефіцієнт допоміжних робіт якщо на підприємстві до 200 автомобілів ($b = 0,3$);

$$T_{\text{сам}} = (0,4 \dots 0,5) T_{\text{дон}}, \quad (3.22)$$

$$T_{\text{заг}} = (0,5 \dots 0,6) T_{\text{дон}}, \quad (3.23)$$

Загальна сумарна трудомісткість робіт, що виконуються на підприємстві:

$$T_{\text{АТП}} = T_{\text{вир}} + T_{\text{дон}}, \quad (3.24)$$

Виробничі роботи виконуються на робочих постах біля автомобілів і в цехах, де обслуговують і відновлюють вузли і деталі, зняті з автомобіля. Відповідно до цього загальну трудомісткість виробничих робіт поділяють на

трудомісткість постових $T_{вир}^n$ і цехових $T_{вир}^u$ робіт:

$$T_{вир} = T_{вир}^n + T_{вир}^u, \quad (3.25)$$

$$T_{вир}^n = T_{ЩО} + T_{ТО-1} + C_{ТО-2} \cdot T_{ТО-2} + T_{СО} + C_{ПР} \cdot T_{ПР}, \quad (3.26)$$

$$T_{вир}^u = (1 - C_{ТО-2})T_{ТО-2} + (1 - C_{ПР})T_{ПР}, \quad (3.27)$$

де $C_{ТО-2}$, $C_{ПР}$ – доля постових робіт, що виконуються при ТО-2 та ПР, ($C_{ТО-2} \approx 0,8 \dots 0,9$; $C_{ПР} \approx 0,4 \dots 0,55$).

Результати розрахунків зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 Виробнича програма всіх видів технічних дій автомобілів ТОВ «АТП-2004»

Найменування, марка, тип автомобіля, що застосовується		МАЗ 45-64229	ЗІЛ-138	КамАЗ-53215	КамАЗ-5410	ГАЗ-3307	ГАЗ-52	ЗІЛ-130	КамАЗ-53212	Mersedes Benz	
Кількість технічних дій, N_i	ЩО	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	Всього
	ТО-1	31	1	44	14	1	1	7	35	6	
	ТО-2	128	4	90	31	3	3	32	72	21	
Трудомісткість технічних дій, t_i люд-год.	ЩО	0,74	0,72	0,74	0,8	0,74	0,72	0,72	0,74	0,35	
	ТО-1	10,34	6,17	8,68	12,01	10,76	617,34	8,68	8,68	2,20	
	ТО-2	49,29	26,21	33,89	53,11	47,34	26,21	37,73	33,89	8,70	
Загальна трудомісткість технічних дій, T_i люд-год.	ПР	24,6	14,82	18,07	26,23	23,79	14,82	19,42	18,07	3,20	
	ЩО	740	720	740	800	740	720	720	740	350	6270
	ТО-1	1323,52	24,68	381,92	168,14	10,76	6,17	60,76	303,8	13,2	2293
	ТО-2	1527,37	26,21	3050,1	1646,41	142,02	78,63	1207,36	2440,08	182,7	10301
Загальна трудомісткість профілактичних робіт $T_{ТО}$, люд-год.	СО	157,66	10,48	67,78	42,48	18,93	10,48	30,18	13,56	13,48	365
	ПР	78720,0	222,3	29363,75	5770,6	297,9	148,2	3884	4698,2	256,0	123361
Виробнича програма $T_{вир}^i$, люд-год.		82469	1013	33604	5813	1210	963	5902	8196	805	139975

Загальна трудомісткість виконуваних по ТО робіт всіх видів технічних дій автомобілів АТП складає:

$$T_{ТО} = 6270 + 2293 + 10301 + 365 = 19229 \text{ люд} - \text{год.}$$

Загальна трудомісткість робіт по ПР автомобілів складає:

$$T_{ПР} = 78720 + 222,3 + 29363,75 + 5770,6 + 297,9 + 148,2 + 3884 + 4968,2 + 256 = 123631 \text{ люд} - \text{год.}$$

Виробнича програма підприємства:

$$T_{вир} = 19229 + 123631 = 142860 \text{ люд} - \text{год.}$$

Допоміжні роботи:

$$T_{доп} = 0,3 \cdot 142860 = 42858 \text{ люд} - \text{год.}$$

Із них роботи на самообслуговування:

$$T_{сам} = 0,4 \cdot 42858 = 17143,2 \text{ люд} - \text{год.}$$

$$T_{заг} = 0,6 \cdot 42858 = 25714,8 \text{ люд} - \text{год.}$$

Загальна сумарна трудомісткість робіт, що виконуються на підприємстві:

$$T_{АТП} = 142860 + 42858 = 185718 \text{ люд} - \text{год.}$$

Виробничі постові роботи:

$$T_{вир}^n = 6270 + 2293 + 0,8 \cdot 10301 + 365 + 0,5 \cdot 123361 = 78849 \text{ люд} - \text{год.}$$

Виробничі цехові роботи:

$$T_{вир}^ц = 0,2 \cdot 10301 + 0,5 \cdot 123361 = 63741 \text{ люд} - \text{год.}$$

3.6 Розподілення трудомісткості ТО і ПР за видами робіт

Всі види виробничих робіт розбиваємо на обсяги робіт для різних спеціальностей (слюсарі, зварювальники, мідники, токарі тощо). При виконанні цих робіт слід пам'ятати, що співвідношення між групами і видами робіт однотипних АТП відрізняються від табличних. Тому в кожному конкретному випадку обсяг робіт треба коректувати за фактичними даними підприємства. Так обсяг робіт по ЩО автомобілів МАЗ-64229 складає 740 люд-год. При цьому частка на прибиральні, мийні та контрольні роботи відповідно дорівнює

30%, 30% та 40%.

Дані розрахунків зводимо в табл. 3.5 і 3.6.

Таблиця 3.5 Розподілення трудомісткості ТО рухомого складу по видам робіт

КамАЗ-5410		КамАЗ-53215		ЗІЛ-138		МАЗ-64229		Марка автомобіля	
Люд-год	%	Люд-год	%	Люд-год	%	Люд-год	%	1	2
240	30	222	30	216	30	222	30	3	Прибиральні
240	30	222	30	216	30	222	30	4	Мийні
320	40	296	40	288	40	296	40	5	Контрольні
800	100	740	100	2720	100	740	100	6	Всього
5,1	3	11,55	3	0,74	3	39,8	3	7	Прибиральні
5,1	3	11,55	3	0,74	3	39,8	3	8	Мийні
6,74	4	15,3	4	0,9	4	52,9	4	9	Контрольні
13,5	8	30,5	8	1,9	8	105,9	8	10	Діагностичні
53,8	32	122,3	32	7,9	32	423,6	32	11	Кріпильні
16,8	10	38,2	10	2,5	10	132,4	10	12	Регулювальні
26,9	16	61,12	16	3,9	16	211,7	16	13	Мастильні
20,1	12	45,6	12	2,9	12	158,8	12	14	електротехнічні
8,4	5	19,1	5	1,4	5	66,1	5	15	бсл. сист живлення
11,7	7	26,7	7	1,8	7	92,58	7	16	Шинні
168,14	100	381,92	100	24,68	100	1323,52	100	17	Всього
164,7	10	305,1	10	2,6	10	152,8	10	18	Діагностичні
576,2	35	1067,4	35	9,2	35	534,57	35	19	Кріпильні
279,8	17	518,4	17	4,6	17	529,7	17	20	Регулювальні
246,91	15	457,5	15	3,91	15	229,1	15	21	Мастильні
164,7	10	305,1	10	2,6	10	152,7	10	22	електротехнічні
164,7	10	305,1	10	2,6	10	152,7	10	23	бсл. сист живлення
49,4	3	91,5	3	0,7	3	45,8	3	24	Шинні
1646,41	100	3050,1	100	26,21	100	1527,37	100	25	Всього

Продовження таблиці 3.5

Розрід	Mercedes Benz		КамАЗ-53212		ЗІЛ-130		ГАЗ-52		ГАЗ-3307		1
	Люд-год	%	Люд-год	%	Люд-год	%	Люд-год	%	Люд-год	%	
1881	105	30	222	30	216	30	216	30	222	30	3
1881	105	30	222	30	216	30	216	30	222	30	4
2508	140	40	296	40	288	40	288	40	296	40	5
6270	350	100	740	100	720	100	720	100	740	100	6
69,19	0,4	3	9,2	3	1,8	3	0,2	3	0,4	3	7
69,19	0,4	3	9,2	3	1,8	3	0,2	3	0,4	3	8
91,67	0,5	4	12,1	4	2,5	4	0,27	4	0,46	4	9
183,56	1,3	8	24,3	8	4,86	8	0,5	8	0,8	8	10
733,9	4,2	32	97,3	32	19,5	32	1,9	32	3,4	32	11
229,4	1,3	10	30,3	10	6,1	10	0,7	10	1,1	10	12
366,62	2,1	16	48,6	16	9,7	16	0,9	16	1,7	16	13
274,5	1,5	12	36,4	12	7,2	12	0,8	12	1,2	12	14
114,8	0,6	5	15,2	5	3,1	5	0,3	5	0,6	5	15
160,2	0,9	7	21,2	7	4,2	7	0,4	7	0,7	7	16
2292,95	13,2	100	303,8	100	60,76	100	6,17	100	10,76	100	17
1030,3	18,3	10	244	10	120,7	10	7,9	10	14,2	10	18
3605,23	63,9	35	854	35	422,66	35	27,5	35	49,8	35	19
1749,2	31,1	17	414,88	17	205,3	17	13,3	17	24,12	17	20
1544,95	27,4	15	366	15	181,1	15	11,73	15	21,3	15	21
1030,2	18,3	10	244	10	120,7	10	7,9	10	14,2	10	22
1030,2	18,3	10	244	10	120,7	10	7,9	10	14,2	10	23
308,8	5,4	3	73,2	3	36,2	3	2,4	3	4,2	3	24
10300,88	182,7	100	2440,08	100	1207,36	100	78,63	100	142,02	100	25

Продовження таблиці 3.5

Вид робіт		Марка автомобіля						
		МАЗ 45-64229		ЗІЛ-138		КамАЗ-53215		
		Обсяг робіт						
		%	Люд.- год.	%	Люд.- год.	%	Люд.-год.	
СО	Діагностичні	10	15,77	10	1,05	10	6,78	
	Кріпильні	17	26,8	17	1,78	17	11,52	
	Регулювальні	14	22,07	14	1,47	14	9,49	
	Мастильні, заправочно-очисні	8	12,61	8	0,84	8	5,42	
	Електротехнічні	33	52,03	33	3,46	33	22,37	
	Обслуговування систем живлення	15	23,65	15	1,57	15	10,17	
	Шинні	3	4,73	3	0,31	3	2,03	
	Всього	100	157,66	100	10,48	100	67,78	
Вид робіт		Марка автомобіля						
		КамАЗ-5410		ГАЗ-3307		ГАЗ-52		
		Обсяг робіт						
		%	Люд.- год.	%	Люд.- год.	%	Люд.-год.	
СО	Діагностичні	10	4,25	10	1,89	10	1,05	
	Кріпильні	17	7,22	17	3,22	17	1,78	
	Регулювальні	14	5,95	14	2,65	14	1,47	
	Мастильні, заправочно-очисні	8	3,4	8	1,51	8	0,84	
	Електротехнічні	33	14,02	33	6,25	33	3,46	
	Обслуговування систем живлення	15	6,37	15	2,84	15	1,57	
	Шинні	3	1,27	3	0,57	3	0,31	
	Всього	100	42,48	100	18,93	100	10,48	
Вид робіт		Марка автомобіля						Всього
		ЗІЛ-130		КамАЗ-53212		Mercedes Benz		
		Обсяг робіт						
		%	Люд.- год.	%	Люд.- год.	%	Люд.- год.	
СО	Діагностичні	10	3,01	10	1,36	10	1,35	36,51
	Кріпильні	17	5,13	17	2,31	17	2,29	62,05
	Регулювальні	14	4,23	14	1,9	14	1,89	51,12
	Мастильні, заправочно-очисні	8	2,41	8	1,08	8	1,08	29,19
	Електротехнічні	33	9,96	33	4,47	33	4,45	120,47
	Обслуговування систем живлення	15	4,53	15	2,03	15	2,02	54,75
	Шинні	3	0,91	3	0,41	3	0,4	10,94
	Всього	100	30,18	100	13,56	100	13,48	365,03

Продовження таблиці 3.6

Всього, люд.-год	Mercedes Benz		КамАЗ-53212		ЗІЛ-130		ГАЗ-52	
	Люд.-год	%	Люд.-год	%	Люд.-год	%	Люд.-год	%
	Постові							
2467,22	5,12	2	93,96	2	77,68	2	2,96	2
1233,61	2,56	1	46,98	1	38,84	1	1,48	1
39475,5	81,92	32	1503,42	32	1242,88	32	47,42	32
2467,22	5,12	2	93,96	2	77,68	2	2,96	2
6168,05	12,8	5	234,91	5	194,2	5	7,41	5
51811,6	107,52	42	1973,24	42	1631,28	42	62,24	42
Дільниці								
24672,19	51,2	20	939,64	20	776,8	20	29,64	20
14803,31	30,72	12	563,78	12	466,08	12	17,78	12
7401,66	15,36	6	281,89	6	233,04	6	8,89	6
1233,61	2,56	1	46,98	1	38,84	1	1,48	1
4934,44	10,24	4	187,93	4	155,36	4	5,93	4
1233,61	2,56	1	46,98	1	38,84	1	1,48	1
1233,61	2,56	1	46,98	1	38,84	1	1,48	1
3700,83	7,68	3	140,95	3	116,52	3	4,45	3
2467,22	5,12	2	93,96	2	77,68	2	2,96	2
1233,61	2,56	1	46,98	1	38,84	1	1,48	1
1233,61	2,56	1	46,98	1	38,84	1	1,48	1
1233,61	2,56	1	46,98	1	38,84	1	1,48	1
3700,83	7,68	3	140,95	3	116,52	3	4,45	3
2467,22	5,12	2	93,96	2	77,68	2	2,96	2
71549,35	148,48	58	2724,96	58	2252,72	58	85,96	58
123360,95	256	100	4698,2	100	3884	100	148,2	100

Однотипні види робіт по періодичному технічному обслуговуванні об'єднуємо, дані розрахунків зводимо в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 Трудомісткість робіт по періодичному технічному обслуговуванню

Вид робіт	Трудоміс. люд.-год.
Прибиральні	1950,2
Мийні	1950,2
Контрольні	2599,7
Діагностичні	1250,4
Кріпильні	4401,2
Регулювальні	2029,7
Масильно-заправочні	1940,8
Електротехнічні	1425,2
Обслуговування систем живлення	1199,8
Шинні	480

3.7 Режими роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу робітника робочого поста і обладнання

Режим роботи характеризується кількістю робочих днів в році, числом змін роботи, тривалістю робочого дня і робочого тижня, тобто часом роботи виробничого персоналу і обладнання.

Тривалість робочої зміни і сило робочих годин в тижні визначається трудовим законодавством і складає 40 год. В тиждень. При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними днями тривалість зміни складає 8,0 год.

Робота підприємства характеризується переривчастим процесом виробництва і технологічний процес на них може бути пристосований до одно-, двох і тризмінної роботи. Для прийнятого режиму роботи АТП визначають річні і місячні фонди часу підприємства в цілому, цеха, дільниці, відділення, робочого місця (поста), а також обладнання і робітника.

При цьому розрізняють календарний, номінальний і дійсний фонди часу.

Календарний річний фонд часу (Φ_k) дорівнює добутку числа календарних днів в році на число часів в добі:

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу (Φ_n) робітників, цеху, дільниці, відділення при п'ятиденному тижні і однозмінній роботі:

$$\Phi_n = D_p \cdot t_c - D_n(t_c - t_1), \quad (3.28)$$

де D_p – кількість робочих днів в році;

t_c – тривалість зміни, год.;

D_n – кількість передсвяткових днів в році, перед якими тривалість зміни скорочується на 1 год.;

t_1 – тривалість зміни в передсвяткові дні, год.

$$\Phi_n = 250 \cdot 8,0 - 7 \cdot (8,0 - 7,0) = 1993 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи робітників менше номінального річного фонду на час втрат, пов'язаних з відпустками, виконанням державних і громадських обов'язків тощо.

$$\Phi_D = \Phi_H - (d_o + d_y + d_D + d_r + d_n) \cdot t_c, \quad (3.29)$$

де Φ_D – дійсний річний фонд часу, год.

d_o – кількість відпускних днів в періоді, що планується;

d_y – кількість відпускних днів робітниками, які навчаються в вечірніх і заочних навчальних закладах (від 10 до 40 днів на рік).

d_D – кількість днів декретної відпустки, яка складає 1,3 – 1,6 % від кількості робочих днів на рік;

d_r – кількість днів невиходу на роботу в зв'язку з виконанням державних і суспільних обов'язків, яка складає приблизно 0,15 – 0,3 % від кількості робочих днів року.

d_n – кількість інших невиходів на роботу складає приблизно 0,5% від кількості робочих днів року.

t_c – тривалість зміни в годинах.

Тоді для робітників, які мають 24 дня відпустки, маємо:

$$\Phi_D = 1993 - (24 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8,0 = 1524 \text{ год}$$

а для робітників, які мають 18 днів відпустки:

$$\Phi_D = 1993 - (18 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8,0 = 1572 \text{ год}$$

Річні фонди часу обладнання розподіляють на календарні, або так звані номінальні ($\Phi_{o.n}$) і дійсні ($\Phi_{o.d}$). Величина річного номінального фонду часу обладнання дорівнює:

$$\Phi_{o.n} = \Phi_n \cdot c, \quad (3.30)$$

де c – число змін роботи.

Для визначення списочної кількості обладнання використовують річний

дійсний фонд часу, який враховує втрати робочого часу, що пов'язаний з проведенням ремонтів обладнання. Цей фонд часу визначається за формулою:

$$\Phi_{o.d.} = \Phi_H \cdot c \cdot \eta, \quad (3.31)$$

де η – коефіцієнт, який характеризує використання обладнання за часом.

Для автотранспортних підприємств при однозмінній роботі $\eta = 0,97 - 0,98$.

$$\Phi_{o.n.} = 1993 \cdot 1 = 1993 \text{ год}$$

$$\Phi_{o.d.} = 1993 \cdot 1 \cdot 0,975 = 1954 \text{ год}$$

3.8 Розрахунок штатів підприємства по ТО і ПР автомобілів

Штат ремонтного підрозділу АТП складається з виробничих і допоміжних робітників, інженерно-технічних робітників (ІТР), службовців, молодшого обслуговуючого персоналу (МОП), пожежно-сторожової охорони.

Явочна і спискова кількість основних виробничих робітників визначається окремо для кожної спеціальності за трудомісткістю робіт за формулами:

$$R_{я} = \frac{T}{\Phi_{н} \cdot \kappa}, \quad (3.32)$$

$$R_{с} = \frac{T}{\Phi_{д} \cdot \kappa}, \quad (3.33)$$

де – відповідно явочна і списочна кількість основних виробничих робітників;

T – трудомісткість робіт;

$\Phi_{н}$, $\Phi_{д}$ – відповідно номінальний і дійсний фонд часу виробничих робітників, год.;

κ – коефіцієнт перевиконання норм виробітку, $\kappa = 1,05 - 1,15$.

Результати розрахунків зводимо в табл. 3.8 по ТО і в табл. 3.9 по ПР автомобілів.

Таблиця 3.8 Розрахунок кількості виробничих робочих для виконання ТО автомобілів

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год.	Кількість днів відпустки	Річний фонд часу, год		Кількість робітників			
			Φ_n	Φ_d	явочна		списочна	
					$R_{я}$	$R_{я пр}$	$R_{сп}$	$R_{сп пр}$
Прибиральні	1950,2	18	1993	1572	0,88	1	1,12	1
Мийні	1950,2	18	1993	1572	0,88	1	1,12	1
Контрольні	2599,7	18	1993	1572	1,18	1	1,5	2
Діагностичні	1250,4	18	1993	1572	0,57	1	0,72	1
Регулювальні	4401,2	18	1993	1572	2	2	2,54	3
Масильно-заправні	2029,7	24	1993	1524	0,92	1	1,21	1
Електротехнічні	1940,8	18	1993	1572	0,88	1	1,12	1
Крипильні	1452,2	18	1993	1572	0,66	1	0,82	1
Обслуговування систем живлення	1199,8	24	1993	1524	0,54	1	0,71	1
Шинні	480	24	1993	1524	0,21	-	0,28	-
Всього	19254,2					10		12

Примітка: 1. Роботи з обслуговування систем живлення і шинні буде виконувати один виробничий робітник.

Таблиця 3.9 Розрахунок кількості виробничих робітників для ПР автомобілів

Вид робіт	Трудомісткість, люд.-год.	Кількість днів відпустки	Річний фонд часу, год		Кількість робітників			
			Φ_n	Φ_d	явочне		списочне	
					$R_{я}$	$R_{я пр}$	$R_{сп}$	$R_{сп пр}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
постові								
Діагностичні	2467,22	18	1993	1572	1,12	1	1,42	1
Регулювальні	1233,61	18	1993	1572	0,56	1	0,71	1
Розбирально- складальні	39475,5	18	1993	1572	18	18	22,82	23
Зварювально- бляхарські	2467,22	24	1993	1524	1,12	1	1,47	1
Малярні	6168,05	24	1993	1524	2,81	3	3,67	4
Дільничні								
Агрегатні	24672,19	18	1993	1572	11,25	11	14,26	14
Слюсарно- механічні	14803,31	18	1993	1572	6,75	7	8,56	9

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Електротехнічні	7401,66	18	1993	1572	3,37	3	4,28	4
Акумуляторні	1233,61	24	1993	1524	0,56	1	0,73	1
Ремонт приладів систем живлення	4934,44	24	1993	1524	2,25	2	2,94	3
Шинномонтажні	1233,61	24	1993	1524	0,56	1	0,73	1
Вулканізаційні	1233,61	24	1993	1524	0,56	1	0,73	1
Ковальсько-ресорні	3700,83	24	1993	1524	1,68	2	2,2	2
Мідницькі	2467,22	24	1993	1524	1,12	1	1,47	1
Зварювальні	1233,61	24	1993	1524	0,56	1	0,73	1
Бляхарські	1233,61	24	1993	1524	0,56	1	0,73	1
Арматурні	1233,61	18	1993	1572	0,56	1	0,71	1
Деревообробні	3700,83	18	1993	1572	1,68	2	2,14	2
Обойні	2467,22	24	1993	1572	1,12	1	1,42	1
Всього						59		72

Примітка: Кількість допоміжних робітників складає 10...15 % від числа основних виробничих робітників:

$$P_{\delta} = 0,12 \cdot 72 = 8,6, \text{ приймаємо } P_{\delta} = 9 \text{ чоловік.}$$

Кількість інженерно-технічних робітників (ІТР), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу приймають відповідно 8...10%, 2...3%, 2...4% від суми виробничих і допоміжних робітників.

$$P_{\text{ІТР}} = 0,08 \cdot (72 + 9) = 6,48, \text{ приймаємо } P_{\text{ІТР}} = 7 \text{ чоловік.}$$

$$P_{\text{С}} = 0,02 \cdot (72 + 9) = 1,62, \text{ приймаємо } P_{\text{С}} = 2 \text{ чоловіка.}$$

$$P_{\text{МОП}} = 0,03 \cdot (72 + 9) = 2,43, \text{ приймаємо } P_{\text{МОП}} = 2 \text{ чоловіка.}$$

Пожежно-сторожова охорона відповідає кількості постів.

3.9 Розробка річного плану-графіка ТО і КР автомобілів

Річний план-графік ТО і КР автомобілів представляє собою наочну планову відомість профілактичних робіт, які повинні виконуватись на протязі року, що планується.

Сумарний пробіг автомобіля визначаємо за формулою:

$$\sum L_i = i \cdot L_p, \quad (3.34)$$

де i – кількість років експлуатації даного автомобіля;

L_p – середньорічний пробіг автомобіля, тис. км.

$$L_p = \frac{L_{\text{доб}} \cdot D_{\text{он}}^p}{1000}, \quad (3.35)$$

де $L_{\text{доб}}$ – середньодобовий пробіг автомобіля, км.

$D_{\text{он}}^p$ – кількість днів роботи автомобіля в році.

За період експлуатації автомобіля було виконано наступну кількість видів технічних дій:

$$N_x^B = \frac{\sum L_i}{L_x} - N_{x+1}^B, \quad (3.36)$$

де L_x – періодичність цього виду дій, тис. км.

N_{x+1}^B – кількість дій складнішого виду виконаних для даного автомобіля.

Визначаємо пробіг автомобіля від кожного з останніх видів технічних дій:

$$L_{KP}^n = d_{KP} \cdot L_{KP}; \quad (3.37)$$

$$L_{TO-2}^n = d_{TO-2} \cdot L_{TO-2}; \quad (3.38)$$

$$L_{TO-1}^n = d_{TO-1} \cdot L_{TO-1}; \quad (3.39)$$

де $L_{KP}, L_{TO-2}, L_{TO-1}$ – періодичність КР, ТО-2, ТО-1 для даного автомобіля;

$d_{KP}, d_{TO-2}, d_{TO-1}$ – частка пробігу автомобіля відповідно від останнього КР, ТО-2 та ТО-1.

Річну виробничу програму на плановий період за кількістю видів технічних дій визначаємо за формулою:

$$N_x^P = \frac{\sum L_p^n}{L_x} - N_{x+1}^P, \quad (3.40)$$

де L_p^n – плановий пробіг автомобіля на рік, що розраховується, тис.км.;

N_{X+1}^P – кількість дій складнішого виду на період що планується.

Далі розраховуємо через який період часу слід виконувати технічну дію:

$$t_i = \frac{L_{TO-1} \cdot n_\delta}{L_p^n}, \quad (3.41)$$

де n_δ – кількість декад в році, $n_\delta = 36$.

Річну виробничу програму на плановий період за кількістю видів технічних дій визначаємо за формулою:

$$N_{KP}^P = \frac{\sum L_p^n}{L_{KP}}, \quad (3.42)$$

$$N_{KP}^P = \frac{50,0}{224} = 0,22, \text{ приймаємо } N_{KP}^P = \frac{\sum L_p^n}{L_{KP}} = 0.$$

$$N_{TO-2}^P = \frac{\sum L_p^n}{L_{TO-2}} - N_{KP}^P, \quad (3.43)$$

$$N_{TO-2}^P = \frac{\sum L_p^n}{L_{TO-2}} - N_{KP}^P = \frac{50,0}{12,5} - 0 = 4, \text{ приймаємо } N_{TO-2}^P = 4.$$

$$N_{TO-1}^P = \frac{\sum L_p^n}{L_{TO-1}} - (N_{TO-2}^P + N_{KP}^P), \quad (3.44)$$

$$N_{TO-1}^P = \frac{\sum L_p^n}{L_{TO-1}} - (N_{TO-2}^P + N_{KP}^P) = \frac{50,0}{2,5} - (4 + 0) = 16, \text{ приймаємо } N_{TO-1}^P = 16.$$

Далі розраховуємо через який період часу виконувати технічну дію:

$$t_i = \frac{L_{TO-1} \cdot n_\delta}{L_p^n}, \quad (3.45)$$

$$t_i = \frac{L_{TO-1} \cdot n_\delta}{L_p^n} = \frac{2,5 \cdot 36}{50,0} = 2 \text{ декади}$$

Таким чином на кожну третю декаду слід планувати проведення чергового технічного обслуговування.

Аналогічно проводимо розрахунки для других марок автомобілів і на основі отриманих розрахунків будемо річний план – графік проведення ТО і КР автомобілів підприємства на 2018 рік.



РОЗДІЛ 4

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЯ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

4.1 Особливості діагностування та регулювання дизельних форсунок вантажних автомобілів

В процесі експлуатації дизельного двигуна якість роботи форсунок поступово погіршується внаслідок зниження тиску початку підйому голки розпилювача через ослаблення робочої пружини, закоксування або засмічення отворів розпилювача, а також заїдання його голки.

Перевірку та регулювання форсунок проводять безпосередньо на двигуні автомобіля або на спеціальному обладнанні в цеху.

Попередню перевірку форсунок на двигуні проводять послідовним їх відключенням на працюючому двигуні або по характерному звуку вприскування на непрацюючому двигуні. Якість роботи форсунок без зняття їх з двигуна перевіряють також максиметром.

Максиметра представляє собою прилад, аналогічний по влаштуванню форсунки. Він має мікрометричну головку зі шкалою, за допомогою якої встановлюють тиск початку підйому голки розпилювача приладу на задане значення до 50 МПа. Поворот мікрометричної головки на один оборот змінює тиск початку підйому на 5 МПа.

Для випробування форсунку знімають з двигуна і приєднують до штуцера нагнітальної секції насосу через максиметр. За мікрометричною голівкою максиметра встановлюють необхідний тиск початку підйому голки розпилювача (для форсунок двигунів ЯМЗ-236 і ЯМЗ-238 він складає 165 Па). Потім регулюють затяжку гайок інших топливопроводов до форсунок і стартером обертають колінчастий вал двигуна.

Якщо вприскування палива через максиметра і випробувану форсунку починається одночасно, то можна вважати, що регулювання форсунки

відповідає технічним вимогам. Якщо через форсунку паливо впорскується, а через максиметра немає, то тиск початку підйому голки розпилювача форсунки нижче, ніж потрібно, і навпаки.

Щоб відрегулювати форсунку на необхідне значення тиску, змінюють ступінь затяжки пружини регулювальним гвинтом.

Перевірку та регулювання тиску початку підйому голки розпилювача форсунки виконують також за допомогою еталонної форсунки (попередньо відрегульованим на приладі) за принципом використання максиметра. Для цього на трубопровід, що підходить до випробуваної форсунки, кріплять трійник. До одного відведення трійника приєднують випробувану форсунку, а до іншого еталонну. Подальші дії з випробуваної форсункою виконують в тій же послідовності, що і при використанні максиметра.

Перевірка і регулювання форсунок на спеціальному обладнанні дозволяє виявити, чи не порушена герметичність форсунок, а також тиск початку підйому голки розпилювача, якість розпилювання палива, кут конуса струменя. Для цих цілей застосовують стенд моделі 625. Основними випробувальними пристроями стенду є два прилади, один з них призначений для перевірки технічного стану форсунок, інший для перевірки плунжерній пари насоса високого тиску на гідравлічну щільність.

Прилад для перевірки форсунок представляє собою плунжерний насос з ручним приводом, який подає під великим тиском паливо до форсунки. Прилад оснащений манометром, реєструючим тиск палива, що підводиться до форсунки. При випробуванні форсунки на герметичність, а також при визначенні тиску початку уприскування манометр дозволяє фіксувати момент і величину падіння тиску.

Якість розпилювання палива форсункою оцінюють візуально за характером виходу струменів палива з отворів розпилювача форсунки, а також по чіткості початку і закінчення процесу уприскування.

Прилад для визначення гідравлічної щільності плунжерній пари працює на принципі передачі певної механічної навантаження на плунжер

нагнетательної секції. Під дією цього навантажений плунжер опускається в гільзу. Швидкість переміщення плунжера, що реєструється секундоміром, дозволяє оцінити ступінь зношеності плунжерній пари, а отже, і її гідравлічну щільність.

При відсутності стенда 625 технічний стан форсунок можна перевірити на приладі КП-1609А, який за конструкцією аналогічний приладу для перевірки форсунок, встановленому на стенді 625.

Герметичність форсунки перевіряють на приладах, повільно закручуючи регулювальний гвинт і піднімаючи тиск важелем приводу насоса до 30 МПа. Після того як досягнуто заданий тиск, перевіряють герметичність по запірному конусі і спрямовуючої голці в розпилувачі, підтікання палива з соплових отворів, а також в сполученні розпилувача з корпусом форсунки.

Швидке падіння тиску до 25-23 МПа вкаже на порушення герметичності форсунки. Допустимий час падіння тиску до 23 МПа повинно бути 17-45 с при кінематичної в'язкості дизельного палива 35-6 сСт і температурі 20°C.

Тиск початку підйому голки розпилувача визначають при підвищенні тиску палива в приладі до 125 МПа з великою швидкістю і далі зі швидкістю до 05 МПа в секунду. Величина тиску фіксується в момент початку впорскування палива. У разі невідповідності тиску початку уприскування технічним умовам регулюють ступінь затяжки пружини форсунки. При цьому регулювальний гвинт загортають, якщо тиск менше норми, і відвертають при більшому значенні.

Якість розпилування палива перевіряють на відрегульованих форсунках. Для цього закривають кран приладу і важелем кілька разів підкачують паливо. Коли воно надійде в форсунку, натискають на важіль з інтенсивністю 50-60 ходів в хвилину і спостерігають за характером впорскування.

Якість розпилування палива при впорскуванні буде задовільним, якщо при цьому утворюються з кожного отвору розпилувача факели туманообразного палива і воно рівномірно розподіляється по поперечному перерізі конуса розпилувача. Початок і кінець уприскування повинні бути чіткими з

характерним звуком відсічення. Не допускається також підтік палива з розпилювача після закінчення уприскування.

Кут конуса струменя розпилюючим палива визначають по діаметру відбитка струменя на фільтрувальної папері і віддалі від неї до сопел форсунки.

Якщо в результаті перевірки і регулювання форсунки за допомогою приладу КП-1609А не вдається отримати необхідні показники по герметичності, тиск початку подачі або якості розпилювання палива, то форсунку ремонтують.

4.2 Вдосконалення стенду для діагностики форсунок

Предметом розробки є стенд для діагностики форсунок дизельних двигунів. Пропонується впровадження стенду для виявлення несправного вузла паливної апаратури, а саме форсунок, в двигунах автомобілів МАЗ, КамАЗ, та інших дизелів.

Дизельний двигун в порівнянні з карбюраторним більш економічніший, меншою мірою забруднює навколишнє середовище шкідливими продуктами, що входять до складу вихлопних газів, краще долає коротко-строкові перевантаження, а це досить важливо для більшості мобільних машин.

Разом з тим дизель конструктивно складніший, що в основному визначається труднощами у виготовленні та експлуатації паливної апаратури, що забезпечує систему живлення двигуна. Слід відмітити, що дані переваги дизеля проявляються повною мірою тільки при правильному, технічно грамотному обслуговуванні вузлів паливної апаратури. Це в свою чергу вимагає не тільки застосування спеціального обладнання, а й відповідних знань, навичок, необхідних для перевірки рівня робочих характеристик, які в процесі експлуатації не залишаються постійними і вимагають періодичного коректування.

Конструкція стенду дозволяє продіагностувати форсунку без зняття її з двигуна. Конструкція являє собою плунжерний насос, який подає під великим

тиском паливо до форсунки. Також є манометр, за допомогою якого буде здійснюватися вимірювання тиску палива, яке проходить через форсунку і штихпробер для виміру кількості цього палива. В результаті того, що прилад має електро-двигун і для роботи зі стендом не вимагається зняття форсунки з двигуна, процес діагностування істотно полегшується.

Таблиця 4.1 Технічні характеристики стенду для випробування форсунок КИ-562:

Найменування	КИ-562
Тип приладу	Настільний
Тип приводу	Ручний
Тиск, МПа	Від 0 до 600
Діапазон відтворення тиску, МПа (кг / см ²)	27 (270)
Межа допустимого падіння тиску, МПа (кг / см ²)	1,0 (10)
Похибка,%	±1,5
Номінальна подача палива, мм ³ / цикл	1800
Час падіння тиску, хв	3
Маса, кг	5
Бак для палива, л	1
Кількість обслуговуючого персоналу	1

На рисунку 6 представлений стенд для діагностики форсунок, який складається: 1 - манометр; 2 - бачок для палива; 3 - корпус приладу; 4 - трубопровід низького тиску; 5 - мотор-редуктор; 6 - спускний клапан; 7 - кулачковий вал; 8 - штовхач; 9 - насос високого тиску; 10 - трубопровід високого тиску; 11 - штихпробер.

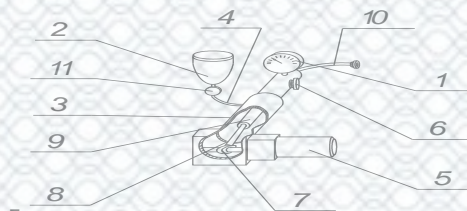


Рисунок 4.1 - Стенд для діагностики форсунок.

Опис роботи стенду:

Перед тим, як стенд використовувати за призначенням, його перевіряють на герметичність. Для цього ставлять заглушку на випускний трубопровід,

відкривають спускний клапан 6 і створюють тиск близько 30 МПа. Потім, секундоміром вимірюють час падіння тиску, який не повинен перевищувати 0.5 МПа в хвилину. В іншому випадку прилад потребує ремонту або регулювання.

Після перевірки прилад приєднується до випробуваної форсунки через трубопровід високого тиску 10. Після включення стенда асинхронний мотор редуктор 5 починає обертати кулачковий вал 7, що знаходиться в корпусі двигуна, зі швидкістю 60 об / хв. Зусилля через штовхач 8 від вала передається насосу високого тиску 9 в корпусі приладу 3 надходить паливо з бачка 2 проходить через штихпробер 11, де відбувається його кількісний вимір, потім по трубопроводу низького тиску 4 підходить до насосу високого тиску 9, після чого поступає до форсунки. За допомогою наявного манометра відбувається замір максимального тиску, що створюється паливом.

Тиск початку підйому голки розпилювача форсунки, визначають при підвищенні тиску палива в приладі до 12,5 МПа і далі зі швидкістю до 0,5 МПа в секунду. Величина тиску фіксується в момент початку впорскування палива. У разі невідповідності тиску початку уприскування технічним умовам необхідно проводити з форсункою ремонтно-регулювальні роботи.

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика стенду

Тип стенду	Переносний з електродвигуном
Габаритні розміри стенду:	
довжина	0,318 м
ширина	0,178 м
висота	0,380 м
Маса стенду, не більше	5 кг
Діапазон відтвореного тиску, МПа (кгс / см ²)	0...60 (0...600)
Межа похибки вимірювання тиску,%	± 1,5
Подача палива, мм ³ / цикл, не менше	1800
Ємність для палива, л, не менше	0,5
Кількість обслуговуючого персоналу	1
Час падіння тиску після досягнення 35 МПа (350 кгс / см ²), хв.	3
Швидкість вимірювання, зм / цикл	2

Для нашого стенду оптимально підходить сучасний асинхронний двигун з мотор-редуктором 60YN6-2.

- Параметри двигуна:
- Потужність 40 Вт
- Кількість обертів ротора 1250 об/хв
- Параметри редуктора:
- Передаточне число 25
- Кількість обертів вихідного вала 60 об/хв
- Крутний момент вихідного вала 8,23 Нм
- Кількість ступенів 3

Даний розрахунок необхідний, для того щоб визначити діаметр проєктованого вала при наявних напруженнях. Вал зображений на рисунку 4.3.

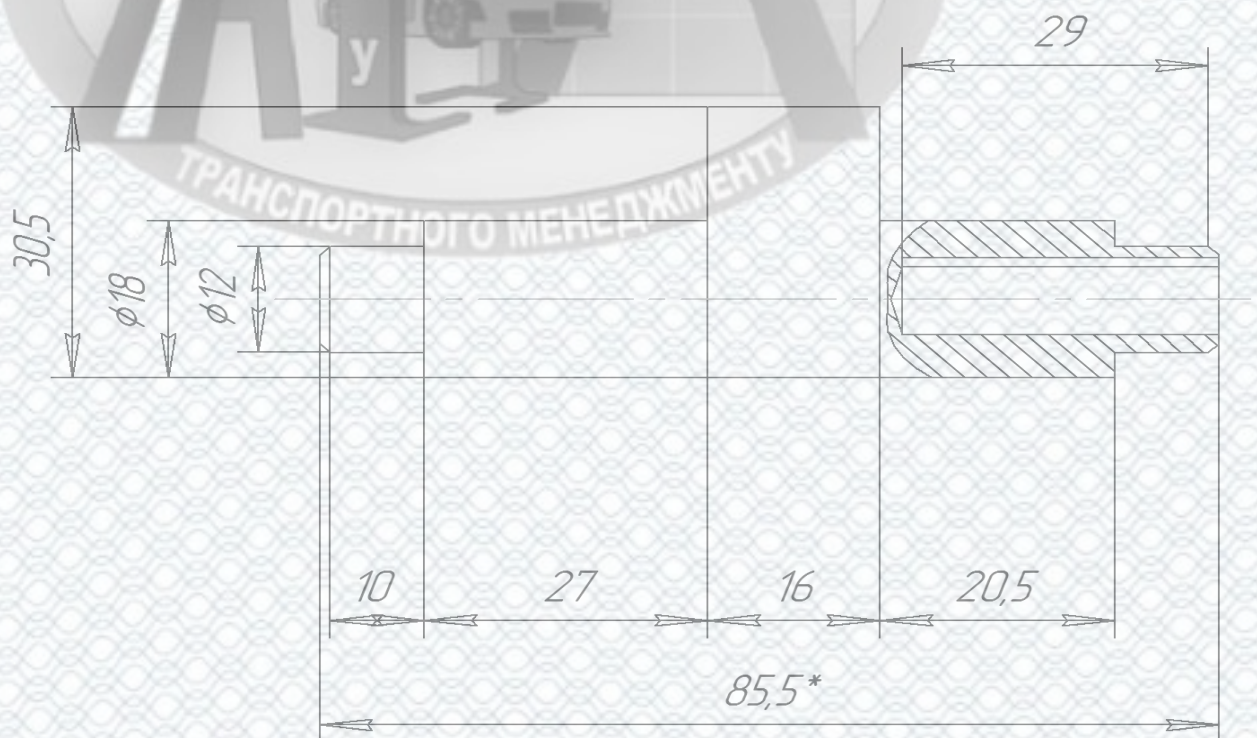


Рисунок 4.3 - Кулачковий вал

При знаходженні діаметра вала для початку необхідно знайти величину сили, яка діє на нього.

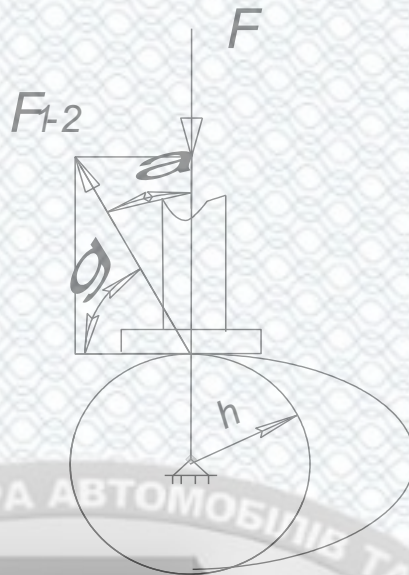


Рисунок 4.4 - Схема прикладання сил.

На схемі сил видно, що на кулачок діє штовхач з силою F .

$$F = P \cdot S \quad (4.1)$$

де P – тиск на плунжер $P = 200 \text{ кгс/см}^2$;

S – площа плунжера;

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (4.2)$$

де d – діаметр плунжера, $d = 0,9 \text{ см}$;

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} = 0,64 \text{ см}^2$$

Тоді,

$$F = 200 \cdot 0,64 = 128 \text{ кгс} = 1280 \text{ Н}$$

Діаметр вала за умовою міцності визначається за формулою:

$$d = 1,72 \sqrt[3]{\frac{T}{[\tau]}}, \text{ мм} \quad (4.3)$$

де $[\tau]$ - допустиме напруження;

T - момент;

Момент визначається за формулою:

$$T = \frac{N}{\omega}, \text{ Нм} \quad (4.4)$$

де N - потужність;

ω - кутова швидкість.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\text{вих}}}{30}, \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (4.5)$$

де $n_{\text{вих}}$ - число обертів вихідного валу $n_{\text{вих}} = 60$ об/хв.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Так як вал пов'язаний безпосередньо з двигуном, то потужність беремо з даних на двигун. тоді,

$$T = \frac{40}{6,28} = 6,37 \text{ Нм}$$

$[\tau] = [W_k]$ – для круглого перетину,

$$[W_k] = 1,72^3 \cdot \frac{T}{d^3} \quad (4.6)$$

де T - момент;

d - діаметр валу, $d = 18$ мм;

$$[\tau] = [W_k] = 1,72^3 \cdot \frac{6,37}{18^3} = 0,006 \text{ МПа.}$$

Тоді, діаметр валу:

$$d = 1,72 \sqrt[3]{\frac{6,37}{0,006}} = 17 \text{ мм.}$$

Так як в валу є порожнина з шпонковим пазом то збільшуємо розмір на 5%. Звідси слід прийняти розмір валу 18 мм.

Основними навантаженням на вали є сила від штовхача спрямована в центр валу.

Знайдемо згинаючий момент діючий на вал.

$$M_{зг} = F \cdot L, \text{ Нм} \quad (4.7)$$

де L – довжина вала.

$$M_{зг} = 1280 \cdot 0,075 = 96 \text{ Нм.}$$

Знайдемо крутний момент, що діє на вал.

$$M_{кр} = F_{1-2} \cdot r_{\text{ср}} \cdot \sin \gamma, \text{ Нм} \quad (4.8)$$

де $r_{\text{ср}}$ – радіус кулачка, $r_{\text{ср}} = 6$ мм.

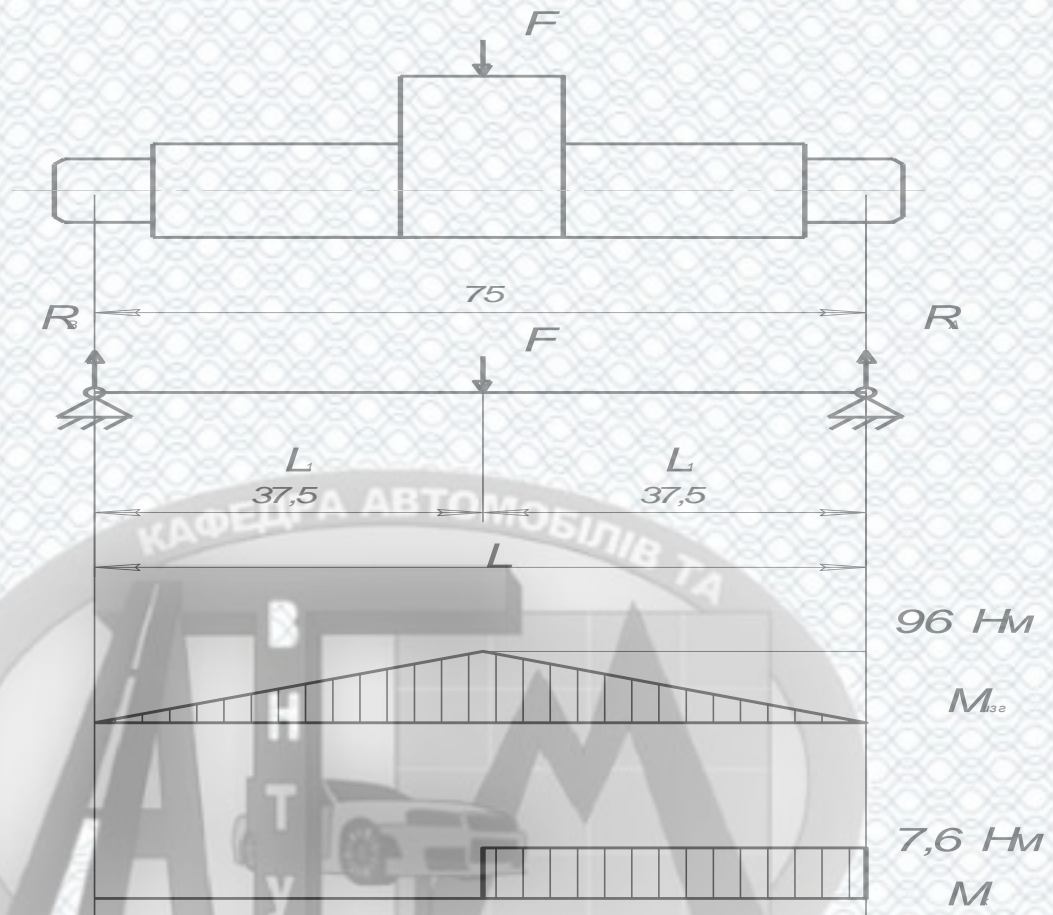


Рисунок 4.5 - Епюри згинаючих і крутних моментів.

$$F_{1-2} = \frac{F}{\cos \gamma}, \text{ Н} \quad (4.9)$$

При $\gamma = 60^\circ$,

$$F_{1-2} = \frac{1280}{0,86} = 1488 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = 1488 \cdot 0,006 \cdot 0,86 = 7,6 \text{ Нм.}$$

Будуємо епюру крутного моменту (на рисунку 4.5)

Порівняємо отримані дані з паспортними

$$7,6 \text{ Нм} < 8,23 \text{ Нм}$$

Дані навантаження цілком припустимі.

Розрахунок зварного з'єднання проводиться відповідно до вимог теорії опору матеріалів. Зварне з'єднання корпусу двигуна представлено на малюнку 5.6.

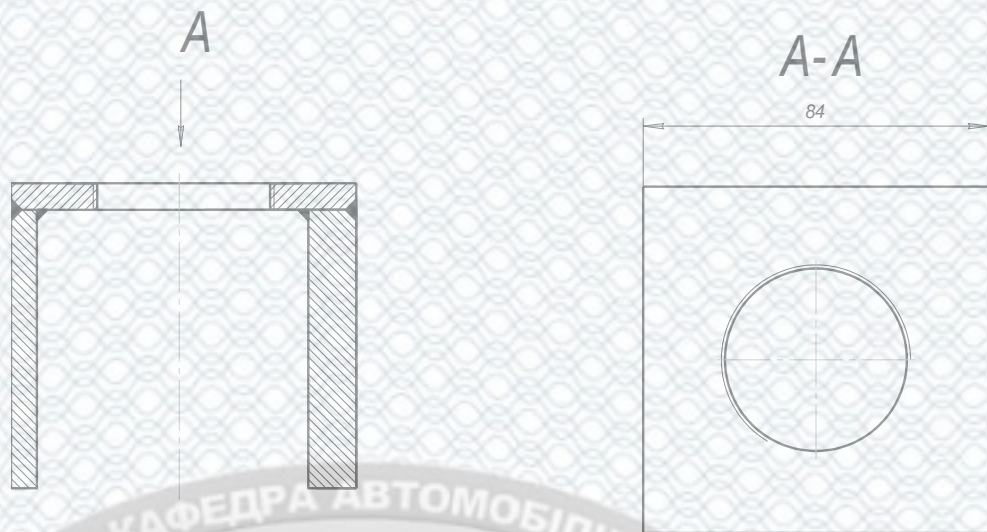


Рисунок 4.6 - Зварне з'єднання корпусу двигуна

Метою даного розрахунку є перевірка зварних з'єднань стінок з кришкою, проєктованого стенду. Зварене з'єднання виконується відповідно до вимог ГОСТ 5264-80.

Перевірка міцності зварних швів проводиться на зріз. Прийнято вважати, що зусилля, яке сприймає усіма швами, рівномірно розподіляється по робочому їх перетину.

Відповідно:

$$\tau_3 = \frac{P}{0,7 \cdot t \cdot l_p} \leq [t_3], \quad (4.10)$$

де τ_3 - напруга на зріз зварних швів;

- P - сила, прикладена до зварного шва;

$t = 0,003$ м - катет шва;

$l_p = 0,084$ м - довжина зварного шва;

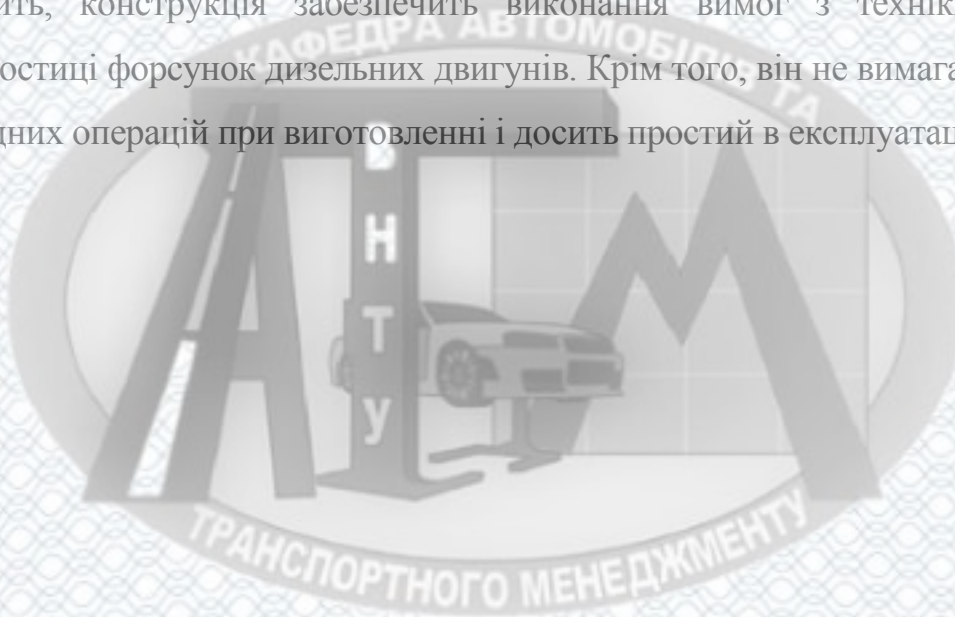
$[t_3] = 110 \cdot 10^6$ Па - допустиме напруження на зріз зварних швів.

$$\tau_3 = \frac{75}{0,7 \cdot 0,003 \cdot 0,084} = 0,42 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq 110 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Так як умова міцності виконується, звідси випливає, що зварене з'єднання витримує допустиме напруження.

Оскільки реакції в опорах, а отже, і сили, що діють на підшипники дуже малі, то можна підібрати підшипники виходячи з технологічних міркувань. У нашому випадку критерієм підбору буде посадковий діаметр підшипника, тому приймаємо, що в даному стенді будуть використовуватися підшипники 201 ГОСТ 8338-75.

При розрахунку даної конструкції всі її елементи підбрані з запасом міцності, всі з'єднання розраховані на навантаження перевищують граничні. Значить, конструкція забезпечить виконання вимог з техніки безпеки при діагностиці форсунок дизельних двигунів. Крім того, він не вимагає енергоємних і складних операцій при виготовленні і досить простий в експлуатації.



РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз умов праці

В даній роботі розглядаються умови праці при виконанні роботи. До обладнання для роботи входять робочі столи та обчислювальна техніка.

В приміщенні проводять наукові роботи, різного роду розробки, розрахунки, виконують креслення та інше.

Робочі місця мають розташовуватись так, щоб забезпечити зручні умови праці працюючих. Проходи повинні бути достатньої ширини, щоб можна було пройти не заважаючи працівникам.

Для притоку свіжого повітря використовується природна вентиляція.

В холодний період року використовується система водяного опалення з радіаторами.

Можливий вплив на працівників небезпечних та шкідливих виробничих факторів. До небезпечних виробничих факторів відносять фактори, вплив яких на працюючих приводять до травм, а до шкідливих - фактори, які приводять до захворювання.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються за природою дії на фізичні, хімічні, психофізіологічні та біологічні.

В приміщенні на працівників діють тільки дві групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів - фізичні та психофізіологічні.

До групи фізичних небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечної дії:

- підвищена чи понижена вологість повітря, температура повітря;
- недостатність природного освітлення і робочого місця;
- підвищена чи понижена рухомість повітря.

Групу психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів по характеру дії поділяють на такі підгрупи: фізичні та нервово - психічні

перевантаження. До фізичних перевантажень відносять -статичне; до нервово-психічних - монотонність праці, розумові навантаження, емоційні перевантаження.

5.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Визначається як система організаційних, технічних засобів, які запобігають або зменшують дію на робітників шкідливих факторів.

По санітарним нормам на одного працюючого повинно припадати не менше $S=6\text{ м}^2$ виробничої площі та

$V=15\text{ м}^3$ об'єму, при кількості персоналу до 20 чоловік.

Без врахування обладнання в нашій аудиторії на одну людину припадає $S=5\text{ м}^2$ та $V=14\text{ м}^3$, без врахування обладнання,

Враховуючи площу обладнання, одержимо $S=4,4\text{ м}^2$ та $V=12,8\text{ м}^3$

Мікроклімат

Показниками, які характеризують мікроклімат являються:

Оптимальні показники мікроклімату розповсюджуються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційно для робочих місць.

ваги. Витрата енергії складає: $(150-200\text{ ккал}/\text{год})$ Робоче місце постійне.

Категорія робіт: легка Іб. До даної категорії відноситься робота, що виконується сидячи і не потребує переміщення

Таблиця 5.1 Норми температури на робочому місці

Період року	Категорія праці	Температура						Відносна вологість		Швидкість руху	
		оптимальна	Допустима				оптимальна	допустима не більше	оптимальна не більше	допустима не більше	
			тах.		мін.						
			пост.	непост.	пост.	непост.					
Холодний	Легка Іб	21-23	25	27	20	17	40-60	75	0,1	0,2	
Теплий	Легка Іб	22-24	28	29	21	18	40-60	24°C-75 25°C-70 26°C-65 27°C-60 28°C-55	0,2	0,1-0,3	

Інтенсивність теплового випромінювання працівників від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлювальних пристроїв на постійних робочих місцях не повинна перевищувати 100 Вт/м^2 при опроміненні 25% поверхні тіла.

Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочому місці приміщення повинна відповідати нормам, вказаним в таблиці 5.1.

В приміщенні повинні підтримуватись оптимальні параметри мікроклімату. Так як робота пов'язана з нервово-емоційною напругою.

Опалення приміщення

В холодну пору року в приміщенні застосовується комбіноване опалення.

Системи опалення, вид і параметри теплоносія передбачаються з урахуванням теплової інерції огорожуючої конструкції і у відповідності з характером і призначенням споруд і будівель. Згідно цього вибираємо водяне опалення, для даного приміщення розташування радіаторів приймаємо на стінах або в нішах стін, коли стіни не несуть основних навантажень.

Вентиляція

Для очищення повітря в приміщенні застосовується вентиляційна система - природна (неорганізована).

При природній вентиляції повітрообмін проходить внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовні, а також в результаті дії повітря. В якості природної вентиляції використовуємо неорганізовану вентиляцію при якій попадання або видалення повітря проходить через нещільності і пори зовнішніх огорожень, через вікна.

Освітлення

Освітлення в приміщенні аудиторії приводиться по таблиці 2. СНиП II-4-79. Нормування освітленості і КЕО проводим в горизонтальній площині

на висоті 0,8 м від підлоги. Природне освітлення (КЕО e_n^{III} , %):

При бічному освітленні $e_n^{III} = 2,0\%$;

Так, як місто Вінниця знаходиться в IV світловому кліматі:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c; \quad (5.1)$$

$$e_n^{IV} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,35\%.$$

де $m=0,9$ - коефіцієнт світлового клімату для IV сонячного поясу. $C=0,75$ - коефіцієнт сонячного клімату, азимут 90°

Штучне освітлення.

Загальна освітленість приміщення - 500 лк.

Для збільшення освітленості робочої поверхні слід застосувати місцеве освітлення. Показник дискомфорту не повинен перевищувати 40.

Для загального штучного освітлення приміщення слід передбачити газорозрядні лампи, незалежно від джерела світла місцевого освітлення.

Коефіцієнт пульсацій освітленості при освітленні приміщення не повинен перевищувати - 10%.

Шум

Походження шумів у даному приміщенні пов'язано з роботами у прилеглих приміщеннях.

Дані в таблиці 5.2 відповідають виду трудової діяльності, що потребує сконцентрованості над виконанням всіх видів робіт на постійних робочих місцях.

Таблиця 5.2 Рівні звукового тиску

Рівні звукового тиску в октавних полосах з середньгеометричними частотами									Еквівалентні рівні звуку в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
93	76	70	63	59	54	51	50	40	60

Методи і засоби боротьби з шумом:

Для захисту від шуму у приміщенні аудиторії, який виникає від неякісної роботи оргтехніки слід застосувати столи з спеціальним відділенням для встановлення системних блоків.

Зниження шуму на шляху його розповсюдження в значній мірі досягається проведенням будівельних акустичних заходів з застосуванням звукоізолюючих перегородок між приміщеннями.

Вібрації

Причиною збудження вібрацій в приміщенні є вібрації, виникаючі при роботі обчислювальних машин і агрегатів, які знаходяться в прилеглих приміщеннях.

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому приміщенні присутня вібрація типу - Зв. Тобто це вібрація на робочих місцях працівників розумової праці і персоналу, що не зайняті фізичною працею.

Таблиця 5.3 Вібрація

Категорія вібрації по санітарним нормам і критеріям	Характеристики умов праці	Приклад джерел вібрації
Зв комфорт	Вібрація на робочих місцях працівників розумової праці, персоналу, що не зайняті розумовою працею	Обладнання прилеглих приміщень

Для зменшення шкідливої дії вібрації слід встановлювати джерела виникнення вібрації на віброізолюючі опори, а також гнучкі вставки в комунікаціях повітроводів.

5.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

Електробезпека.

В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори:

- а) наявність електричних розеток;
- б) наявність освітлювальних пристроїв;
- в) наявність оргтехніки.

Виходячи з перелічених факторів вибираємо спосіб захисту - занулення.

Вимоги до електрообладнання:

Обладнання занулене, що забезпечує захист від ураження електричним струмом. Відповідністю з ПУЕ занулення застосовується і являється ефективною мірою захисту електрообладнання.

Пожежна безпека

За ступенем вогнестійкості приміщення відноситься до І ступені - приміщення з несучими і огорожуючими конструкціями з природних чи штучних матеріалів, бетону, залізобетону з використанням листових чи плитних перегороджуючих матеріалів.

Пожежі на підприємствах являють собою велику небезпеку для працюючих і можуть спричинити велику матеріальну шкоду. Можливими причинами виникнення пожеж в можуть бути: порушення технологічного режиму, несправність системи опалення і вентиляції, несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження), несправність запираючої арматури, samozapалення матеріалів, схильних до горіння. Усі виробництва поділяються на декілька категорій по пожежній вибуховій і вибуховопожежної безпеки. Приміщення відноситься до категорії Д - негорючі речовини і матеріали в холодному стані (табл.5.64

Таблиця 5.4 Визначення категорії приміщення

Категорія приміщення	Допустима кількість поверхів	Ступінь вогнестійкості	Площа поверхів в межах пожежного відділення, м ²
Д	6	1	не обмежується

Границі вогнестійкості наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 Мінімальні границі вогнестійкості і максимальні границі розповсюдження вогню, см.

Стіни				Колони	Поверхові площадки, косовури, балки, марші поверхових клітин	Ненесучі конструкції перекриття	Елементи покриття
Несучі та поверхових клітин	Само-несучі	Зовнішні не несучі	Внутрішні не несучі (перегородки)				
2,5/0	1,25/0	0,5/0	0,5/0	2,5/0	1/0	1/0	0,5/0

При проектуванні приміщень передбачаємо безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі: висота від підлоги донизу виступаючих конструкцій перекриття повинна бути не менше 2,2 (м); висота від підлоги

донизу виступаючих частин комунікацій і обладнання в місцях регулярного надходження людей і на шляхах евакуацій не менше 2(м), а в місцях нерегулярного приходу людей - не менше 1,8 (м).

Кількість евакуаційних виходів не повинна складати менше двох з кожного поверху. Евакуаційні виходи повинні розташовуватись окремо. Кількість людей на 1(м) евакуаційного виходу (дверей) для приміщень I ступені вогнестійкості категорії Д - 260 чоловік. Відповідно до таблиці визначаємо відстань по коридорам до виходу і розміщення виходів.

Таблиця 5.6 Відстань до виходу.

Розміщення виходів	Категорія приміщення	Ступінь вогнестійкості	Відстань по коридорам до виходу, м
Між двома зовнішніми	Д	1	Більше/120

Для запобігання необхідно провести ряд заходів по ПБ:

- установити пожежні сповісники;
- навчити робітників елементарним правилам та основам вогнегасіння;
- проводити своєчасні профілактичні огляди і випробовування обладнання;
- підвести аварійне водопостачання.

5.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для проведення контролю радіоактивного забруднення притягують групи (ланки) спеціальної і загальної розвідки, що входять в склад рятувальних формувань.

Ланки радіометричного контролю проводять роботи на пунктах спеціальної обробки (ПуСО), санітарно – обмиваючих пунктах (СОП).

Пункт спеціальної обробки ПуСО призначається для проведення повної санітарної обробки особового складу і населення, повної дезактивації,

дезінфекції озброєння, техніки, дезактивації і дезінфекції обмундирування, одягу, взуття і засобів захисту.

Під дезактивацією будемо розуміти видалення (зниження концентрації радіоактивних речовин з забруднених поверхонь (доріг, обладнання, техніки, транспортних засобів)) і різних середовищ (повітря, води до допустимих норм).

Пункт спеціальної обробки розгортається на незараженій місцевості близько або безпосередньо в районі дії сил ЦО, що підлягають спеціальній обробці.

Станція обеззаражування транспорту (СОТ) створюється для проведення повного обеззаражування техніки і автотранспорту невоєнізованих формувань ЦЗ. СОТ формується на базі автомобільних колон, гаражів, міських автогосподарств, станцій технічного обслуговування автомобілів, трамвайних і троллейбусних депо.

ПуСО включає в себе: контрольно-розподільчий пункт (КРП); майданчик спеціальної обробки автотранспорту (МСОА); майданчик технічного обслуговування і повторної обробки (МТО); майданчик санітарної обробки (МСО); вихідний пункт дозиметричного контролю обробленого транспорту (ВПДК); майданчик відстою сильно забрудненого автотранспорту (МВЗТ).

На кожному з цих перелічених майданчиків виконуються роботи по очищенню вузлів і агрегатів автомобіля.

Обробка транспорту з розбиранням займає дуже багато часу і її проведення для різних видів транспорту специфічна. Тим не менш така тривала процедура обходиться дешевше, чим випуск нової техніки. Тому при зараженні виникає необхідність у створенні ПуСО.

Спеціальна обробка включає знезараження різних поверхонь і санітарну обробку особового складу формувань і населення.

Дезактивація – видалення радіоактивних речовин із заражених поверхонь транспортних засобів і техніки, будинків і споруджень, території, одягу і засобів індивідуального захисту, а також з води. Для проведення дезактивації використовується вода. Разом з нею застосовуються спеціальні препарати, що

підвищують ефективність змивання радіоактивних речовин. Це поверхнево-активні і комплексоутворюючі речовини, кислоти і луги. До першого відносять порошок СФ-2 і препарати ОП-7, ОП-10; до других - фосфати натрію, трилон Б, щавлева. Для одержання розчину порошок додають у воду невеликими порціями при постійному перемішуванні.



РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

6.1. Розрахунок техніко-економічних показників роботи по дільниці паливної апаратури

6.1.1 Розрахунок фонду заробітної плати робітників дільниці:

$$\Phi_{ЗП} = \left[\sum_{i=1}^m P_{від(i)} \cdot N_p + П + Z_{год} \cdot R_d \cdot \Phi_{ДР} \cdot (1 + K_{пр}) \right] \cdot K_d \quad (6.1)$$

де $P_{від}$ - відрядна розцінка по операціях технологічного процесу;

$N_{пр}$ - кількість об'єктів ремонту, шт.;

$П$ – премія (0,3...0,4) від $\sum_{i=1}^m P_{від(i)} \cdot N_p$;

$Z_{год}$ - тарифна ставка допоміжних робітників, грн/год;

R_d - кількість допоміжних робітників, люд.;

$\Phi_{ДР}$ - дійсний фонд робочого часу, год.;

$K_{пр}$ - коефіцієнт, що враховує премії допоміжним робітникам;

K_d - коефіцієнт додаткової заробітної плати(1,1; 1,3)

$$P_{від(i)} = \frac{Z_{год(i)} \cdot T_{н(i)} \cdot K_y \cdot K_{(ш)}}{60} \quad (6.2)$$

де $Z_{год(i)}$ - погодинна тарифна ставка відповідного розряду основного робітника на і-тій операції, грн./год;

$T_{н(i)}$ - норма часу на і-тій операції, год;

K_y - коефіцієнт, що враховує інтенсивність праці, умови праці дільниці ремонту шестерень.

Заробітна плата:

$$ЗП_p = 123360,95 \cdot 33,62 \cdot 1,1 = 4562134,65 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата

$$З_d = 0,3 \cdot З_0 = 0,3 \cdot 4562134,65 = 1368640,39 \text{ грн.}$$

Таким чином фонд заробітної плати складає

$$\Phi ЗП = 4562134,65 + 1368640,39 + 9 \cdot 1572 \cdot 30,25 \cdot (1 + 0,3) = 6487145,14 \text{ грн.}$$

Середньомісячна заробітна плата:

$$З_{\text{міс}} = \frac{\Phi ЗП}{(R_0 + R_d) \cdot 12} = \frac{6487145,14}{(72 + 9) \cdot 12} = 6674,01 \text{ грн.} \quad (6.3)$$

Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні діляниць.

Капітальні вкладення в будівлі і споруди:

$$K_{\text{діль}} = P_d \cdot C_{\text{буд}} \quad (6.4)$$

де P_d - площа діляниці;

$C_{\text{буд}}$ - ціна 1 м^2 ;

$$K_{\text{діль}} = 48 \cdot 3900 = 187200 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в обладнання і пристосування:

$$K_{\text{обл}} = P_d \cdot C_{\text{итт}}, \quad (6.5)$$

де $C_{\text{итт}}$ - питомі вкладення в обладнання 1 м^2 ;

$$K_{\text{обл}} = 48 \cdot 1800 = 86400 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати на інструмент складають:

$$K_{\text{ін}} = K_{\text{обл}} \cdot 0,04 = 86400 \cdot 0,04 = 3456 \text{ грн.} \quad (6.6)$$

Капітальні вкладення в транспорт складають:

$$K_{\text{тр}} = K_{\text{обл}} \cdot 0,07 = 86400 \cdot 0,07 = 6048 \text{ грн.} \quad (6.7)$$

Амортизаційні відрахування:

З обладнання:

$$A_{обл} = \frac{H_a \cdot K_{обл}}{100} = \frac{15 \cdot 86400}{100} = 12960 \text{ грн.} \quad (6.8)$$

З будівель:

$$A_{буд} = \frac{H_a \cdot K_{буд}}{100} = \frac{5 \cdot 86400}{100} = 4320 \text{ грн.} \quad (6.9)$$

Транспортних засобів і інструментів:

$$A_{тр.зас} = \frac{25 \cdot (K_{тр} + K_{ин})}{100} = \frac{25}{100} \cdot (3456 + 6048) = 2376 \text{ грн.} \quad (6.10)$$

Всього амортизаційні відрахування:

$$\sum A_{(i)} = A_{обл} + A_{буд} + A_{тр.зас} = 12960 + 4320 + 2376 = 19656 \text{ грн.} \quad (6.11)$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали для ремонту:

$$M_0 = H_{итт} \cdot \PhiЗП = 0,025 \cdot 6487145,14 = 162178,62 \text{ грн.} \quad (6.12)$$

Розрахунок витрат на електроенергію:

$$З_{ел} = W_{ел} \cdot Ц_{ел} \quad (6.13)$$

$$З_{ел} = 2206,2 \cdot 2,09 = 4610,95 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на пар:

$$З_{пар} = Q_{пар} \cdot Ц_{пар} \quad (6.14)$$

$$Z_{пар} = 30,72 \cdot 510 = 15667,2 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на паливо:

$$Z_{пал} = Q_{пал} \cdot Ц_{пал} \quad (6.15)$$

$$Z_{пал} = 3,16 \cdot 23000 = 72680 \text{ грн.}$$

Таким чином витрати на енергоносії складають:

$$\sum Z_{ен} = Z_{ел} + Z_{пар} + Z_{пал} \quad (6.16)$$

$$\sum Z_{ен} = 4610,95 + 15667,2 + 72680 = 92958,15 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості ремонту шин на дільниці:

$$C_{рем} = ЗП + Відр. + М + А + Z_{ен} + Накл, \quad (6.17)$$

де ЗП – заробітна плата основна і додаткова, грн.

Відр. – відрахування до фондів соціального страхування, грн.

$$Відр. = \Phi_{пен} + \Phi_{зайн} + \Phi_{соц.стр.}, \quad (6.18)$$

де $\Phi_{пен}$ - відрахування до пенсійного фонду.

$$\Phi_{пен} = \frac{K_n \cdot \Phi ЗП}{100} = \frac{33,5 \cdot 6487145,14}{100} = 2173193,62 \text{ грн.} \quad (6.19)$$

$\Phi_{соц.стр.}$ - відрахування до фонду соціального страхування:

$$\Phi_{соц.стр.} = \frac{K_{соц.стр.} \cdot \Phi ЗП}{100} = \frac{2,4 \cdot 6487145,14}{100} = 155691,48 \text{ грн.} \quad (6.20)$$

$\Phi_{зайн}$ - відрахування до фонду страхування від безробіття:

$$\Phi_{зайн} = \frac{K_{зайн} \cdot \Phi ЗП}{100} = \frac{1,6 \cdot 6487145,14}{100} = 103794,32 \text{ грн.} \quad (6.21)$$

де $K_n, K_{соц.стр.}, K_{зайн}$ - % відрахувань відповідно.

Разом $2173193,62 + 155691,48 + 103794,32 = 2432679,42$ грн.

Накладні витрати складають K_n від суми заробітної плати основної і додаткової:

$$Накл = \frac{K_n \cdot \Phi ЗП}{100} = \frac{250 \cdot 6487145,14}{100} = 16217862,85 \text{ грн.} \quad (6.22)$$

Собівартість робіт:

$C_{рем} = 6487145,14 + 16217862,85 + 2432679,42 + 162178,62 + 19656 + 92958,15 = 25412480,18$ грн.

Розрахуємо продуктивність праці:

$$P_{пр} = \frac{25412480,18}{81} = 313734,32 \text{ грн./особу} \quad (6.23)$$

Собівартість однієї години $C_{шт} = \frac{9535514,37}{123360,95} = 77,29$ грн

Госпрозрахункові показники роботи дільниці наведені в таблиці 7.1.

Таблиці 6.1 Показники роботи дільниці

Показник	Одиниця	Значення
Обсяг виробництва	люд/год	123360,95
Обсяг виробництва	грн.	25412480,18
Фонд заробітної плати	грн.	6487145,14
Чисельність робітників	люд.	81
Продуктивність праці одного працюючого	грн.	313734,32
Собівартість однієї години ремонтних робіт	грн/год	206
Витрати на допоміжні матеріали	грн.	162178,62
Витрати на силову електроенергію	грн.	4610,95
Витрати на паливо	грн.	72680
Витрати на пар	грн.	15667,2

6.2 Розрахунок капітальних витрат на виготовлення приладу

До складу капітальних вкладень входять наступні статті витрат:

- Вартість покупних деталей, виробів;
- Вартість витрачених матеріалів;
- Транспортні витрати;
- Витрати на монтаж обладнання.

6.2.1 Визначення витрат на виготовлення стенду

Для розрахунку вартості покупних деталей, вузлів, агрегатів, готових виробів і матеріалів необхідно визначити по робочим кресленням і пояснювальній записці курсового проекту, які і в якій кількості необхідні матеріали та інструменти, а також ціни на їх придбання.

Визначаємо, який матеріал необхідний для виготовлення деталей стенду. Ці дані зведемо в таблицю 6.2.

Таблиця 6.2 - Необхідні матеріали.

Матеріал	Вид заготовки	деталь пристосування
Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Пруток діаметром 65мм	Корпус, розподільник
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	Листова товщиною 7 мм	Стінка і кришка корпусу двигуна
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	Листова товщиною 11 мм	Стінка корпусу двигуна
Сталь 3пс ГОСТ 14637-89	Смуга товщиною 1 мм	Кожух корпусу двигуна
Сталь 45 ГОСТ 9650-71	Пруток діаметром 35мм	Кулачковий вал

Для розрахунку вартості використовуваного матеріалу необхідно визначити його необхідну кількість. Розрахунок вартості матеріалу представлений в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Вартість матеріалів

Найменування матеріалу	Одиниця виміру	Кількість кг	Ціна за прејскурантом, грн. за кг.	Занальна вартість, грн.
Сталь 45 ГОСТ 1050-88	кг	4,5	15,6	70,2
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	кг	0,45	13,8	6,21
Сталь 35 ГОСТ 14637-70	кг	0,3	13,8	4,14
Сталь 3пс ГОСТ 14637-89	кг	0,1	14,4	1,44
Сталь 45 ГОСТ 9650-71	кг	0,35	15,6	5,46
ВСЬОГО				87,45

Вартість придбаних готових виробів наведена в таблиці 6.4

Таблиця 6.4 - Готові вироби

Найменування виробу	Кількість	Ціна за прејскурантом, грн. за од.	Загальна вартість, грн.
Асинхронний мотор-редуктор 60YN6-2	1	4800	4800
Плунжерна пара	1	4356	4356
Манометр	1	2680	2680
Всього			11836

Вартість додатково придбаних виробів для удосконалення паливної ділянки в зоні поточного ремонту наведені у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 Готові додаткові вироби

Найменування деталі	Кількість	Ціна за преїскурантом, грн. за од.	Загальна вартість, грн.
Набір інструментів	2	17000	34000
Прилад для перевірки бензонасосів	1	50000	50000
Стенд для перевірки дизельної апаратури КИ-15711	1	120000	120000
Ванна для мийки Мод.203	1	5000	5000
Свердильний верстат 2М112	1	115000	115000
Стелаж для деталей Р957	1	10000	10000
Прилад для перевірки СО і СН	1	140000	140000
Підйомник двох важільний	1	76000	76000
Всього			550000

6.2.2 Розрахунок транспортних витрат

Витрати на транспортування придбаних матеріалів і готових виробів складають 5% від вартості закупуваних матеріалів і дорівнюють:

$$C_{\text{тр}} = (C_{\text{гот.дет}} + C_{\text{мат}}) \cdot 0,05 = (561836 + 87,45) \cdot 0,05 = 28096 \text{ грн.} \quad (6.24)$$

6.2.3 Розрахунок витрат на виготовлення і монтаж приладу

Витрати на виготовлення і збірку приладу складають 15% від вартості обладнання і рівняються:

$$C_{\text{мон}} = (C_{\text{гот.дет}} + C_{\text{мат}}) \cdot 0,15 = (561836 + 87,45) \cdot 0,15 = 84288 \text{ грн.} \quad (6.25)$$

6.2.4 Сума капітальних витрат на виготовлення приладу

Сума капітальних вкладень визначається за формулою:

$$K_{ус} = C_{\text{мат}} + C_{\text{гот.дет.}} + C_{\text{мон}} + C_{\text{тр}}, \quad (7.26)$$

де $C_{\text{мат}}$ - вартість придбаних матеріалів, грн.;

$C_{\text{гот.дет.}}$ - вартість придбаних готових виробів, грн.;

$C_{\text{мон}}$ - витрати на монтаж обладнання, грн.;

$C_{\text{тр}}$ - витрати на транспортування обладнання, грн.;

Отримані дані зведемо в таблицю.

Таблиця 6.6 - Кошторис витрат на організацію обладнання.

Найменування статті витрат	Сумма, грн.
Придбання матеріалів	87,45
Придбання виробів	561836
Транспортні витрати	28096
Виготовлення та монтаж установки	84288
Сума капітальних вкладень	674307

ВИСНОВКИ

1. Описано структуру управління АТП, проведено аналіз виробничої бази та сформовано загальну структуру ТОО Р паливної апаратури дизеля.
2. Виявлено, що найбільше кількість простоїв транспортних засобів (25-35%) відбуваються в наслідок несправності агрегатів паливної апаратури під час їх експлуатації, з яких нерівномірність подачі між форсунками 15-25%.
3. Сформовано основні параметри працездатності форсунок: гідрощільність, ефективний сумарний переріз, тиск початку впорскування, відхилення струменів палива від заданого напрямку, рухливість голки форсунки.
4. Доведено залежність прохідного перерізу соплових отворів розпилювача форсунки від часу напрацювання в мотогодинах та вплив цього фактору на зменшення ефективності потужності дизеля.
5. З використанням програмних продуктів Ansys змодельовано течію палива в розпилювачі та описано її модель руху в турбулентному режимі.
6. Проведено розрахунок виробничої програми підприємства за кількістю видів технічних дій, режимів роботи підприємства і річних фондів часу робітників робочого поста і обладнання. Сформовано річного плана-графіка технічного обслуговування і капітального ремонту автомобілів.
7. Проведено складання технологічних карт на діагностики та регулювання форсунок вантажних автомобілів.
8. Описано призначення і область застосування проектованого станду. Проведено вибір електродвигуна, розрахунки діаметра кулачкового вала, зварного з'єднання, вибір підшипників кочення.
9. Описано технологічний процес на паливному посту. Проведено розрахунок і підбір технологічного обладнання, площ виробничих приміщень, силової електроенергії, пари і палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В. В. Аналіз впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива/ В. В. Біліченко., В. Л. Крещенецький., В. Г. Антонюк // Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. –с 51-53. ISBN978-966-641-793-3
2. Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин: Справочник М.Машиностроение, 1984.
3. Голего Н.Л., Алябьев А.Я., Шевеля В.В. Фреттинг-коррозия металлов. Киев: Техніка, 1974.-268с.
4. Уотерхауз Р.Б. Фреттинг-коррозия: Пер. с англ. Л.: Машиностроение, 1976.- 270с.
5. Опір матеріалів. Приклади, задачі, розрахункові роботи: Навчальний посібник/ В.В. Ковтун, В.С.Павлов, О.А.Дорофєєв. - Хмельницький: ТУП, 1999.-248 с.
6. Кузьменко А.Г. Методи розрахунків і випробувань на зношування та надійність. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Хмельницький: ТУП, 2002. – 151 с.
7. Справочник по триботехнике. 1 том. Под ред. Чичинадзе А.В.
- 8.Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
9. Комплект документов // Технологический процесс замены передней оси: Донецкое СПКБ Госавтотрансний проекта.
10. Рудик О.Ю. Лекційний матеріал з курсу "САПР ТП зміцнення". ХНУ. – 2004.

11. Кузьменко А.Г. Лекційний матеріал з курсу "Основи наукових досліджень". ХНУ. – 2004.
12. Ремонт автомобилей и двигателей: Учеб. для студ. проф. учеб. заведений / Карагодин В. И., Митрохин Н. Н. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр.
13. Л.А. Федотова, Проектирование механосборочных цехов. Учебное пособие. Воронеж.: Изд-во ВГУ, 1980.
14. Гаражи и станции ТОА / Л.Л. Афанасьев, Б.С. Колясинский, А.А. Маслов. Изд-во "Транспорт", 1969г. стр.1-192.
15. Охрана труда в машиностроении/ Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1983.
16. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. техн. наук, доцента В.Ц. Житецького. – Львів, Афіша, 2000 – 352с.
17. Індивідуальні завдання на методичні вказівки до їх розв'язування з курсу "Охорона праці в галузі" для студентів інженерних спеціальностей/ Г.С.Калда, В.А. Кирилков, М.В. Матішин, О.В. Снозик – Хмельницький: ТУП, 2000. – 34с.
18. "Экономика организации и планирование примышленного производства" под ред. Н.А. Лисицина. Минск, 1990г.
19. Белкин И.М. – Средства линейно-угловых измерений. Справочник. – М.: Машиностроение, 1987 – 368 с., ил. – (Серия справочников для рабочих).
20. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. – К.: Вища школа, 1994.
20. Положення про профілактичне обслуговування і ремонт рухомого складу автомобільного транспорту України /Міністерство транспорту України. – К., 1994. –36 с.
21. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей. Харьков: Вища школа, изд-во Харьковского Университета, 1984. –312 с.

22. Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО. Учебник для ВУЗов. –2-е изд-е. М.: Транспорт, 1993. –271 с.
23. Варфоломеев В.Н., Говорущенко Н.Я. Проектирование и реконструкция предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие. -К.: КАДИ, 1987. –178 с.
24. Афанасьев Л.Л., Колясинский Б.С., Маслов А.А. Гаражи и станции технического обслуживания автомобилей. –М.: Транспорт, 1980. –216 с.
25. Типовые нормы рабочих мест на автотранспортном предприятии (НИИАТ). – М.: Транспорт. 1974. –196 с.
25. Варфоломеев В.Н., Калашникова Н.А. Методические указания по расчету производственной программы по профилактическому обслуживанию и ремонту автомобилей. Харьков: ХГАДТУ КЭА, 1997. –16 с.
27. Лудченко А.А. Основы технического обслуживания автомобилей. –К.: Вища школа. Головное изд-во, 1987. –398 с.
28. В.Я.Чабаний і інші. Методичні вказівки до виконання курсового проекту дисципліні “Експлуатація автомобілів”. –Кіровоград, КДТУ. -2001- 72 с.
29. Автомобили с дизельным двигателем. Покупка, обслуживание, определение неисправностей. Минск: РА “Автостиль”, 2000.-192с.
30. Автомобиль на предприятии: от приобретения до ликвидации / Ж.Семенченко, Н.Павленко. - Харьков: Фактор, 2001.-452с.
31. Кислицин Н., Михайловский Е. Определение оптимальных углов установки управляемых колес. – Автомоб. трансп., 1976. –238 с.
32. Королев А. И., Мирзоев Г. К., Слюдинов Я. Д. Исследование влияния передней подвески и рулевого привода на износ шин автомобиля. – Автомоб. пром-сть, 1965, №5, с 28-31.
33. Кнороз В. И. Работа автомобильных шин. – М.: Трансп., 1976. – 238 с.
34. Голубков В. С., Кнороз В. И., Стрюков И. Л. Влияние углов установки передних колес на износ шин. – Автомоб. пром-сть. 1972, № 2, с. 9-12.
35. Плотников А. И. Об оптимальной установке управляемых колес автомобиля. – Тр. Новочеркас. политехн. ин-та, 1979, вып. 191, с. 85-87.

36. Бабенко Ю. П., Юрченко А. Н. Исследование влияния развала и схождения управляемых колес автомобиля на боковые силы в контакте шины с дорогой. - Автомоб. трансп., 1975, № 12, с. 129-134.
37. Литовченко Н.Н., Цукерберг С.М. Изменение схождения управляемых колес при движении автомобиля. - Автомоб. пром-сть, 1971, № 4, С. 16-19.
38. Бажанов А. В., Юрченко А. Н. Исследование интенсивности изменения развала управляемых колес легковых автомобилей ГАЗ. – Автодорожник Украины, 1977, вып. 4, с. 23-24.
39. А.с. 779848 (СССР) Стенд для проверки углов установки управляемых колес транспортного средства/А. Н. Юрченко, А. И. Власов, А. В. Костюрин. Оpubл. в Б. И., 1980, № 42, с. 225.
40. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. – М.: Транспорт, 1985.
41. Е.С.Кузнецов. Управление технической эксплуатацией автомобилей.2-е изд.перераб.и доп..-М.: Транспорт, 1990.-272с.
42. Е.С.Кузнецов, И.П.Курников. Производственная база автомобильного транспорта: Состояние и перспективы.-М.: Транспорт , 1988.-230с.
43. Техническое обслуживание японских автомобилей. Минск: Малибук, 2000.-192с.
44. Техническое обслуживание и ремонт машин: Учебн.пос./ Л.Ф.Баранов.- Минск: Ураджай; Ростов-на-Дону: Феникс, 2001.-416с. (Учебники XXI века).
45. Юрченко А. Н. Ходовая часть автомобиля: обнаружение и устранение неисправностей. Харьков: Вища шк. 1983. – 118 с.
46. Технические средства диагностики: справочник/[В. В. Клюев]: под общей редакцией В. В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1989. – 671 с.
47. Дунаев А. П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей. – М.: Транспорт, 1987. – 350 с.
48. Генкин М. Д., Соколова А. Г. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. М.: Транспорт, 1987. – 159 с.

49. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. М., Транспорт.1985.- 231с.
50. Аксенова З.Н. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий. М., Высшая школа. 1980. - 221с.
51. Организация, планирование и управление в автотранспортном предприятии. Под ред. Бронштейна А.А. М., Высшая школа.1973. - 328с.
52. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий для автотранспорта (ОНТП – АТП – СТО - 80). М., ЦСИТН. Минавтотранс РСФСР. 1980. - 109с.
53. Суханов Н.В. и др. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М., Транспорт. 1985. - 224с.
54. Техническая эксплуатация автомобилей. Под ред. Крамаренко Г.В. М., Транспорт. 1983.- 488с.
55. Карташов В.П. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий. М., Транспорт. 1977. - 160с.
56. Типовые нормы времени на текущий ремонт автомобилей марки КамАЗ 5511 в условиях автотранспортных предприятий. ЦБНТ при НИИ труда. М., 1984. -135с.
57. Салов А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. М., Транспорт. 1985. - 351с.
58. Выстрелков И.Н. и др. Табель оснащения транспортных предприятий и автохозяйств станочным, гаражным и технологическим оборудованием. М., Транспорт. 1986. - 124с.
59. 60. Шадричев В.Н. Основы технологии автостроения и ремонта автомобилей. Л., Машиностроение. 1986. - 423с.



ДОДАТКИ: