

Міністерство освіти і науки України  
Відокремлений структурний підрозділ “Тернопільський фаховий коледж  
Тернопільського національного технічного університету імені Івана  
Пулюя”

Відділення транспорту та інженерної механіки

(повна назва відділення)

Циклова комісія автомобільного транспорту

(повна назва циклової комісії)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до кваліфікаційної роботи бакалавра

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного  
обслуговування та ремонту паливної апаратури двигунів ТАТА-697  
автобусів сімейства “Еталон”

Виконав студент: II курсу, групи АТб-605

напряму підготовки (спеціальності)

**274 «Автомобільний транспорт»**

**«Автомобільний транспорт»**

(освітньо-професійна програма)

Прачук О.Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Марціяш О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2023

**ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
“ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
імені ІВАНА ПУЛЮЯ”**

Відділення транспорту та інженерної механіки  
Циклова комісія автомобільного транспорту  
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)  
Кваліфікація: бакалавр автомобільного транспорту  
Галузь знань: 27 “Транспорт”  
Спеціальність: 274 “Автомобільний транспорт”  
Освітньо-професійна програма: “Автомобільний транспорт”

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова циклової комісії  
автомобільного транспорту  
\_\_\_\_\_ Микола ВЕНГЕР  
“18” січня 2023 року

**З А В Д А Н Н Я № 12**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

**ГРУПА АТ6-605**

\_\_\_\_\_ Прачука Олександра Євгеновича \_\_\_\_\_

1. Тема кваліфікаційної роботи: Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту паливної апаратури двигунів ТАТА-697 автобусів сімейства “Еталон”.

Керівник кваліфікаційної роботи: викладач автомеханічних дисциплін Марціяш О.М.

Затверджені наказом ВСП “Тернопільський фаховий коледж ТНТУ імені Івана Пулюя” від 16.12.2022р. №4/9-494.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: “22” червня 2023 року.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Технічні характеристики паливної апаратури двигунів ТАТА-697 автобусів. Типові ознаки несправності паливної апаратури двигунів ТАТА-697 автобусів. ТП діагностики та ТО паливної апаратури двигунів ТАТА-697 автобусів. Розрахунок виробничої програми. Аналіз технологічного забезпечення ремонтної зони. Технічні характеристики ремонтного обладнання та оснастки.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити): Загально-технічний розділ. Технологічний розділ. Конструкторський розділ. Охорона праці та безпека життєдіяльності.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень):

1. План дільниці ремонту паливної апаратури (ф. А-1).

2. Системи паливоподачі дизелів і форсунка (СК) (разом ф. А-1).

3. Паливний насос високого тиску (ЗВ) і карта дефектації плунжера паливного насосу високого тиску (разом ф. А-1).

4. Стенд для діагностики форсунок (СК) (ф. А-1).

5. Робочі креслення деталей стенду для діагностики форсунок (разом ф. А-1).

6. Карта технологічна перевірки дизельних форсунок (ф. А-1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека життєдіяльності	Марціяш О.М., викладач		

7. Дата видачі завдання “17” січня 2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	26.01.2023	
2.	Технологічний розділ	01.06.2023	
3.	Конструкторський розділ	08.06.2023	
4.	Охорона праці та безпека життєдіяльності	12.06.2023	
5.	Розробка графічної частини кваліфікаційної роботи бакалавра	20.06.2023	
6.	Представлення кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту	22.06.2023	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Олександр ПРАЧУК  
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Орест МАРЦЯШ  
(ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Прачук О.Є. Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту паливної апаратури двигунів ТАТА-697 автобусів сімейства “Еталон”: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: ВСП “ТФК ТНТУ”, 2023. 88с.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності діагностики і ремонту паливної апаратури двигуна автобуса.

Для досягнення поставленої мети описано характеристика автобуса Еталон; подано загальний опис системи живлення дизелів; приведено характеристика рядного багатосекційного ПНВТ двигуна ТАТА 697 автобуса Еталон; здійснено розрахунок виробничої програми по ТО і ремонту; розраховано об'єкт проектування; описано принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельного двигуна ТАТА-697; описано технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту. Вибрано раціональні способи усунення дефектів, технологію усунення дефектів; побудовано технологічний процес складання і регулювання паливного насосу високого тиску; вибрано технологічне устаткування і оснастку для дільниці; описано призначення і сфера застосування запропонованого стенду. Здійснено аналіз аналогів проєктованого стенду; описано будову і роботу стенду для діагностики форсунок; здійснено відповідні розрахунки в конструкторському розділі; розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; оформлено графічну частину роботи.

Ключові слова: паливна апаратура автобуса, технологічний процес, операція, ремонт, форсунка, деталь, складання, форма організації виробництва, технічне обслуговування паливної апаратури, діагностика ПНВТ.

## ANNOTATION

Prachuk Oleksandr. Technological process efficiency improvement of maintenance and repair of fuel equipment of TATA-697 engines of Etalon buses: qualification thesis for Bachelor's Degree in the specialty 274 Motor Vehicle Transport. Ternopil: Separate Structural Subdivision "Ternopil Professional College of Ternopil Ivan Puluj National Technical University", 2023. 88c.

The qualification thesis is devoted to improving the efficiency of diagnostics and repair of bus engine fuel equipment.

To achieve this goal, the characteristics of the Etalon bus are described; a general description of the diesel fuel system is given; the characteristics of the in-line multi-section fuel pump of the TATA 697 engine of the Etalon bus are given; the calculation of the production program for maintenance and repair is carried out; the design object is calculated; the principle of operation and operating conditions of the devices of the TATA-697 diesel engine power system are described; the technical conditions for defecting the parts of the unit, the name and methods of detecting the defect are described. Rational methods of defect elimination, technology for defect elimination are selected; the technological process of assembly and adjustment of the high-pressure fuel pump is built; technological equipment and tooling for the site are selected; the purpose and scope of the proposed stand are described. The analysis of analogs of the designed stand is carried out; the structure and operation of the stand for diagnostics of injectors are described; the corresponding calculations in the design section are carried out; the issues of labor protection and safety in emergency situations are considered; the graphic part of the work is designed.

Keywords: bus fuel equipment, technological process, operation, repair, injector, part, assembly, form of production organization, maintenance of fuel equipment, diagnostics of fuel injectors.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Характеристика автобуса Еталон.....	8
1.2 Загальний опис системи живлення дизелів.....	15
1.3 Характеристика дизельного палива.....	16
1.4 Характеристика рядного багатосекційного ПНВТ двигуна ТАТА 697 автобуса Еталон.....	17
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>20</b>
2.1 Розрахунок виробничої програми по ТО і ремонту.....	20
2.1.1 Вибір і корегування нормативів.....	21
2.1.2 Визначення кількості ТО і КР автобуса за цикл.....	24
2.1.3 Розрахунок коефіцієнтів технічної готовності і використання автобусів.....	25
2.1.4 Визначення річного пробігу автобусів.....	27
2.1.5 Розрахунок коефіцієнтів переходу від циклу до року.....	27
2.1.6 Визначення кількості ТО і КР автобусів за рік.....	27
2.1.7 Визначення змінної програми ТО автобусів.....	28
2.1.8 Визначення річного обсягу робіт з ТО і ремонту автобусів.....	29
2.1.9 Визначення обсягу робіт по самообслуговування СПД.....	30
2.2 Розрахунок об'єкта проектування.....	32
2.2.1 Розподіл обсягу робіт для визначення розрахункових даних.....	32
2.2.2 Розрахунок кількості робітників.....	33
2.3 Організація робіт на дільниці і схема технологічного процесу.....	34
2.4 Принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельного двигуна ТАТА-697.....	36

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Прачук О.Є.			Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту паливної апаратури двигунів ТАТА-697 автобусів сімейства "Еталон"	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Марціяш О.М.				5	88	
Реценз.						<i>ВСП «ТФК ТНТУ» АТб-605</i>		
Н. Контр.		Залуцька Н.В.						
Затверд.								

2.5 Технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту.....	49
2.6 Вибір раціональних способів усунення дефектів, технології усунення дефектів.....	56
2.7 Технологічний процес складання і регулювання паливного насосу високого тиску.....	62
2.8 Вибір технологічного устаткування і оснастки для дільниці.....	66
2.9 Розрахунок площі дільниці.....	69
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>71</b>
3.1 Призначення і сфера застосування запропонованого стенду.....	71
3.2 Аналіз аналогів проєктованого стенду.....	72
3.3 Будова і робота стенду для діагностики форсунок.....	73
3.4 Розрахункова частина конструкторського розділу.....	75
3.4.1 Вибір електродвигуна.....	75
3.4.2 Розрахунок діаметру кулачкового валу.....	76
3.4.3 Розрахунок вала на згин і кручення.....	77
3.4.4 Вибір підшипників кочення.....	78
3.4.5 Кінцеве компонування та розробка складального і деталювального креслень.....	78
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ.....</b>	<b>79</b>
4.1 Техніка безпеки при виконанні технічного процесу у відділенні та санітарно гігієнічні вимоги.....	79
4.2 Техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних робіт.....	82
4.3 Основні вимоги пожежної безпеки.....	83
4.4 Розрахунок штучного освітлення.....	84
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>87</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....</b>	<b>88</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>89</b>

## ВСТУП

Система технічного обслуговування і ремонту покликана забезпечити надійність, безвідмовність, довговічність промислового транспорту. Передбачати виконання з встановленою періодичністю різних видів обслуговування та планових ремонтів, як поточний та капітальний [2, ст.9].

Підвищення ефективності заходів з ремонту та відновлення автомобільних деталей сприяє підвищенню продуктивності, забезпечення надійності і стійкості експлуатаційної роботи промислового транспорту. Витрати праці на ремонт і утримання промислового транспорту досить значні. Роль ремонтної індустрії і залежність від неї основної діяльності транспорту збільшується у зв'язку з ростом цін на новий рухомий склад. Велике значення в економічній ефективності ремонту автомобілів має використання залишкового ресурсу деталей. Близько 70...75% деталей автомобілів та їх агрегатів, що пройшли термін служби до першого капітального ремонту, мають залишковий ресурс і можуть експлуатуватися надалі або без ремонту, або після проведення ремонтних робіт невеликого об'єму. Основну частину деталей автомобіля (40...45%) можна використовувати повторно тільки після відновлення. Забезпечення надійності та безпеки засобів технічного транспорту, економічної ефективності їх застосування є важливими завданнями, як на стадії виготовлення, так і в умовах експлуатації технічних засобів [3, ст.90].

Метою даної роботи є розробка технологічного процесу ремонту ПНВТ дизельного двигуна, який має широке застосування в автобусах сімейства Еталон.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7



# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика автобуса Еталон



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд автобуса Еталон

БАЗ-А079 «Еталон» — автобус малого класу, призначений для перевезення пасажирів на міських, приміських і міжміських комерційних маршрутах. Автобус з 2002 року випускається на Бориспільському автозаводі (БАЗ), який розташований у селі Проліски Бориспільського району Київської області.

Частина автобусів випускається на Чернігівському автозаводі. «Еталон» базується на індійському шасі TATA LPT-613 Bus, що є ліцензійним продуктом концерну «Daimler», і оснащений дизельним двигуном, що розвиває потужність 130 к.с. [18].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Перші два серійних автобуса БАЗ-А079 зійшли з конвеєра заводу 1 жовтня 2002 року, хоча сама модель була створена трохи раніше конструкторами ВАТ «Укравтобуспром». У майстернях ВАТ «Укравтобуспром» було побудовано кілька дослідних зразків, які відрізнялися від серійних машин профілем скління кузова, формою бамперів, зовнішніми дзеркалами заднього виду. Дослідні автобуси мали на капоті емблему ВАТ «Укравтобуспром». Один з досвідчених автобусів було презентовано на автосалоні SIA'2002 [17].

У 2003 році БАЗ розширив лінійку своєї продукції. З'явилися нові модифікації автобуса А079, які були представлені на автосалоні SIA'2003. Була розроблена модифікація моделі А079 з подовженою колісною базою, а також шкільні автобуси. Останні були обладнані проблисковими маячками на даху, звуковим сигналом, який спрацьовує при відкриванні дверей, внизу під сидіннями були встановлені підставки під портфелі [18].

У листопаді 2005 року автобуси БАЗ-А079 стали випускатися на Чернігівському автозаводі. Це було пов'язано, перш за все, з розширенням модельного ряду і збільшенням попиту на продукцію.

З початку 2006 року автобуси БАЗ-А079 стали оснащувати двигуном, доведеним до нормативів Євро-2, що призвело до зміни індексу модифікацій. При цьому зовні автобус зазнав лише незначних змін — зменшилося перше вікно салону по лівому борту зі збільшенням міжвіконної стійки між ним і водійськими дверима, з'явилися вертикальні решітки-повітрозабірники за останнім вікном по обох бортах [18].

У вересні 2008 року міські і приміські модифікації отримали БАЗ-А079 нове ім'я "Пролісок", а міжміські - "Мальва". З 2008 року автобуси БАЗ-А079 стали оснащувати двигуном, доведеним до нормативів Євро-3.

В грудні 2008 року виробництво було зупинено у зв'язку з економічною кризою. З квітня 2009 року виробництво було відновлено.

Ведуться роботи по доведенню двигуна до нормативів Євро-4 [18].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

У вересні 2009 року було презентовано нову модель автобуса БАЗ-А079.45, пристосованого для перевезення осіб з обмеженими руховими можливостями та обладнаного площадкою підйомною автомобільною моделі ППА-150. Основні характеристики ППА-150:

- \* вантажопідйомність, не більше 350 кг;
- \* швидкість підйому/опускання 0,15 м/с;
- \* привід електро-гідролічний.

Площадка для інвалідної коляски розкладається в робоче положення вручну. Підйом і опускання площадки здійснюється за допомогою дистанційного пульта управління.

На початку 2010 року пройшли весь комплекс випробувань та були сертифіковані нові моделі спеціалізованих шкільних автобусів БАЗ-А079.13ш та БАЗ-А079.24ш (пасажиромісткістю 25 та 29 місць відповідно). Шкільні автобуси БАЗ-А079 сертифіковані згідно з національним стандартом України ДСТУ 7013:2009, виданим Державним автотранспортним науково-дослідним і проектним інститутом (ДержавтотрансНДІпроект) Міністерства транспорту та зв'язку України, та відповідають усім чинним в Україні вимогам до спеціалізованих автобусів, призначених для перевезення учнів шкіл та педагогічних працівників [17].

З 1 червня 2010 року гарантійний період експлуатації автобусів БАЗ-А079 "Еталон" зріс на 12 місяців та на 10 000 км пробігу і становить відповідно 24 місяці або 50 000 км, в залежності від того, який з цих показників настане раніше.

В 2010 році представлено БАЗ-А081.10, який має замінити БАЗ-А079.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



ХОДОВА	
Передня підвіска	залежна, ресорна на 2 напівеліптичних ресорах з телескопічними амортизаторами 2-сторонньої дії і стабілізатором поперечної стійкості
Задня підвіска	залежна, ресорна на 2 напівеліптичних ресорах з телескопічними амортизаторами 2-сторонньої дії і стабілізатором поперечної стійкості
Шасі	ТАТА LP-613/38 BUS
Шини	215/75 R17,5
ОРГАНИ КЕРУВАННЯ	
Рульове управління	з гідропідсілювачем
Робоча гальмівна система	пневматична, двоконтурна з АБС
Стоянкова гальмівна система	з пружинними енергоакумуляторами
КУЗОВ	
Тип	рамний, з переднім розташуванням двигуна
Пасажи́рські двері	одностулкові з пневматичним приводом

Автобус БАЗ-А079 розрахований на 30-40 місць (залежно від модифікації), салон відділений від кабіни неповною перегородкою і поручнями. Кількість пасажирських дверей варіюється залежно від модифікації. Кількість і тип сидінь в салоні також різне в різних модифікаціях моделі.

Міські модифікації мають трирядне компонування сидінь, дві автоматичні двері з пневматичним приводом. Приміські і міжміські модифікації мають чотирирядне компонування сидінь, передні двері можуть бути як

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

автоматичними (поворотні або притискного типу "Пантограф"), так і ручного відкривання, задні двері аварійного виходу — механічні (ручне відкривання). Салон автобуса обшитий декоративним пластиком «під дерево». У міжміських автобусах сидіння встановлені на «подіумі», в задньому звісі є багажник, а над сидіннями в салоні — багажні полиці. Стеля і багажні полиці у міжміських автобусах обшиті тканиною. Також у міжміських модифікаціях встановлюється магнітола з динаміками в салоні. [16]

Таблиця 1.2 – Модифікації автобусів Еталон

Марка «Еталон», модель	Тип сидінь, Кількість місць	Комплектація
БАЗ-А079.14 "Пролісок" (міський)	20 напівм'яких сидінь в 3 ряди	Стандарт (передні та задні двері — пневматичні, оббивка салону — «пластик під дерево», дв. ЄВРО2 + ABS) Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.
БАЗ-А079.13 "Пролісок" (приміський)	25 м'яких нерегульованих сидінь в 4 ряди	Стандарт (передні двері — пневматичні, задні - запасний вихід, шторки, оббивка салону — «пластик під дерево») + дв.ЄВРО2 + ABS Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.
БАЗ-А079.14 "Пролісок" (приміський)	23 м'яких нерегульованих сидінь в 4 ряди	Стандарт (передні та задні двері — пневматичні, шторки, оббивка салону — «пластик під дерево») + дв.ЄВРО2 + ABS Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.

Продовження таблиці 1.2

БАЗ-А079.19 "Мальва" (міжміський)	25 м'яких нерегульованих / регульованих сидінь	Стандарт (Пасажи́рські двері — пневматичні, припіднята підлога, шторки, багажні полиці, оббивка салону:
-----------------------------------	--	---

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

*(**)	в 4 ряди	стеля, багажні полиці — тканина, боковини — «пластик під дерево», магнітола, 4 динаміки) + дв.ЄВРО2 + ABS Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.
БАЗ-А079.23 "Мальва" (Турист) *(**)	29 м'яких нерегульованих / регульованих сидінь в 4 ряди	Стандарт (Припіднята підлога, шторки, багажні полиці, оббивка салону: стеля, багажні полиці — тканина, боковини — «пластик під дерево», магнітола, 6 динаміків) + дв.ЄВРО2 + ABS Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.
БАЗ-А079.24 "Мальва" (Турист) *(**)	29 м'яких нерегульованих / регульованих сидінь в 4 ряди	Стандарт (Пасажирські двері — пневматичні, припіднята підлога, шторки, багажні полиці, оббивка салону: стеля, багажні полиці — тканина, боковини — «пластик під дерево», магнітола, 6 динаміків) + дв.ЄВРО2 + ABS Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.

Продовження таблиці 1.2

БАЗ-А079.25 "Мальва" (Турист-Люкс) (**)	29 м'яких регульованих сидінь в 4 ряди	Люкс (Пасажирські двері — пневматичні (пантограф), припіднята підлога, шторки, багажні полиці, оббивка салону —
--	--	---

		тканина, система гучного зв'язку, сидіння водія на пневмо-подушці «Пілот», відео-система DVD, магнітола, 6 динаміків, тахограф) + дв. ЄВРО2 + ABS Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.
БАЗ-А079.45 "Пролісок" (автобус пристосований для перевезення осіб з обмеженими руховими можливостями)	15 напівм'яких сидінь в 3 ряди (заг. к-сть місць з кріслом коляскою — 36 без крісла коляски — 41)	Стандарт (передні та задні двері — пневматичні, оббивка салону — «пластик під дерево», дв.ЄВРО2 + ABS) Гарантія 2 роки або 50 000 км пробігу.

## 1.2 Загальний опис системи живлення дизелів

На відміну від карбюраторних двигунів, у циліндри яких надходить з карбюратора готова пальна суміш, у дизелів пальна суміш утворюється безпосередньо в циліндрах, куди паливо і повітря подаються окремо. Ця відмінність визначає особливості будови системи живлення дизелів [15].

Внаслідок особливостей робочого процесу і головним чином застосування високого ступеня стиску дизелі вигідно відрізняються від карбюраторних двигунів меншою (на 30-35 %) витратою палива. Цим пояснюється широке застосування дизелів на важких вантажних автомобілях.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Усі ці дизелі уніфіковані, тобто багато деталей кривошипно-шатунного і газорозподільного механізмів (гільзи циліндрів, поршні, шатуни, вкладиші, клапани), а також окремі прилади системи живлення в них однакові [15].

### 1.3 Характеристика дизельного палива

Як і бензин, дизельне паливо являє собою суміш, яку дістають внаслідок переробки нафти, рідких вуглеводнів з різними температурами кипіння. Дизельне паливо повинне відповідати таким основним вимогам: мати певний фракційний склад і в'язкість, дуже низькі температури застигання й самозаймання, по можливості менший період затримки займання, малий вміст органічних кислот і сірки, не мати механічних домішок і води [14].

Для забезпечення якісного утворення суміші дизельне паливо повинне мати певний фракційний склад. Дизельне паливо повинне мати повну в'язкість, щоб забезпечити мащення паливної апаратури. Якщо в'язкість недостатня, погіршуються умови мащення тертьових деталей. Дуже висока в'язкість утруднює подачу і вприскування палива в циліндри дизеля [15].

Низька температура застигання забезпечує надійну роботу автомобіля взимку, а низька температура самозаймання — легкий запуск холодного двигуна.

Для забезпечення м'якої роботи дизеля треба, щоб під час згоряння палива тиск у циліндрах наростав плавно, а це можливо лише тоді, коли паливо займається відразу після надходження в циліндри перших його частинок. Запізнення загоряння призводить до одночасного згоряння значної кількості палива, що спричиняє різке збільшення тиску і жорстку роботу двигуна.

Період затримки загоряння палива характеризується цетановим числом, яке визначається процентним вмістом (за об'ємом) цетану в такій суміші його з альфаметилнафталіном, яка рівноцінна випробуваній суміші стосовно жорсткості роботи двигуна. Цетан — вуглеводень з найменшою, а

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

альфаметилнафталін — вуглеводень з найбільшою межами затримки загоряння палива, які приймаються за еталон. Чим більше цетанове число, тим м'якша робота двигуна».

Корозійні властивості палива залежать від кількості органічних кислот і сірки, процентний вміст яких суворо обмежений.

Вміст механічних домішок і води в дизельному паливі недопустимий, оскільки перші спричиняють посилене спрацювання тертьових деталей паливної апаратури і забруднення а друга призводить до утворення льоду в паливо-проводах у холодну пору року

Марки дизельного палива: Основні марки автомобільного дизельного палива— ДА (арктичне), ДЗ (зимове) і ДЛ (літне)» Вони відрізняються одне від одного в основному фракційним складом і температурою застигання: чим нижча навколишня температура, тим більше в паливі легких фракцій і нижча температура його застигання.

#### **1.4 Характеристика рядного багатосекційного ПНВТ двигуна ТАТА 697 автобуса Еталон**

Типовим прикладом конструкції рядного паливного насоса високого тиску є насос дизеля ТАТА 697, що складається з шести однакових секцій. У нижній частині корпусу 7 насоса на двох радіально-упорних кулькових підшипниках, ущільнених самопідтискними сальниками, встановлений кулачковий вал 1 з шестірнею приводу регулятора.

На кулачковому валу є профільовані кулачки для кожної насосної секції та ексцентрик для приведення в рух паливопідкачувального насоса, який кріпиться до привалкової площини насоса високого тиску. У перегородці корпусу проти кожного кулачка встановлені роликові штовхачі 20. Осі роликів 21 своїми кінцями входять у пази корпусу насоса, запобігаючи прокручуванню штовхачів.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



відводиться каналом 8, у передньому кінці якого під ковпаком встановлений перепускний клапан. Якщо тиск у каналах перевищує 0,16-0,17 МПа, клапан відкривається і перепускає частину палива в бак. Повітря, що потрапило в канали насоса, випускається через отвір, який закривається випускною пробкою. На торець гільзи 13 притертою поверхнею торця спирається сідло нагнітального клапана 11. Сідло притиснуте до гільзи плунжера штуцером через ущільнювальну прокладку. Нагнітальний клапан 11 складається з головки із замковою конічною фаскою, розвантажувального поясочка і хвостовика з прорізами для проходу палива. Зверху на клапан встановлена пружина 10, яка притискує його до сідла. Верхній кінець пружини впирається у виступ упора.

При обертанні кулачкового вала 1 насоса виступ кулачка набігає на роликівий штовхач 20, який через болт тисне на плунжер і переміщує його вгору. Коли виступ кулачка виходить з-під ролика штовхача, пружина 17, що упирається в тарілки 2 і 4, повертає плунжер у вихідне положення. При переміщенні рейки 3 вздовж її осі втулка 16 повертається на гільзі і, діючи на виступи 17 плунжера, повертає його, внаслідок чого змінюється кількість палива, що подається до форсунок. Хід рейки обмежується стопорним гвинтом 2, що входить в її подовжній паз. Задній кінець рейки сполучений з тягою 10 регулятора частоти обертання колінчастого вала, встановленого в корпусі 9. Виступаючий з насоса передній кінець рейки закритий заплomboваним ковпачком, в який вкручений гвинт 2 обмеження потужності двигуна при обкатуванні автомобіля. Для випередження впорскування палива в циліндри дизеля залежно від частоти обертання його колінчастого вала в передній частині насоса встановлена відцентрова муфта [8, ст.8].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Розрахунок виробничої програми по ТО і ремонту

Виробнича програма СПД по ТО і ремонту характеризується числом технічних обслуговувань, які плануються на рік чи зміну. Сезонне обслуговування автомобілів проводиться два рази в рік і як правило, із ТО-2. Для ПР, який виконується по потребі число впливів не визначається, а визначається річний пробіг автомобілів. Оскільки виробнича програма в СПД розраховується на рік, то в даному дипломному проекті річну виробничу програму доцільно розраховувати цикловим методом, при цьому під циклом розуміють пробіг автомобіля від початку експлуатації до капітального ремонту. Цикловий метод розрахунку виробничої програми передбачає види і коригування нормативів періодичності ТО-1, ТО-2, пробігу до КР, розрахунок кількості ТО і КР за циклом, визначення коефіцієнта переходу від циклу до року і на його основі перерахунок кількості ТО і КР для всього СПД на рік. Вихідні дані для розрахунку виробничої програми приведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Вихідні дані виробничої програми

Марка ДТЗ	Аі авт.	Лсд. км	Умови експлуатації і режим роботи ДТЗ		
			КУЕ	Др. Дні	Тн. Год
Еталон	280	184	2	305	8

При розрахунках приймаємо наступні позначення:

Аі — спискова кількість автомобілів;

Лсд - середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу;

Л- пробіг до ремонту або ТО одиниці рухомого складу;

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

N - число КР або ТО на одиницю рухомого складу за цикл або за рік;

Д - число днів простою одиниці рухомого складу в ТО або ремонті.

При величинах L, N і Д використовуються індекси, які характеризують вид ремонту і ТО:

КР - капітальний ремонт;

ЩО - щоденне технічне обслуговування;

ТО-1 - перше технічне обслуговування;

ТО-2 - друге технічне обслуговування;

СО - сезонне обслуговування.

Виробнича програма є основою для визначення річних обсягів робіт по ТО і ремонту необхідної кількості виробничого персоналу, вибору методу ТО і ремонту автомобілів і технологічного устаткування зон і ремонтних діляниць СПД [10, ст.8].

### 2.1.1 Вибір і корегування нормативів

Згідно «Положення про ТО і ремонт транспорту» періодичність ТО1 і ТО2 для автобуса Еталон становить:

$$L_{\text{ТО-1}^{\text{н}}} = 5000 \text{ км}$$

$L_{\text{ТО-1}^{\text{н}}}$  – нормативна періодичність до ТО1.

$$L_{\text{ТО-2}^{\text{н}}} = 20000 \text{ км}$$

$L_{\text{ТО-2}^{\text{н}}}$  - нормативна періодичність до ТО2.

Трудомісткість технічних впливів ТО1 і трудомісткості ПР для автомобіля становить:

$$T_{\text{ЩО}^{\text{н}}} = 0,30 \text{ люд/год.}$$

$T_{\text{ЩО}^{\text{н}}}$  – нормативна трудомісткість проведення одного ЩО

$$T_{\text{ТО-1}^{\text{н}}} = 2,3 \text{ люд/год.}$$

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$T_{TO-1}^H$  - нормативна трудомісткість проведення одного ТО1

$T_{TO-2}^H = 9,2$  люд/год

$T_{TO-2}^H$  - нормативна трудомісткість проведення одного ТО2

$T_{PR}^H = 2,8$  люд/год

$T_{PR}^H$  - нормативна трудомісткість проведення одного ПР

Одного ЩО

$$T_{\text{ЩО}} = T_{\text{ЩО}}^H \cdot k_M \quad (2.1)$$

$k_M$  – коефіцієнт механізації робіт ЩО

$$k_M = 1 - \frac{M}{100} \quad (2.2)$$

$M$  – механізовані роботи в ЩО

$M = 37\%$  [1]

$$k_M = 1 - \frac{37}{100}$$

$k_M = 0,63$

$T_{\text{ЩО}} = 0,30 \cdot 0,63 = 0,189$  люд/год

Сезоне обслуговування становить 20% від трудомісткості ТО-2, тобто:

$$T_{\text{СО}} = 0,2 \cdot T_{TO-2}^H \quad (2.3)$$

$T_{\text{СО}} = 0,2 \cdot 9,2 = 1,84$  люд/год

Пробіг автобуса Еталон до КР.

$L_{\text{КР}}^H = 130000$  км

$L_{\text{КР}}^H$  – нормативний пробіг автомобіля Еталон до КР

Згідно Положення про технічне обслуговування і ремонту рухомого складу автобуса під час ТО становить:

$D_{\text{ТО ПР}} = 0,15$  днів/1000км

$D_{\text{ТО ПР}}$  – час простою автобуса в ТО і ПР

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$D_{кр} = D_{кр}^н + D_{д} \text{ днів} \quad (2.4)$$

$D_{кр}^н$  – нормативний час простою автобуса Еталон в кап ремонті.

$D_{д}$  – час на доставку автобуса в АРЗ і зворотнього напрямку, днів.

$$D_{кр}^н = 12 \text{ днів}$$

$$D_{д} = 0,1 \dots 0,2 \cdot D_{кр}^н$$

$$D_{д} = 1,2 \text{ днів}$$

$$D_{кр} = 12 + 1,2 = 13 \text{ днів}$$

Періодичність ТО може бути зменшена в наслідок дорожньо транспортних засобів. до 20% в залежності від умов експлуатації ДТЗ. Згідно із завданням КП автобус Еталон даного ПП експлуатується в (II) категорії умов експлуатації (КУЕ)то - відкореговані нормативи періодичності і пробігу до КР становить:

$$L'_{то-1} = L_{то-1}^н \cdot k \quad (2.5)$$

$k$  – коефіцієнт корегування нормативу в залежності від (КУЕ) ДТЗ

$$k = 0,9$$

$L_{то-1}^н$  – нормативний пробіг до ТО1, км

$L'_{то-1}$  – відкорегований пробіг до ТО1, км

$$L'_{то-1} = 5000 \cdot 0,9 = 4500 \text{ км}$$

$$L'_{то-2} = L_{то-2}^н \cdot k \text{ км} \quad (2.6)$$

$L_{то-2}^н$  – нормативний пробіг ТО2, км

$L'_{то2}$  – відкорегований пробіг до ТО2, км

$$L'_{то-2} = 20000 \cdot 0,9 = 18000 \text{ км}$$

$$L'_{кр} = L_{кр}^н \cdot k \text{ км} \quad (2.7)$$

$L_{кр}^н$  – нормативний пробіг КР, км

$L'_{кр}$  – відкорегований пробіг до КР, км

$$L'_{кр} = 130000 \cdot 0,9 = 117000 \text{ км}$$

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23



Відкореговані величини періодичності ТО і пробігу до КР перевіряють в кратності середньодобового пробігу (L<sub>сд</sub>) з наступними заокругленням їх до цілих сотих кілометрів тобто необхідно визначити цілі числа а, б, с:

$$a = \frac{L'_{\text{то-1}}}{L_{\text{сд}}} \quad (2.8)$$

$$a = \frac{4500}{184} = 24$$

Звіти від корегована періодичність пробігу до ТО1 з врахуванням середньодобового пробігу становить:

$$L_{\text{то-1}} = L_{\text{сд}} \cdot a \text{ км} \quad (2.9)$$

$$L_{\text{то-1}} = 184 \cdot 24 = 4416 \text{ км}$$

Аналогічно визначаємо від корегована періодичність до ТО2 і пробігу до КР.

$$b = \frac{L'_{\text{то-2}}}{L_{\text{то-1}}} \quad (2.10)$$

$$b = \frac{18000}{4416} = 4$$

$$L_{\text{то-2}} = L_{\text{то-1}} \cdot b \text{ км} \quad (2.11)$$

$$L_{\text{то-2}} = 4416 \cdot 4 = 17664 \text{ км}$$

$$c = \frac{L'_{\text{кр}}}{L_{\text{то-2}}} \quad (2.12)$$

$$c = \frac{117000}{17664} = 6,6$$

$$L_{\text{кр}} = L_{\text{то-2}} \cdot c \text{ км} \quad (2.13)$$

$$L_{\text{кр}} = 17664 \cdot 6,6 = 90896 \text{ км}$$

### 2.1.2 Визначення кількості ТО і КР автобуса за цикл

Визначаємо кількість КР за цикл.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$N_{кр}^{II} = \frac{L_{ц}}{L_{кр}} \quad (2.14)$$

$L_{ц}$  – від корегована величина за цикл

$$L_{кр} = L_{ц} = 90896 \text{ км}$$

$$N_{кр}^{II} = \frac{90896}{90896} = 1$$

$$N_{ТО-2}^{II} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-2}} - N_{кр}^{II} \quad (2.15)$$

$$N_{ТО-2}^{II} = \frac{90896}{13984} - 1 = 5,5$$

$$N_{ТО-1}^{II} = \frac{L_{ц}}{L_{ТО-1}} - (N_{кр}^{II} + N_{ТО-2}^{II}) \quad (2.16)$$

$$N_{ТО-1}^{II} = \frac{90896}{4416} - (1 + 5,5) = 19,5$$

Кількість ЩО визначається з розрахунку того що прибирально - мийні роботи рекомендуються проводити кожного дня в міжзмінний час

$$N_{ЩО}^{II} = \frac{L_{ц}}{L_{сд}} \quad (2.17)$$

$$N_{ЩО}^{II} = \frac{90896}{184} = 494$$

### 2.1.3 Розрахунок коефіцієнтів технічної готовності і використання автобусів

Коефіцієнт технічної готовності визначаємо за допомогою формули:

$$\alpha_{т} = \frac{Дец}{Дец + Дрц} \quad (2.18)$$

де, Дец – кількість днів експлуатації автобуса за цикл.

Дрц – кількість днів простою автобуса в ТО і ремонті за цикл

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

В розрахунку КП прийняти що кількість днів автобуса за цикл дорівнює кількості щоденному обслуговування за цикл тобто:

$$D_{\text{ец}} = N_{\text{щод}} \cdot \alpha = 494 \text{ днів}$$

$$D_{\text{рц}} = D_{\text{кр}} + \frac{D_{\text{то пр}} \cdot L_{\text{ц}}}{1000} \cdot k_{\text{зп}} \quad (2.19)$$

$k_{\text{зп}}$  – коефіцієнт зниження простою автобуса в ТО-2 і ПР за рахунок часткового виконання в міжзмінний час.

$$k_{\text{зп}} = 1,5$$

$$D_{\text{рц}} = 13 + \frac{0,15 \cdot 90896}{1000} \cdot 1,5 = 33 \text{ днів}$$

Отже,

$$\alpha_{\text{т}} = \frac{494}{494 + 33} = 0,94$$

Коефіцієнт використання парку визначаємо наступним чином

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{\alpha_{\text{т}} \cdot D_{\text{р}}}{D_{\text{к}}} \cdot k_{\text{зв}}, \quad (2.20)$$

де  $D_{\text{р}}$  – кількість робочих днів за рік

$D_{\text{к}}$  – кількість календарних днів

$$D_{\text{к}} = 365 \text{ днів}$$

$$D_{\text{р}} = 305 \text{ днів}$$

$k_{\text{зв}}$  – коефіцієнт зниження використання автобуса з експлуатаційних причин

$$k_{\text{зв}} = 0,93 \dots 0,95$$

$$k_{\text{зв}} = 0,95$$

$$\alpha_{\text{п}} = \frac{0,94 \cdot 305}{365} \cdot 0,95 = 0,75$$

## 2.1.4 Визначення річного пробігу автобусів

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Річний пробіг автобусів визначаємо для розрахунку річного обсягу робіт з ПР.

$$L_{rp} = D_k \cdot \alpha_p \cdot L_{cd} \cdot A_i \quad (2.21)$$

$L_{rp}$  – річний пробіг автобуса

$A_i$  – наявність автобуса в ПП

$$L_{rp} = 365 \cdot 0,75 \cdot 184 \cdot 280 = 14103600 \text{ км}$$

### 2.1.5 Розрахунок коефіцієнтів переходу від циклу до року

Виробничу програму в СПД розраховують на рік для ТО вона визначається як добуток кількості впливів даного виду ТО на трудомісткість даного виду впливів а для поточного ремонту як добуток річного пробігу автомобілів і питома трудомісткості ПР [11]

Коефіцієнт переходу від циклу до року визначаємо за формулою:

$$\eta_p = \frac{365 \cdot \alpha_p}{D_{ци}} \quad (2.22)$$

$\eta_p$  – коефіцієнт від циклу до року

$$\eta_p = \frac{365 \cdot 0,75}{494} = 0,5$$

### 2.1.6 Визначення кількості ТО і КР автобусів за рік

Визначаємо кількість КР за рік.

$$N_{кр}^p = N_{кр}^{ци} \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (2.23)$$

$$N_{кр}^p = 1 \cdot 0,5 \cdot 280 = 140 \text{ обслуговувань}$$

Визначаємо кількість ТО за рік. [11].

$$N_{щО}^p = N_{щО}^{ци} \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (2.24)$$

$$N_{щО}^p = 494 \cdot 0,5 \cdot 280 = 69160 \text{ обслуговувань}$$

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$N_{TO-1P} = N_{TO-1H} \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (2.25)$$

$$N_{TO-1P} = 19,5 \cdot 0,5 \cdot 280 = 2730 \text{ обслуговувань}$$

$$N_{TO-2P} = N_{TO-2H} \cdot \eta_p \cdot A_i \quad (2.26)$$

$$N_{TO-2P} = 5,5 \cdot 0,5 \cdot 280 = 770 \text{ обслуговувань}$$

$$N_{CO^P} = 2 \cdot A_i \quad (2.27)$$

$$N_{CO^P} = 2 \cdot 280 = 560 \text{ обслуговувань [11].}$$

### 2.1.7 Визначення змінної програми ТО автобусів

Змінну програму по технічному обслуговувані визначають з метою визначення методу ведення технічного обслуговування.

Згідно «Положення» потоковий метод ТО-1 приймається для змінної програми не менше 12-15, а для ТО-2 7-8 обслуговувань, і для ЩО – не менше 50 обслуговувань.

В зонах ТО-1, ТО-2 можна використовувати на потоці конвеєри. [11]

Визначаємо кількість щоденних обслуговувань за зміну:

$$N_{ЩО^{ЗМ}} = \frac{N_{ЩО^P}}{D_{р^{ЩО}} \cdot C} \quad (2.28)$$

де  $D_{р^{ЩО}}$  - кількість днів роботи зони щоденного обслуговування в році.

$C$  – кількість робочих змін.

$$N_{ЩО^{ЗМ}} = \frac{69160}{305 \cdot 1} = 227 \text{ обслуговувань}$$

Визначаємо кількість ТО-1 за зміну.

$$N_{ТО-1^{ЗМ}} = \frac{N_{ТО-1^P}}{D_{р^{ТО-1}} \cdot C} \quad (2.29)$$

де,  $D_{р^{ТО-1}}$  - кількість днів роботи зони ТО-1 в році.

$$N_{ТО-1^{ЗМ}} = \frac{2730}{305 \cdot 1} = 8,9 \text{ обслуговувань}$$

Визначаємо кількість ТО-2 за зміну.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$N_{\text{ТО-2}^{\text{ЗМ}}} = \frac{N_{\text{ТО-2}^{\text{Р}}}}{D_{\text{р}^{\text{ТО-2}}} \cdot C} \quad (2.30)$$

$$N_{\text{ТО-2}^{\text{ЗМ}}} = \frac{770}{305 \cdot 1} = 2,5 \text{ обслуговування}$$

### 2.1.8 Визначення річного обсягу робіт з ТО і ремонту автобусів

Річний обсяг робіт з ТО і ремонту дорожньо - транспортних засобів визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ЩО}^{\text{Р}}} = N_{\text{ЩО}^{\text{Р}}} \cdot T_{\text{ЩО}} \quad (2.31)$$

$$T_{\text{ЩО}^{\text{Р}}} = 69160 \cdot 0,189 = 13071 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{ТО-1}^{\text{Р}}} = N_{\text{ТО-1}^{\text{Р}}} \cdot T_{\text{ТО-1}} \quad (2.32)$$

$$T_{\text{ТО-1}^{\text{Р}}} = 2730 \cdot 2,3 = 6279 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{ТО-2}^{\text{Р}}} = N_{\text{ТО-2}^{\text{Р}}} \cdot T_{\text{ТО-2}} \quad (2.33)$$

$$T_{\text{ТО-2}^{\text{Р}}} = 770 \cdot 9,2 = 7084 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{СО}^{\text{Р}}} = N_{\text{СО}^{\text{Р}}} \cdot T_{\text{СО}} \quad (2.34)$$

$$T_{\text{СО}^{\text{Р}}} = 560 \cdot 1,84 = 1030 \text{ люд/год}$$

$$T_{\text{Пр}^{\text{Р}}} = \frac{L_{\text{рп}} \cdot T_{\text{Пр}}}{1000} \quad (2.35)$$

$$T_{\text{Пр}^{\text{Р}}} = \frac{14103600 \cdot 2,8}{1000} = 39490 \text{ люд/год}$$

Результати розрахунків зведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Річний обсяг робіт

Вид робіт	Позначення	Кількість за рік, або річний пробіг	Трудомісткість робіт	Річний обсяг робіт в люд/год







	Всього	48	32137,92
1	Агрегатні	17	11382,18
2	Слюсарно-механічні	10	6695,4
3	Електричні	6	4017,24
4	Акумуляторні	2	1339,08
5	Ремонт системи живлення	3	2008,62
6	Шиноремонтні	1	669,54
7	Вулканізаційні	1	669,54
8	Ковальсько-ресорні	2	1339,08
9	Мідницькі	2	1339,08
10	Зварювальні	2	1339,08
11	Бляхарські	1	669,54
12	Ариатурні	2	1339,08
13	Оббивні	2	1339,08
14	Радіаторне	1	669,54
Всього		52	34816,08
Всього		100	66954

Визначаємо річну трудомісткість робіт по агрегатному відділенні.

$$T_{\text{гр агр}} = T_{\text{гр}^P} \cdot \text{Спр агр} \quad (2.37)$$

де Спр агр. – доля трудомісткості робіт, яка припадає на ділянку паливної апаратури.

$$\text{Спр агр.} = 17\%$$

$$T_{\text{гр агр}} = 39490 \cdot 0,17 = 6713,3 \text{ люд/год}$$

## 2.2.2 Розрахунок кількості робітників

										Арк.
										32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>					

Розрізняють технологічну потребу  $P_T$  і штатну  $P_{Ш}$  кількість виробничих робітників. До виробничих робітників відносяться робітники різних зон і відділень які безпосередньо виконують роботи по ТО і ПР рухомого складу.

Технологічну потрібну кількість робітників обчислюють за формулою:

$$P_T = \frac{T_{пр\ agr}}{Ф_{рм}}, \quad (2.38)$$

де  $Ф_{рм}$  – річний виробничий фонд часу робітника.

Річний виробничий фонд часу визначаємо за формулою.

$$Ф_{рм} = T_{зм} \cdot (Дк - Дв - Дсв) - Дпс \quad (2.39)$$

де,  $Дв$  – кількість вихідних днів в році

$Дсв$  – кількість святкових і релігійних днів

$Дпс$  – передсвяткові дні скороченні на 1 годину

$Дк$  – кількість календарних днів в році

$T_{зм}$  – час робочої зміни

$$Дв = 52 \text{ днів}$$

$$Дсв = 8 \text{ днів}$$

$$Дпс = 8 \text{ днів}$$

$$Дк = 365 \text{ днів}$$

$$T_{зм} = 8 \text{ год.}$$

$$Ф_{рм} = 8 \cdot (365 - 52 - 8) - 8 \cdot 1 = 2432 \text{ год}$$

$$P_T = \frac{5289}{3652} = 2 \text{ робітника.}$$

Приймаємо 2 робітника [11].

Визначаємо штатну кількість робітників.

$$P_{Ш} = \frac{T_{пр\ agr}}{Ф_{Ш}} \quad (2.40)$$

де,  $Ф_{Ш}$  – річний фонд часу штатного робітника

$$Ф_{Ш} = Ф_{рм} - t_{відп} - t_{пп} \quad (2.41)$$

де,  $t_{відп}$  – час основного відпуску працівника

$t_{пп}$  - час по поважних причинах

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$t_{відп} = D_{відп} \cdot T_{зм} \quad (2.42)$$

де,  $D_{відп}$  – кількість днів відпустки робітника

$$D_{відп} = 18 \quad [3]$$

$$t_{відп} = 18 \cdot 8 = 144 \text{ год.}$$

$$t_{пп} = 0,04 \cdot (\Phi_{рм} - t_{відп})$$

$$t_{пп} = 0,04 \cdot (2432 - 144) = 91,5 \text{ год}$$

$$\Phi_{ш} = 2432 - 144 - 91 = 2197 \text{ год}$$

$$P_{ш} = \frac{6713}{2197} = 3 \text{ робітника}$$

Приймаємо 3 робітника [11].

### 2.3 Організація робіт на дільниці і схема технологічного процесу

При попаданні ПНВТ на дільницю, проводять такі роботи: зовнішнє миття ПНВТ, розбирання, мийка та чистка деталей, дефектування. Після чого деталі, які потребують ремонту, ремонтують, а не придатні до подальшої експлуатації вибраковуюють. Далі проводиться збирання ПНВТ, під час якого вибракуванні деталі замінюються новими або відремонтованими. Далі ПНВТ балансують та діагностують, після чого встановлюють на двигун автомобіля [12].



									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>				



Рисунок 2.1 - Схема технологічного процесу ПР ПНВТ

## 2.4 Принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельного двигуна ТАТА-697

### 2.4.1 Принцип дії системи живлення дизеля

Система живлення повинна забезпечувати розпилення палива в стиснуте повітря в циліндрі. Для цього система повинна мати спеціальну форсунку для розпилювання і насос, який забезпечує подачу палива під високим тиском до форсунки [13].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Для того, щоб забезпечити самозаймання палива, повітря має бути нагріте у кінці такту стискування до температури порядку 900°C. Щоб отримати таку температуру необхідно стискувати повітря до 30 атмосфер. Дизельний двигун повинен мати високий степінь стискування [13].

При степені стискування від 14 до 22 досягається потрібна температура повітря, при якій надійно запалюється вприснуте паливо. Паливо до форсунки підводиться під тиском від насоса високого тиску. Згорання починається фактично відразу з появою факела палива з форсунки, тобто відразу починається зростання тиску і, значить, наступні порції палива повинні вприскуватись під вищим тиском. Максимальний тиск процесу згорання досягає 100 атмосфер, але при цьому ще триває вприскування, значить, форсунка повинна забезпечувати подачу палива під тиском більше 100 атмосфер. Чим вищий тиск, тим краща якість розпилення [13].

Найважливішим регульовальним параметром форсунки є тиск початку підйому голки.

Голка форсунки підібгана пружиною, яка відрегульована на певний тиск.

Форсунка повинна забезпечувати точний початок вприскування і точне закінчення вприскування, факел палива повинен відразу з'являтися і відразу відсікатися [14].

#### **2.4.2 Характеристика системи живлення двигуна ТАТА-697**

На автомобільних дизельних двигунах широко застосовується схема системи живлення з роздільним виконанням насоса високого тиску і форсунок, що служать для вприскування палива в кожний циліндр двигуна [15].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

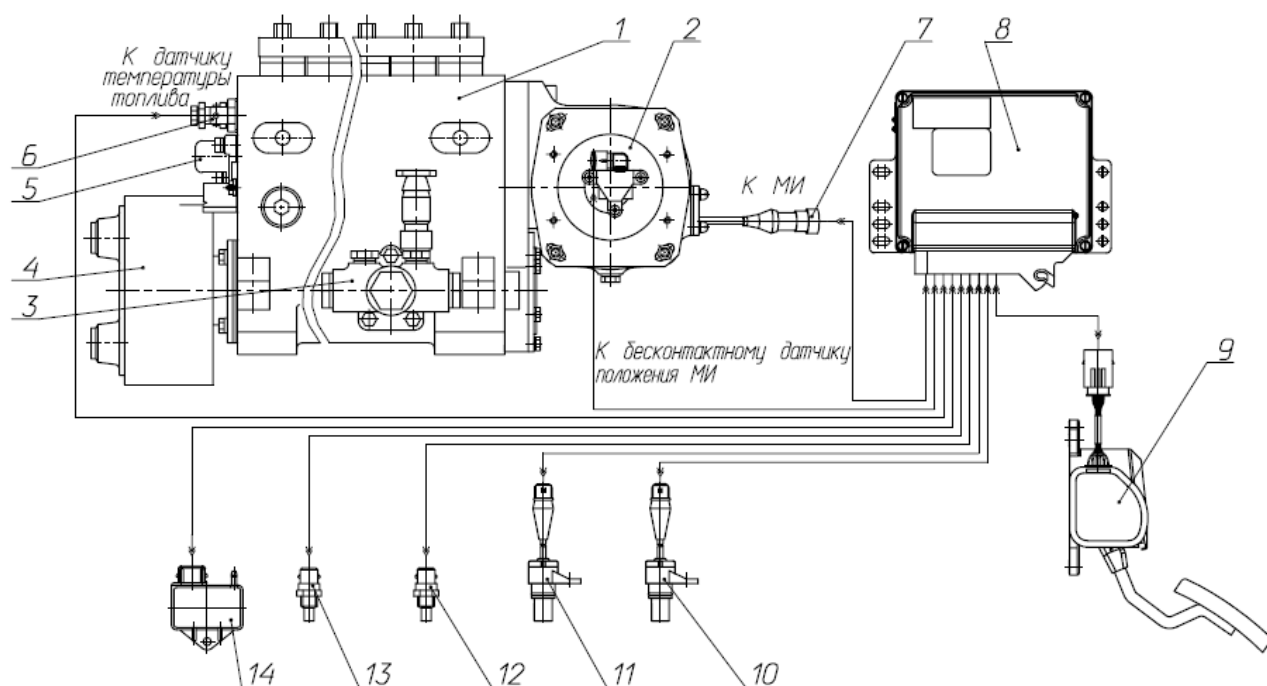


Рисунок 2.2 - Схема системи живлення двигуна:

1 - механізм виконавчий; 2 - паливопідкачуючий насос; 4 - муфта демпферна; 5 - кришка рейки; 6 - клапан перепускний; 7 - вилка кабеля механізму виконавчого; 8 - електронний блок керування; 9 - модуль педальний; 10, 11 - датчик частоти обертання; 12 - датчик температури наддуву повітря; 13 - датчик температури охолоджувальної рідини; 14 - датчик тиску наддуву повітря.

В загальному вигляді система живлення дизельного двигуна може бути представлена з двох магістралей — низького і високого тиску. Прилади магістралі низького тиску подають паливо з бака до насоса високого тиску. Прилади магістралі високого тиску здійснюють безпосереднє вприскування палива в циліндри двигуна [16].

Схема системи живлення двигуна представлена на рисунку. Дизельне паливо міститься в баку, який зв'язаний всмоктуючим паливопроводом через фільтр грубого очищення з паливним насосом 8 низького тиску. При роботі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.12.00.00.000ПЗ

Арк.

37

двигуна створюється розрідження у всмоктуючій магістралі, унаслідок чого паливо проходить через фільтр грубого очищення, очищається від крупних зважених частинок і поступає в насос [15].

З насоса паливо під надмірним тиском близько 0,4 МПа по паливопроводу подається до фільтру тонкого очищення. На вході у фільтр є жиклер, через який частина палива відводиться в зливний трубопровід. Це зроблено для запобігання фільтру від прискороного забруднення, оскільки через нього проходить не все паливо, перекачуване насосом [14].

Після тонкого очищення у фільтрі паливо підводиться до насоса високого тиску. В цьому насосі паливо стискається до тиску близько 15 МПа і по паливопроводах поступає відповідно до порядку роботи двигуна до форсунок. Невикористане паливо від насоса високого тиску відводиться по зливному трубопроводу назад в бак. Невелика кількість палива, що залишається у форсунках після закінчення впрыскування, відводиться по зливному трубопроводу в паливний бак [15].

Насос високого тиску приводиться в дію від колінчастого валу двигуна через муфту випередження впрыскування, внаслідок чого здійснюється автоматична зміна моменту впрыскування при зміні частоти обертання. Крім того, насос високого тиску конструктивно пов'язаний із всережимним регулятором частоти обертання колінчастого валу, що змінює кількість впрыскуваного палива залежно від навантаження двигуна.

Паливний насос низького тиску має ручний підкачуючий насос, вбудований в його корпус, і служить для заповнення магістралі низького тиску паливом при непрацюючому двигуні [16].

Паливний насос високого тиску подає в кожний циліндр двигуна строго дозовані порції палива відповідно до порядку роботи і заданого режиму.

### **2.4.3 Опис конструкційних особливостей та принцип роботи вузла, що підлягає ремонту**

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Паливний насос дизельного двигуна ТАТА-697 встановлений між рядами циліндрів і приводиться в дію від шестерні розподільного валу через автоматичну муфту випередження вприскування [17].

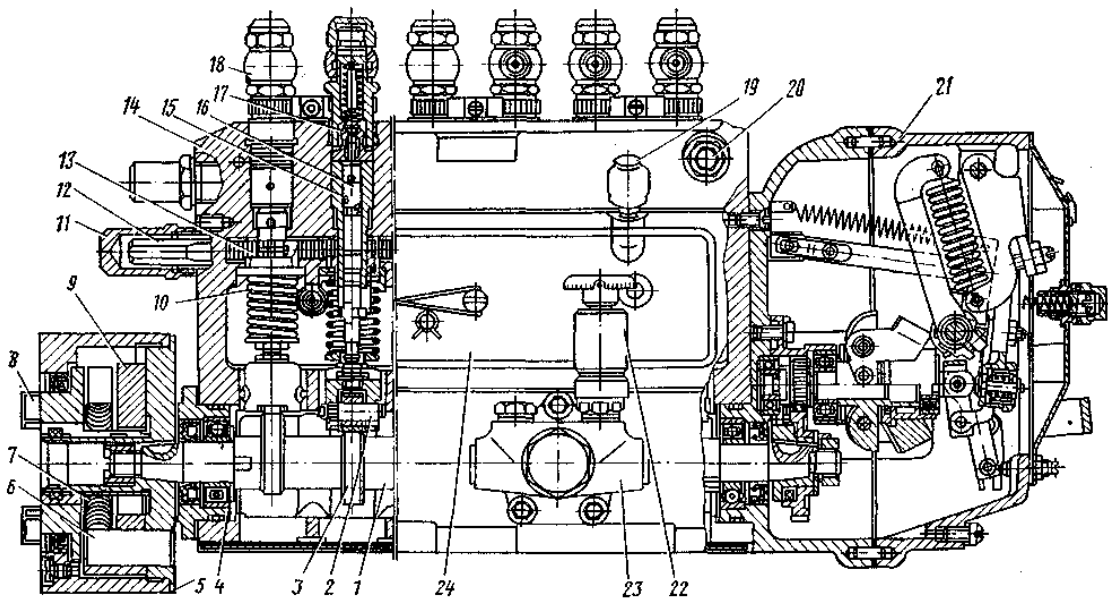


Рисунок 2.3 - Паливний насос високого тиску:

1 – кулачковий вал насоса; 2 – роликівий штовхач; 3 – кулачок; 4 – кульковий підшипник; 5 – ведомий фланець муфти випередження вприскування палива; 6 – палець ведомого фланця; 7 – пружина, 8 – ведучий фланець, 9 – вантажик; 10 – пружина плунжера; 11 – обмежувач ходу рейки; 12 – зубчата рейка; 13 – зубчатий сектор; 14 – корпус насоса; 15–гільза; 16–плунжер; 17–нагнітальний клапан; 18 – штуцер; 19 – пробка заливної горловини; 20 – пробка випуску повітря; 21 – регулятор частоти обертання колінчастого валу; 22 – ручний підкачуючий насос; 23 – насос низького тиску; 24 – кришка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.12.00.00.000ПЗ

Арк.

39



Керування роботою насоса здійснюється вручну з місця водія і автоматично коректується всережимним регулятором частоти обертання колінчастого валу залежно від навантаження двигуна. Регулятор вбудований в конструкцію насоса і пов'язаний з приводом керування ним. Основними частинами насоса високого тиску (див. рисунок 2.4) є корпус 14, кулачковий вал 1 і нагнітальні секції, число яких рівно числу циліндрів двигуна. Основними деталями кожної нагнітальної секції є плунжер 16 і гільза 15.

Нагнітальні секції розміщені в кублах верхньої частини корпусу 14, насоса, і їх гільзи кріпляться стопорними болтами. Паливо до гільз підводиться і відводиться через подовжні канали, просвердлені по всій довжині корпусу.

Збоку від нагнітальних секцій в подовжньому свердленні корпусу розміщена зубчата рейка 12, зачеплена із зубчатими секторами 13 кожного плунжера. Хід рейки обмежується обмежувачем 11. Вільний кінець рейки, що виходить з корпусу насоса, сполучений сережкою з регулятором частоти обертання колінчастого валу, який управляє кількістю подачі палива.

В нижній перегородці корпусу є гнізда для установки роликів штовхачів 2. Від провертання штовхачі утримуються подовженими осями роликів, які входять у вертикальні пази, виконані в гніздах.

Кулачковий вал насоса встановлений на двох кулькових підшипниках 4, які ущільнені самопідтискними гумовими сальниками. На кулачковому валу є куркульки 3 по числу нагнітальних секцій і ексцентрик для приводу підкачуючого насоса низького тиску. Вільні кінці валу закінчуються хвостовиками. Передній хвостовик служить для кріплення муфти випередження уприскування, через яку здійснюється привід насоса. На задньому хвостовику кулачкового валу закріплена шестерня приводу регулятора 21 частоти обертання колінчастого валу.

З боку кріплення підкачуючого насоса 22 низькі тиск на корпусі є знімна кришка 24. Кришка закриває порожнину насоса, через яку відкривається доступ для регулювання довжини штовхачів і рівномірності подачі по секціях насоса.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



плунжер упирається в регулювальний гвинт 14, укрупнений в корпус роликового штовхача 15. Від мимовільного відкручування гвинт 14 контрить контргайкою.

Плунжер насоса переміщається вгору при набіганні кулачка 16 на роликовий штовхач. Зворотне переміщення плунжера відбувається при збіганні кулачка з ролика під впливом пружини 4, яка упирається через тарілку на плунжер.

На гільзу 11 вільно надіта поворотна втулка, що має у верхній частині зубчатий сектор 5, сполучений з рейкою, а в нижній частині два пази, в які входять шліцьові виступи плунжера. Таким чином, плунжер виявляється сполученим із зубчатою рейкою 13. Над плунжерною парою розташований нагнітальний клапан 9, який складається з сідла і власне клапана, закріпленого в посадочному отворі корпусу за допомогою штуцера і пружини. Всередині пружини встановлений обмежувач підйому клапана.

Робота нагнітальної секції насоса (див. рис. 2.5) складається з наступних процесів: наповнення, зворотного перепуску, подачі палива, відсічення і перепуску в зливний канал [6, ст.8].

Наповнення паливом надплунжерної порожнини 4 в гільзі (див. рис.2.5, а) відбувається при русі плунжера 9 вниз, коли він відкриває отвір впускання 8. З цієї миті паливо починає поступати в порожнину над плунжером, оскільки вона знаходиться під тиском, створеним паливним насосом низького тиску.

При переміщенні плунжера вгору під дією набігаючого кулачка спочатку відбувається зворотний перепуск палива в той, що підводить канал через отвір впускання 8. Як тільки кромка торця плунжера перекриває отвір впускання, зворотний перепуск палива припиняється і підвищується тиск палива. Під дією різко збільшеного тиску палива нагнітальний клапан 5 відкривається (рисунок 2.5, б), що відповідає початку подачі палива, яке по паливопроводу високого тиску поступає до форсунки [6, ст.8].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



Дійсно, кількість палива, що подається, — циклова подача — відрізняється від теоретичної, оскільки існує витік через зазори плунжерної пари, виникають інші явища, що впливають на дійсну подачу. Різниця між цикловою і теоретичною подачами враховується коефіцієнтом подачі, який складає 0,75-0,9.

Під час роботи нагнітальної секції при переміщенні плунжера вгору тиск палива підвищується до 1,2-1,8 МПа, що викликає відкриття нагнітального клапана і початок подачі. Подальше переміщення плунжера викликає збільшення тиску до 15 МПа, внаслідок чого відкривається голка форсунки і здійснюється впорскування палива в циліндр двигуна. Впорскування триває до моменту досягнення відсічної кромкою плунжера випускного отвору в гільзі.

Розглянуті робочі процеси нагнітальної секції насоса високого тиску характеризують його роботу при постійній подачі палива і незмінній частоті обертання колінчастого валу і навантаженні двигуна.

Із зміною навантаження двигуна повинна змінюватися кількість палива, впорскувана в циліндри. Величини порцій палива, впорскувані нагнітальною секцією насоса, регулюються зміною активного ходу плунжера при незмінному загальному ходу. Досягається це поворотом плунжера навкруги його осі (рисунок 2.6) [7, ст.88]

При конструкції плунжера і гільзи, приведеної на рисунку 6, момент початку подачі не залежить від кута, повороту плунжера, але кількість впорскуваного палива залежить від об'єму палива, яке витісняється плунжером за час підходу його відсічної кромки до випускного отвору гільзи. Чим пізніше відкривається випускний отвір, тим більша кількість палива може бути поданий в циліндр. Таким чином, час подачі, а отже, і кількість впорскуваного палива знаходяться в прямій залежності від відстані  $l$  (рисунок 2.6, а). В показаному положенні плунжера відстань найбільша, що відповідає максимальній подачі палива і найбільшому активному ходу плунжера. При менших навантаженнях двигуна потрібна менша кількість палива. Для цього висувають рейку

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

керування плунжерами, повертаючи їх у бік наближення відсічної кромки 2 до зливного отвору 5 гільзи. Тоді при русі кожного плунжера вгору відстань  $l$  активного ходу плунжера зменшується і в циліндр вприсується менше палива.

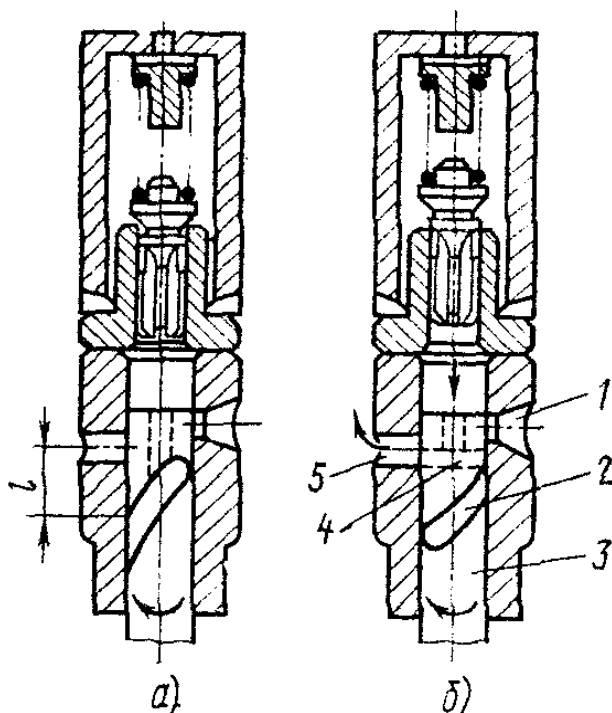


Рисунок 2.6 - Схема регулювання подачі палива поворотом плунжера:

а – максимальна подача; б – подача відсутня; 1 – вхідний отвір; 2 – відсічна кромка, 3 – плунжер, 4 – горизонтальний канал. 5 – зливний отвір

Якщо висунути рейку керування плунжерами до кінця, вони обернуться в положення збігу каналу 4 плунжера із зливним отвором 5 (див. рис. 2.6, б). В цьому випадку отвір для зливу сполучатиметься з надплунжерною порожниною і при переміщеннях плунжера 3 над ними не створюватиметься тиск палива. В результаті подача палива припиниться. Це положення плунжерів щодо гільз, що досягається максимальним висуненням рейки, використовується для зупинки двигун [8, ст.97].

Надійність автомобільної техніки в значній мірі залежить від надійності дизелів і їх паливної апаратури. Більша частина несправностей приходить на паливну апаратуру, у якої найбільш швидко спрацьовуються прецизійні пари.

					КРБ.605.12.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

При недостатньому очищенні палива фільтрами тверді частинки проходять разом з паливом під великим тиском і великою швидкістю через малі зазори, зношують прецизійні пари, внаслідок чого порушується нормальна робота паливної апаратури і погіршуються техніко-економічні показники двигуна.

Паливний насос високого тиску:

ПНВТ призначений для подачі до форсунок палива під високим тиском. Крім того, ПНВТ регулює кількість палива, яке подається за цикл, для того, щоб регулювати потужність двигуна.

У бензиновому двигуні регулювання потужності називається кількісним, тому, що дросельна заслінка пропускає більшу або меншу кількість суміші.

У дизельному двигуні регулювання потужності називається якісним. Дросельної заслінки немає взагалі, тому кількість повітря і суміші практично постійна, а зміна потужності здійснюється зміною складу суміші - збідненням або збагаченням, для цього впорскується більша або менша кількість палива. Такий процес називається зміною якості суміші.

Основним елементом ПНВТ є плунжерна пара. Багатоплунжерні ПНВТ складаються з набору плунжерних пар.

Хід плунжера - постійна величина, яка визначається висотою кулачка. Максимальну подачу палива можна отримати, якщо використовувати увесь активний хід плунжера. Для регулювання подачі палива потрібно подавати паливо не на повний хід плунжера, а тільки на частину його ходу, тобто, плунжер підтримує тиск частиною ходу, потім наступає відсічення, тиск скидається і іншу частину ходу плунжер працює вхолосту.

По обох сторонах гільзи є канали, які проходять через весь корпус і мають виходи в гільзу кожної плунжерної пари. Один отвір гільзи з'єднується з нагнітальним каналом, другий з відсічним.

Плунжер рухається вгору і верхньою кромкою перетинає нагнітальний простір, наростає тиск і відбувається вприскування. Вприскування закінчується, коли спіральна канавка на плунжері торкнеться відсічного отвору. Для

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

регулювання циклової подачі плунжер обертають. Чим пізніше спіральна канавка торкнеться відсічного отвору, тим більшою вийде циклова подача.

Плунжер верхньою частиною вставлений в гільзу. Нижня частина плунжера вставлена в спеціальну поворотну втулку. На поворотній втулці є шестерня, яка входить в зачеплення із зубчастою рейкою. Водій, натискаючи на педаль, переміщає зубчасту рейку назад і вперед, при цьому всі плунжери обертаються, змінюючи циклову подачу.

Нагнітальний клапан:

Нагнітальний клапан відіграє дуже важливу роль формування початку і закінчення факела палива. Для повного згорання суміші факел палива повинен стрибком з'явитися і стрибком зникнути. Це досягається правильною спільною роботи нагнітального клапана і форсунки. Затиснутий пружиною нагнітальний клапан забезпечує зростання тиску над плунжером. Тиск у форсунці з'явиться тільки тоді, коли нагнітальний клапан стрибком відкривається. Форсунка відкривається так само стрибком, і відразу з'являється факел палива.

У момент відсічення падає тиск під нагнітальним клапаном, він сідає в сідло, звільняючи об'єм, над клапаном, - від цього в трубі тиск падає стрибком, що дозволяє голці форсунки закриватися стрибком. [11].

Паливопідкачуючий насос:

На корпусі ПНВТ змонтований підкачуючий насос. Це дозволяє забезпечити привід підкачуючого насоса від ексцентрика на розподільному валу ПНВТ.

Підкачуючий насос складається з ручної і механічної частини. Підкачуючий ручний насос потрібний для того, щоб заповнити систему паливом, якщо вона по якійсь причині порожня. Крім того, ручним насосом можна прокачати систему, щоб видалити повітря. Пухирі повітря в паливній системі дизеля недопустимі [12].

Всережимний регулятор:

Дизельний двигун з механічною системою впорску схильний до

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47



рознесення, це означає, що якщо він працює на мінімальних обертах без навантаження (холостий хід), то оберти почнуть підвищуватися, і ростимуть необмежено, що приведе до рознесення, - тому дизель потребує обмежувача числа обертів. Обмежувач числа обертів автоматично зменшує подачу палива, якщо оберти досягають граничного значення. Дизельним двигуном складно керувати. Грубий рух педаллю не дозволяє тонко регулювати подачею палива, тому водій, неминуче, після натиснення на педаль, вимушений буде привідпустити її, щоб потрапити в бажаний режим, це сильно утруднює керування автобусом. Для того, щоб керування було точнішим, обмежувач числа обертів доповнюється функціями регулювання мінімального числа обертів, а також функціями для підтримування постійного числа обертів. Таким чином, обмежувач числа оборотів стає всережимним регулятором. Всережимний регулятор призначений для обмеження максимального числа обертів, підтримки мінімального числа обертів, і для підтримки заданого числа обертів на будь-якому режимі [12].

Принцип дії всережимного регулятора заснований на тому, що відцентровий автомат управляє рейкою паливного насоса, тобто він всуває і висуває рейку залежно від числа обертів.

Циклова подача палива залежить від положення рейки в паливному насосі. Рейка повинна підкорятися натисненню на педаль газу. Для цього педаль пов'язана з рейкою через складну систему важелів всережимного регулятора. Незалежно від педалі, рейка підкоряється відцентровому регуляторові, який в певному діапазоні забезпечує точний режим роботи двигуна для кожного заданого положення педалі [13].

Муфта випередження вприскування:

Паливний насос і двигун працюють синхронно, але зв'язок між двигуном і паливним насосом не жорсткий, а здійснений через муфту. Муфта дозволяє автоматично змінювати кут випередження вприскування при зміні числа обертів.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

У верхній мертвій точці такту стискання досягається максимальний тиск і температура повітря. До цього моменту в циліндрі вже має бути деяка кількість розпорошеного палива, тому паливо потрібно починати впорскувати ще до приходу поршня у верхню мертву точку, з випередженням від  $0^\circ$  до  $7^\circ$  [12].

Кут випередження впрыскування повинен змінюватися залежно від числа оборотів. Чим більше число обертів, тим менше часу залишається на подачу палива тим раніше треба починати впрыскування. За цим і стежить муфта випередження впрыскування. Муфта випередження впрыскування обертає розподільний вал ПНВТ. Вона дозволяє зрушити її вперед або назад по обертанню на заданий кут. Положення розподільного вала визначається дією відцентрового автомата в муфті. Сама муфта складається з 2-х половин, які пов'язані з вантажиками відцентрового автомата. Передня половина жорстко зв'язана з шестернею приводу від двигуна. Задня половина жорстко сидить на розподільному валу ПНВТ. Між обома половинами існує пружинний зв'язок, який дозволяє зрушуватися задній частині муфти вперед або назад по обертанню, змінюючи кут випередження впрыскування [13].

## **2.5 Технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту**

Усі деталі паливної апаратури, окрім прецизійних пар, дефектують так само, як і деталі двигунів або інших агрегатів:

- зовнішнім оглядом;
- виміром зносу;
- виявленням тріщин і тому подібне.

Знос прецизійних деталей оцінюється тисячними долями міліметра (мікрометрами), і виміряти його дуже важко. Тому знос в прецизійних парах визначають на спеціальних приладах відносним способом по втраті гідравлічної щільності, тобто витіку рідини під певним тиском. Витік рідини

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

залежить не лише від наявних проміжків в деталях, але і від температури і в'язкості рідини. Тому перевірку ведуть при постійній температурі  $20 \pm 2^\circ \text{C}$  і певній в'язкості рідини. Плунжерні пари перевіряють на дизельному паливі або суміші двох вагових частин зимової дизельної оливи і однієї частини зимового дизельного палива. Розпилювачі і нагнітальні клапани перевіряють на зимовому дизельному паливі в'язкістю  $3,5 \pm 0,1 \text{ сСт}$  ( $3,5 \pm 0,1 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \text{ м}^2/\text{с}$ ) [14].

Кожну прецизійну пару перевіряють не менше трьох разів. Пари, придатні до подальшої роботи, укладають комплектно в одну тару, а непридатні - в іншу.

Прецизійні деталі, що мають на робочих поверхнях грубі риси, тріщини, сколи і інші механічні пошкодження, а також сліди перегрівання (кольори мінливості) або корозії, підлягають вибраковуванню без перевірки на приладі.

Гідравлічну щільність плунжерної пари визначають на приладі КП-1640А за часом, за який паливо просочиться через зазор між плунжером і гільзою. Гільзу встановлюють в гніздо приладу і заповнюють її паливом (сумішню) з бачка приладу. Потім вставляють плунжер, навантажують його важелем приладу і включають секундомір. Коли важіль почне швидко падати, секундомір вимикають. Плунжерна пара має допустимий знос, якщо час падіння рівний не менше 3 с. У новій або відновленій пари воно знаходиться в межах 45-90 с, на суміші і 30-60 с на дизельному паливі [15].

Гідравлічну щільність у нагнітальних клапанах перевіряють на приладі КИ- 1086 по розвантажувальному пояску і замочному конусу. Клапан, що для цього перевіряється, з прокладками встановлюють в проріз корпусу приладу на підшипник спеціального пристрою і замикають його руків'ям. Насосом ручного підкачування піднімають тиск палива в системі до  $5,5 \text{ кгс/см}^2$  ( $5,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ). У момент зниження тиску по манометру до  $5 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,5 \text{ МПа}$ ) включають секундомір і вимикають його, коли тиск знизиться до  $4 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,4 \text{ МПа}$ ). Нагнітальний клапан вважається придатним, якщо час падіння тиску на  $1 \text{ кгс/см}^2$  ( $10^5 \text{ Па}$ ) рівне не менше 30 с [16].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Для визначення гідравлічної щільності клапана по розвантажувальному пояску піднімають спеціальним пристроєм замкнутий в корпусі клапан на 0,2 мм над сідлом. Накачують паливо в систему до тиску  $2 \text{ кгс/см}^2$  (0,2 МПа) і секундоміром заміряють час падіння тиску до  $1 \text{ кгс/см}^2$  (105 Па). Якщо цей час не менше 2 с, нагнітальний клапан вважається придатним [17].

Гідравлічну щільність розпилювачів перевіряють на приладі КП-1609А по замочному конусу і зазору між корпусом і циліндричною частиною голки розпилювача. Для цього складають форсунку і перевіряють її на відповідному приладі [18].

Зношені плунжерні пари та розпилювачі, у яких зазор між корпусом і циліндричною частиною голки більше допустимого, і нагнітальні клапани з неприпустимим зносом по розвантажувальному пояску відправляють в спеціалізовані цехи для відновлення.

В результаті абразивного спрацювання прецизійних деталей на робочих поверхнях з'являються подряпини, що викликають погіршення процесу подачі палива в циліндри і сумішоутворення [17].

Відповідно при вивченні зносів цих деталей необхідно дослідити мікро- і макрогеометрію спрацьованих поверхонь.

Плунжер. У плунжера найбільше схильна до зносу головка, особливо її ділянка в верхній частині, розташована напроти впускного вікна гільзи (рисунок 2.5, рисунок 2.6). Зношена поверхня має вид жолобоподібної канавки, яка розміщена уздовж плунжера від верхнього торця і проходить нижче середини головки. Максимальна глибина її 23-25 мкм, ширина 4,5-5 мм (у верхнього торця головки плунжера); довжина 9,5-10 мм, загальна площа 42-50  $\text{мм}^2$ . Чим далі від верхнього торця, тим канавка робиться вужче і менше, і за серединою головки вона вирівнюється з поверхнею.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



Рисунок 2.7 - Зношена ділянка гвинтової кромки плунжера, які знаходяться навпроти перепускного вікна

Блискуча поверхня плунжера в результаті зносу на цій ділянці стає порізаною подовжніми рисками у вигляді борозенок глибиною 0,004...0,005 мм. Зовнішніми ознаками зношеної ділянки є матовий відтінок поверхні і гребінчаста нерівність, добре видима в лупу 10-20-кратного збільшення, а при великому зносі вона помітна неозброєним оком. Характер зношеної поверхні і мікронерівності на ній дозволяють стверджувати, що ділянка, яка розглядається, підлягає абразивному зносу.

Рухаючись по найкоротшому шляху, паливо омиває перш за все ділянку відсіченням кромки проти перепускного отвору плунжера. У перший момент відсічення перепускне вікно гільзи відкрито частково і при русі паливо зустрічає значний опір. Тому на вказаній ділянці відсічна кромка розмивається паливом з абразивом, що знаходиться в ньому [15].

Процес зносу відбувається таким чином. Дрібні абразивні частинки, що мають малу масу, але значну кінетичну енергією завдяки високій швидкості, гострими кромками знімають мікростружку і порушують поверхневу міцність металу. У подальшому швидко рухома рідина розмиває ці мікроподряпини, розширюючи і заглиблюючи їх. Розмивання металу прискорюється наявністю в

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

паливі абразивних частинок, що здійснюють різання. Менше зношується гвинтова кромка плунжера. Зношена поверхня розташована в 5,5 мм від верхнього торця і захоплює ділянку, яка лежить в безпосередній близькості до гвинтової кромки. Ширина ураженої ділянки по циліндровій поверхні незначна, а найбільша (2,5-2,7 мм) знаходиться напроти перепускного отвору; по висоті головки знос розповсюджується на 4 мм [16].

Величина зкручування гвинтової кромки на торці різна: її максимальний знос знаходиться на ділянці проти перепускного бічного отвору плунжера, розташованого в 6,5 мм від верхнього торця, і складає 18-20 мкм: мінімальний знос рівний 3...5 мкм і знаходиться на відстані 9,5 мм від торця. Іноді мають місце випадки заклинювання плунжера у гільзі, причому це проявляється в початковий період роботи деталей, наприклад при процесі обкатки двигуна. Збільшення кількості цих дефектів пояснюється випуском плунжерних пар з малими величинами зазору, що досягається селективною збіркою. Незначні порушення зазору викликані деформацією гільзі при монтажі, значні відхилення від циліндрової форми деталей при виготовленні, фазові і структурні перетворення в металі, що приводять до збільшення розмірів плунжера, а також релаксація внутрішніх напружень, що виникають в процесі термічної і механічної обробки деталей, все це приводить до контакту деталей на окремих ділянках з подальшим схоплюванням [15].

Гільза. У гільзи зношується внутрішня поверхня, що примикає до впускного і перепускного вікон. Більший знос знаходиться біля впускного вікна, менший - у перепускного. Знос в зоні впускного вікна охоплює ділянку у вигляді жолобоподібної смуги (рисунок 2.8) шириною 4.5-5 мм, розташованої уздовж гільзи. Зношена ділянка зверху над вікном займає поверхню 31-35 мм<sup>2</sup>, а знизу 24-27 мм<sup>2</sup>. Поверхня над верхньою кромкою вікна покрита паралельними борозенками, розташованими уздовж гільзи. Оскільки відсутні точні вимірювальні прилади для вимірювання по радіусу отворів малих

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

діаметрів, гільзи розрізали і місцеві зноси вимірювали на вертикальному оптичному мікрометрі.

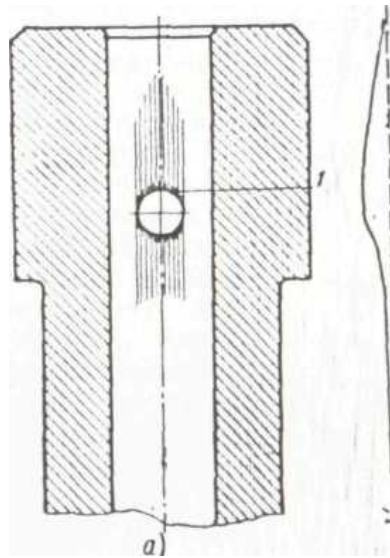


Рисунок 2.8 - Місця зносу втулки біля впускного вікна

Місцевий знос поверхні в зоні перепускного вікна гільзи по характеру і розміщені відрізняється від зносу впускного вікна. Зношена ділянка знаходиться з лівої сторони кромки вікна, має форму прямокутної полоски шириною 2-2,5 мм., до верхнього торця він розповсюджується на 2-3 мм, до нижнього 4,5-5 мм (рисунок 2.8). Величина зносу на краю кромки рівна 15...17 мкм. З приближенням до торців гільзи він різко зменшується. З правого боку від вікна зносу майже нема. Таке розташування зносу пояснюється тим, що за наявності лівої гвинтової кромки плунжера спочатку відкривається ліва сторона вікна гільзи. Тому перетікаюче паливо у момент відсіку абразивно зношує цю сторону вікна, тоді як права закрита. Кромка з лівої нижньої сторони сильно зношується, кругла форма її порушується, виникає процес рідинного розмивання з абразивом [14].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

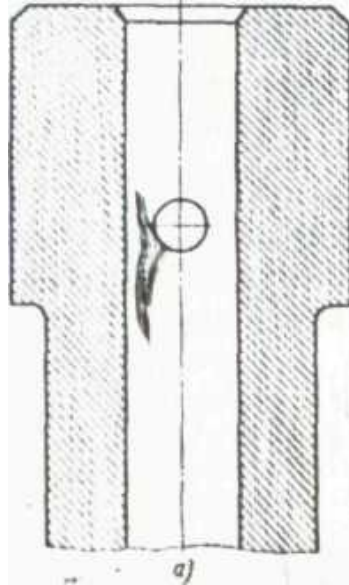


Рисунок 2.9 - Місця зносу гільзи біля перепускного вікна

Знос плунжерних пар значно знижує їх працездатність за рахунок протікання палива, особливо на пускових оборотах. При повільному русі плунжера час на перетікання палива зростає, що приводить до росту протікання палива при зменшенні обертів.

Плунжерні пари в паливному насосі зношуються не однаково, тому перетікання палива на зношених ділянках буде різним, від чого збільшується нерівномірність подачі палива. При великих зносах деталей плунжерних пар нерівномірність може збільшитись в 3 рази на номінальних обертах і в 5 разів на пускових обертах [14].

Знос плунжерних пар супроводжується значним зниженням тиску палива, яке подається. На пускових обертах нові пари повинні нагнітати тиск подачі палива не нижче 50...60 МПа, а при зносі він знижується в 4...5 разів. Якщо плунжерна пара не нагнітає тиск в 30 МПа і менше, її потрібно замінити.

В результаті даного дослідження можна зробити висновки, що при роботі паливного насосу такі прецизійні деталі як плунжер і гільза отримують значні динамічні навантаження, високі тиски і швидкості палива, яке є хімікоактивним і включає в себе тверді абразивні частки. В результаті абразивного спрацювання, прецизійних деталей на робочих поверхнях з'являються риси і

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55



подряпини, які спричиняють зниження гідравлічної щільності і великої нерівномірності подачі палива [14].

В даній статті зроблена спроба дослідити спрацювання плунжера і гільзи, вияснити причини руйнування поверхневих шарів і закономірності процесів, що проходять при терті з метою збільшення зносостійкості прецизійних деталей при їх виготовленні і ремонті.

Залежність гідрощільності плунжерних пар від терміну їх роботи, причому взяті пари виготовлені методом взаємного притирання. Для порівняння приведена щільність нових пар і пар з різним наробітком. Аналіз графіка показує, що в перший період роботи (800-1000 мотогод.) щільність збільшується на 15-20%, це відбувається за рахунок приробки робочих поверхонь плунжера і гільзи. Мабуть, чим менша величина зазору в спряженні плунжер-гільза, тим процес приробки має більший період [16].

## **2.6 Вибір раціональних способів усунення дефектів, технології усунення дефектів**

Технологічний процес ремонту дизельної паливної апаратури прийнято розділяти на 5 етапів:

1 - підготовчий – огляд апаратури та приладів, зовнішнє миття агрегатів і окремих деталей;

2 – розбирально - дефектувальний - роботи пов'язані з розбиранням і дефектуванням паливної апаратури;

3 – ремонтно - складальний - включає в себе роботи з ремонту, взаємному підбору, підгонці деталей і складанню паливної апаратури;

4 – контрольно - регулювальний - складені вузли і деталі піддаються випробуванню;

5 - заключний – передача на склад або повернення в ремонт.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Характеристики та технології ремонту деталей паливного насоса високого тиску:

В процесі експлуатації у рухомих з'єднань насоса збільшуються зазори, у нерухомих сполучень порушується міцність з'єднання, виникають деформація деталей і інші несправності, в результаті яких порушується нормальна робота механізмів. [15].

Корпус насоса і регулятора:

Корпуси насоса і регулятора, виготовлені з сірого чавуну або алюмінієвого сплаву і мають наступні основні дефекти :

- тріщини;
- злами;
- знос гнізд під штовхачі;
- знос гладких і різьбових отворів.

Корпус насоса вибраковують при зламах, пробоїнах. і тріщинах у внутрішніх перемичках або відколах стінок направляючих пазів під осі роликів штовхачів.

Тріщини в чавунних корпусах заварюють електрозварюванням біметалічними електродами або закладають епоксидним складом, а в алюмінієвих - газовим зварюванням із застосуванням прутів такого ж алюмінієвого сплаву. [15].

Злами і тріщини усувають накладенням латок.

Після відновлення перевіряють викривлення привалочних площин і герметичність заварки. Викривлення площин більше 0,05 м усувають шліфуванням. При випробуванні накладених швів гасом протягом 5 хв. не повинні з'являтися плями гасу.

Зношені пази під штовхачі і гладкі отвори відновлюють постановкою втулок. Площина відновлених пазів має бути перпендикулярна площині корпусу під головку з точністю до 0,1 мм на довжині 100 мм і мати конусність не більше 0,02 мм. [14].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Зношену різьбу в отворах відновлюють постановкою пружинних вставок або нарізанням різьби збільшеного розміру.

Кулачковий вал:

Кулачковий вал, що виготовляється із сталі 45 із загартованими поверхнями кулачків, ексцентрика і опорних шийок (нагрівом СВЧ до твердості HRC 52-63), має наступні дефекти:

- знос поверхні кулачків;
- знос ексцентрика;
- знос посадочних місць під підшипники і сальники;
- знос канавки шпонки;
- знос різьби.

Вибраковують кулачковий вал при тріщинах, зламах і аварійному вигині.

Трохи зношені кулачки шліфують до відновлення профілю, але на глибину не більше 0,5 мм. Кулачки з великим зносом, ексцентрик, посадочні поверхні, а також зношену різьбу відновлюють нарощуванням металу, такими ж способами і матеріалами, як при відновленні розподільних валів двигунів, і потім обробляють під номінальні розміри [14].

Зношену канавку шпонки фрезерують під збільшений розмір, а при зносі не більше 0,2 мм зачищають стінки до виведення слідів зносу. У обох випадках ставлять ступінчасту шпонку. Зміщення повздовжньої осі канавки шпонки відносно діаметральної площини конуса допускається не більше 0,1 мм, а відносно осі симетрії третього кулачка - не більше 0,15 мм.

Штовхач:

Штовхач зношується по зовнішньому діаметру, зношується також торець болта, ослаблюється посадка і ролика у вушку штовхача, ушкоджується або ослабляється різьбове з'єднання регульовального болта.

Зовнішню поверхню штовхача хромують і обробляють під номінальний або ремонтний розмір. Отвір під вісь ролика розвертають під збільшений

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

розмір осі. Зношену або пошкоджену різьбу в корпусі штовхача відновлюють під збільшений розмір, виготовляють новий регулювальний болт [13].

Регулятор в зборі:

Більшість деталей регулятора, виготовлених із сталей різних марок, в процесі експлуатації отримують наступні дефекти:

- знос рухомих зчленувань осей;
- знос отворів під осі і втулки;
- знос втулок, різьбових з'єднань, шпонок;
- знос посадочних місць під підшипники і сальники;
- вигин деталей.

Особливість деталей регулятора - їх невеликі розміри.

Зношені гладкі отвори розвертають під збільшений розмір осей і пальців, а якщо дозволяє конструкція деталі, їх наплавляють і свердлять отвори номінального розміру або відновлюють постановкою втулки.

Зношені пальці і осі замінюють новими або виготовляють збільшеного (по діаметру) розміру. Зношені втулки замінюють новими, розвертають під збільшений ремонтний розмір або осаджують [13].

Наприклад, ослаблені втулки у вантажках регулятора або зі зносом їх по отвору під осі осаджують безпосередньо у вантажках.

Між вушками вантажу встановлюють допоміжну сталеву втулку, пропускають через усі втулки вісь вантажів і під пресом осаджують обидві втулки одночасно, потім їх розвертають під необхідний розмір.

Зношену різьбу відновлюють нарізуванням різьби збільшеного або зменшеного розміру. Якщо дозволяє конструкція деталі, внутрішню різьбу заварюють або обтискають і нарізують різьбу нормального розміру.

Зношені канавки фрезерують на ремонтний розмір [13].

Посадочні місця валиків під підшипники, сальники і втулки відновлюють хромуванням або осталюванням з наступним шліфуванням під номінальний розмір.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Погнуті деталі правлять на плиті, в лещатах або на призмах під пресом.

Відновлення прецизійних пар:

Прецизійні пари паливної апаратури відновлюють на спеціалізованих ремонтних підприємствах або в цехах двома способами: перекомплектовкою і збільшенням діаметру робочої частини плунжера.

У першому випадку плунжерні пари, що поступили на ремонт, розконсервують, розкомплектують, промивають в бензині і потім спресовують поводок. Розкомплектовані плунжери і гільзи притирають на спеціальних доводочних верстатах спеціальними чавунними притирами і оправляннями до виведення слідів зносу. Площини притирають на нерухомих чавунних плитах. Для притиральних робіт використовують абразивні пасти ГОІ і НЗТА, а за останні роки все ширше застосовують алмазні пасти типу АП.

Пасти ГОІ виготовляють трьох видів: грубу (18-40 мкм) Для зняття шару металу в десятих долях мм, середню (8-17 мкм) для зняття в сотих долях мм і тонку (1-7 мкм) для зняття припусків в тисячних долях мм. Для притирання прецизійних пар використовують тільки середню і тонку пасти ГОІ [13].

Пасти НЗТА випускають по зернистості семи номерів: М30, М20, М10 М7, М3, М3 (посилена) і М1 - найтонша, вживаніша для остаточного взаємного доведення плунжера і гільзи.

Алмазні пасти виготовляють 12 зернистостей від 40 до 1, трьох концентрацій:

- нормальною (Н);
- підвищеною (П);
- високою (В).

Наприклад, паста АП14В розшифровується так: алмазна паста, зернистістю 14, високої концентрації (зміст по вазі алмазного порошку в пасті). Для притирання прецизійних пар використовують алмазні пасти зернистістю від 14 до 1 підвищеної і високої концентрації [12].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Попереднє і чорнове притирання виконують пастами більшої зернистості, чистову - дрібнішою і остаточну найдрібнішою М1 або АП1В.

Після чистового притирання овальність, граненість, кривизна і бочкоподібність прецизійних деталей допускається не більше 0,001 мм, а конусність - не більше 0,0015 мм. Зовнішній діаметр деталей вимірюють оптиметром, мініметром із столом і стійкою або важільною скобою з точністю відліку 0,001 мм і сортують їх на групи через 0,001 мм. Отвори вимірюють ротаметром і також сортують на групи через 0,001 мм. Потім деталі спарюють по групах [12].

Плунжер підбирають до гільзи, діаметр якої на 0,001 мм більше діаметру плунжера.

Спарені деталі остаточно притирають одну до іншої, використовуючи пасту МЗ або АПЗВ, а потім найтоншу М1 або АП1В. Напресовують поводок, перевіряють щільність і правильність його посадки.

Спарені і взаємно притерті плунжерні пари піддають гідравлічному випробуванню і сортують по групах гідравлічної щільності. Групу вказують на зовнішній поверхні гільзи.

Розпилювачі притирають і сортують точно так само ж. Крім того, у розпилювачів штифтових форсунок притирають замочний конус, а у безштифтових - торець голки і денце.

Нагнітальні клапани, у яких порушена герметичність замочного конуса, вручну притирають до сідла.

Деталі, що залишилися після розпаровування; гільзи плунжерів і корпусу розпилювачів із збільшеним, а плунжери і голки розпилювачів із зменшеним діаметрами відновлюють нарощуванням шару металу. Зазвичай нарощують тільки плунжери і голки розпилювачів хімічним нікелюванням або хромуванням. Потім піддають їх термообробці. Деталі, що відхромувалися, нагрівають в шафі до температури 180-200°C і витримують протягом 1 год. Нікельовані - нагрівають до температури 400°C, витримують протягом 1 год.,

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

охолоджують на повітрі. Після накладення хрому або нікелю деталі притирають, а при необхідності заздалегідь шліфують, спарюють, випробовують і сортують так як описано вище.

## **2.7 Технологічний процес складання і регулювання паливного насосу високого тиску**

Складання і регулювання паливного насоса виконуються в такій послідовності:

Насоси складають з вузлів і деталей на тих же стендах і пристосуваннях, на яких їх розбирали.

Спочатку окремо збирають регулятор. У зібраного регулятора нормальний зазор між втулками вантажків і осями має бути в межах 0,013-0,057 мм, між віссю і проушинами хрестовин - 0,003-0,025 мм і між втулкою муфти і валиком регулятора - 0,030-0,075 мм. [3]

Головку паливного насоса 4ТН-8.5x10 збирають в пристосуванні. Комплект плунжерів, встановлений в головку, має бути однієї групи щільності, так само, як і комплект нагнітальних клапанів. Перед установкою, прецизійні пари промивають в чистому бензині, а потім в чистому дизельному паливі. При установці не можна чіпати руками притерті торці гільз плунжерів і сідел клапанів, а також розкомплектовувати пари. [3, ст.8].

Корпус насоса збирають на стенді СО-1606А. Спочатку встановлюють кулачковий вал, він повинен вільно обертатися на підшипниках і мати осьовий зазор в межах 0,01-0,25 мм. Ставлять шестерню з фрикціоном: момент прослизання шестерні, змащеної дизельною оливою, що допускається, знаходиться в межах 80-90 кгс·см (8-9 Н·м). Встановлюють рейку, регулятор, штовхачі, головку насоса і паливопідкачуючий насос [4, ст.88].

Регулювання і випробування паливного насоса:

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Регулюють паливний насос на стендах КИ-921М, використовуючи літне дизельне паливо і дизельну оливу. Перед регулюванням насос із справними форсунками обкатують 30 хв. при частоті обертання кулачкового валу 500 об./хв. Під час обкатки перевіряють, а при необхідності регулюють тиск палива в магістралі головки насоса. Для паливних насосів двигунів ЯМЗ воно має бути 1,3-1,5 кгс/см<sup>2</sup> або (0,13-0,15 МПа), а для двигунів інших марок - в межах 0,6-1,1 кгс/см<sup>2</sup>, або (0,06-0,11 МПа). Не допускаються протікання або просочування палива і оливи в місцях ущільнень, заїдання, прихвати і місцевий нагрів вище 80°С. Помічені несправності усувають.

Після обкатки зливають з насоса паливо, оливу і проводять контрольний огляд. Осьовий зазор рейки і кулачкового валу допускається не більше 0,3 мм.

Регулюють насос в такій послідовності: встановлюють хід рейки, настроюють регулятор, задалегідь регулюють насос на продуктивність, регулюють момент початку впрыскування палива, остаточно регулюють насос на продуктивність і рівномірність подачі палива, перевіряють автоматичне виключення збагачувача, повне виключення палива і установку болта жорсткого упору.

1. Хід рейки насоса встановлюють так, щоб при її упорі в коректор подача палива відповідала нормальній годинній витраті палива для двигуна цієї марки, а при крайньому нульовому положенні повністю припинялася подача палива. Хід рейки у насосів різних типів не однаковий і встановлюється різними способами.

Наприклад, у насосів типу УТН-5 хід рейки дорівнює 3-4 мм. Вимірюють його штангенциркулем від торця рейки (у двох крайніх її положеннях) до будь-якої найближчої площини корпусу насоса і встановлюють регулювальним болтом.

У насосів типу 4ТН-8,5х10 хід рейки дорівнює 10,5-11 мм і змінюють його гвинтом вилки тяги регулятора.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63



2. Перед налаштуванням регулятора встановлюють на стенді необхідну частоту обертання, при якій повинне відбуватися автоматичне виключення (зниження) подачі палива. Вона різна для двигунів різних марок: для Д-37 усіх модифікацій А-01М і Д-50, наприклад, частота обертання дорівнює 900 об/хв. Момент початку дії регулятора визначають за допомогою аркуша тонкого паперу, встановленого між регулювальним болтом і призмою або пружиною коректора. У момент відходу болта папір можна, вільно вийняти при частоті обертання на 8-10% меншою, ніж встановлена на стенді, і подача палива повинна повністю припинитися. Якщо ця умова не дотримується, проводять налаштування регулятора [5, ст.97].

На продуктивність і рівномірність насос регулюють з тими форсунками, з якими він буде встановлений на двигун. Перед початком регулювання проводять пробний пуск насоса при включеній подачі палива і по тахометру стенду визначають номінальну частоту обертання кулачкового валу насоса: для двигунів Д-50, СМД-14А, ЯМЗ вона дорівнює 850 об/хв. Потім закріплюють важіль регулятора в положенні повної подачі і включають пристрій відліку числа оборотів. При цьому паливо з форсунок проходить через датчики і потраплятиме в мензурки. Через задане число оборотів автоматично відключається подача палива в мензурки. Кількість палива, що подається кожною секцією насоса, визначають по нижньому меніску мензурки [6, ст.19].

Продуктивність насоса повинна відповідати технічним умовам для двигуна цієї марки. Кількість палива, що подається одним насосним елементом за 1 хв, для двигуна СМД-14А дорівнює  $86 \pm 2 \text{ см}^3$  ( $74 \pm 2 \text{ г}$ ), а для двигуна Д-50 -  $58 \pm 1 \text{ см}^3$  ( $48 \pm 1 \text{ г}$ ). Нерівномірність подачі палива окремими секціями не повинна перевищувати 6% для двигунів ЯМЗ і 3-4% для інших двигунів [5, ст.66].

Нерівномірність подачі палива визначають за формулою:

$$H = \frac{2 \cdot (K_{\max} - K_{\min})}{K_{\max} + K_{\min}} \cdot 100 \quad (2.43)$$

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

де  $K_{\max}$  - кількість палива, зібрана за час досліду насосним елементом, що має найбільшу подачу, г;

$K_{\min}$  - кількість палива, зібрана за час досліду насосним елементом, що має найменшу подачу, г;

$H$  - нерівномірність подачі палива, %.

Продуктивність насоса і нерівномірність подачі перевіряють два-три рази і беруть середнє значення.

3. Початок впорскування палива регулюють при номінальній частоті обертання кулачкового валу насоса. Перед початком регулювання насос обкатують 5-7 хв. при повній подачі палива. Потім включають два ліві тумблери стенду (мережу і лампу стробоскопічного пристрою), а через 1,5-2 хв. - тумблер першої секції насоса. Через 0,5-1,0 хв. в прорізі нерухомого диска стенду з'явиться лінія, що світиться, а цифра на шкалі проти цієї лінії показуватиме кут початку впорскування палива першою секцією. Для інших секцій кут змінюватиметься через  $90^\circ$  по порядку роботи циліндрів двигуна. Кут початку впорскування палива двигунів різних марок різний, а покази на диску стенду залежать від конструктивних особливостей стенду. Наприклад, для двигуна СМД-14А він дорівнює  $22-23^\circ$  по нерухомому диску на стендах КИ-921М із заводським номером після 2210 і  $45-46^\circ$  по рухомому диску з оргскла [6, ст.59].

4. Після регулювання кута початку впорскування в усіх паливних насосів перевіряють запас ходу плунжера. Кулачок валу плунжера, що перевіряється, ставлять в положення в.м.т. і щупом вимірюють зазор між головкою плунжера і регулювальним болтом. Він має дорівнювати 0,8 мм для паливних насосів двигунів ЯМЗ і 0,3 мм для паливних насосів двигунів усіх інших марок.

5. Завершальні операції - перевірка і регулювання автоматичного виключення збагачувача, повного виключення подачі палива і установки болта жорсткого упору.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Після закінчення регулювання встановлюють на місце кришку регулятора, відокремлюють форсунки, в отвори косинців вставляють дерев'яні пробки, на розпилювачі надівають захисні ковпачки, а на штуцери накручують захисні гайки. Пломбують верхню кришку регулятора, бічну кришку насоса, болт жорсткого упору і кришку керування регулятора.

## **2.8 Вибір технологічного устаткування і оснастки для дільниці**

Для здійснення операцій по ТО і ремонту рухомого складу автомобільного транспорту на ПП і СТОА використовується технологічне обладнання. У це поняття входять: технологічне обладнання, за допомогою якого виконуються різні операції робіт по ТО і ремонту автомобілів і їх елементів; організаційне оснащення, необхідне для організації цього виробництва; технологічне оснащення, необхідне для виконання операцій цього виробництва.

До технологічного обладнання відносяться верстати, стенди, установки, як стаціонарні, так і пересувні, використовувані при ТО і ремонті автомобілів, агрегатів, вузлів і механізмів, а також відновлення їх деталей. До організаційного оснащення відносяться: верстаки, стелажі, підставки, шафи, скрині, необхідні для організації робіт у виробничих зонах і на ділянках ремонтно-обслуговуючого виробництва (РОП).

До технологічного оснащення відносяться: комплекти інструментів, прилади, пристосування, необхідні для безпосереднього виконання операцій по ТО і ремонту автомобілів виконавцями РОП [9, ст.19].

Технологічне устаткування залежно від його призначення підрозділяється на чотири групи.

До першої групи відносяться устаткування і пристрої, що забезпечують зручний доступ до агрегатів, механізмів і деталей, розташованих знизу і складання автомобіля при його ТО і ремонті, - підйомно-оглядове обладнання. Сюди входять оглядові канали, естакади, підйомники і домкрати.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

До другої групи відноситься обладнання для підйому і переміщення автомобілів, агрегатів і вузлів автомобіля в процесі ТО і ремонту - підйомно-транспортне обладнання. Сюди входять кран-балки, пересувні крани, талі, електротельфери, вантажні візки, а також конвеєри різних типів, які застосовуються при ТО у випадках, коли рух автомобіля самоходом виключається.

Третя група -- спеціалізоване обладнання для ТО. Воно призначається для безпосереднього виконання технологічних операцій (робіт) ТО: прибирально-мийних, кріпильних, мастильних, контрольно-діагностичних, регулювальних і заправних. До них відносяться: мийні і заправні установки, діагностичні стенди, гайкокрути та ін [11].

Четверта група - спеціалізоване обладнання, що включає велику номенклатуру виробничого устаткування, вживаного в технології робіт ПР автомобіля і при ТО-2: розбірно-складальне, слюсарно-механічне, ковальське, зварювальне, мідницьке, шиномонтажне і вулканізація, електромеханічне і для системи живлення [11].

Таблиця 2.6 - Вибір обладнання для дільниці з ремонту системи живлення

Обладнання	Модель, тип	К-ть	Габаритний розмір, мм	Вартість
<u>Діагностичне обладнання</u>				
Прилад	Максиметр 2	1		
	Ручний насос	1		
Стенд для випробування і регулювання паливних насосів високого тиску	СТДА- 1	1	1200x700	
Прилад	КП-1609А	1		

Продовження таблиці 2.6

Стіл для миття і контролю прецизійних деталей		1	1000x800	
<u>Розбірно-складальне</u>				
Стенд	СО-1606А	1		
<u>Мийне</u>				
Пристрій для розбирання і миття деталей		1	1200x800	
<u>Дефектувальне</u>				
Прилад для визначення зносу в прецизійних парах відносним способом по втраті гідравлічної щільності		1		
Прилад	КП-1640А	1		
Прилад	КИ- 1086	1		
Прилад	КП-1609А	1		
Стіл дефектувальний		1	1200x800	
Плита мірна		1		
Пристрій для контролю валів		1		
Пристрій для контролю пружин		1		
Призми		1		
<u>Ремонтне</u>				
Електрозварювальне		1		
Фрезерний верстат		1		
Свердлильний верстат		1	600x800	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КРБ.605.12.00.00.000ПЗ

Арк.

68

Продовження таблиці 2.6

Верстак слюсарний		1		
Лещата слюсарні універсальні		1		
Пост для поточного ремонту форсунок дизельного двигуна		1	900x800	
Верстак для ремонту паливної апаратури		1	1600x800	
Рейковий ручний прес		1	600x800	
Стелаж для деталей		2	1400x450	
Скрина для обтиральних матеріалів		1	1000x400	

## 2.9 Розрахунок площі ділянки

Площа ділянки розраховується за площею, займаною обладнанням ( $f_{обл.}$ ) і коефіцієнтом щільності його розставлення ( $K_{щ}$ ) за формулою:

$$F_{д\dot{л}.} = f_{обл.} \times K_{щ} \quad (2.44)$$

Таблиця 2.7 - Специфікація технологічного устаткування проектованої ділянки

Найменування	Мо- дель тип	Кількість	Габарит ні розміри м	Площа м <sup>2</sup>		Споживана потужність, кВт		Вар- тість грн.	
				одиниці	загальна	одиниці	загальна	одиниці	загальна
Стенд для випробування і регулювання паливних насосів високого тиску	СТД А- 1	1	1,2×0,7	0,84	0,84				

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Продовження таблиці 2.6

Стіл для миття і контролю прецизійних деталей		1	1×0,8	0,8	0,8				
Пристрій для розбирання і миття деталей		1	1,2×0,8	0,96	0,96				
Стіл дефектувальний		1	1,2×0,8	0,96	0,96				
Свердлувальний верстат		1	0,0,6×0,8	0,48	0,48				
Пост для поточного ремонту форсунок дизельного двигуна		1	0,0,9×0,8	0,72	0,72				
Верстак для ремонту паливної апаратури		1	1,6×0,8	1,28	1,28				
Рейковий ручний прес		1	0,0,6×0,8	0,48	0,48				
Стелаж для деталей		2	1,4×0,45	0,63	1,26				
Скрина для обтиральних матеріалів		1	1×0,4	0,4	0,4				
Всього				7,55	8				

Відповідно до вибраного обладнання (таблиця 2.7) визначимо його сумарну площу, яка рівна  $f_{об} = 8 \text{ м}^2$ . Значення коефіцієнта  $K_{щ}$  для ділянки ремонту приладів системи живлення, згідно ОНТП-АТП-СТО- 80, набуває від 3,5 до 4,5. Приймаємо  $K_{щ} = 3,5$ , тоді площа проектованої ділянки складе:

$$F_{д\ddot{л}} = 8 \times 3,5 = 28 \text{ (м}^2\text{)}$$

Приймаємо площу ділянки з ремонту приладів системи живлення дизельних автобусних двигунів рівною  $28 \text{ м}^2$  (Графічна частина проекту) [12].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Призначення і сфера застосування запропонованого стенду

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

Дизельний двигун в порівнянні з карб'юраторним економічніший, у меншій мірі забруднює довкілля шкідливими продуктами, що входять до складу відпрацьованих газів, краще долає короткочасні перевантаження, а це дуже важливо для більшості мобільних машин [13].

В той же час дизель конструктивно складніший, що в основному визначається труднощами у виготовленні і експлуатації паливоподаючої апаратури, що забезпечує систему живлення двигуна. Слід зазначити, що ці переваги дизеля проявляються повною мірою тільки при правильному, технічно грамотному обслуговуванні вузлів паливоподачі. Це у свою чергу вимагає не лише застосування спеціального обладнання, але і відповідних знань, навичок, необхідних для перевірки рівня робочих характеристик, які в процесі експлуатації не залишаються постійними і вимагають періодичного коригування. Зміни, що виникають в апаратурі під час експлуатації паливоподачі, призводять не лише до погіршення економічності, потужностних характеристик дизеля, але і зниженню рівня безвідмовності, довговічності, працездатності, як вузлів паливоподачі, так і інших деталей дизеля [14].

Конструкція стенду дозволяє продіагностувати форсунку без зняття її з двигуна. Конструкція являє собою плунжерний насос, який подає під великим тиском паливо до форсунки. Також присутній манометр, за допомогою якого здійснюватимуться виміри тиску палива, що проходить через форсунку і штихробер для виміру кількості цього палива. В результаті того, що прилад

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71



має електродвигун і для роботи із стендом не вимагається зняття форсунки з двигуна, процес діагностування істотно полегшується, плюс до всього буде відбуватися заощадження часу [14].

### 3.2 Аналіз аналогів проектованого стенду

До аналогів пропонованого стенду можна віднести стенд для діагностики форсунок КИ-562.



Рисунок 3.1 - Стенд для діагностики форсунок КИ-562:

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики стенду для випробування форсунок КИ-562:

Найменування	КИ- 562
Тип приладу	Настільний
Тип приводу	Ручний
Тиск, МПа	Від 0 до 600

Продовження таблиці 3.1

Діапазон відтворення тиску, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	27 (270)
Межа допустимого падіння тиску, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	1,0 (10)
Похибка, %	±1,5
Номінальна подача палива, мм <sup>3</sup> /цикл	1800
Час падіння тиску, хв.	3
Маса, кг	5
Бак для палива, л	1
Кількість обслуговуваного персоналу	1

### 3.3 Будова і робота стенду для діагностики форсунок

На рисунку 3.2 представлений стенд для діагностики форсунок, який складається з манометра - 1, бачка для палива - 2; корпуса приладу - 3, трубопроводу низького тиску - 4, мотор-редуктора - 5; спускового клапана - 6, кулачкового вала - 7; штовхача - 8, насоса високого тиску - 9, трубопровода високого тиску - 10 і штихпробера - 11.

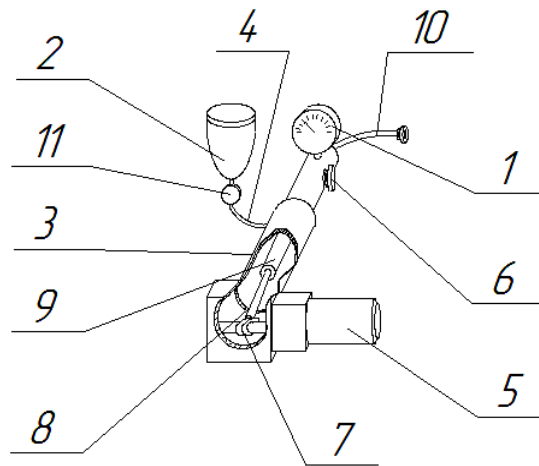


Рисунок 3.2 - Стенд для діагностики форсунок:

1 - манометр; 2 - бачок для палива; 3 - корпус приладу; 4 - трубопровід низького тиску; 5 – мотор - редуктор; 6 - спусковий клапан; 7 - кулачковий вал; 8 - штовхач; 9 - насос високого тиску; 10 - трубопровід високого тиску; 11 – штихпробер.

Опис роботи стенду:

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Перед тим, як стенд використовувати за призначенням, його перевіряють на герметичність. Для цього ставлять заглушку на випускний трубопровід, відкривають спусковий клапан 6 і створюють тиск близько 30 МПа. Потім, секундоміром заміряють час падіння тиску, який не повинен перевищувати 0,5 МПа в хвилину. Інакше прилад потребує ремонту або регулювання. [12]

Після перевірки прилад приєднується до випробовуваної форсунки через наявний у нього трубопровід високого тиску 10. Після включення стенду асинхронний мотор-редуктор 5 починає обертати кулачковий вал 7, що знаходиться в корпусі двигуна, із швидкістю 60 об./хв. Зусилля через штовхач 8 від валу передається насосу високого тиску 9 в корпусі приладу 3. поступаються Паливо, яке поступає з баку 2 проходить через штихпробер 11, де відбувається його кількісний вимір, потім по трубопроводу низького тиску 4 підходить до насоса високого тиску 9 після чого поступає до форсунки. За допомогою наявного манометра відбувається вимірювання максимального тиску, створюване паливом. Тиск початку підйому голки розпилювача форсунки, визначають при підвищенні тиску палива в приладі до 12,5 МПа і далі з швидкістю до 0,5 МПа в секунду. Величина тиску фіксується у момент початку вприскування палива. У разі невідповідності тиску початку вприскування технічним умовам необхідно провести з форсункою ремонтно-регулювальні роботи [14].

Коротка технічна характеристика стенду подана в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Технічна характеристика стенду

Тип стенду	Переносний з електродвигуном
Габаритні розміри стенду:	
- довжина	0,318 м
- ширина	0,178 м
- висота	0,380 м

Продовження таблиці 3.2

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Габаритні розміри стенду: - довжина	0,318 м
- ширина	0,178 м
- висота	0,380 м
Маса стенду, не більш	5 кг
Діапазон відтворюваного тиску, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,60 (6,00)
Межа похибки вимірювання тиску, %	± 1,5
Подача палива, мм <sup>3</sup> /цикл, не менше	1800
Місткість для палива, л, не менше	0,5
Кількість обслуговуючого персоналу	1
Час падіння тиску після досягнення 35 МПа (350 кгс/см <sup>2</sup> ), хв.	3
Швидкість виміру, вим./цикл	2

### 3.4 Розрахункова частина конструкторського розділу

#### 3.4.1 Вибір електродвигуна

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

Параметри двигуна:

Потужність.....40 Вт

Число оборотів ротора.....1250 об./хв.

Параметри редуктора:

Передавальне число.....25

Число оборотів вихідного валу.....60 об./хв.

Крутний момент вихідного валу.....8,23 Н·м

Число східців.....3

#### 3.4.2 Розрахунок діаметру кулачкового валу

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Цей розрахунок потрібний, для того, щоб визначити діаметр проєктованого валу при наявному напруженні. Вал зображений на рисунку 3.3. [16]

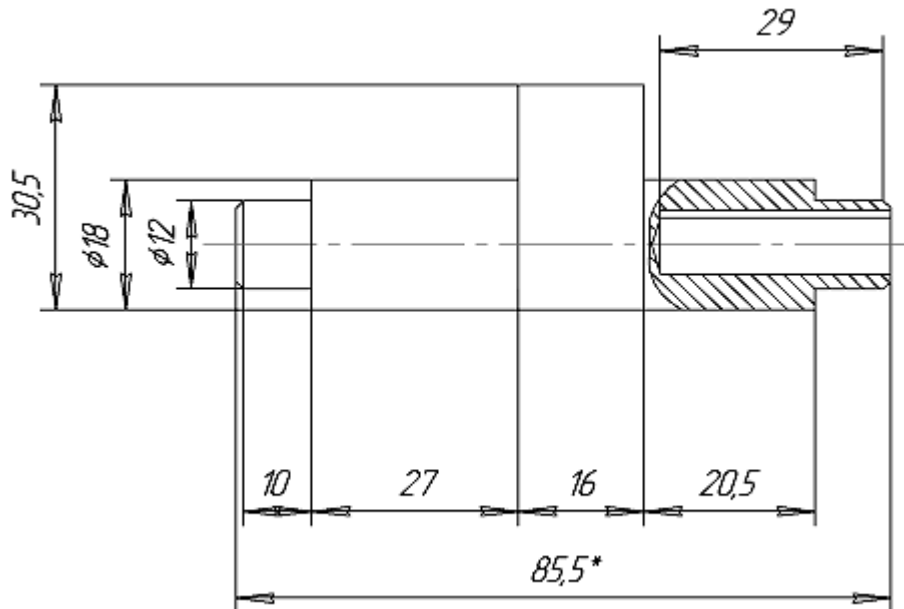


Рисунок 3.3 - Кулачковий вал

При знаходженні діаметру валу спершу необхідно знайти величину сили, що діє на нього.

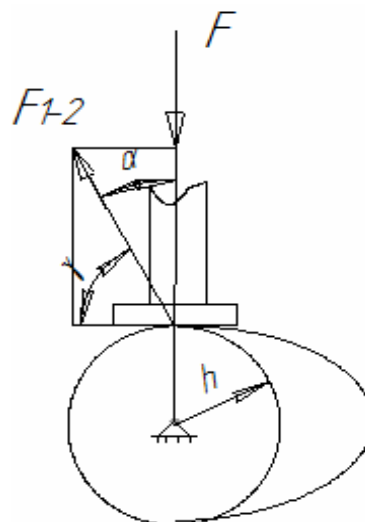


Рисунок 3.4 - Схема розкладання сил

Із схеми розкладання сил 3.4 видно, що на кулачок діє штовхач

					КРБ.605.12.00.00.000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

з силою  $F$ .

$$F = P \cdot S, \quad (3.1)$$

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

$S$  - площа плунжера;

$$(3.2)$$

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

Тоді:

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

### 3.4.3 Розрахунок вала на згин і кручення

Основним навантаженням на вали являється сила від штовхача, направлена в центр вала [16].

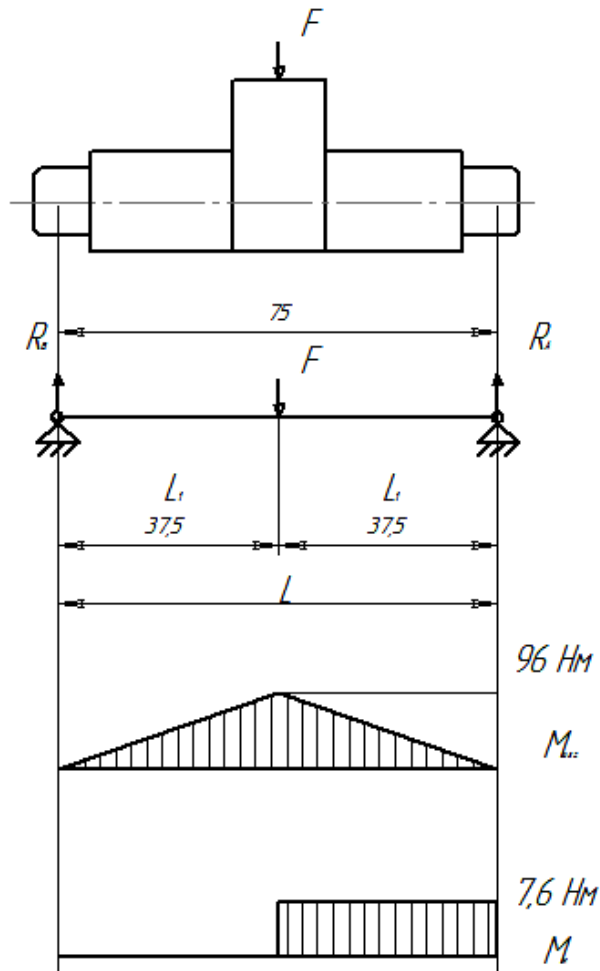


Рисунок 3.5 - Епюри згинаючих і крутних моментів

Побудуємо епюру згинаючого моменту.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Знайдемо крутний момент, що діє на вал:

Побудуємо епюру крутного моменту

Порівняємо отримані дані з паспортними:

$$7,6 \text{ Н}\cdot\text{м} < 8,23 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Дані навантаження цілком допустимі.

#### **3.4.4 Вибір підшипників кочення**

Оскільки реакції в опорах, а відповідно, і сили, що діють на підшипники дуже малі, то можна підібрати підшипники виходячи з технологічних міркувань. В нашому випадку критерієм підбору буде являться посадочний діаметр підшипника, тому приймаємо, що в даному стенді будуть використовуватись підшипники 201 ГОСТ 8338-75 [15].

#### **3.4.5 Кінцеве компонування та розробка складального і деталювального креслень**

При розробці складальних креслень і їх деталювання необхідно враховувати, що складальне креслення повинно мати достатню кількість проєкцій, габаритні розміри, необхідні монтажні розміри, складальні посадки і позначення зварки. На креслення також необхідно вказувати технічні вимоги на складання, експлуатацію і його кінцеву обробку [16].

Висновки:

При розрахунку даної конструкції всі її елементи підібрані із запасом міцності, всі з'єднання розраховані на навантаження, що перевищують граничні. Значить, конструкція забезпечить виконання вимог з техніки безпеки при діагностиці форсунок дизельних двигунів. Крім того, він не потребує енергомістких і складних операцій при виготовленні і достатньо простий в експлуатації [17].

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

### 4.1 Техніка безпеки при виконанні технічного процесу у відділенні та санітарно гігієнічні вимоги

При ремонті автомобілів, монтажі та експлуатації обладнання на автотранспортних підприємствах широко використовується ручна праця. При її використанні існує значна небезпека травмування робітників.

Під час виконання робіт на дільниці виникають фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, зокрема, це рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини (елементи) виробничого обладнання, засоби для переміщення заготовки деталі, матеріали, а також хімічні небезпечні фактори, які спричиняють небезпеку травмування робітника.

Щоб уникнути або зменшити випадки виникнення травмування, спричинених цими факторами, необхідно дотримуватись основних правил технічної безпеки.

На дільниці основною є техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних, мийно-очисних робіт і використання спеціального устаткування, пристроїв та інструментів.

При виконанні розбирально-складальних робіт потрібно дотримуватись основних вимог техніки безпеки, які заключаються в наступному.

- дільниця складання-розбирання повинна мати міцні неспалімі стіни;
- підлога повинна бути рівною, гладкою, але не слизькою;
- не можна допускати на дільниці великої кількості агрегатів і деталей, забороняється загроможувати проходи;
- агрегати і деталі, які мають масу більше 10 кг необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирати агрегати, які мають пружини, дозволяється тільки на спеціальних стендах або за допомогою пристосувань;

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79



- при випресуванні деталей, які мають нерухому посадку, на пресах останні оснастити захисними решітками;

- для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0.5 м від підлоги. Всі корпуси електродвигуна також металеві частині! обладнання замулені або заземлені:

- переносний електроінструмент можна використовувати при умові його справності при напрузі не більше 36 В.

В процесі мийно-очисних робіт потрібно дотримуватись таких умов безпеки.

Мити автомобілі, агрегати необхідно в спеціально відведених майданчиках. Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального, гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів то працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень тетраетил свинцю гасом або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою.

Під час промивання агрегатів необхідно дотримуватись таких вимог:

- при механічному митті місце мийника повинно розташовуватися у водонепроникній кабіні;

- пост відкритого шлангового миття потрібно розміщувати в зоні, яка ізольована від відкритих струмоведучих провідників та устаткування, що знаходиться під напругою;

- трапи, апарелі та підлоги на постах миття повинні бути шорсткою (рефлексною) поверхнею.

В процесі виконання мийно-очисних робіт з використанням лужних розчинів, кислот мийні машини та різні установки для виконання цих робіт пошиті бути обладнані місцевою вентиляцією. Крім місцевих вентиляційних підсосів на дільниці повинно бути замулення і заземлення.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Для захисту органів дихання шкіри, слизових оболонок очей під час виготовлення розчинів і при їх використанні слід використовувати індивідуальні засоби захисту: окуляри, рукавиці, респіратор. Розпочинаючи роботу, мийник повинен нанести на шкіру захисну пасту. Забороняється: застосовувати для миття двигунів і агрегатів бензин та легкозаймисті матеріали; мити та знежирювати деталі без загальної припливо-витяжної та місцевої вентиляції у місцях мийки двигунів, агрегатів, мийних ванн.

Правила безпеки при використанні спеціального устаткування пристроїв та інструментів.

Пересувне та переносне устаткування повинно мати захвати для його переміщення.

Конструкція підставок (козелків) повинна забезпечувати надійність і стійкість при їх застосуванні, а також запобігти сковзанню транспортних засобів, які вставлені на них.

На кожній підганці (козелку) повинно бути вказано граничне допустиме навантаження. Ручні інструменти не повинні мати пошкоджень на робочих поверхнях - відколів, вибоїн; на бокових гранях у місцях затискання їх рукою - задирок та гострих ребер; на дерев'яних поверхнях ручок інструментів - сучків, задирок, тріщин; поверхня повинна бути гладкою.

Дерев'яні ручки інструментів повинні мати бандажні кільця. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок та головок болтів і не мати тріщин та забоїн.

Забороняється користуватися пристроями та інструментами без щоденної перевірки їх перед роботою майстром або механіком; використовувати несправні інструменти або використовувати їх не за призначенням. При проектуванні підприємств направлених на забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних вимог експлуатації діляниць керуються документами, які офіційно регламентують ці умови.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

## 4.2 Техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних робіт

При розбирально-складальних роботах забороняється користуватися несправними пристосуваннями (знімачами) і інструментами.

Гайкові ключі повинні відповідати розміру гайок і головок болтів і не мати тріщин, забоїн, задирок. Застосовувати гайкові ключі для відкручування (закручування) гайок і головок болтів допускається тільки в тих випадках, коли неможливе застосування торцевих і накидних ключів. Для відкручування і закручування гайок і болтів забороняється користуватися зубилом, молотком, підкладати між гайковим ключем і гайкою (головкою болта) металеві пластини і т.п., подовжувати ключ іншим ключем або трубою [4, ст.8].

При розбиранні і складанні нарізних з'єднань гайковими ключами робочий рух руки повинен бути "до себе", а не навпаки. Відкручувати і закручувати гвинти необхідно викрутками, ширина леза яких дорівнює діаметру головки гвинта.

При використанні електро-пневмоінструментів кабель або шланги по можливості підвішуються. Заміну інструментів (насадок) виконувати тільки при відключеному кабелі (шланзі) від електромереж і (повітропроводу).

Повітропровід не повинен перехрещуватися з електрокабелями або розташовуватися ближче від них ніж на 0,5 м.

Включати вентиль подачі стисненого повітря можна тільки тоді, коли інструмент у робочому положенні. Не допускається перегинання під час роботи пневмоінструмента. Просочування повітря не через шланг і загальну магістраль не допускається.

Тиск повітря в ресивері не повинен бути вищим встановленого технічними вимогами.

Працювати з електроінструментом дозволяється в гумових рукавицях, стоячи на гумовому килиму. При продувці деталей, складальних одиниць

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

стисненим повітрям потрібно бути в захисних окулярах, повітряний струмінь потрібно направляти від себе.

Роботи, які супроводжуються виділенням пилу при зачистці зварних швів, припасуванні деталей і т.ін., електро- або пневмошліфуванням, слід виконувати у спецодязі, рукавицях, окулярах і респіраторі.

Перед використанням пристроїв (знімачів) необхідно перевірити їх на відсутність тріщин, сколів, зам'ятості різи тощо.

При виявленні цих дефектів користуватися ними забороняється.

При розбиранні і складанні нерухомих спряжень з використанням знімача необхідно, щоб гвинт знаходився на одній осі з віссю деталі, яка спресовується (напресовується), а захвати (лапки) надійно охоплювати деталь. Деформація гвинта, захватів і інших деталей знімача не допускається.

При розпресуванні і запресуванні деталей на пресі необхідно, щоб вісь деталі і надставки співпадали з штоком преса. Забороняється підтримувати руками оправки і підкладки [3, ст.89]

Стакани підшипників, фланці і інші подібні деталі з нарізними отворами необхідно знімати тільки з допомогою пристосувань або технологічних (демонтажних) болтів.

Забороняється застосовувати молотки, зубила, клини і т.п.

Знімати і встановлювати пружини необхідно спеціальними знімачами з запобіжними пристроями (кожух) або технологічними гвинтами, що дозволяють плавно послабити або стиснути пружину.

#### **4.3 Основні вимоги пожежної безпеки**

Основним завданням запобігання пожеж та вибухів є усунення причин, що сприяють утворенню горючого і вибухонебезпечного середовища в виробничому приміщенні. В приміщеннях ремонтних підприємств горючі і легкозаймисті (спалахуючі) речовини можуть з'явитися із-за підтікання

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

пального і мастила в ремонтваних машинах, при митті і знежиренні деталей. Можливими джерелами запалювань можуть бути іскріння в місцях пошкодження ізоляцій електропроводки, розбризкування крапель розплавленого металу при проведені зварювальних робіт, перегріві струмопроводів і т. п. Перелічені приклади можливих причин виникнення пожеж визначають характер заходів протипожежної профілактики в виробничих приміщеннях ремонтних підприємств яких необхідно дотримуватись:

- забезпечення справності електропроводки;
- захист щитками розподільчих і пускозапобіжних пристроїв;
- встановлення іскрозахисних щитів біля місць встановлення і роботи зварювальних і наплавлювальних установок і пальників;
- збір в спеціальні ємності залишків пального і мастильних матеріалів при розбиранні ремонтваних автомобілів;
- зберігання пожежо- і вибухонебезпечних речовин і матеріалів на спеціально обладнаних складах в герметично закритій тарі;
- дотримання вимог пожежної безпеки при виконанні газозварювальних робіт та нагріванні деталей відкритим полум'ям. На території ремонтної зони повинен бути резервуар з запасом води і мережа оснащених пожежними рукавами гідрантів. В приміщеннях і на будівлях повинна встановлюватись засоби пожежегасіння у відповідності до діючих пожежних правил. У найбільш пожежо-небезпечних зонах повинна бути змонтована пожежна сигналізація.

#### 4.4 Розрахунок штучного освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та для освітлення приміщень в темний час доби. Від того, наскільки кваліфіковано воно спроектоване залежить безпека праці та самопочуття працівників,

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

продуктивність їхньої праці та якість виробів. Розраховуємо систему загального рівномірного освітлення люмінесцентними лампами для виробничого приміщення, в якому виконуються зорові роботи розряду III В.

Для розрахунку потрібні вихідні дані, такі як: довжина приміщення (а) – 7м, ширина приміщення (b) – 4 м, висота приміщення (H) – 2,3м. Приміщення має світлу побілку. Коефіцієнт відбивання стелі ( $\rho_{\text{стелі}}$ ) – 70%, Коефіцієнт відбивання стін ( $\rho_{\text{стін}}$ ) – 50%. Висота робочої поверхні стола ( $h_p$ ) – 0,7м.

Мінімальна освітленість такого приміщення становить  $E=300\text{лм}$ . Світильники кріпляться до стелі на висоті 3м над підлогою. Відповідно відстань від світильників до стелі буде становити  $h_0=3\text{м}$ . Це не суперечить вимогам СНиП-II-4-79, відповідно до яких  $h_{0\text{min}}=2,6-4\text{м}$

Визначаємо висоту світильника над робочою поверхнею згідно

$$h=h_0- h_p, \quad (4.1)$$

$h=3-0,7=2,3$  (м) Показник приміщення [i] становить, згідно формули:

$$i = \frac{a \cdot b}{h(a + b)} \quad (4.2)$$

$$i = \frac{7 \cdot 4}{2.3 \cdot (7 + 4)} = 0,81$$

При  $i=0,81$ ,  $\rho_{\text{стелі}}=70\%$ ,  $\rho_{\text{стін}}=50\%$  для світильників ЛП001 коефіцієнт використання  $\eta = 0,51$ , згідно [5]. С 144. табл. 3,26.

Визначаємо необхідну кількість світильників для забезпечення необхідної освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по дві лампи ЛБ-40, а світловий потік однієї такої лампи становить згідно [6, ст.144]  $\Phi_{\text{л}}=3200\text{лм}$ .

Кількість світильників визначаємо:

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{2\Phi_{\text{л}} \cdot \eta} \quad (4.3)$$

де: E – мінімальна освітленість даного приміщення

S – площа приміщення, м<sup>2</sup>

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

$K_3$  – коефіцієнт запасу, згідно [5] С 144 табл. 3.24 становить 1,5

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z=1,1$  для люмінесцентних ламп

$$N = \frac{300 \cdot 28 \cdot 1.5 \cdot 1.1}{2 \cdot 3200 \cdot 0.51} = 3,9 \quad \text{шт.}$$

Приймаємо 4 світильники, розміщення яких показано на рисунку 4.2

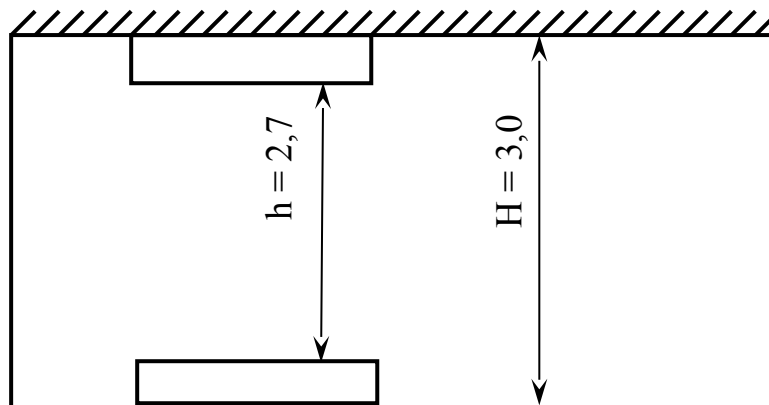


Рисунок 4.1 - Схема розташування світильників

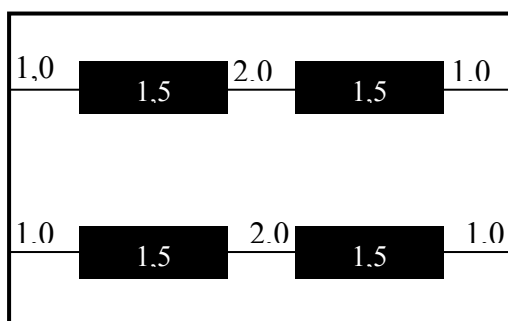


Рисунок 4.2 - Схема розташування світильників

Визначаємо сумарну електричну потужність усіх світильників, встановлених в приміщенні:

$$\sum P_{CB} = P_L \cdot N \cdot n \quad (4.4)$$

де  $P_L$  – потужність однієї лампи, згідно [5] С 144. табл.3.27 приймаємо 40Вт

$$\sum P_{CB} = 40 \cdot 8 \cdot 2 = 640 \text{ (Вт)}$$

## ВИСНОВКИ

При написанні кваліфікаційної роботи на тему: «Підвищення ефективності технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту паливної апаратури двигунів ТАТА-697 автобусів сімейства “Еталон” » в загально-технічному розділі подано характеристику автобуса Еталон, загальний опис системи живлення дизелів, характеристику дизельного палива та характеристика рядного багатосекційного ПНВТ двигуна ТАТА 697 автобуса ЕТАЛОН. В технологічному розділі розраховано виробничу програму по ТО і ремонту. Подано організацію робіт на дільниці і схема технологічного процесу, принцип дії та умови роботи приладів системи живлення дизельного двигуна ТАТА-697, принцип дії системи живлення дизеля, характеристика системи живлення двигуна ТАТА-697. Описано конструкційні особливості та принцип роботи вузла, що підлягає ремонту, технічні умови на дефектування деталей вузла, найменування та способи виявлення дефекту, вибір раціональних способів усунення дефектів, технології усунення дефектів, технологічний процес складання і регулювання паливного насосу високого тиску та вибір технологічного устаткування і оснастки для дільниці. В конструкторському розділі проведено аналіз призначення і сфера застосування запропонованого стенду, аналіз аналогів проєктованого стенду, будова і робота стенду для діагностики форсунок.

В охороні праці описано безпеку при виконанні технічного процесу у відділенні та санітарно гігієнічні вимоги, техніка безпеки при виконанні розбирально-складальних робіт, основні вимоги пожежної безпеки. Розраховано штучне освітлення.

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Венгер М.П., Заверуха Р.Р., Курус В.М. Методичні вказівки до підготовки і виконання кваліфікаційної роботи бакалавра для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт», спеціальності 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт». Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2023. 48 с.
2. Аршинов В.Д. Ремонт двигунів ТАТА 697. Київ: «Каравелла», 2018. 310с.
3. Шамаль Н.Л. Силові агрегати ТАТА. Інструкція по експлуатації 238ДЕ-3902150 РЕ. Київ: Авто-Акта, Інженерно-конструкторський центр, 2017. 332 с.
4. Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2017. 720 с.
5. Дюмин І.Е. Ремонт автомобілів. Київ: Транспорт, 2018. 280 с.
6. Карагодін В.І., Митрохін Н.Н. Ремонт автомобілів і двигунів: Київ: Каравелла, 2013. 496 с.
7. Божидарнік В.В., Гусев А.П. Основи технології виробництва і ремонту автомобілів. Луцьк: Надстир'я, 2017. 320 с.
8. Перспективи розвитку автосервісу в Україні URL: [http://or-klakson.blogspot.com/2012/01/blog-post\\_28.html](http://or-klakson.blogspot.com/2012/01/blog-post_28.html) (дата звернення 3.02.2023).
9. Скільки заробляють автосервіси URL: [http://muravej.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=434:2011-05-17-19-05-15&catid=50:2012-05-27-19-12-18&Itemid=60](http://muravej.com/index.php?option=com_content&view=article&id=434:2011-05-17-19-05-15&catid=50:2012-05-27-19-12-18&Itemid=60) (дата звернення 3.02.2023).
10. Марков О.Д. М-26 Станції технічного обслуговування автомобілів Київ: Кондор, 2008. 536 с.
11. Паливна система автобусів. URL: <https://prom.ua/ua/Sistema-pitaniya-dvigatelya> (дата звернення 15.05.2023).

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

12. Автобусні паливні системи. URL: <https://autobooking.com/ua-ua/ofitsiyni-servis/c-dnipro/kompanyia-vyktor-y-synovia> (дата звернення 20.02.2023).

13. Сервісне обслуговування паливної системи автобусів. URL: <https://autobooking.com/ua-ua/ofitsiyni-servis/c-odesa/ofytsyalnyi-servys-mercedes-benz> (дата звернення 19.02.2023).

14. Ремонт паливної системи автобусів. URL: <https://turbo-plus.com.ua/remont-toplivnoj-apparatury/remont-toplivnoj-apparatury-forsunki-nasos-nizkogo-davleniya-i-tnvd-mercedes-benz> (дата звернення 3.02.2023).

15. Паливні насоси високого тиску. URL: <http://www.mercedesman.ua/C-Class/W201/power/carburetor> (дата звернення 3.02.2023).

16. Технічне обслуговування ДВЗ ТАТА-697. URL: <https://sales.mercedes-avangard.ua/service/populyarnye-raboty/remont-keyless> (дата звернення 3.02.2023).

17. Ремонт паливних систем. URL: <https://ddcar.ua/mercedes-benz/remont-toplivnoy-sistemy> (дата звернення 18.04.2023).

18. Електрообладнання автобусів та паливних систем. URL: <https://skoda-vologda.ua/uk/elektrooborudovanie/neispravnosti-sistemy-pitaniya-dvigatelya-ustranenie-prosteishih-neispravnostei-sistemy-pitaniya-dvigat.html> (дата звернення 3.03.2023).

					<i>КРБ.605.12.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89