

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет дошкільної і технологічної освіти
Кафедра загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ЗТДПН

_____ Олег Цись
«__» _____ 2023 р.

Реєстраційний № _____

«__» _____ 2023 р.

РОЗРОБКА І НАЛАШТУВАННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ
ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ДИЗЕЛЬНОЇ АПАРАТУРИ У ДВИГУНАХ
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ З МЕТОДИКОЮ ЙОГО
ВИКОРИСТАННЯ СТАРШОКЛАСНИКАМИ ПРИ ВИВЧЕННІ
СПЕЦКУРСУ «АВТОСПРАВА»

Кваліфікаційна робота студента
групи ТНІм – 22
освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
спеціальності
014.10 Середня освіта (Трудове навчання і
технології)
Ботяка Валерія Вікторовича
керівник: к. тех.н., доц.
Філатов Сергій Валентинович

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS _____ Кількість балів _____

Голова ЕК _____

Члени ЕК _____

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ПІДГОТОВЧИЙ ЕТАП	6
1.1. Обґрунтування напряму проектування.....	6
1.2. Технічне завдання.....	9
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП	13
2.1. Технічний опис діагностичного обладнання для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання.....	13
2.2. Принцип роботи діагностичного обладнання для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання.....	20
РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП	29
3.1.Опис інструменту та обладнання.....	29
3.2. Монтаж діагностичного обладнання для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання.....	30
3.3. Техніка безпеки під час виконання роботи на діагностичному обладнанні для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання.....	32
РОЗДІЛ 4 ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП	37
4.1. Методичні рекомендації щодо проведення лабораторних занять.....	37
4.2.Розробка методичних рекомендацій до проведення лабораторних робіт на діагностичному обладнанні для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання за темою «Діагностування технічного стану дизельної паливної апаратури».....	40
4.3. Розробка методичних рекомендацій до проведення лабораторних робіт на діагностичному обладнанні для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання за темою «Перевірка та регулювання форсунок дизельного двигуна».....	54
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	66
ДОДАТКИ	69

ВСТУП

Актуальність. Перспектива розвитку автомобільного транспорту передбачає подальше зростання вантажообігу та якісне зростання автопарку, подальше покращення використання автомобілів, підвищення міжремонтних пробігів, а також підвищення культури експлуатації автомобілів та двигунів. Тому головне завдання промисловості в динамічному, пропорційному розвитку суспільного виробництва і підвищення його ефективності, прискорення науково-технічного прогресу (НТП), зростання продуктивності праці, поліпшення якості продукції. Розвиваються поява нових галузей промисловості, що викликає, у свою чергу, необхідність подальшого розвитку системи вищої і середньої спеціальної освіти, підвищення якості підготовки молодих фахівців для всіх галузей промислового виробництва. При цьому все чіткіше на перший план виступає потреба в підготовці не просто хороших фахівців, що володіють тією чи іншою певною кількістю знань, але перш за все людей вміють творчо мислити, здатних швидко адаптуватися до безперервно мінливих вимог НТП. Таким чином, завдання підготовки висококваліфікованих кадрів, озброєних сучасними знаннями, практичними навичками, є однією з найважливіших завдань на даному етапі. Тому зараз, як ніколи гостро, відчувається необхідність докладання максимальних зусиль для вдосконалення змісту навчання, засобів і методів підготовки фахівців. Одним з напрямків, яким має йти це вдосконалення, є розвиток і зміцнення матеріально-технічної бази навчального закладу [5, с. 305].

Важливою з проблем є вдосконалення технічних характеристик двигунів з метою підвищення ефективності їх роботи, потужності, зменшення розмірів і ваги та виконання лабораторних робіт, які відіграють важливу роль у підготовці фахівців через самостійну виконавчу діяльність. Виконуючи лабораторну роботу, учні повинні проявляти ініціативу в подоланні труднощів. Звертатися до викладача лише тоді, коли вичерпано усі можливості вирішення питань по виконанню окремого етапу лабораторної роботи.

Застосування даного пристрою має економічне, соціальне та екологічне значення.

Мета нашої розробки: розробити діагностичне обладнання і лабораторні роботи для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання при вивченні спецкурсу «Автосправа».

Об'єкт розробки: діагностичне обладнання для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання.

Предмет розробки: застосування розроблених лабораторних робіт з діагностування дизельного обладнання для вивчення спецкурсу «Автосправа».

Завдання проектування:

1. З'ясувати, як виготовляється та використовується діагностичне обладнання, (імітаційні моделі) для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання в освітньому процесі.

2. Визначити, які особливості мають наочні стенди, діагностичне обладнання (імітаційні моделі) для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання у навчальному процесі.

3. Спроекувати конструкцію, дизайн та розробити імітаційну модель діагностичного обладнання для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання.

4. Розробка змісту лабораторних робіт для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання з дисципліни «Автосправа» з використанням розробленого діагностичного обладнання.

Практична значущість роботи полягає в тому, що виготовлене діагностичне обладнання для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання з методикою його використання при вивченні спецкурсу «Автосправа» можуть бути вдало використані старшокласниками, а також студентами під час викладення дисципліни «Автомобіль, паливо та ПЗМ».

Результати кваліфікаційної роботи апробувались на: Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Актуальні проблеми та перспективи технологічної освіти (20-21 квітня 2023 р., м. Тернопіль, ТНПУ ім. Володимира Гнатюка); Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Підготовка майстра виробничого навчання, викладача професійного навчання до впровадження в освітній процес інноваційних технологій» (3 листопада 2023 р., м. Глухів, ГНПУ ім. Олександра Довженка).

Структура і обсяг дослідження: Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури (30 найменувань), 3 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи 71 сторінки, обсяг основного тексту 65 сторінок. Робота містить 4 таблиці та 11 рисунків.

РОЗДІЛ 1 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПІДГОТОВЧІЙ ЕТАП

1.1. Обґрунтування напрямку проектування

Після участі у VII-ій науково-практичній інтернет конференції на тему «Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти»[28] та участі у VII Всеукраїнському науково-методичному семінарі «Підготовка майстра виробничого навчання, викладача професійного навчання до впровадження в освітній процес інноваційних технологій» [29], я завдався метою розробити діагностичне обладнання для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання при вивченні спецкурсу «Автосправа» для викладання його у профільній школі. Проблематика питання діагностування технічного стану для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання виникла давно й пов'язана із труднощами розмежування несправностей, які одночасно виникають. Мають місце значні складності, пов'язані з одержанням достовірного діагностичного висновку про технічний стан дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання без його розбирання. У першу чергу, це обумовлено як складністю самої конструкції двигуна внутрішнього згорання ДВЗ, так і складністю процесів, що супроводжують перетворення теплової енергії в механічну роботу. Система живлення у дизельних ДВЗ є одною з найважливіших систем.

Основними механізмами і вузлами паливної апаратури дизелів ЯМЗ-236 і -238 (Рис.1.1) є: паливний насос *10* високого тиску, Паливо підкачує насос *12* низького тиску, муфта *2* випередження впорскування палива, форсунки *5*, розташовані в голівках циліндрів, паливний бак *17* з фільтром *20* грубої очистки палива, фільтр *3* тонкого очищення палива, топливо проводи *8* і *7* низького тиску, топливо проводи *9* високого тиску, зливні топливо проводи *6*, *4* і *1*.

Привід насоса високого тиску здійснюється від розподільного вала

дизеля посередництвом м зубчастої передачі. Вал 15 приводу встановлений в підшипниках, закритих кришкою 16. За допомогою автоматичної муфти 2 випередження впорскування він з'єднаний з кулачковим валом насоса, на задньому кінці якого під кришкою 11 змонтований все режимний регулятор частоти обертання колінчастого вала дизеля [24, с. 89].

Паливо підкачуючий насос 12 низького тиску через паливо провід 13 засмоктує паливо з бака 17 через фільтр 20 грубої очистки і нагнітає його під надлишковим тиском по паливо проводу 8 в фільтр 3 тонкого очищення, з якого по паливо проводу 7 паливо надходить до насоса високого тиску, звідки воно під великим тиском по топливо проводам 9 подається відповідно до порядку роботи циліндрів дизеля до його форсунок 5, через які впорскується в циліндри [6, с. 58].

Так як насос низького тиску подає більше палива, ніж це необхідно для роботи двигуна, то частина палива, не використаної в насосі високого тиску, через перепускний клапан 14 по зливним топливо проводам 6, 4 і 1 відводиться назад в бак. Просочилося через зазори в деталях форсунок 5 паливо зливається в бак по зливним топливо проводам 6. При цьому не використане паливо забезпечує змазування і охолодження деталей насоса і форсунки. У дизелях сімейства КамАЗ-740 паливо з бака 40 під дією розрідження, створюваного топливо підкачующим насосом 27 низького тиску, проходять фільтри 43 грубої і 36 тонкий очищення.

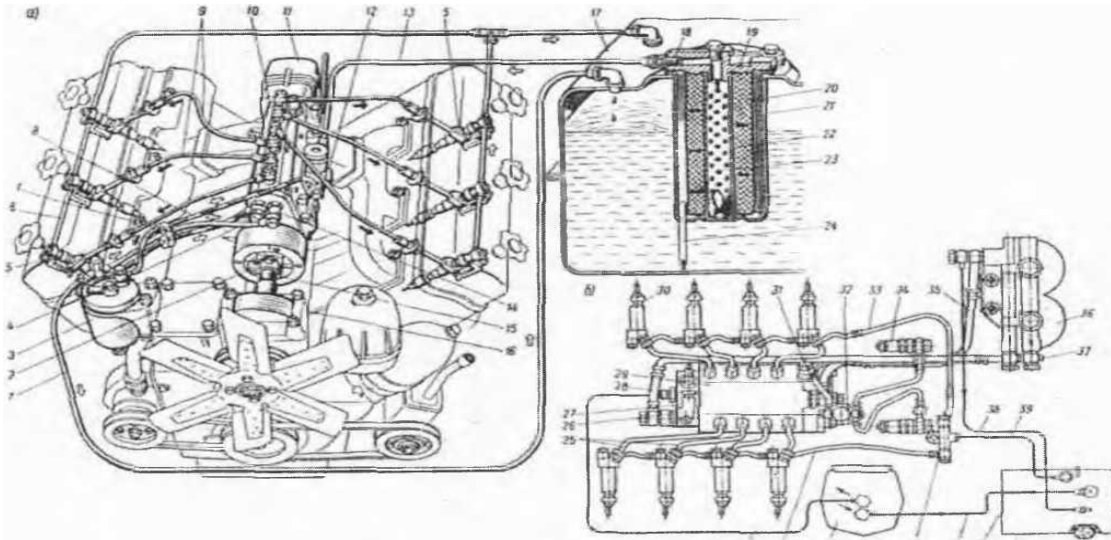


Рис.1.1 Система живлення дизельного ДВЗ

За паливо проводам 41, 45, 28 і 37 магістралі низького тиску паливо надходить до насос 25 високого тиску і від мості по топливо проводам 25 високого тиску подається до форсунок 30 відповідно до порядку роботи двигуна. Невикористаний паливо і потрапив в систему повітря відводяться через перепускний клапан насоса високого тиску і клапан - жиклер фільтра тонкого очищення по зливним топливо проводам 36 і 38. З форсунок зайве паливо по топливо проводам 44 і 33 надходить в бак через трійник 42 і паливо провід 39 [7, с. 58].

Механізми і вузли магістралі низького тиску.

В магістраль низького тиску входять паливний бак, фільтри грубого і тонкого очищення палива, топливо підкачуючий насос низького тиску, насос для ручної підкачки палива і топливо проводи.

Паливний бак служить для зберігання запасу палива і має такий же пристрій, розташування і кріплення, як паливні баки карбюраторних автомобілів, але пробка бака не має клапанів, і тому бак вільно повідомляється з атмосферою. У баку встановлюється фільтр попереднього (грубого) очищення палива і датчик показчика рівня палива. У нижній частині бака є злите отвір, що закривається пробкою. Фільтр грубої очистки палива призначений для попереднього очищення палива. В автомобілях сімейства МАЗ фільтр

розміщується в паливному баку і складається з корпусу пропаливній заборній трубки, кришки і фільтруючого елемента, що представляє собою металевий каркас з отворами, на який навитих бавовняний шнур. Насосом низького тиску паливо з топливо заборной трубки подається до фільтруючого елемента і, пройшовши його, через штуцер надходить в паливо провід низького тиску. Паливний фільтр грубої очистки дизелів КамАЗ-740 і ЗІЛ-645 має такі конструктивні особливості. Фільтр грубої очистки не має спеціального фільтруючого елемента, а очищення палива відбувається за допомогою сітки, що фільтрує зі спеціальним успокоителем масла, встановлених в корпусі -стакане, прикріплених у автомобілів КамАЗ до лонжерону рами, а у автомобілів ЗІЛ-4331 - до кронштейну паливного бака [25, с. 397].

1.2. Технічне завдання

На дизелях ЯМЗ-236, -238, КамАЗ-740 і ЗІЛ-645 застосовуються форсунки закритого типу з гідравлічним підйомом голки і фіксованому розпилувачем (Рис. 1.2).

У дизелів сімейства ЯМЗ до корпусу форсунки гайкою 4 кріпиться багато дірчастий розпилувач 1 з встановленою в ньому голкою 2. Голка і розпилувач є особливо точну (прецизионну) пару, замінювати їх слід комплектно.

Підйом голки в розпилувачі 1, рівний 0,28 - 0,36 мм, обмежується упором її в торцеву поверхню корпусу б форсунки.

гайки 9 до упору в верхній торець корпусу 6 форсунки через прокладку 8. У днищі ковпака є отвір для гвинта для полого болта 15 кріплення зливного паливо проводу.

Для підведення палива служить штуцер 19 з втулкою 17, в якому розташований сітчастий фільтр 18. За допомогою гумового ущільнювача 20 штуцер 19 виводиться на бічну сторону головки циліндрів, де до нього приєднується паливопровід від насоса високого тиску.

У голівці циліндрів форсунка встановлюється в латунній склянці 3, а її сопловий отвір виходить в порожнину камери згоряння. Зверху форсунка закріплена шпилькою 10 за допомогою скоби 11 з лапками, котрі спиралися б на буртик ковпака 14 форсунки.

Робота форсунки. З насоса високого тиску паливо подається до штуцера 19 форсунки. Прийшовши сітчастий фільтр 18, паливо по похилому каналу 22 в корпусі 6 надходить в кільцеву виточку, виконану на торці розпилювача. З кільцевої виточки паливо за трьома боковим каналам 24 надходить в кільцеву порожнину 25 розпилювача, розташовану під пояском потовщеної частини голки. Тиск палива передається на запірний конус і поясок потовщеною голки.

Соплові отвори розпилювача відкриваються в той момент, коли тиск палива під пояском потовщені частини і запірного конуса голки 2 перевищує тиск пружини 7. При цьому голка переміщається вгору і відбувається впорскування палива [26, с. 131].

У момент, коли в секції насоса відбувається відсічення подачі палива, тиск в топливо проводе падає і голка під дією пружини різко закриває соплові отвори, що запобігає підтікання палива після завершення процесу впорскування.

Під дією високого тиску частина палива через плунжерні пару розпилювача просочується в верхню частину форсунки, звідки воно відводиться в бак через порожнистий болт 15 і зливний паливопровід.

Форсунки закритого типу відрізняється від вищеописаних тим, що у них

немає запірною пристрою між топливопроводом високого тиску і сопловими отворами розпилювача. Вони постійно з'єднані між собою, в результаті чого паливо підтікає через форсунку в камеру згоряння, що призводить до нагарного утворення і зниження потужності двигуна [30].

Зазначені недоліки відкритої форсунки усунені в системах живлення нерозділеного типу, в яких насос високого тиску і форсунка конструктивно об'єднані в один загальний вузол, що носить назву насос - форсунки і застосовуваний в основному в двотактних дизелях.

РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ЕТАП

2.1. Технічний опис діагностичного обладнання для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання

Методика технічного діагностування. Відповідно до діючого Держстандарту 20911-89 технічна діагностика розглядається як галузь знань, що досліджує технічний стан об'єктів і прояв технічних станів, розробляє методи їхнього визначення, а також принципи побудови й організації використання систем діагностування. Надійність, економічність та екологічність роботи дизельного двигуна забезпечується багато в чому працездатністю паливного насоса високого тиску (ПНВТ) і форсунок. Дані прилади діагностуються й регулюються при проведенні сезонного обслуговування або після ремонту автомобіля.

Найбільшого поширення набули суб'єктивні методи:

- візуальний;
- прослуховування роботи механізму;
- обмацювання мехнізму;
- висновок про технічний стан на підставі логічного мислення.

Візуальний метод дає можливість виявити, наприклад, такі несправності:

- порушення ущільнень, тіщини, дефекти трубопроводів, сполучених шлангів і т.д. – за течі палива, масла, есплуатаційних рідин;
- неповне згорання палива – по димленню з вихлопної труби;
- підтікання форсунок – по підвищенню рівня масла в піддоні картера двигуна.

Прослуховування роботи механізму дозволяє виявити такі несправності:

- збільшений зазор між клапанами і коромислами механізму газорозподілу – по стукам в зоні клапанного механізму;

- підвищений знос шатунних і корінних підшипників – по стукам у відповідних зонах кривошипно-шатунного механізму при зміні частоти обертання колінчастого вала;
- надмірне випередження або запізнювання уприскування палива – за характером звуку вихлопу (при ранньому уприскуванні – «жорстка робота», при пізньому – «мяка»);
- несправності зчеплення автомобіля - по шуму і стукам при перемиканні передач і ін.

Методом обмацування механізму можна визначити такі несправності:

- ослаблення кріплень - по відносному переміщенню деталей;
- несправності окремих труться механізмів і деталей - по надмірного їх нагрівання;
- несправності рульового механізму - по поштовхам на кермовому колесі та ін.

На підставі логічного мислення можна зробити висновок про наступні несправності:

- паливної апаратури - утруднений пуск двигуна;
- системи охолодження - двигун перегрівається і ін.

Об'єктивні методи ґрунтуються на вимірі й аналізі інформації про дійсний технічний стан елементів автомобіля за допомогою контрольно-діагностичних засобів і шляхом прийняття рішення за спеціально розробленими алгоритмами діагностування. Застосування тих чи інших методів істотно залежить від цілей, які вирішуються в процесі технічної підготовки автомобілів. Однак у зв'язку з ускладненням конструкції автомобіля, підвищеними вимогами до експлуатаційних якостей, інтенсивністю використання об'єктивні методи діагностування знаходять все більше застосування.

Методика діагностування автомобілів, їх агрегатів і вузлів

характеризуються способом вимірювання та фізичною суттю діагностичних параметрів, найбільш прийнятних для використання в залежності від завдання діагностування і глибини постановки діагнозу.

В даний час прийнято виділяти три основні групи методів, класифікованих по виду діагностичних параметрів.

Методи I групи базуються в основному на імітації швидкісних і навантажувальних режимів роботи автомобіля і визначенні при заданих умовах вихідних параметрів. Для цих цілей використовуються стенди з біговими барабанами або параметри визначаються безпосередньо в процесі роботи автомобіля на лінії. Методи діагностування за параметрами експлуатаційних властивостей дають загальну інформацію про технічний стан автомобіля. Вони дозволяють оцінити основні експлуатаційні якості автомобіля:

- гальмівні;
- потужні;
- паливну економічність;
- стійкість і керованість;
- надійність;
- зручність користування.

Методи II групи базуються на об'єктивній оцінці геометричних параметрів у статиці і засновані на вимірі значення цих параметрів або зазорів, що визначають взаємне розташування деталей і механізмів. Проводять таке діагностування у випадку, коли виміряти ці параметри можна без розбирання сполучень деталей, що труться. Структурними параметрами можуть бути зазори в підшипникових вузлах, клапанному механізмі, кривошипно-шатунній і поршневі групх двигуна, шкворневом поєднанні колісного вузла, рульовому управлінні, кути установки передніх коліс та ін. Діагностування за структурними параметрами проводиться за допомогою вимірювальних інструментів: щупів, лінійок, штангенциркулів, нутромірів, індикаторів

годинникового типу, схилів, а також спеціальних пристроїв. Перевага методів цієї групи - можливість постановки точних діагнозів, простота засобів вимірювання, а недоліки - велика трудомісткість, мала технологічність.

До III групи належать методи, що оцінюють параметри супутніх процесів. Наприклад, герметичність робочих об'ємів оцінюється при виявленні і кількісній оцінці витоків газів або рідин з робочих обсягів, вузлів і агрегатів автомобіля. До таких робочим обсягами можна віднести:

- камеру згоряння;
- герметичність якої залежить від стану циліндропоршневої групи і клапанів газорозподілу;
- систему охолодження;
- систему живлення двигуна;
- шини;
- гідравлічні і пневматичні прилади та механізми.

За інтенсивністю тепловиділення можна оцінити роботу тертя сполучених поверхонь деталей, якість процесів згоряння (наприклад, по температурі відпрацьованих газів), однак такі методи поки не знайшли широкого застосування.

При створенні засобів технічного діагностування транспортних засобів широко використовуються також методи, що оцінюють стан вузлів і систем за параметрами коливальних процесів. Їх можна розділити на три підвиди:

- методи, що оцінюють коливання напруги в електричних ланцюгах;
- методи, що оцінюють параметри віброакустических сигналів (одержуваних при роботі зубчастих зачеплень, клапанних механізмів, підшипників і т.д.);
- методи, що оцінюють пульсацію тиску в трубопроводах (на основі цього принципу працюють дизель-тестери для діагностування дизельної паливної апаратури).

Методи, за допомогою яких оцінюються коливання напруги в електричних ланцюгах, використовуються для діагностування системи запалювання двигуна за характерними осцилограмами напружень в первинній та вторинній ланцюгах. Осцилографом відображаються процеси, що протікають в первинній та вторинній ланцюгах системи запалювання за час між послідовними іскровий розряд в циліндрах, для візуального дослідження. Ділянки осцилограм містять інформацію про стан системи запалювання. За осцилограмми первинної напруги безпосередньо вимірюють кут замкнутого стану контактів. По напрузі іскрового розряду осцилограми вторинної напруги визначають стан зазору свічки. Порівнюючи отримані осцилограми з еталонними, виявляють характерні несправності перевіряється системи запалювання.

Віброакустичні методи використовуються для вимірювання низько- і високочастотних коливань систем та елементів транспортних засобів.

Одним з таких методів є діагностування по періодично повторюваним робочим процесам або циклам. Суть даного методу полягає в наступному. Робочі процеси впуску, стиску, згоряння і випуску, зміна тиску в паливних трубопроводах високого тиску, коливальні процеси в системі запалювання й інші часто повторюються. Так як закономірності зміни параметрів робочих процесів у всіх періодах ідентичні, то для діагностування достатньо вивчити параметри одного циклу. Для цього за допомогою спеціальних перетворювачів параметри одного циклу затримують, розгортають в часі і виводять на реєструючий або показує прилад

Певне місце займають методи, що оцінюють за фізико-хімічним складом відпрацьованих експлуатаційних матеріалів стан вузлів і агрегатів і відхилення від їх нормального функціонування, наприклад аналіз відпрацьованого масла, аналіз відпрацьованих газів і т.п. Діагностування за складом масла проводиться шляхом аналізу його проб, узятих з картера двигуна з метою визначення кількісного вмісту продуктів зносу деталей, а також наявності забруднень і

домішок. Концентрації заліза, алюмінію, кремнію, хрому, міді, свинцю, олова та інших елементів в олії дозволяють судити про швидкість зношування деталей. По зміні концентрації заліза в олії можна судити про швидкість зношування гільзи циліндрів, шийок колінчастого валу, поршневих кілець. По зміні концентрації алюмінію судять про швидкість зношування поршнів та інших деталей. Зміст ґрунтової пилу характеризує стан повітряних фільтрів і герметичність тракту подачі повітря в циліндр двигуна.

Випробування форсунок проводиться на приладі (Рис.2.1). Він складається з корпусу 1, у якому перебуває плунжерна пара 4 з нагнітальним клапаном 5, манометра 9, приєднувального пристрою, що складає з маховика 13 і штуцера 14 для кріплення форсунок, паливного бака 10, важеля привода плунжера 2 і маховики 7 для припинення подачі палива до манометра. Паливо, що виходить із форсунки, збирається в бачку - глушителі 16. Прилад установлюється на лист 17 і кріпиться трьома болтами до стола. Для випуску повітря із системи прилад — форсунка служить вентиль 18. Паливний бак заправляється профільтованим дизельним паливом.

Випробування на герметичність

Відсутність герметичності хоча б в одному сполученні порушує нормальну роботу форсунки й може з'явитися причиною передчасного виходу її з ладу. Герметичність форсунки оцінюється тривалістю зниження тиску в секундах на певну величину в системі прилад - форсунка.

Порядок перевірки:

- встановити форсунку на прилад, для цього маховичок 13 нагвинчують убік приладу, потім сполучний штуцер форсунки приставляють до сполучного конуса приладу так, щоб розпилювач був злегка нахилений убік.

Після цього маховичок навертають убік форсунки до відмови, легким ривком дотягають форсунку до вертикального положення. Потім,

переміщаючи важіль 2 зі швидкістю 60–70 хитань у хвилину, нагнітають паливо, загвинчують регулювальний гвинт форсунки й установлюють тиск початку упорскування рівне 29,42 МПа (300 кгс/см²). Після упорскування при цьому тиску знову піднімають тиск у системі до 300 кгс/см² і спостерігають за стрілкою манометра. Коли тиск досягне 280 кгс/см², включають секундомір і спостерігають за показанням манометра. При тиску, рівному 230 кгс/см², секундомір зупиняють. Час падіння тиску повинне бути не більше 17 с.

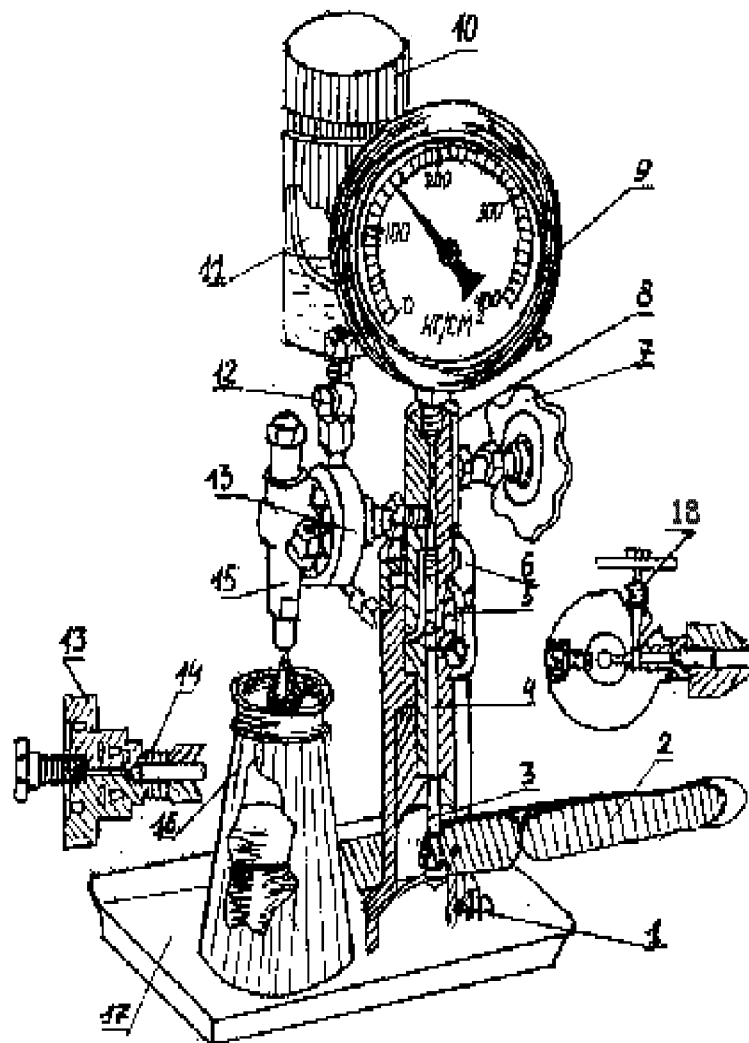


Рис. 2.1 Прилад для випробування й регулювання форсунок:

1 - корпус; 2 - важіль; 3 - направляюча; 4 - плунжерна пара; 5 - нагнітальний клапан;

6 - гайка корпусу; 7 і 13 - маховички; 8 - корпус розподільника; 9 - манометр; 10 - бачок;

11 - фільтр; 12 - кран; 14 - сполучний штуцер; 15 - форсунка; 16 - глушитель;

17 - лист; 18 - вентиль для випуску повітря

2.2. Принцип роботи діагностичного обладнання для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання

Перевірка і регулювання форсунок

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. Для випробування форсунку знімають з двигуна і приєднують до штуцера нагнетательної секції насоса через максиметра. За мікрометричною голівці максиметра встановлюють необхідний тиск початку підйому голки розпилювача (для форсунок двигунів ЯМЕ-236 і ЯМЕ-238 воно складає 165 МПа). Потім послаблюють затяжку гайок інших топливопроводов до форсунок і стартером обертають колінчастий вал двигуна [27, с. 87].

Якщо вприскування палива через максиметра і випробувану форсунку починається одночасно, то можна вважати, що регулювання форсунки відповідає технічним вимогам. Якщо через форсунку паливо вприскується, 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 зтяжки 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.

Герметичність форсунки перевіряють на приладі, повільно загортаючи регулювальний гвинт і піднімаючи тиск важелем приводу насоса до 30 МПа. Після того як досягнуто заданий тиск, перевіряють герметичність по запірного конусу і спрямовуючої голці в розпилювачі, підтікання палива з соплових отворів, а також в сполученні розпилювача 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 ° С. Тиск початку підйому голки розпилювача 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 зтяжки пружини форсунки. При цьому регулювальний гвинт загортають, якщо тиск менше норми, і відвертають при більшому значенні. Якість розпилювання палива перевіряють на відрегульованій форсунці. Для цього закривають кран приладу і важелем кілька разів подкачують паливо. Коли воно надійде в форсунку, натискають на важіль з інтенсивністю 50-60 ходів в хвилину і спостерігають за характером впрысків. Якість розпилювання палива при уприскуванні буде задовільною, якщо при цьому утворюються з кожного отвору розпилювача факели туманообразного палива і воно рівномірно розподіляється по поперечному перерізу конуса розпилювача. Початок і кінець уприскування повинні бути чіткими з характерним звуком відсічення. Не допускається також підтікань палива з розпилювача після закінчення уприскування. Кут конуса струменя розпилюючим паливом визначають по діаметру відбитка струменя на фільтрувальній 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, тиску початку подачі або якості розпилюючим паливом, то форсунку ремонтують.

Оцінка якості розпилювання палива

Початок і кінець уприскування палива у форсунки повинні бути чіткими й супроводжуватися різким звуком, а при повільному натисканні на важіль приладу уприскування повинен бути переривчастим. Паливо, що виходить із форсунки, повинне перебувати в туманообразному стані й рівномірно розподілятися по поперечному перерізу струменя. Не допускаються помітні на око краплі, окремі струмки й місцеві згущення палива. Вісь конуса струменя повинна збігатися з віссю розпилювача. Відхилення осі допускається не більше ніж на 1/4 кута конуса струменя. Можливе зволоження торця розпилювача після прокачування форсунки.

Застосовуване встаткування й прилади:

1. Стенд СТАР-12
2. Моментоскоп.
3. ПНВТ двигуна ЯМЗ-236 (ЯМЗ-238) або КамАЗ-740.
4. Набір гайкових ключів.

ПНВТ перевіряють і регулюють на наступні параметри:

- момент початку подачі палива;
- рівномірність подачі палива окремими секціями насоса;
- продуктивність.

Перевірка й регулювання насосів високого тиску виробляється на стенді (Рис.. 2.2). Він складається з наступних основних вузлів і механізмів: механізму привода, системи подачі палива; стробоскопа; вимірювальної стійки з мірними мензурками, механізму виміру числа обертів вала стенда, пристрою для відключення подачі палива, регулятора температури палива й механізму для кріплення насосів.

Керування пуском, зупинкою й реверсуванням стенда електричне. Установка лівого або правого обертання вала стенда виробляється вмикачем 8, поворотом його в потрібну сторону. Пуск приводного двигуна й двигуна паливоподачі здійснюється кнопками 6 і 7. При висуванні їх двигуни пускаються, при натисканні - зупиняються. Регулювання числа обертів вала стенда здійснюється маховиком 12.

Установка кількості палива, що подається в мензурки, проводиться в такий спосіб: натискають на важіль 18 стільки разів, протягом скількох ходів виробляється вимір (наприклад, при вимірі за 200 ходів плунжера — 2 рази), потім важелем 19 включають подачу палива. При вимірі кількості палива, що подається за 100 ходів плунжера, включення лічильника проводиться тільки важелем 19 подачі палива.

Перевірка на момент подачі палива секціями насоса проводиться стробоскопом 11. Стробоскоп — це електронний пристрій, застосований для

дослідження періодичних рухів. Окремі фази (моменти) рухів видні за допомогою його у вигляді нерухомих картин. Регулювання фази стробоскопа виробляється маховиком 22.

Вимір палива, що подається насосом, виробляється за допомогою мензурок 13, ємністю 40 см³. Злив палива з мензурок виробляється поворотом рами за допомогою рукоятки 26. Захисний екран при зливі палива встановлюється в потрібну сторону рукояткою 27.

Насос високого тиску кріпиться на кронштейні 23 соосно із приводним валом стенда й закріплюється затискачем. До насоса приєднуються паливопроводи низького й високого тиску.

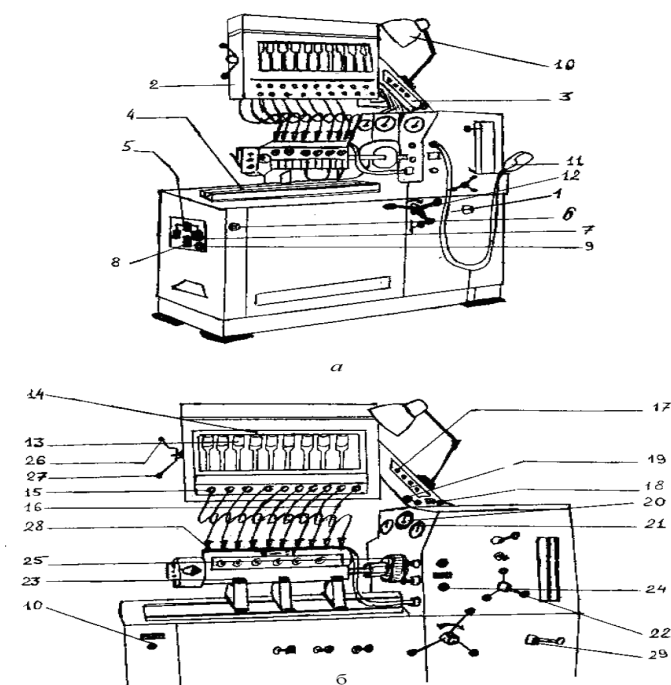


Рис. 2.2 Стенд СТАР-12:

a – вид А: 1 – корпус; 2 - вимірювальна стійка; 3 - каркас вимірювальної стійки; 4 – салазки; 5 - головна сигнальна лампочка; 6 - пускова кнопка приводного двигуна; 7 - пускова кнопка двигуна паливоподачі; 8 - головний вмикач двигуна; 9 - сигнальна лампочка включення двигуна палива-подачі; 10 - лампа місцевого освітлення; 11 - неонова лампа стробоскопа зі світловідбивачем; 12 - маховик зміни числа обертів двигуна;

б – вид Б: 13 – мензурка; 14 - рама мензурок; 15 - заспокоювач палива; 16 - трубопровід високого тиску; 17 - сигнальні лампочки механізму відліку подаваного палива; 18 - важіль включення кількості подаваного палива; 19 - важіль включення подачі палива в мензурки; 20 – тахометр; 21 – манометр; 22 - маховик для зміни фази спалахів стробоскопа; 23 – кронштейн; 24 - вмикач ланцюга стробоскопа; 25 - градуйований диск; 26 - важіль повороту рами; 27 - важіль повороту захисного екрана; 28 - подовжувач трубопроводів; 29 - важіль включення паливоподаючих насосів

Перевірка й регулювання на момент початку подачі палива по куту повороту кулачкового вала

Регулювання секцій ПНВТ на початок подачі палива необхідно робити після кожного технічного обслуговування й ремонту насоса, тому що занадто велике випередження або запізнювання упорскування викликає неповне згоряння палива, що веде до зниження потужності двигуна й підвищеному димності.

Порядок перевірки:

1. Визначити початок подачі палива 1-ю секцією насоса, для цього:
 - відокремити від першої секції ПНВТ трубопровід високого тиску й прикріпити до неї моментоскоп;
 - запустити стенд і заповнити трубку моментоскопа на 1/2 її обсягу паливом;
 - включити стенд і обертати вал стенда вручну по годинній стрілці до моменту початку руху палива в трубці моментоскопа;
 - помітити розподіл градуйованого диска 25 проти стрілки на корпусі стенда й повернути вал стенда в тім же напрямку ще на 90° ;
 - потім обертати вал стенда у зворотному напрямку до моменту початку руху палива в трубці моментоскопа й знову помітити розподіл на градуйованому диску. Середня точка між двома оцінками на градуйованому диску відповідає осі симетрії профілю кулачка.

Для ПНВТ двигуна ЯМЗ-236 початок подачі палива першою секцією

повинне відбуватися за $38-39^{\circ}$ до осі симетрії при обертанні вала по годинній стрілці, для КамАЗ-740 восьма секція починає подавати паливо за $42-43^{\circ}$ до осі симетрії профілю кулачка. Регулювання початку подачі палива виконується регулювальними болтами штовхачів насоса. При вивертанні болта паливо буде подаватися раніше, при загортанні пізніше. Початок подачі палива для автомобілів КамАЗ регулюється підбором п'яти штовхача потрібної товщини. Зміна її товщини на 0,05 мм відповідає повороту кулачкового вала на кут 12 хв. При установці п'яти більшої товщини паливо починає подаватися раніше[2, с. 68].

2. Визначити початок подачі палива іншими секціями насоса, для цього:

- відокремити моментоскоп і закріпити трубопровід високого тиску;
- за допомогою вмикача приєднати до ланцюга стробоскоп 11;

- запустити приводний двигун стенда й установити швидкість обертання вала стенда 300—400 об./хв. Висвітлюючи неонову лампою стробоскопа заспокоювач палива 15 1-ї секції насоса, обертати диск регулювання фази стробоскопа маховиком 22 (проти обертання стенда) доти, поки струмінь палива, що виходить із розпилювача форсунки, стане видно у вигляді конуса. Потім лампою стробоскопа 11 висвітлюється градуйований диск стенда 25 і фіксується стрілкою на корпусі стенда видимий розподіл[1, с. 58].

Знаючи порядок роботи двигуна ЯМЗ-236: 1 - 4 - 2 - 5 - 3 - 6 (табл. 1), у тім же порядку проводимо перевірку наступних секцій насоса.

Приймаємо початок подачі палива 1-й секцією за 0 (для автомобілів КамАЗ 8-й секцією), тоді початок подачі палива 4-й секцією повинне бути при повороті кулачкового вала насоса на 45° ; 2-й - при 120° ; 5-й - при 165° ;

3-й - при 240° і 6-й - при 285° (табл. 1). Неточність інтервалу подачі палива любою секцією насоса повинна становити не більше $\pm 1/30$.

Регулювання ПНВТ на рівномірність подачі

Нерівномірність подачі палива характеризується неоднаковою кількістю

палива, що подається секціями насоса. Коефіцієнт нерівномірності подачі палива визначається по наступній формулі

$$k=(Q_{\max}-Q_{\min})/Q_{\text{ср}}, \quad (2.1)$$

де Q_{\max} - максимальна величина подачі палива однією секцією насоса, Q_{\min} - мінімальна величина подачі палива однією секцією насоса, $Q_{\text{ср}}$ - середнє значення величини подачі палива однією секцією насоса, рівне

$$Q_{\text{ср}}=Q_{\text{заг}}/z, (2.2)$$

де $Q_{\text{заг}}$ - сумарна величина подачі палива всіма секціями насоса, z - число секцій насоса.

Порядок перевірки: запустити стенд і встановити швидкість обертання 1030 ± 10 об./хв. За допомогою важеля *18* установити подачу палива насосом за 200 обертів (ходів), включити важелем *19* подачу палива в мірні мензурки. Визначити ступінь нерівномірності подачі палива по формулі (1). Коефіцієнт нерівномірності подачі палива k повинен бути в межах 2-3 %.

Рівномірність подачі палива секціями насоса регулюється зсувом поворотної втулки плунжера щодо зубчастого сектора. Поворот втулки вліво зменшує, а вправо збільшує подачу палива.

Перевірка ПНВТ на продуктивність

Перевірка насоса на продуктивність проводиться при температурі палива $18—22$ °С у основних режимах: пусковому й експлуатаційному.

1. Перевірка продуктивності ПНВТ у пусковому режимі:

- запустити стенд і встановити швидкість обертання вала 80 ± 10 об/хв;
- важелем *19* включити подачу палива за 100 обертів (ходів) у мірні мензурки;
- замірити кількість палива, поданого в мензурки.

Величина пускової подачі палива повинна бути в межах 22-24 см³ за кожний хід плунжера. При відхиленні від норми відрегулювати подачу гвинтом, що обмежує рух важеля управління (регулятора) при положенні, що відповідає мінімальним обертам холостого ходу. Збільшити подачу можна за

допомогою гвинта куліси, не порушуючи запасу ходу рейки.

2. Перевірка величини подачі палива ПНВТ при експлуатаційному режимі:

- запустити стенд і встановити швидкість обертання вала 1030 ± 10 об/хв;

- включити подачу палива за 200 обертів (ходів);

- установити важіль насоса в положення максимальної подачі палива й включити подачу палива в мірні мензурки;

- замірити кількість палива, поданого в мензурки. Величина подачі палива повинна бути рівної $23-23,4 \text{ см}^3$ за один хід плунжера. При відхиленні від норми відрегулювати подачу гвинтом регулятора.

РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЕТАП

3.1. Опис інструменту та обладнання

1.Набір викруток. Мінімальний набір складається з шлицевої, фігурної, шестиграної та викрутку під зірочку.

2.Набір гайкових ключів. Діапазон розміру від 6 до 22 мм.Необхідні для послаблення,відкручуванні або закручуванні гайок та болтів.

3.Плоскогубці – ручний інструмент, який використовується для дрібних монтажних робіт.

4.Набір торцевих головок з трещіткою. Ручний інструмент,який використовують для відкручування свічок запалювання,болтів,гайок та іншого.

5.Набір регулювальних щупів.Необхідний для визначення та регулювання зазорів свічок запалювання.

6.Стробоскоп. Прилад для перевірки та встановлення кута випередження вприску палива.

7.Компресометр. Професійний інструмент призначений для вимірювання компресії в дизельних (бензинових) двигунах.

8.Ареометр. Прилад для вимірювання щільності рідин і твердих тіл. Являє собою поплавки зі скла, утяжеляються дробом або ртуттю для досягнення необхідної маси.

10.Індикатор якості суміші. Прилад для визначення якості суміші, що потрапляє в камери згорання.

11.Аналізатор якості вихлопних газів. Прилад, що аналізує вміст вихлопних газів на вміст шкідливих речовин.

12.Автотестер. Універсальний прилад,який дає змогу виміряти такі характеристики, як напругу, обороти двигуна, опір та інші характеристики.

3.2. Монтаж діагностичного обладнання для перевірки стану дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання

Діагностичне обладнання - це спеціалізоване обладнання, яке призначене для виявлення несправностей безпосередньо в двигунах внутрішнього згорання і його периферійному обладнанні. Для використання такого обладнання не обійтися без спеціальних навичок і знань.

Діагностичне обладнання має великі функціональні можливості.

Воно може:

- зчитувати службову інформацію з електронних блоків управління автомобілів;
- витягувати коди помилок і несправностей;
- робити розшифровку кодів;
- змінювати налаштування в конфігурації електронних систем автомобіля;
- активувати і деактивувати функції транспортних засобів.

Перед початком роботи необхідно ознайомитись з правилами техніки безпеки для роботи на діагностичному обладнанні.

На фотографіях показано процес роботи над діагностичним обладнанням для перевірки стану системи живлення дизельного ДВЗ.



Рис. 3.1 Форсунка-штуцер



Рис. 3.2 Манометр-бак



Рис. 3.3 Стіл з моделлю

3.3. Техніка безпеки під час виконання роботи на діагностичному обладнанні для перевірки стану дизельної апаратури

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності [8, с. 256].

Закон України «Про охорону праці» був прийнятий 14 жовтня 1992 року. Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, регулює за участю відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи і організації або уповноваженим ним органом (далі - власник) і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Інструкція під час роботи на діагностичному обладнанні для перевірки стану дизельної апаратури:

3.1. У інструкції викладенні умови безпеки праці для учбових майстрів під час виконання робіт на стенді.

3.2. До робіт на стенді допускаються особи, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання та одержали посвідчення на право виконання робіт.

3.3. До самостійного виконання робіт допускаються особи, які пройшли стажування (3 дні).

3.4. Виконуйте тільки ту роботу, яка Вам доручена відповідним (крім екстремальних та аварійних ситуацій), не передоручайте її іншим особам.

3.5. Уточніть у керівника робіт межі Вашої робочої зони.

3.6. Не допускайте перебування сторонніх осіб у робочій зоні.

3.7. Не приступайте до роботи на технічно несправних або зі знятими захисними пристроями, й несправною сигналізацією, контрольними

пристроями, з пошкодженим контуром стійкими і заземлення

3.8. Не користуйтеся не справним інструментом, інвентарем і пристроями.

3.9. Стенди, стелажі, столи, шафи, тумбочки та інше обладнання повинні бути міцними, мати висоту, зручну для роботи.

3.10. Очищення, змащення, регулювання й ремонт верстатів здійснюйте тільки повної їх зупинки

3.11. Спецодяг, спец взуття та інші засоби індивідуального захисту повинні відповідати умовам характеру виконуваної роботи (халат бавовняний, фартух з нагрудником рукавички гумові, окуляри захисні, распіратор газозахисний) (за нормами передбаченими в пунктах з 1 по 41 " учбові закладки чергові без права виносу з робочих приміщень) (у редакції Постанови Держкомпраці від 21-08-85 N 289 11-8).

3.12. Не приступайте до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

3.13. Виконуйте правила внутрішнього трудового розпорядку (робочий день з 8:30 до 17:00 обідня перерва з 12:30 до 13:00).

3.14. Виконуйте правила пожежної безпеки, не використовуйте пожежний інвентар не за призначенням.

3.15. Під час виконання робіт на працівників можуть діяти такі небезпечна та шкідливі виробнич фактори:

3.15.1. Фізичні небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини й механізми, що рухаються; рухомі частини виробничого обладнання; вироби, заготовки. матеріали, що пересуваються; підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці: підвищений рівень вібрації;

- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухомість повітря;
- підвищена напруга в електричній мережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- відсутність або недостатність природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла - гострі краї, задирки й шорсткість на поверхнях конструкцій, інструменту і обладнання.

3.15.2. Психофізичні небезпечні й шкідливі виробничі фактори: - фізичні перевантаження (статичні і динамічні) [9, с. 159].

Інструктаж з техніки безпеки повинне здійснюватися на спеціально відведеній ділянці або пості, оснащеному устаткуванням, пристосуваннями та інструментом, відповідно до нормативно-технологічної документації.

До роботи з обладнанням допускаються особи, не молодші 18 років, які пройшли спеціальний інструктаж з техніки безпеки при роботі з обладнанням. Перед початком роботи необхідно перевірити технічний стан обладнання. У випадку виявлення несправностей негайно сповістити про це майстра. Пам'ятати, що самому робити який-небудь ремонт обладнання, за винятком заміни перегорілого запобіжника і підтяжки роз'ємів забороняється.

Вимоги безпеки під час роботи:

1. Не допускати до керування стендом сторонніх.
2. Якщо необхідно відлучитися від стенду, навіть на короткий час, відключити живлення.
3. При виконанні робіт на стенді, попередньо увімкнути блокуючі пристрої. Не допускати в зону проведення робіт сторонніх.

Забороняється:

1. Використовувати стенд для виконання інших видів робіт.

2. Вимоги безпеки після закінчення роботи. Виконати огляд стану, перевірити кріплення болтів, очистити стенд від бруду, пилю. При виявленні несправностей і поломок у механізмах чи інших яких-небудь частинах стану повідомити майстру.

3.Справний стенд знеструмити у положенні для зберігання [10, с. 35].

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

1.При поломці чи несправності стану, що становить загрозу Вашій безпеці чи безпеці оточуючих людей, негайно припинити роботу і повідомити про майстра, за його вказівкою і під наглядом провести ремонт.

2.При виникненні аварійних ситуацій стенд слід терміново знеструмити, постраждалим надати першу медичну допомогу. До місця виникнення аварійної ситуації не підпускати сторонніх осіб, по можливості огородити його и забезпечити застережними написами.

Інструкція з техніки безпеки під час виконання операцій технічного огляду та діагностування

1. Загальний стан речей:

- Забороняється користуватися несправним інструментом, обладнанням.
- Дозволяється проводити діагностування або технічне обслуговування тільки в спеціальному одязі.

- При проведенні регулювальних робіт, ремонтних, необхідно відключити акумуляторну батарею, від'єднавши мінусовий провід.

- Будь-які електричні прилади повинні мати надійну ізольовану проводку і бути заземлені.

2. Техніка безпеки перед початком робіт:

- Одягти спеціальний одяг.

- Застебнути рукава одягу.

- Одягнути рукавиці.

- Оглянути і підготувати своє робоче місце.

- Поставити біля об'єкта, що діагностується вогнегасник і відро з водою.

3. Техніка безпеки під час робіт:

- При відлученні забороняється залишати включеними прилади.
- Не допускати пролиття масла або палива.
- При недостатній освітленості користуватися переносними освітлювачами.
- Забороняється палити під час проведення ТО і діагностування.
- Має здійснюватися активне вентилювання приміщення.

4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях:

При виникненні ситуації, яка може призвести до аварії і нещасних випадків необхідно залишити роботу і відразу повідомити про виниклу ситуацію керівнику робіт. При виникненні пожежі користуватися вогнегасником.

5. Техніка безпеки при закінченні робіт:

- Після закінчення робіт потрібно ретельно привести робоче місце в порядок.
- Вимкнути всі електроприлади з мережі.
- Зібрати інструмент.
- Витерти інструмент від масла або бруду спеціальною ганчіркою.

РОЗДІЛ 4 ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП

4.1. Методичні рекомендації щодо проведення лабораторних занять

Лабораторна робота – це форма навчального заняття, при якому студент під керівництвом викладача особисто проводить натурні або імітаційні експерименти з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень навчальної дисципліни. При цьому він набуває навичок у роботі з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень у конкретній галузі.

Лабораторні роботи завжди виконуються після вивчення певного розділу (чи розділів) теоретичного курсу, оскільки вони є практичним підтвердженням теоретичних положень і висновків. Крім того, лабораторні заняття прищеплюють любов до предмета і сприяють розвитку навичок, які потрібні для практичної і винахідницької діяльності [11, с. 39].

Лабораторні роботи відіграють важливу роль у підготовці фахівців через самостійну виконавчу діяльність. Виконуючи лабораторну роботу, учні повинні проявляти ініціативу в подоланні труднощів. Звертатися до викладача лише тоді, коли вичерпано всі можливості вирішення питань по виконанню окремого етапу лабораторної роботи.

Дидактичні цілі проведення лабораторних робіт:

- опанування методами експериментальних досліджень (обробка результатів дослідів);
- формування відчуття спеціалізованої техніки та оволодіння специфікою практичної роботи;
- набуття навичок з безпеки проведення експериментальних досліджень;

- узагальнення, систематизація та поглиблення теоретичного матеріалу завдяки його практичному застосуванню;
- формування умінь застосовувати отримані знання в практичній діяльності, формування компетенцій;
- розвиток аналітичних та проектувальних вмінь;
- вироблення самостійності, відповідальності і творчої ініціативи.

Лабораторне завдання (робота) може носити репродуктивний, частковопошуковий і пошуковий характер. Роботи, що носять репродуктивний характер, відрізняються тим, що при їх проведенні студенти користуються детальними інструкціями, в яких вказані: мета роботи, пояснення (теорія, основні характеристики), порядок виконання роботи, таблиці, висновки (без формулювань), контрольні питання, література [12, с. 112].

Роботи, що носять частково-пошуковий характер, відрізняються тим, що при їх проведенні студенти не користуються детальними інструкціями, їм не заданий порядок виконання необхідних дій. В такому випадку студентам потрібно самим вибрати спосіб виконання лабораторної роботи.

Роботи, що носять пошуковий характер, відрізняються тим, що студенти повинні вирішити нову для них проблему, спираючись на наявні у них теоретичні знання.

Лабораторні роботи здебільшого належать до класу «жорстких», що виконуються згідно із заздалегідь підготовленим планом. Такі заняття мають на меті придбання та закріплення базових знань, відповідних умінь та навичок за відомим алгоритмом. Заняття передбачають активність студентів, але навчальні цілі обмежені відсутністю творчості студентів[4, с. 97].

При організації підготовки до лабораторних робіт і їх виконання особливу увагу необхідно приділяти техніці безпеки.

Учні під час проведення лабораторних робіт повинні:

- беззаперечно дотримуватись правил охорони праці;
- ознайомитись з методичними рекомендаціями щодо проведення

лабораторних робіт;

- виконати лабораторну роботу за відповідною методикою;
- скласти звіт про виконання лабораторної роботи;
- захистити результати лабораторної роботи;
- одержати оцінку за лабораторну роботу.

Викладач повинен:

- провести інструктаж студентів щодо правил безпеки;
- керувати проведенням лабораторної роботи;
- здійснити поточний контроль опанування студентами методичних

рекомендацій;

– забезпечити дотримання правил безпеки при виконанні лабораторної роботи;

– скласти графік консультацій;

– оцінити навчальну діяльність учнів у процесі виконання лабораторної роботи [13, с. 154].

У ході проведення лабораторного заняття викладач зобов'язаний забезпечити якісне виконання завдань, спрямувати учнів на творчий пошук.

Обов'язково за кожне лабораторне або практичне заняття викладач повинен оцінити рівень практичних умінь учнів.

4.2. Розробка методичних рекомендацій до проведення лабораторних робіт на діагностичному обладнанні для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання за темою «Діагностування технічного стану дизельної паливної апаратури»

Лабораторна робота №1

Тема: « ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДИЗЕЛЬНОЇ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ»

Мета роботи: вивчити методи й освоїти практичні прийоми діагностування, перевірки й регулювання приладів паливної системи дизельного двигуна

ЗМІСТ РОБОТИ

Виконання лабораторної роботи включає:

- 1) перевірку технічного стану й регулювання форсунок двигунів ЯМЗ-236 (ЯМЗ-238) або КамаАЗ-740;
- 2) перевірку технічного стану й регулювання паливного насоса високого тиску двигуна ЯМЗ-236.

Надійність, економічність та екологічність роботи дизельного двигуна забезпечується багато в чому працездатністю паливного насоса високого тиску (ПНВТ) і форсунок. Дані прилади діагностуються й регулюються при проведенні сезонного обслуговування або після ремонту автомобіля.

Загальна діагностика системи живлення дизеля виконується декількома методами: візуально, прослуховуванням характеру роботи двигуна, визначенням частоти обертання колінчатого вала й димністю газів, що відробили, на різних режимах роботи.

Поглиблена діагностика проводиться зі зняттям приладів системи

живлення і їхньою перевіркою з наступним регулюванням на спеціальних стендах з використанням різних приладів і встаткування.

Вибір діагностичних параметрів для приладів системи живлення автомобільного дизеля повинен забезпечити:

- упорскування під високим тиском строго дозованої кількості палива за цикл відповідно до навантажувальних і швидкісних режимів роботи двигуна в певний момент часу;

- автоматичне регулювання й коректування характеристики паливоподачі;

- мінімальну нерівномірність подачі палива по циліндрах.

Для діагностики доцільно використати наступне технологічне встаткування: пневмотестер К-272М, аналізатор паливних апаратів дизеля К-290, К-296, прилади для випробування форсунок КП-1609А, КИ-562А и НЦ-50; стенди для випробувань ПНВТ - СДТА-2, СТАР-12, НС-101, НС-108, КИ-22205-09 і КИ-921МТ. Деякі довідкові матеріали, необхідні для проведення лабораторної роботи, наведені в табл. 4.1.

Порядок подачі палива секціями ПНВТ

Таблиця 4.1

Модель двигуна

ЗИЛ-645		КамАЗ-740		ЯМЗ-238		ЯМЗ-236	
Номер секції	Кут подачі,	Номер секції	Кут подачі,	Номер секції	Кут подачі,	Номер секції	Кут подачі,
1	0	8	0	1	0	1	0
2	45	4	45	3	45	4	45
8	90	5	90	6	90	2	120
4	135	7	135	2	135	5	165
3	180	3	180	4	180	3	240
6	225	6	225	5	225	6	285
5	270	2	270	7	270		
7	315	1	315	8	315		

Завдання для самостійної підготовки до роботи

При підготовці до виконання роботи необхідно вивчити:

- несправності дизельної паливної апаратури і ознаки несправностей на

роботі дизельного двигуна;

-обладнання і технологічне оснащення для визначення технічного стану при ТО;

-комплексного випробовування і регулювання системи живлення, після ремонту;

-основні елементи дизельної паливної апаратури, параметри яких необхідно контролювати при технічному обслуговуванні і у процесі ремонту;

-технологічний процес виявлення несправностей системи живлення, контролюванням технічного стану її складових частин - насоса високого тиску, підкачувального насоса, форсунок, фільтрів, паливопроводів;

-будову, технічну характеристику та принцип роботи основного універсального обладнання для випробовування і регулювання паливної апаратури; -комплекс робіт по забезпеченню, а також відновленню необхідного технічного стану і роботоздатності вузлів системи живлення двигунів.

Питання для самопідготовки

1 Які несправності паливної апаратури приводять до порушення нормального робочого процесу двигуна при експлуатації?

1 Назвіть ознаки несправності паливної апаратури на роботі дизельного двигуна.

2 Які технічні засоби використовують для визначення технічного стану паливного насоса без розбирання?

3 Назвіть основні елементи дизельної паливної апаратури і параметри за якими вони контролюються при ТО і у процесі ремонту.

4 Які складові частини контролюються при виявленні несправностей системи живлення?

5 Назвіть склад і технічні характеристики обладнання для перевірки насоса високого тиску, підкачувального насоса, форсунок, фільтрів, паливопроводів.

ВИПРОБУВАННЯ Й РЕГУЛЮВАННЯ ФОРСУНОК

Застосовуване встаткування й прилади:

1. Прилад КП-1609А.
2. 6 форсунок двигуна ЯМЗ-236 (КамаАЗ-740).
3. Набір ключів.
4. Викрутка.
5. Секундомір.

На двигунах ЯМЗ-236 і КамАЗ-740 установлені форсунки закритого типу. Розпилювач форсунки має чотири соплових отвори діаметром 0,34 мм. Форсунки перевіряють і регулюють на наступні показники:

- герметичність сполучення;
- тиск початку підйому голки розпилювача;
- якість розпилювання палива.

Випробування форсунок проводиться на приладі КП-1609 А (Рис.4. 1). Він складається з корпусу 1, у якому перебуває плунжерна пара 4 з нагнітальним клапаном 5, манометра 9, приєднувального пристрою, що складає з маховика 13 і штуцера 14 для кріплення форсунок, паливного бака 10, важеля привода плунжера 2 і маховики 7 для припинення подачі палива до манометра. Паливо, що виходить із форсунки, збирається в бачку - глушителі 16. Прилад установлюється на лист 17 і кріпиться трьома болтами до стола. Для випуску повітря із системи прилад — форсунка служить вентиль 18. Паливний бак заправляється профільтрованим дизельним паливом [15, с. 59].

Випробування на герметичність

Відсутність герметичності хоча б в одному сполученні порушує нормальну роботу форсунки й може з'явитися причиною передчасного виходу її з ладу. Герметичність форсунки оцінюється тривалістю зниження тиску в секундах на певну величину в системі прилад - форсунка.

Порядок перевірки:

- установити форсунку на прилад КП-1609А, для цього маховичок 13 нагвинчують у бік приладу, потім сполучний штуцер форсунки приставляють до сполучного конуса приладу так, щоб розпилювач був злегка нахилений у бік.

Після цього маховичок наворачують у бік форсунки до відмови, легким ривком дотягають форсунку до вертикального положення. Потім, переміщаючи

важіль 2 зі швидкістю 60–70 хитань у хвилину, нагнітають паливо, загвинчують регулювальний гвинт форсунки й установлюють тиск початку упорскування рівне 29,42 МПа (300 кгс/см²). Після упорскування при цьому тиску знову піднімають тиск у системі до 300 кгс/см² і спостерігають за стрілкою манометра. Коли тиск досягне 280 кгс/см², включають секундомір і спостерігають за показанням манометра. При тиску, рівному 230 кгс/см², секундомір зупиняють. Час падіння тиску повинне бути не більше 17 с.

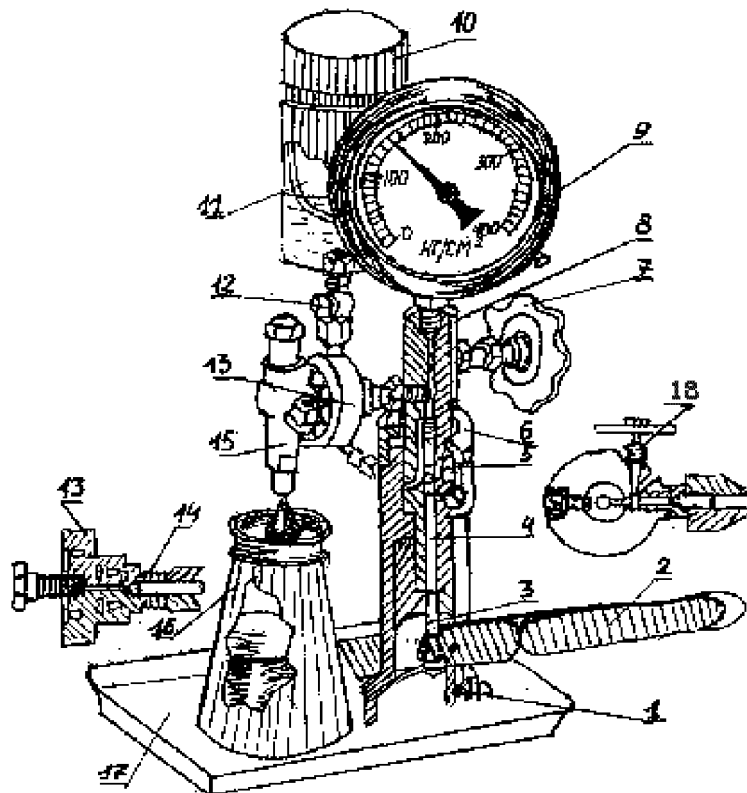


Рис. 4.1. Прилад КП – 1609А

1 - корпус; 2 - важіль; 3 - направляюча; 4 - плунжерна пара; 5 - нагнітальний клапан;

6 - гайка корпуса; 7 і 13 - маховички; 8 - корпус розподільника; 9 - манометр; 10 - бачок;

11 - фільтр; 12 - кран; 14 - сполучний штуцер; 15 - форсунка; 16 - глушитель;

17 - лист; 18 - вентиль для випуску повітря

Регулювання тиску упорскування

Порядок регулювання:

- установити форсунку на прилад (Рис.4.1);

- переміщаючи важіль 2 зі швидкістю 60-70 хитань у хвилину, нагнітають паливо й спостерігають за стрілкою манометра. У момент початку виходу палива з розпилювача стрільця покаже величину тиску початку упорскування. Для збільшення тиску регулювальний гвинт форсунки загвинчують, для зменшення відгвинчують. Для двигуна КамАЗ-740 регулювання проводиться шляхом зміни загальної товщини регулювальних шайб (збільшення її підвищує тиск). Зміна товщини шайб на 0,05 мм приводить до зміни тиску початку підйому голки форсунки на 3-3,5 кгс/см². Нормальна величина тиску початку упорскування палива форсункою повинна бути 175±5 кгс/см².

Для дизелів, у яких паливні насоси мають зношені плунжерні пари, форсунки рекомендується регулювати на знижений тиск порядку 125 - 140 кгс/см². Нижня межа ставиться до більше зношених плунжерних пар [16].

Оцінка якості розпилювання палива

Початок і кінець упорскування палива у форсунки повинні бути чіткими й супроводжуватися різким звуком, а при повільному натисканні на важіль приладу упорскування повинен бути переривчастим. Паливо, що виходить із форсунки, повинне перебувати в туманообразному стані й рівномірно розподілятися по поперечному перерізі струменя. Не допускаються помітні на око краплі, окремі струмки й місцеві згущення палива. Вісь конуса струменя повинна збігатися з віссю розпилювача. Відхилення осі допускається не більше ніж на 1/4 кута конуса струменя. Можливе зволоження торця розпилювача після прокачування форсунки. Результати випробувань форсунок занести у звіт (табл. 4.2).

Результати перевірки форсунок двигуна

Таблиця 4.2

Номер форсунки	Герметичність, тривалість спаду тиску з 280	Тиск початку підйому голки (упорскування),	Характер розпилу палива	Висновок
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

ПЕРЕВІРКА Й РЕГУЛЮВАННЯ ПНВТ

Застосовуване встаткування й прилади:

1. Стенд СТАР-12
2. Моментоскоп.
3. ПНВТ двигуна ЯМЗ-236 (ЯМЗ-238) або КамАЗ-740.

4. Набір гайкових ключів.

ПНВТ перевіряють і регулюють на наступні параметри:

- момент початку подачі палива;
- рівномірність подачі палива окремими секціями насоса;
- продуктивність.

Перевірка й регулювання насосів високого тиску виробляється на стенді СТАР-12 (Рис 2). Він складається з наступних основних вузлів і механізмів: механізму привода, системи подачі палива; стробоскопа; вимірної стійки з мірними мензурками, механізму виміру числа обертів вала стенда, пристрою для відключення подачі палива, регулятора температури палива й механізму для кріплення насосів.

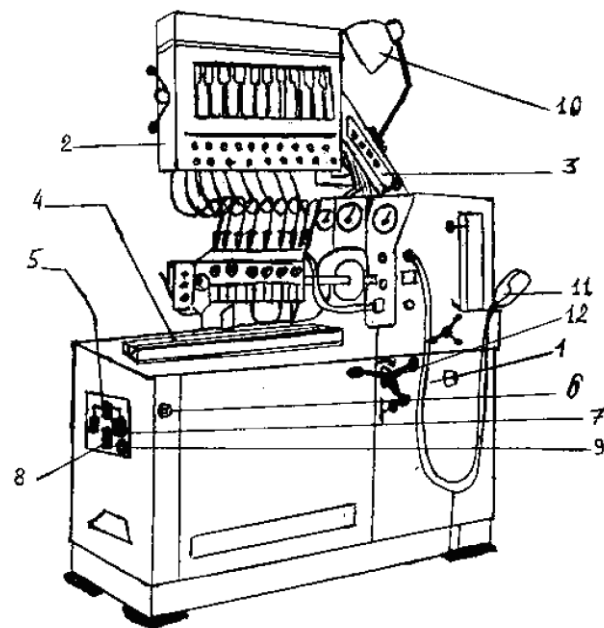
Керування пуском, зупинкою й реверсуваням стенда електричне. Установка лівого або правого обертання вала стенда виробляється вмикачем 8, поворотом його в потрібну сторону. Пуск приводного двигуна й двигуна паливоподачі здійснюється кнопками 6 і 7. При висуванні їх двигуни пускаються, при натисканні - зупиняються. Регулювання числа обертів вала стенда здійснюється маховиком 12.

Установка кількості палива, що подається в мензурки, проводиться в такий спосіб: натискають на важіль 18 стільки разів, протягом скількох ходів виробляється вимір (наприклад, при вимірі за 200 ходів плунжера — 2 рази), потім важелем 19 включають подачу палива. При вимірі кількості палива, що подається за 100 ходів плунжера, включення лічильника проводиться тільки важелем 19 подачі палива.

Перевірка на момент подачі палива секціями насоса проводиться стробоскопом 11. Стробоскоп — це електронний пристрій, застосований для дослідження періодичних рухів. Окремі фази (моменти) рухів видні за допомогою його у вигляді нерухомих картин. Регулювання фази стробоскопа виробляється маховиком 22.

Вимір палива, що подається насосом, виробляється за допомогою мензурок 13, ємністю 40 см³. Злив палива з мензурок виробляється поворотом рами за допомогою рукоятки 26. Захисний екран при зливі палива встановлюється в потрібну сторону рукояткою 27.

Насос високого тиску кріпиться на кронштейні 23 соосно із приводним валом станда й закріплюється затискачем. До насоса приєднуються паливопроводи низького й високого тиску.



a

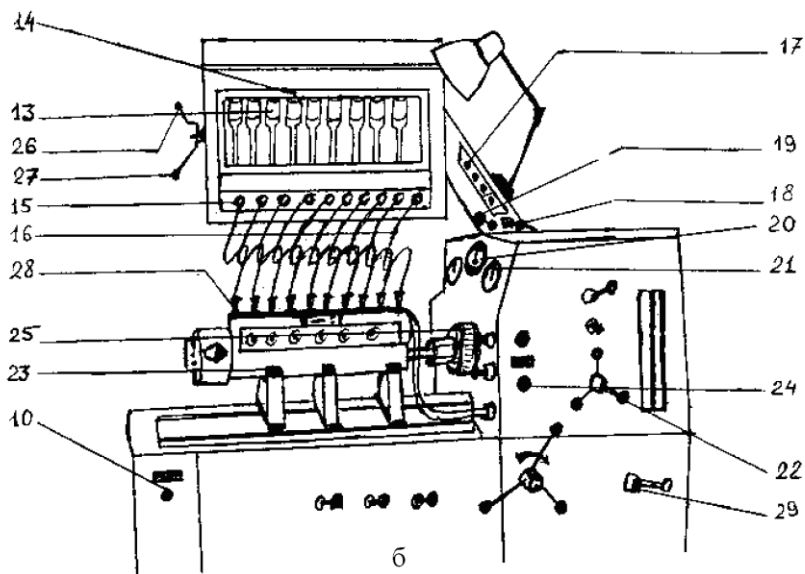


Рис. 4.2. Стенд СТАР-12:

a – вид А: 1 – корпус; 2 - вимірювальна стійка; 3 - каркас вимірювальної стійки; 4 – салазки; 5 - головна сигнальна лампочка; 6 - пускова кнопка приводного двигуна; 7 - пускова кнопка двигуна паливоподачі; 8 - головний вмикач двигуна; 9 - сигнальна лампочка включення двигуна палива-подачі; 10 - лампа місцевого освітлення; 11 - неонова лампа стробоскопа зі світловідбивачем; 12 - маховик зміни числа обертів двигуна;

б – вид Б: 13 – мензурка; 14 - рама мензурок; 15 - заспокоювач палива; 16 - трубопровід високого тиску; 17 - сигнальні лампочки механізму відліку подаваного палива; 18 - важіль включення кількості подаваного палива; 19 - важіль включення подачі палива в мензурки; 20 – тахометр; 21 – манометр; 22 - маховик для зміни фази спалахів стробоскопа; 23 – кронштейн; 24 - вмикач ланцюга стробоскопа; 25 - градуйований диск; 26 - важіль повороту рами; 27 - важіль повороту захисного екрана; 28 - подовжувач трубопроводів; 29 - важіль включення паливоподаючих насосів

Перевірка й регулювання на момент початку подачі палива по куту повороту кулачкового вала

Регулювання секцій ПНВТ на початок подачі палива необхідно робити після кожного технічного обслуговування й ремонту насоса, тому що занадто велике випередження або запізнювання упорскування викликає неповне згоряння палива, що веде до зниження потужності двигуна й підвищеному димності.

Порядок перевірки:

1. Визначити початок подачі палива 1-ю секцією насоса, для цього:

- відокремити від першої секції ПНВТ трубопровід високого тиску й прикріпити до неї моментоскоп;
- запустити стенд і заповнити трубку моментоскопа на 1/2 її обсягу палив;
- включити стенд і обертати вал стенда вручну по годинній стрілці до моменту початку руху палива в трубці моментоскопа;
- помітити розподіл градуйованого диска 25 проти стрілки на корпусі стенда

й повернути вал стенда в тім же напрямку ще на 90^0 ;

- потім обертати вал стенда у зворотному напрямку до моменту початку руху палива в трубці моментоскопа й знову помітити розподіл на градуйованому диску. Середня точка між двома оцінками на градуйованому диску відповідає осі симетрії профілю кулачка.

Для ПНВТ двигуна ЯМЗ-236 початок подачі палива першою секцією повинне відбуватися за $38-39^0$ до осі симетрії при обертанні вала по годинній стрілці, для КамАЗ-740 восьма секція починає подавати паливо за $42-43^0$ до осі симетрії профілю кулачка. Регулювання початку подачі палива виконується регулювальними болтами штовхачів насоса. При вивертанні болта паливо буде подаватися раніше, при загортанні пізніше. Початок подачі палива для автомобілів КамАЗ регулюється підбором п'яти штовхача потрібної товщини. Зміна її товщини на 0,05 мм відповідає повороту кулачкового вала на кут 12 хв. При установці п'яти більшої товщини паливо починає подаватися раніше.

2. Визначити початок подачі палива іншими секціями насоса:

- відокремити моментоскоп і закріпити трубопровід високого тиску;
- за допомогою вмикача приєднати до ланцюга стробоскоп 11;

- запустити приводний двигун стенда й установити швидкість обертання вала стенда 300—400 об./хв. Висвітлюючи неонову лампою стробоскопа заспокоювач палива 15 1-ї секції насоса, обертати диск регулювання фази стробоскопа маховиком 22 (проти обертання стенда) доти, поки струмінь палива, що виходить із розпилювача форсунки, стане видно у вигляді конуса. Потім лампою стробоскопа 11 висвітлюється градуйований диск стенда 25 і фіксується стрілкою на корпусі стенда видимий розподіл.

Знаючи порядок роботи двигуна ЯМЗ-236: 1 - 4 - 2 - 5 - 3 - 6, у тім же порядку проводимо перевірку наступних секцій насоса.

Приймаємо початок подачі палива 1-й секцією за 0 (для автомобілів КамАЗ 8-й секцією), тоді початок подачі палива 4-й секцією повинне бути при повороті кулачкового вала насоса на 45^0 ; 2-й - при 120^0 ; 5-й - при 165^0 ;

3-й - при 240⁰ і 6-й - при 285⁰. Неточність інтервалу подачі палива любою секцією насоса повинна становити не більше $\pm 1/30$.

Регулювання ПНВТ на рівномірність подачі

Нерівномірність подачі палива характеризується неоднаковою кількістю палива, що подається секціями насоса. Коефіцієнт нерівномірності подачі палива визначається по наступній формулі

$$k=(Q_{\max}-Q_{\min})/Q_{\text{ср}}, \quad (1)$$

де Q_{\max} - максимальна величина подачі палива однією секцією насоса, Q_{\min} - мінімальна величина подачі палива однією секцією насоса, $Q_{\text{ср}}$ - середнє значення величини подачі палива однією секцією насоса, рівне

$$Q_{\text{ср}}=Q_{\text{заг}}/z, (2)$$

де $Q_{\text{заг}}$ - сумарна величина подачі палива всіма секціями насоса, z - число секцій насоса.

Порядок перевірки: запустити стенд і встановити швидкість обертання 1030 \pm 10 об./хв. За допомогою важеля 18 установити подачу палива насосом за 200 обертів (ходів), включити важелем 19 подачу палива в мірні мензурки. Визначити ступінь нерівномірності подачі палива по формулі (1). Коефіцієнт нерівномірності подачі палива **k** повинен бути в межах 2-3 %.

Рівномірність подачі палива секціями насоса регулюється зсувом поворотної втулки плунжера щодо зубчастого сектора. Поворот втулки вліво зменшує, а вправо збільшує подачу палива.

Перевірка ПНВТ на продуктивність

Перевірка насоса на продуктивність проводиться при температурі палива 18—22 ⁰С у основних режимах: пусковому й експлуатаційному.

1. Перевірка продуктивності ПНВТ у пусковому режимі:
 - запустити стенд і встановити швидкість обертання вала 80 \pm 10 об/хв;
 - важелем 19 включити подачу палива за 100 обертів (ходів) у мірні мензурки;

- замірити кількість палива, поданого в мензурки.

Величина пускової подачі палива повинна бути в межах 22-24 см³ за кожний хід плунжера. При відхиленні від норми відрегулювати подачу гвинтом, що обмежує рух важеля управління (регулятора) при положенні, що відповідає мінімальним обертам холостого ходу. Збільшити подачу можна за допомогою гвинта куліси, не порушуючи запасу ходу рейки.

2. Перевірка величини подачі палива ПНВТ при експлуатаційному режимі:

- запустити стенд і встановити швидкість обертання вала 1030±10 об/хв;

- включити подачу палива за 200 обертів (ходів);

- установити важіль насоса в положення максимальної подачі палива й включити подачу палива в мірні мензурки;

- замірити кількість палива, поданого в мензурки. Величина подачі палива повинна бути рівної 23-23,4 см³ за один хід плунжера. При відхиленні від норми відрегулювати подачу гвинтом регулятора.

Результати перевірки паливного насоса високого тиску занести у (табл. 4.3).

Результати перевірки паливного насоса високого тиску Таблиця 4.3

Момент початку подачі палива секціями насоса по куту повороту вала, град	Кількість палива, що подається секціями насоса, см ³ за 200 ходів плунжера	Продуктивність насоса		Вис новок
		У пусковому режимі, см ³ за 100 ходів плунжера	В експлуатац. режимі, см ³ за 200 ходів плунжера	
1.	1.			
2.	2.			
3.	3.			
4.	4.			
5.	5.			
6.	6.			
7.	7.			
8.	8.			

Звіт по кожній перевірці повинен містити:

1. короткий порядок перевірки;
2. таблицю з результатами перевірки;
3. висновок про придатність або непридатність даного приладу до подальшої експлуатації;
4. у випадку непридатності приладу – рекомендації, за допомогою яких регулювань можливе усунення даної несправності.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. По яких параметрах оцінюється технічний стан форсунок?
2. Як проводиться перевірка форсунки на герметичність?
3. Який тиск початку підйому голки (упорскування) повинна мати форсунка двигуна ЯМЗ-236?
4. Як проводиться регулювання форсунки на початок упорскування?
5. Пристрій і робота приладу КП-1609 А.
6. По яких параметрах оцінюється технічний стан насоса високого тиску?
7. Пристрій і робота стенда СТАР-12.
8. Як визначається ступінь нерівномірності подачі палива секціями насоса високого тиску?
9. Як проводиться перевірка на момент подачі палива секціями насоса?
10. Основні регулювання насоса високого тиску.
11. Як проводиться перевірка продуктивності насоса в пусковому й експлуатаційному режимах?
12. Як впливає технічний стан паливних апаратів на роботу двигуна і його надійність?
13. Які операції по системі живлення передбачені при сезонному технічному обслуговуванні ЩО, ТО-2, ТО-2, СО?

4.3. Розробка методичних рекомендацій до проведення лабораторних робіт на діагностичному обладнанні для перевірки дизельної апаратури у двигунах внутрішнього згорання за темою «Перевірка та регулювання форсунок дизельного двигуна»

Лабораторна робота № 2

Тема: «ПЕРЕВІРКА ТА РЕГУЛЮВАННЯ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА»

Мета роботи: засвоєння прийомів перевірки герметичності сполучень форсунок та регулювання тиску впорскування палива на стенді моделі НПАТ-625. Засвоєння симптомів несправностей та методики постановки діагнозу, усунування несправностей.

Програма роботи

1. Ознайомитись з правилами техніки безпеки при виконанні робіт в лабораторії ремонту паливної апаратури, розписатися в реєстраційному журналі і одержати дозвіл на виконання роботи.
2. Ознайомитись з обладнанням робочих місць лабораторії ремонту паливної апаратури.
3. Вивчити параметри основних елементів дизельної паливної апаратури, які контролюються при ТО і у процесі ремонту.
4. Вивчити технологічний процес виявлення несправностей системи живлення діагностуванням насоса високого тиску, підкачувального насоса, форсунок, фільтрів, паливопроводів.
5. Вивчити будову і технічну характеристику обладнання для визначення технічного стану паливної апаратури при ТО, а також випробовування і регулювання після ремонту.
6. Навчитися вибирати, вміти аналізувати конструкцію і обґрунтовувати

вимоги до засобу механізації діагностування, випробовування і регулювання механізмів системи живлення.

7. Навчитися обґрунтовувати пропозиції по модернізації вибраного засобу механізації, згідно вимог технологічного процесу діагностування або випробування.

Теоретичні відомості

Несправності дизельної паливної апаратури в процесі експлуатації порушення нормального робочого процесу двигуна частіше всього пов'язане з несправностями паливної апаратури і її регулюванням. Ознаками несправності паливної апаратури можуть бути важкий запуск дизеля, зниження номінальної потужності і максимального крутного моменту, нестійка робота (перебої), підвищена димність відпрацьованих газів, погіршення економічності тощо. Для забезпечення нормального запуску дизеля колінчастий вал повинен мати певну частоту обертання, а паливо подаватися в суворо визначений момент у необхідній кількості в дрібнодисперсній фазі. Зниження циклової подачі палива відбувається внаслідок утворення повітряних пробок у паливних магістралях і порожнинах, спрацювання деталей паливного насоса, регулятора форсунок або порушення регулювань. Спрацювання прецизійних деталей призводить до збільшення витікання палива через з'єднання і відповідно зменшення кількості впорскуваного палива. Витікання палива через зазор тим сильніше, чим менша частота обертання вала двигуна, оскільки при цьому збільшується тривалість нагнітання і в більшій мірі знижується циклова подача палива, затрудняється запускання дизеля. Неоднакове спрацювання секцій паливного насоса призводить до збільшення нерівномірностей подачі палива і відповідно до перебоїв у роботі. Спрацювання напірного клапана суттєво впливає як на кількість впорскуваного палива, так і на якість його розпилення. Підвищення витікання палива через напірний клапан порушує характеристику впорскування, з'являється підтікання палива через розпилювач форсунки,

паливо згорає не повністю, двигун починає диміти, погіршується економічність, соплові отвори розпилювачів закоксовуються. Підвищене витікання палива через з'єднання "корпус-голка" призводить до зменшення кількості впорскнутого палива, зниження тиску впорскування й погіршення якості розпилювання. Спрацювання кулачкового вала паливного насоса, штовхачів і опорних поверхонь плунжерів призводить до порушення кута випередження подачі палива, спрацювання деталей регулятора - до порушення швидкісних характеристик системи подачі палива, самовільної зміни режиму роботи.

Устаткування та прилади

1. Стенд моделі НПАТ-625 (Рис.4.3).
2. Ручний пневматичний насос.
3. Секундомір.
4. Ключ (14) і викрутка.
5. Форсунки двигунів, що перевіряють, ЯМЗ-238 і КамАЗ-740.
6. Плакати та схеми.

Зміст і порядок виконання роботи

У дизельних двигунах робочий цикл відбувається в результаті стискання повітря, впорскування в нього палива, запалення та згоряння робочої суміші, що утворилася.

Форсунка призначена для впорскування певної кількості дрібно розпиленого палива в камеру згоряння.

Протягом одиничного впорскування палива в циліндр двигуна змінюється тиск впорскування та умови перемішування часток палива з повітрям. На початку й наприкінці впорскування струмінь палива дробиться на порівняно великі краплі, а в середині відбувається найдрібніше розпилювання. Отже швидкість витікання палива через отвори розпилювача форсунки змінюється нерівномірно за весь період впорскування.

Помітний вплив на швидкість витікання початкових і кінцевих порцій

палива в циліндр двигуна здійснюють пружини запірної голки форсунки. При збільшенні стиску пружини розміри краплі палива на початку й наприкінці подачі зменшуються. Це спричиняє збільшення середнього значення тиску в системі живлення, що погіршує роботу двигуна при малій частоті обертання колінчастого вала й цикловій подачі.

Зменшення стиску пружини негативно впливає на процеси згоряння, призводячи до збільшення витрати палива та підвищення задимлення. Оптимальне зусилля стиску пружини рекомендується заводом-виготовлювачем і регулюється в процесі експлуатації на стендах.

Процеси впорскування палива в значній мірі визначаються також технічним станом розпилювача, а саме діаметром його отворів і герметичністю запірної голки. Збільшення діаметра соплових отворів знижує тиск впорскування та змінює будову факела розпилювання палива (рис. 4.3). У факелі розрізняють серцевину 1, що складається з великих краплин і цілих струмків палива, середню зону 2, що складаються з великої кількості великих крапель, зовнішню зону 3, що складається із дрібно розпилених краплин.

Утворення факела та його далекобійність залежать від тиску впорскування, діаметра соплового отвору, щільності й рухливості повітря. Чим більше тиск впорскування й діаметр соплового отвору, тим сильніше проникає факел у глиб камери згоряння. Потоки повітря в камері згоряння відхиляють факел палива, що впорскується, вздовж напрямку свого руху.

Під час експлуатації форсунок варто враховувати, що засмічення або закоксування хоча б одного отвору в багатосопловому розпилювачі призводить до перекручування будови факелів розпилення палива, а в підсумку - до порушення сумішоутворення і процесу горіння.

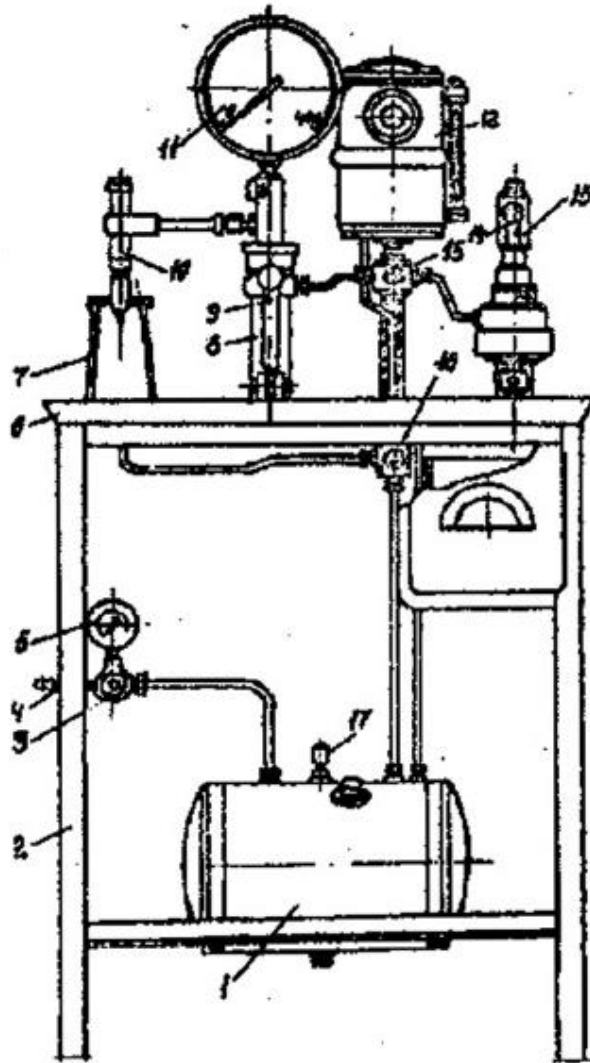


Рис. 4.3. Стенд моделі 625 для перевірки форсунок і плунжерних пар:

1 - паливний бак; 2 - стіл; 3 - голчастий повітряний клапан; 4 – плунжер для підключення стисненого повітря; 5 - повітряний манометр; 6 - ванна; 7 - склянка для установки форсунки, що перевіряється; 8 - прилад для перевірки форсунки; 9 - важіль насосу; 10 - форсунка, що перевіряється; 12 - бачок із паливом; 13 прилад для плунжерних пар; 14 - навантажувальний важіль приладу; 15 – кран подачі палива до приладів; 16 - кран керування; 17- запобіжний клапан.

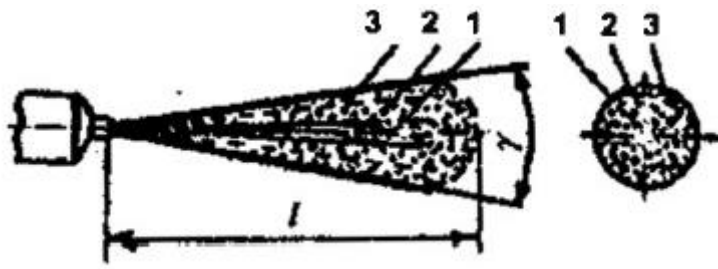


Рис. 4.4. Факел розпилювання палива:

1 - серцевина; 2 - середня зона; 3 - зовнішня зона; l - довжина факела; γ - кут конуса факела

На дизельних двигунах ЯМЗ, КамАЗ і ЗИЛ застосовуються форсунки закритого типу з фіксованим розпилювачем і з гідравлічним керуванням голкою (рис. 4.1). Форсунки зазначених автомобільних дизелів відрізняються незначними конструктивними змінами, способами кріплення в головці циліндрів, а також кількістю соплових отворів розпилювача й величиною тиску підйому голки розпилювача. Двигун КамАЗ-740 має форсунки, розпилювач яких має чотири соплових отвори й тиск підйому голки $18,0 \pm 0,5$ МПа; у двигунів ЯМЗ відповідно отворів чотири й тиски $19,5-20,2$ МПа; у двигуна ЗИЛ-645 - отворів два й тиски $18,5 \pm 0,5$ МПа, у двигуна РАБА-МАН – отвір один, а тиск відповідає 18 МПа.

Регулювання тиску підйому голки розпилювача, залежно від конструкції форсунки, здійснюють регулювальним гвинтом або установкою шайб. Зміна товщини шайб у двигуна КамАЗ-740 на 0,05 мм змінює тиск підйому голки форсунки на 0,30-0,36 МПа.

Вприскування палива новою форсункою супроводжується характерним різким звуком, але якщо у форсунки, що була в роботі, цей звук відсутній, то це не означає, що форсунка несправна.

У випадку закоксування отворів розпилювача варто розібрати форсунку, прочистити деталі дерев'яним шкребком, просоченим дизельним маслом і

промити їх у бензині. Соплові отвори прочистити сталевим дротом діаметром 0,25 мм.

Чистити розпилювач гострими, твердими предметами або наждаковим папером не дозволяється.

При підтіканні палива по конусу розпилювача або заїданні голки варто замінити корпус розпилювача з голкою.

Перед зборкою розпилювач і голку ретельно промити в чистому бензині та змазати попередньо вистояним та профільтованим дизельним паливом.

При затягуванні гайки розпилювача потрібно попередньо піджати розпилювач із упором у конусний торець до повного стиску пружини. Момент затягування розпилювача 70 80 Н·м.

Перш ніж встановити форсунку в головку циліндра, варто очистити від бруду гніздо форсунки та перевірити наявність і стан ущільнювальної шайби (кільця).

Більшість несправностей форсунок виникає в наслідок застосування забрудненого та низькоякісного палива, а також у результаті тривалої роботи двигуна на малій частоті обертання колінчастого вала в режимі холостого ходу.

На малій частоті обертання різко падає тиск впорскування, паливо розпорошується недостатньо, підтікає, не повністю згоряє, відпрацьовані гази здобувають темні кольори, що нерідко супроводжується підгорянням соплових отворів форсунок.

Для перевірки справності форсунки під час роботи необхідно послабити штуцер цієї форсунки, для того, щоб паливо випливало назовні й не надходило у форсунку та на малій частоті обертання колінчастого вала спостерігають за роботою двигуна.

Якщо після вимикання форсунки частота обертання колінчастого вала зменшується, перебої в роботі циліндрів стануть помітнішими та задимленість відпрацьованих газів не зміниться, то форсунка вважається справною. Якщо ж частота обертання та перебої не змінюються, а задимленість газів зменшується,

то це вказує на несправність форсунки. Її варто зняти та відремонтувати.

Несправності форсунок при експлуатації можна виявити лише частково, більшість їх визначають лише під час перевірки за допомогою спеціального устаткування.

Основними ознаками несправності форсунок є:

- ускладнений запуск двигуна - знижений тиск впорскування форсункою палива, розробка її соплових отворів;

- перебої та нерівномірність у роботі циліндрів двигуна - відхилення в регулюванні форсунок;

- втрата двигуном потужності залежить від кількості палива, що подається в циліндри двигуна та протікання процесів запалення та горіння.

Протікання процесів згоряння залежить від тиску відкриття форсунки та її технічного стану.

Перевірити герметичність сполучень форсунки. Перед перевіркою форсунки необхідно підготувати стенд:

- відвернути заливну пробку та заповнити бак через лійку відстояним дизельним паливом, після чого закрутити пробку та закрити кран-трійник;

- відкрити кран бака й за допомогою стисненого повітря заповнити бачок паливом (на 3/4 рівня мірної трубки), закривши потім кран;

- відкрити кран-трійник і випустити повітря з бака (стрілка манометра має показати нуль);

- повернути ручку крана бачка у бік приладу для перевірки форсунки.

Перевірку здійснювати в такій послідовності:

- установити форсунку, на прилад, з'єднавши її штуцер із гайкою приладу;

- відкрити випускний клапан і підкачувати паливо важелем для видалення повітря із трубопроводу й приладу доти, поки не припиниться поява бульбашок повітря, потім випускний клапан закрити

- прокачуючи паливо важелем до початку його надходження із соплових

отворів розпилювача форсунки; відпустити контргайку регулювального гвинта форсунки;

- прокачуючи паливо важелем, повільно закручувати регулювальний гвинт форсунки, піднявши тиск за показниками манометра до 30 МПа;

- зафіксувати за секундоміром час, протягом якого тиск упаде з 28 до 23 МПа (за нормою цей час не менше 17 с);

- перевірити наявність підтікання палива в місцях сполучень форсунки, звернувши особливу увагу на розпилювач (при $P=30-23$ МПа протягом 1-2 хв. Підтікання допускається тільки через отвір регулювального гвинта).

Відрегулювати тиск початку підйому голки та якість розпилення палива форсункою:

- повільно підвищувати тиск у порожнині форсунки важелем, спостерігаючи за показаннями манометра;

- визначити початок підйому голки форсунки по величині тиску, при якому починається впорскування палива;

- довести до норми тиск початку впорскування за допомогою регулювального гвинта й закріпити гвинт контргайкою (тиск початку впорскування палива за нормою $15 \pm 0,5$ МПа);

- зробити кілька хитань у швидкому темпі важелем, спостерігаючи за якістю розпилення (у струмені не має бути згущень і великих крапель; початок і кінець впорскування мають бути чіткими супроводжуватися глухим тріском);

- припинити подачу палива до приладу поворотом ручки крану й скинути тиск у приладі через випускний клапан.

Отримані результати занести в табл. 1, зрівняти з нормативними даними та зробити висновок про технічний стан форсунки.

Параметр, що перевіряється	Одиниця вимірів	Норма за ТУ	Фактично отримано	Примітка
Час падіння тиску з 28 до 23 МПа	с	17...45*		
Тиск підйому голки	МПа	15±0,5		
Якість розпилу	-	Відповідність ТУ		

Примітка. Допустимий час паління тиску до 23 МПа - 17-45 с при кінематичній в'язкості дизельного палива 3,5-6 мм/с і температурі 20°C.

Контрольні запитання

1. З яких стадій складається протікання процесів впорскування палива?
2. Для яких цілей необхідна форсунка, її будова та принцип дії?
3. Які характерні несправності мають форсунки і їхні ознаки?
4. Назвіть симптоми несправностей форсунки. Методика постановки діагнозу.
5. Які існують засоби усунення несправностей форсунки?
6. Назвіть основні несправності паливної апаратури, їх ознаки на роботі дизеля і способи усунення.
7. В яких випадках визначення технічного стану паливної апаратури виконується безрозбірним способом на дизелі?
8. Які прилади і пристрої використовуються для виявлення несправностей складових частин системи живлення, контролюванням їх технічного стану на дизелі?
9. Які параметри і характеристики паливної апаратури перевіряються пристроями, при технічному обслуговуванні і випробуванні стендами, після

ремонту?

10. Яким вимогам повинні відповідати пристрої для діагностування і стенди для випробування дизельної паливної апаратури?

11. Назвіть, обґрунтовані Вами, пропозиції щодо модернізації існуючих засобів механізації технічного сервісу паливної апаратури дизелів.

ІНСТРУКЦІЯ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

До роботи допускаються студенти, що пройшли інструктаж з техніки безпеки при проведенні лабораторних занять і твердо засвоївших вимоги, дійсної інструкції. Проведення робіт повинне бути тільки з дозволу завідувача лабораторією або особи, що заміщає його.

Студент, допущений до роботи з перевірки паливної апаратури дизельних двигунів, відповідає за безпечну роботу й повинен виконувати наступні вимоги:

1. Переконайтеся в справності встаткування й заземлення.
2. Роботу робити справним інструментом.
3. При випробуванні форсунок на якість розпилення необхідно охороняти очі й руки від струменя розпилюючого палива, тому що вона легко пробиває шкіру й може викликати зараження крові.
4. Перед проведенням випробувань паливного насоса всі ручки управління стендом повинні перебувати в нейтральному положенні.
5. Забороняється включати стенд, якщо зняті лицевальні (облицовочні) панелі.
6. Робоче місце повинне бути добре освітлено й мати зручні підходи до стенда.
7. Забороняється користуватися відкритим вогнем у лабораторії.

5 ВИСНОВКИ

Сучасне суспільство розвивається швидкими темпами, а разом з ним розвиваються і технології, орієнтуючись на споживача, враховуючи технічні досягнення в різних галузях, автомобільна промисловість досягає стрімких успіхів на сьогоднішній день.

Нові можливості автомобілів, сучасні розробки та передові технології сприяють покращенню умов управління автомобілем, підвищують безпеку, гарантують комфорт та всебічну інформативність про процеси та явища, що відбуваються довкола вашого транспортного засобу та безпосередньо в ньому.

Підсумовуючи вищенаведене, можна з упевненістю сказати, що майбутнє розвитку автомобільного транспорту полягає у використанні новітніх технологій, які зможуть забезпечити комфортне і безпечне життя людству.

В процесі виконання кваліфікаційного проекту досліджено і розроблено діагностичне обладнання для перевірки дизельної апаратури у ДВЗ, що наочно показує дії фізичних явищ, які діють у системі живлення дизельного ДВЗ.

1.З'ясовано, що за допомогою діагностичного обладнання, яке наочно представляє зміст даної теми, учням краще засвоїти матеріал. Таке обладнання в сукупності з лабораторними заняттями допомагає відтворити дії, про які йде мова на лекціях.

2.Розроблено методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Автомобіль, паливо та ПЗМ» з використанням діагностичного обладнання для перевірки дизельної апаратури.

3. З'ясовано, що кошторис діагностичного обладнання складає 2263 грн (додаток В).

4. Робота даного обладнання опробована у лабораторії автокомплексу КДПУ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. Автомобільні двигуни : навч. підручник. Київ : Арестей, 2004. 438с.
2. Артюх О. М. та ін. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. Запоріжжя : НУ Запорізька політехніка, 2021. 264 с.
3. Березюк О.С. Про засоби формування педагогічного професіоналізму студентів педвузу. Нові технології навчання : наук.-метод. зб. Вип. 23. Київ, 1998. С. 40–46.
4. Великий тлумачний словник сучасної української мови : уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. Київ : Ірпінь : ВТФ «Перун», 2005. 1728 с.
5. Волков В. П., Макаров О. Д., Матейчик В. П. Інжинірінг систем автосервісу : навч. посіб. Харків : ХНАДУ. 2021. 508с.
6. Герасімов Г. Г. Теоретичні основи теплотехніки : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2011, 382 с.
7. Гладій Б.О. Автомати і автоматика. Автоматичне регулювання систем автомобіля. Електронні давачі. Фондова лекція з дисципліни “Електротехніка і електроніка”, Новороздільський політехнічний коледж. 2009. С.79.
8. Гуревич Р. С. Інформаційно-телекомунікаційні технології в навчальному процесі та наукових дослідженнях : навчальний посібник для студентів педагогічних ВНЗ і слухачів інститутів післядипломної педагогічної освіти. Вінниця : ООО «Планер», 2015. 366с.
9. Гутаревич Ю. Ф. Мержиєвська Л. Л., Сирота О. В., Трифонов Д. М. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови : навч. посіб. Київ : НТУ, 2015. 244с.
10. Доценко Н. А. Методика викладання загально технічних дисциплін в умовах інформаційно-освітнього середовища : методичні рекомендації. Миколаїв : Миколаївський національний аграрний університет, 2021.68с.

11. ІвановГ. О.Теорія і методика навчання загально технічних дисциплін :курс лекцій. Миколаїв : Миколаївський національний аграрний університет, 2014.80 с.
12. Інформаційно-освітнє середовище професійно-технічних навчальних закладів: посібник Л. А. Карташова, В. В. Юрженко, А. Г. Гуралюк та ін.; за ред. П. Г. Лузана. Житомир: Полісся, 2017. 124 с.
- 13.Коберник О. М. Методика трудового навчання: проектно-технологічний підхід : Навчальний посібник. Умань : СПД Жовтий, 2018. 216 с.
14. Корогодський В. А., Воронков О. І., Єфремов А. О. Теплотехніка, конспект лекцій. Харків : ХНАДУ, 2016. 244 с.
15. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : підручник. Київ : Знання, 2003. 511с.
- 16.Марченко А. П. та ін. Двигуни внутрішнього згоряння : серія підручників у 6-и томах, Харків : Видавн. центр НТУ, ХПІ, 2004.
17. Мельник Г.М. Навчально-пізнавальна діяльність учнів в умовах проектно-технологічної системи. URL : file:///C:/Users/user/Downloads/Melnuk.pdf.
18. Мороз О.Г. Викладач вищої школи :психолого-педагогічні основи підготовки. Київ: НПУ,2016.206с.
19. Неперервна професійна освіта у документах Європейського Союзу. Київ, 2019. 275 с.
20. Онищенко С. ІКТ в діяльності сучасного вчителя трудового навчання і технологій. URL : <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/12393/1/Onichenko.pdf>.
21. Організація дистанційного навчання в школі : методичні рекомендації. Міністерство освіти і науки України. 2020. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recome ndazii/2020/metodichni%20 rekomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf>.

22. Савченко Л. Аналіз нормативних документів підготовки майбутніх учителів трудового навчання і технологій. Педагогічні науки. Випуск 139.

23. Сушенцева Л., Сушенцев О. Підвищення активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках трудового навчання. Рідна школа. 2000. № 9. С. 70–72.

2018. С. 208–216.

24. Фоменко О. Я., Сахно В. П., Ковальчук Г. О. та ін. Підручник водія. Київ : Літера ЛТД. 2013. 240 с.

25. Форнальчик Є. Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобіля : навч. посіб. Львів : Афіша, 2004. 492с.

26. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згорання : навч. посіб. Харків : Точка, 2014. 148с.

27. Ящук С.М. Професійна підготовка викладача загально технічних дисциплін:теоретичний аспект: навчальний посібник. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2015. 133с.

28. Філатов С., Ботяк В. Актуальні проблеми та перспективи технологічної освіти : матеріали Всеукраїнської наук.-практ.конф. (м. Тернопіль, 20-21 квітня 2023 р.). Тернопіль, 2023.

29. Філатов С., Ботяк В. Підготовка майстра виробничого навчання, викладача професійного навчання до впровадження в освітній процес інноваційних технологій : матеріали Всеукраїнського наук.-метод.семін. (м. Глухів, 3 листопада 2023 р.). Глухів, 2023.

30. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи : навч. посібник. Київ : Академвидав, 2006. С. 93–105.

ДОДАТКИ

Додаток А. Сертифікат учасника VII Всеукраїнського науково-практичної інтернет-конференція «Актуальні проблеми та перспективи технологічної і професійної освіти» м. Тернопіль, 20-21 квітня 2023 р.



Додаток Б. Сертифікат учасника VII Всеукраїнського науково-методичного семінару «Підготовка майстра виробничого навчання, викладача професійного навчання до впровадження в освітній процес інноваційних технологій» м. Глухів, 3 листопада 2023 р.



Додаток В Кошторис на виконання робіт

Кваліфікаційний проект студента факультету дошкільної і технологічної освіти групи ТНІм-22 освітньо-кваліфікаційний рівень магістр спеціальності 014.10 Середня освіта (Трудове навчання і технології) Ботяк Валерія Вікторовича.

РОЗРОБКА І ВИГОТОВЛЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КУРСУ «АВТОСПРАВА» Кваліфікаційний проект			
п/п	Перелік матеріалів	Кількість	Ціна грн.
1	Кутник металевий 40x40x3мм	6м	6*106= 636
2	Скло оргтехнічне 350x270x36мм	1шт.	550
3	Диски пильні для КШМ 125мм	10шт	7*15=105
4	Диск зачесний 125мм	2шт.	2*45=90
5	Фарба зелена спреї — балон	2 шт.	2*84=168
6	Фарба червона спреї — балон	1шт.	84
7	Насос повітряний	1шт.	250
8	Манометр рідинний	1шт.	380

Загальна сума на матеріали	2263 грн
----------------------------	----------

На матеріали було використано 2263 грн, а також 5 робочих днів для виготовлення.