

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра автотранспорту та логістики
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного
обслуговування та ремонту системи живлення двигунів автомобілів
MAN F90

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МАС-41
спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

_____ Василь ГУССВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Михайло ЛЕВКОВИЧ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Роман ХОРОШУН
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Олег ЦЬОНЬ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Микола СТАШКІВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Гусєву Василю Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення двигунів автомобілів MAN F90

Керівник роботи Левкович Михайло Геннадійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «21» січня 2026 року 4/7-39

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Технічна характеристика автомобіля MAN F90, типовий процес обслуговування та ремонту системи живлення двигунів.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Основні характеристики систем та розподіл трудомісткості MAN F90 (A1).

Порядок технологічного процесу ресурсного діагностування (A1). Різновиди

мастил і пристроїв (A1). Бак для зберігання відпрацьованих олів (A1). Пристрій

для заправки консистентного мастила (A1). Дільниця (A1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 21.01.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	01.02.2026	
2	Технологічний розділ	15.02.2026	
3	Конструкторський розділ	05.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	14.06.2026	
6	Захист дипломної роботи		

Студент

_____ (підпис)

Василь ГУСЄВ

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Михайло ЛЕВКОВИЧ

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

до кваліфікаційної роботи на тему: «Розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення двигунів автомобілів MAN F90», виконаної студентом студентом групи МАс-41 ТНТУ імені Івана Пулюя Гусєвим Василем Володимировичем. Керівник роботи – к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Пояснювальна записка містить 61 аркуш формату А4, додатки та графічну частину.

Ключові слова: дизельний двигун, MAN F90, система живлення, діагностика, технічне обслуговування, ремонт, паливна апаратура, форсунки, ПНВТ, технологічний процес.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання організації та вдосконалення процесів діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення дизельних двигунів автомобілів MAN F90. Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення надійності та паливної економічності вантажних автомобілів в умовах інтенсивної експлуатації.

У загально-технічному розділі наведено характеристику двигунів MAN F90, розглянуто їх конструктивні особливості, описано процес згоряння палива та проаналізовано вплив технічного стану системи живлення на роботу двигуна.

У технологічному розділі виконано розрахунок річної програми робіт з діагностики системи живлення, визначено трудомісткість робіт, кількість виконавців і постів діагностики та ремонту. Описано принцип роботи системи живлення, паливних форсунок, наведено основні регульовальні параметри двигуна, типові несправності та порядок їх усунення.

У конструкторському розділі розглянуто спеціальний інструмент і пристосування для обслуговування двигунів MAN F90 та розроблено пристрій для перевірки системи живлення. Подано опис конструкції, принцип роботи та виконано економічне обґрунтування доцільності його впровадження.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна характеристика ДВЗ, що застосовуються на MAN F90	7
1.2 Схема та основні елементи ДВЗ MAN F90	8
1.3 Технологія згоряння палива у ДВЗ MAN F90	10
1.4 Вплив технічного стану системи живлення на роботу ДВЗ	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Характеристика виробничих умов виконання робіт	14
2.2 Розрахунок річної програми робіт з діагностики системи живлення	14
2.3 Розрахунок трудомісткості робіт	15
2.4 Розрахунок кількості виконавців	15
2.5 Розрахунок кількості постів діагностики та ремонту	16
2.6 Паливні форсунки що застосовуються у MAN F90	17
2.7 Регулювальні параметри ДВЗ	17
2.8 Принцип роботи системи живлення	23
2.9 Огляд можливих несправностей ДВЗ MAN F90	24
2.10 Обслуговування та ремонт системи живлення MAN F90	26
2.10.1 Контроль і регулювання початку впорскування палива	26
2.10.2 Регулювання початку впорскування палива для ДВЗ EURO 2	31
2.11 Зняття та встановлення ПНВТ	33
2.12 Зняття та встановлення паливних форсунок	37
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Спеціальний інструмент та пристосування для обслуговування ДВЗ MAN F90	41
3.2 Аналіз існуючих конструкцій та технічних рішень	47
3.3 Призначення та сфера застосування розроблюваного пристрою	48
3.4 Пристрій для перевірки системи живлення	48
3.5 Економічне обґрунтування застосування пристрою	50
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	
4.1 Загальні положення з охорони праці при роботі з дизельними двигунами та паливними системами	52
4.2 Особливості техніки безпеки під час обслуговування паливної системи та дизельного двигуна MAN F90	53

4.3 Розрахунок штучного освітлення	55
Загальні висновки	58
Бібліографія	59
Додатки	61

ВСТУП

Автомобільний транспорт є однією з ключових галузей економіки, що забезпечує безперебійне функціонування промисловості, сільського господарства та соціальної сфери. Надійність і ефективність роботи автотранспортних засобів суттєвою мірою залежать від технічного стану їхніх двигунів, зокрема системи живлення, яка безпосередньо впливає на паливну економічність, екологічні показники та ресурс двигуна в цілому.

Автомобілі MAN F90 широко використовуються в вантажних перевезеннях завдяки високій потужності, надійності та довговічності. Разом з тим, тривала експлуатація в умовах підвищених навантажень, використання палива різної якості та недотримання регламентів технічного обслуговування призводять до пониження ефективності роботи системи живлення ДВЗ. Це обумовлює необхідність удосконалення технологічних процесів їх діагностики, технічного обслуговування та ремонту з урахуванням сучасних вимог і умов експлуатації.

Дана робота полягає у потребі підвищення надійності та економічності експлуатації автомобілів MAN F90 шляхом розроблення раціонального ТП діагностики, ТО та ремонту системи живлення двигунів. Застосування ефективних методів діагностування дає змогу своєчасно виявляти несправності, зменшувати витрати на ремонт і подовжувати строк служби агрегатів.

В роботі передбачається аналіз конструктивних особливостей системи живлення, визначення характерних несправностей і методів їх виявлення, а також обґрунтування вибору технологічного обладнання та організації виконання робіт.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика ДВЗ, що застосовуються на MAN F90

MAN F90 оснащуються дизельними двигунами важкого класу, призначеними для тривалої роботи під високими навантаженнями в умовах міжміських та магістральних перевезень. Двигуни характеризуються високою надійністю, значним моторесурсом та адаптованістю до експлуатації в широкому діапазоні кліматичних умов.

На авто MAN F90 застосовуються переважно рядні шестициліндрові чотиритактні дизельні ДВЗ з безпосереднім упорскуванням палива. Конструкція двигуна передбачає вертикальне розташування циліндрів, що забезпечує компактність та зручність технічного обслуговування. Охолодження двигуна здійснюється рідинною системою з примусовою циркуляцією охолоджувальної рідини.

Система живлення ДВЗ MAN F90 виконана за класичною дизельною схемою з використанням паливного насоса високого тиску та механічних форсунок. Така конструкція забезпечує стабільну подачу палива, точне дозування та надійне упорскування в камеру згоряння, що позитивно впливає на економічність та пускові властивості двигуна. Регулювання кількості поданого палива здійснюється залежно від режиму роботи ДВЗ та навантаження.

Газорозподільний механізм двигуна виконаний за схемою з верхнім розташуванням клапанів і приводом від колінчастого вала, що забезпечує точне дотримання фаз газорозподілу. Камера згоряння сформована в поршні, що сприяє інтенсивному сумішоутворенню та повному згорянню дизельного палива.

Двигуни MAN F90 відповідають екологічним вимогам, що діяли на момент їх розроблення, та характеризуються помірним рівнем димності відпрацьованих газів за умови справного технічного стану системи живлення. Високий крутний момент на малих обертах забезпечує ефективну роботу автомобіля при русі з вантажем та знижує навантаження на трансмісію.

Основні технічні параметри двигунів MAN F90 наведено в таб. 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні характеристики ДВЗ MAN F90

Показник	Значення
Тип двигуна	Дизельний, чотиритактний
Кількість циліндрів	6
Розташування циліндрів	Рядне
Робочий об'єм, л	11,9
Номінальна потужність, кВт	220–265
Частота обертання колінчастого вала при номінальній потужності, хв ⁻¹	1900–2100
Максимальний крутний момент, Н·м	1100–1250
Частота обертання при максимальному крутному моменті, хв ⁻¹	1100–1400
Ступінь стиску	16,5–17,0
Система живлення	Паливний насос високого тиску з механічними форсунками
Тип упорскування палива	Безпосереднє
Система охолодження	Рідинна, з примусовою циркуляцією
Система змащування	Комбінована, під тиском
Екологічний стандарт	Euro-1 / Euro-2
Вид палива	Дизельне паливо

1.2 Схема та основні елементи ДВЗ MAN F90

На рисунку 1.2 наведено ДВЗ MAN F90 з відображенням основних елементів паливної та повітряної систем, що безпосередньо впливають на процес утворення паливно-повітряної суміші та згорання.

Базою силового агрегату є рядний багатоциліндровий дизельний двигун, який широко застосовувався на вантажних автомобілях серії MAN F90 завдяки високій надійності та значному моторесурсу.

У системі наддуву використовується турбокомпресор, що забезпечує подачу стисненого повітря до циліндрів двигуна. Це сприяє підвищенню ефективної потужності двигуна, зменшенню питомої витрати палива та покращенню екологічних показників.

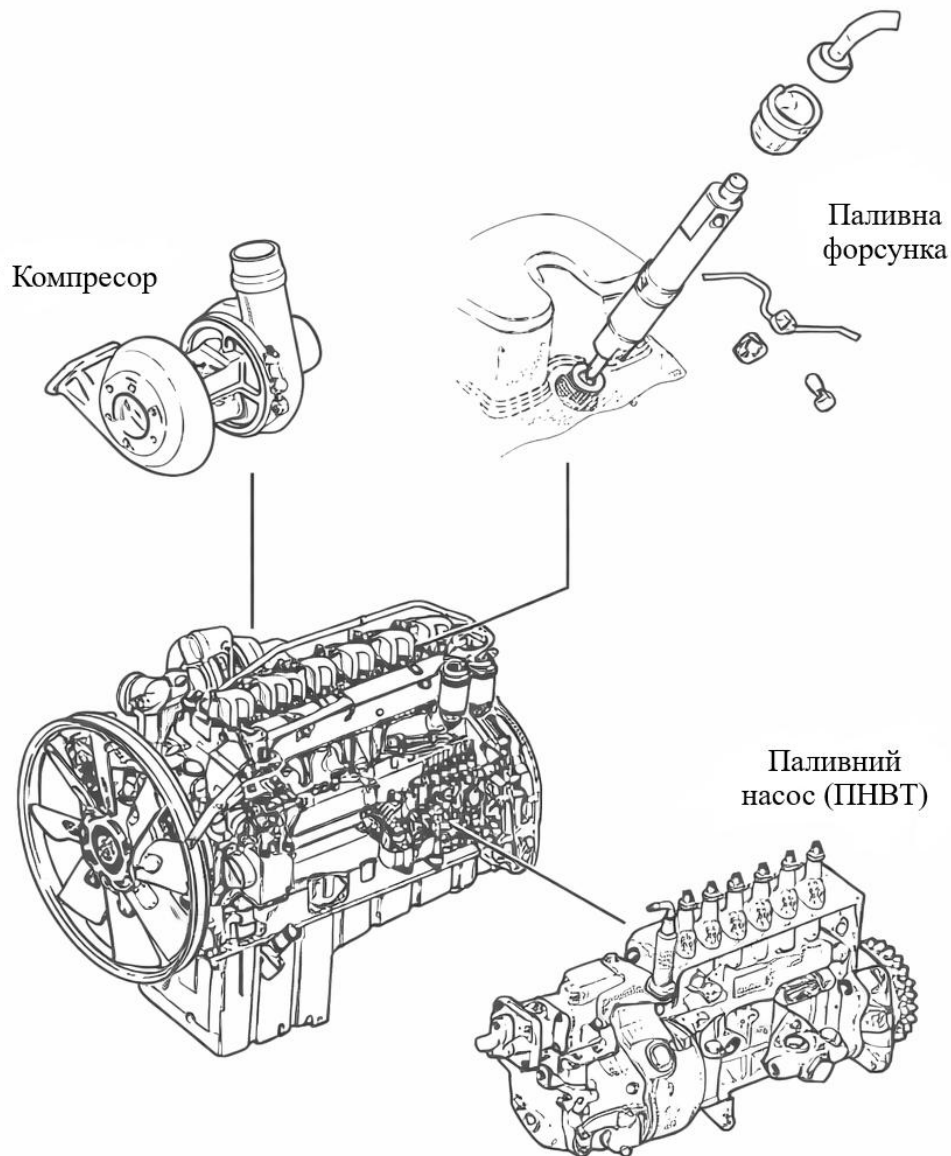


Рисунок 1.1 – Схема живлення ДВЗ

Паливна система представлена паливним насосом високого тиску (ПНВТ) рядного типу та форсунками. ПНВТ призначений для створення необхідного тиску палива, його точного дозування та подачі до форсунок відповідно до порядку роботи циліндрів.

Паливні форсунки, встановлені в головці блока циліндрів, здійснюють розпилення палива в камеру згоряння у визначений момент, що забезпечує повне згоряння палива та стабільну роботу ДВЗ.

Наведена схема наочно демонструє взаємодію елементів системи наддуву та паливної апаратури дизельного двигуна MAN F90, що є визначальним фактором його потужнісних, економічних та експлуатаційних характеристик.

1.3 Технологія згоряння палива у ДВЗ MAN F90

У сучасних дизельних двигунах застосовуються три основні технології згоряння палива. Першою є добре зарекомендований М-процес із безпосереднім упорскуванням палива через одноструменевий розпилювач форсунки у сферичну камеру згоряння, що розміщена в поршні. Такий принцип реалізовано, зокрема, в двигунах типу D 2566 MF.

Другою є новіша технологія без літерного позначення М, яка також передбачає пряме упорскування палива, але вже через чотириструменевий розпилювач у ванноподібну камеру згоряння, виконану в поршні. Ця схема використовується, наприклад, у двигунах D 2865 LF та D 2866 LF. Для двигунів рівня Euro 1 пряме упорскування здійснюється через п'ятиструменеві розпилювачі з підвищеним тиском упорскування до 295 бар у ванноподібну камеру згоряння, розташовану в поршні, що характерно для двигунів D 2865 LF 05 та D 2866 LF 09.

Третьою технологією є електронна система впорскування дизельного палива EDC, яка застосовується на двигунах стандарту Euro 2. У таких двигунах паливо впорскується безпосередньо через восьмиструменеві розпилювачі за підвищеного тиску до 320 бар у ванноподібну камеру згоряння в поршні. Прикладами є двигуни D 2865 LF 09, D 2866 LF 14 та D 2876 LF 02. Особливістю цієї системи є те, що форсунка першого циліндра оснащується рухомим голчастим датчиком.

Система EDC, або Electronic Diesel Control, є електронною системою керування двигуном, яка порівнює та безперервно контролює фактичні

параметри роботи з еталонними значеннями, закладеними в пам'яті. У процесі роботи вона постійно коригує реальні показники до оптимально заданого рівня, причому для кожного типу двигуна використовується відповідне виконання системи.

Основна відмінність двигунів із М-процесом полягає саме у способі згоряння палива. В інших аспектах такі двигуни практично однакові, тому під час ремонту та ТО до них застосовується аналогічний підхід. Це правило є чинним за умови, що в технічній документації або в процесі ремонту не зазначено конкретних відмінностей. Конструктивні різниці між варіантами наочно показані на поперечних розрізах двигунів.

Система EDC для зазначених двигунів, зокрема D 2865 LF 09, D 2865 LOH 07, D 2866 LF 16, D 2860 LOI 23, D 2876 LF 02 та D 2876 LOH 01, складається з комплексу елементів, що забезпечують електронне керування процесом упорскування палива. Блок керування EDC зберігає характерну для конкретного двигуна інформацію, необхідну для коректної роботи системи.

На основі наявних у пам'яті довідкових параметрів електронний блок визначає оптимальний момент упорскування та забезпечує правильне дозування палива залежно від режиму роботи. При цьому безпосереднє регулювання процесу впорскування, як і раніше, здійснюється за допомогою механічного відцентрового регулятора.

Відключення паливних насосів на всіх двигунах, оснащених системою EDC, виконується через гідравлічний пристрій відключення, відомий як EHAV, який забезпечує надійне припинення подачі палива в разі необхідності.

Елементи системи EDC застосовуються на двигунах D 2865 LF 09, D 2865 LOH 07, D 2866 LF 16, D 2860 LOI 23, D 2876 LF 02 та D 2876 LOH 01. Блок керування EDC накопичує та зберігає інформацію, характерну саме для конкретного типу двигуна, що дозволяє системі працювати з урахуванням його індивідуальних особливостей.

На основі закладених орієнтовних параметрів електронний блок визначає оптимальний момент упорскування палива та забезпечує його правильне дозування відповідно до режиму роботи двигуна. Водночас

безпосереднє регулювання процесу впорскування, як і в традиційних системах, виконується механічним відцентровим регулятором.

Вимкнення паливних насосів на всіх двигунах, обладнаних системою EDC, здійснюється за допомогою гідравлічного пристрою відключення ENAB, який забезпечує надійне припинення подачі палива.

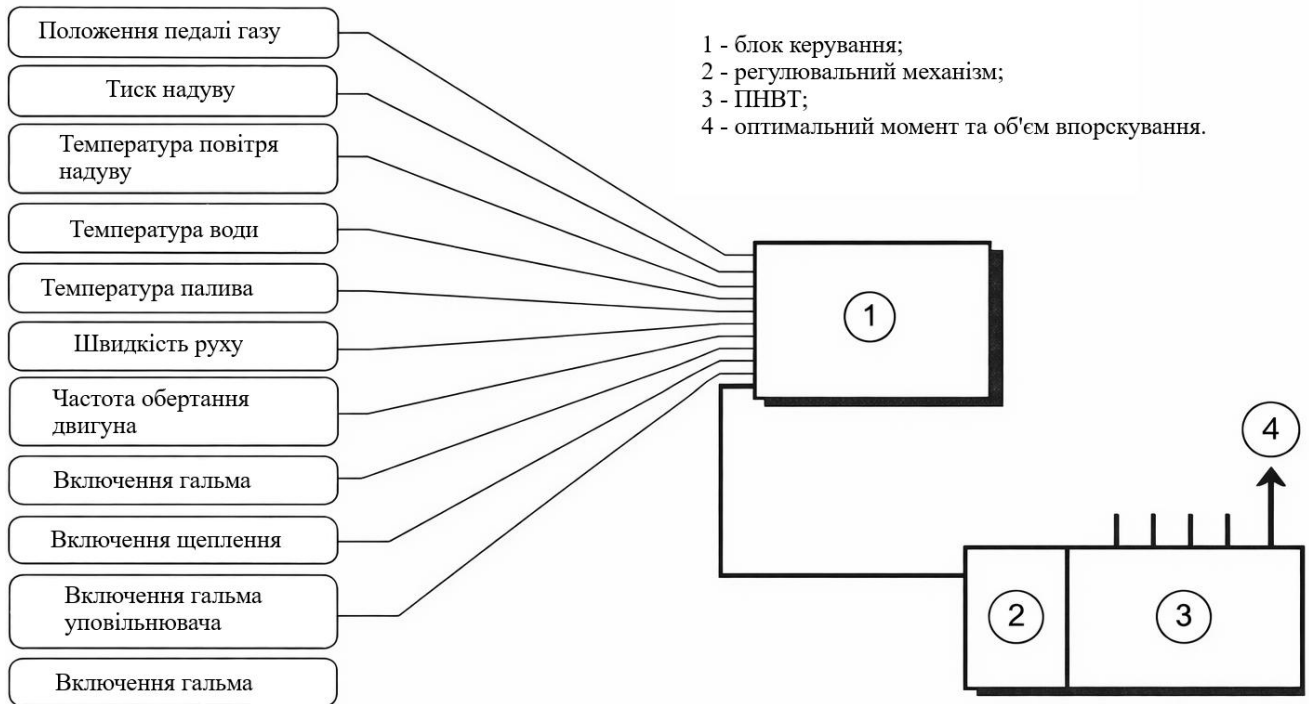


Рисунок 1.2 – Система керування живленням MAN F90

1.4 Вплив технічного стану системи живлення на роботу ДВЗ

Технічний стан системи живлення дизельного двигуна MAN F90 має вирішальний вплив на стабільність його роботи, паливну економічність та екологічні показники. Справна система живлення забезпечує своєчасну подачу палива необхідної кількості та якості до циліндрів двигуна, що є основною умовою ефективного процесу згоряння.

Порушення герметичності паливопроводів або зниження пропускної здатності фільтрів призводить до нестабільної подачі палива та падіння тиску в системі. У таких умовах погіршується сумішоутворення, зростає нерівномірність роботи циліндрів, що проявляється у втраті потужності та підвищенні витрати палива. Забруднення палива або потрапляння повітря в систему живлення ускладнює пуск двигуна, особливо за низьких температур.

Несправності паливного насоса високого тиску та форсунок безпосередньо впливають на процес упорскування палива. Порушення моменту початку упорскування або зниження якості розпилення спричиняє неповне згорання палива, що супроводжується підвищеною димністю відпрацьованих газів і збільшенням теплового навантаження на деталі циліндро-поршневої групи. Тривала робота двигуна з такими відхиленнями призводить до прискореного зношування його основних вузлів.

Незадовільний стан системи живлення також негативно позначається на надійності роботи двигуна в перехідних режимах. При різких змінах навантаження або частоти обертання колінчастого вала можливі перебої в роботі двигуна, нестійкий холостий хід та підвищений рівень шуму і вібрацій.

Таким чином, підтримання системи живлення дизельного двигуна MAN F90 у справному технічному стані є необхідною умовою забезпечення його номінальних експлуатаційних показників, зниження витрати палива та підвищення ресурсу двигуна в цілому. Це обґрунтовує актуальність своєчасної діагностики, ТО та ремонту елементів системи живлення.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Характеристика виробничих умов виконання робіт

Діагностика, ТО та ремонт системи живлення двигунів автомобілів MAN F90 виконуються в умовах автотранспортного підприємства, яке здійснює експлуатацію вантажних автомобілів у міжміському та регіональному сполученні. Роботи виконуються на спеціалізованому посту діагностики та ремонту паливної апаратури дизельних ДВЗ.

Підприємство працює в одну зміну, тривалістю 8 годин, кількість робочих днів на рік становить $D = 250$ днів. Середня кількість автомобілів MAN F90, що перебувають в експлуатації, приймається $N = 20$ од. Середній річний пробіг одного авто складає $L_p = 60000$ км.

Система живлення дизельних двигунів MAN F90 характеризується підвищеними вимогами до чистоти палива та точності регулювання, що зумовлює необхідність регулярного проведення діагностичних робіт без демонтажу елементів системи.

2.2 Розрахунок річної програми робіт з діагностики системи живлення

Річна програма діагностики визначається на основі періодичності виконання контрольних операцій системи живлення.

Приймаємо періодичність діагностики паливної системи:

$$L_d = 15000 \text{ км.}$$

Кількість діагностик одного автомобіля на рік:

$$n_d = \frac{L_p}{L_d} = \frac{60000}{15000} = 4. \quad (2.1)$$

Загальна річна кількість діагностик:

$$N_d = N \cdot n_d = 20 \cdot 4 = 80. \quad (2.2)$$

Окрім планових діагностик, передбачаються додаткові перевірки при виникненні несправностей. Приймаємо коефіцієнт додаткових діагностик $k_d = 1,15$.

$$N_{d \text{ заг}} = 80 \cdot 1,15 = 92. \quad (2.3)$$

Річна програма діагностичних робіт системи живлення становить 92 діагностики.

2.3 Розрахунок трудомісткості робіт

Нормативна трудомісткість однієї діагностики системи живлення дизельного двигуна MAN F90 приймається:

$$t_d = 1,2 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Річна трудомісткість діагностичних робіт:

$$T_d = N_{d_зар} \cdot t_d = 92 \cdot 1,2 = 110,4 \text{ люд} \backslash \text{год.} \quad (2.4)$$

Для робіт з ТО та дрібного ремонту системи живлення приймаємо, що 30% діагностик завершуються регулювальними або ремонтними роботами.

Кількість ремонтних впливів:

$$N_r = 0,3 \cdot 92 = 27,6 \approx 28.$$

Середня трудомісткість одного ремонту:

$$t_r = 3,5 \text{ люд} \cdot \text{год.}$$

Річна трудомісткість ремонтних робіт:

$$T_r = 28 \cdot 3,5 = 98 \text{ люд} \backslash \text{год.}$$

Загальна річна трудомісткість робіт:

$$T_{\Sigma} = T_d + T_r = 110,4 + 98 = 208,4 \text{ люд} \backslash \text{год.} \quad (2.5)$$

Таблиця 2.1 – Річна трудомісткість робіт

Вид робіт	Кількість, од	Трудомісткість, люд·год	Разом, люд·год
Діагностика	92	1,2	110,4
Ремонт	28	3,5	98
Усього	–	–	208,4

2.4 Розрахунок кількості виконавців

Фонд робочого часу одного працівника визначається за формулою:

$$F = D \cdot t_{зм} \cdot k_{вик} \quad (2.6)$$

де: $D = 250$ днів;

$t_{зм} = 8$ год;

$k_{вик} = 0,9$ – коефіцієнт використання робочого часу.

$$F = 250 \cdot 8 \cdot 0,9 = 1800 \text{ год.}$$

Кількість виконавців:

$$n = \frac{T_{\Sigma}}{F} = \frac{208,4}{1800} = 0,12. \quad (2.7)$$

Приймаємо 1 слюсаря-діагноста, який виконує роботи з діагностики та ремонту системи живлення в межах суміщення професійних обов'язків.

2.5 Розрахунок кількості постів діагностики та ремонту

Кількість постів визначається з урахуванням річної трудомісткості та ефективного фонду часу поста.

Ефективний фонд часу одного поста:

$$F_{\Pi} = D \cdot t_{3M} = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год.} \quad (2.8)$$

Кількість постів:

$$m = \frac{T_{\Sigma}}{F_{\Pi}} = \frac{208,4}{2000} = 0,104. \quad (2.9)$$

Приймаємо 1 універсальний пост діагностики та ремонту системи живлення, оснащений спеціалізованим діагностичним обладнанням та розробленим пристроєм для контролю параметрів паливної системи.

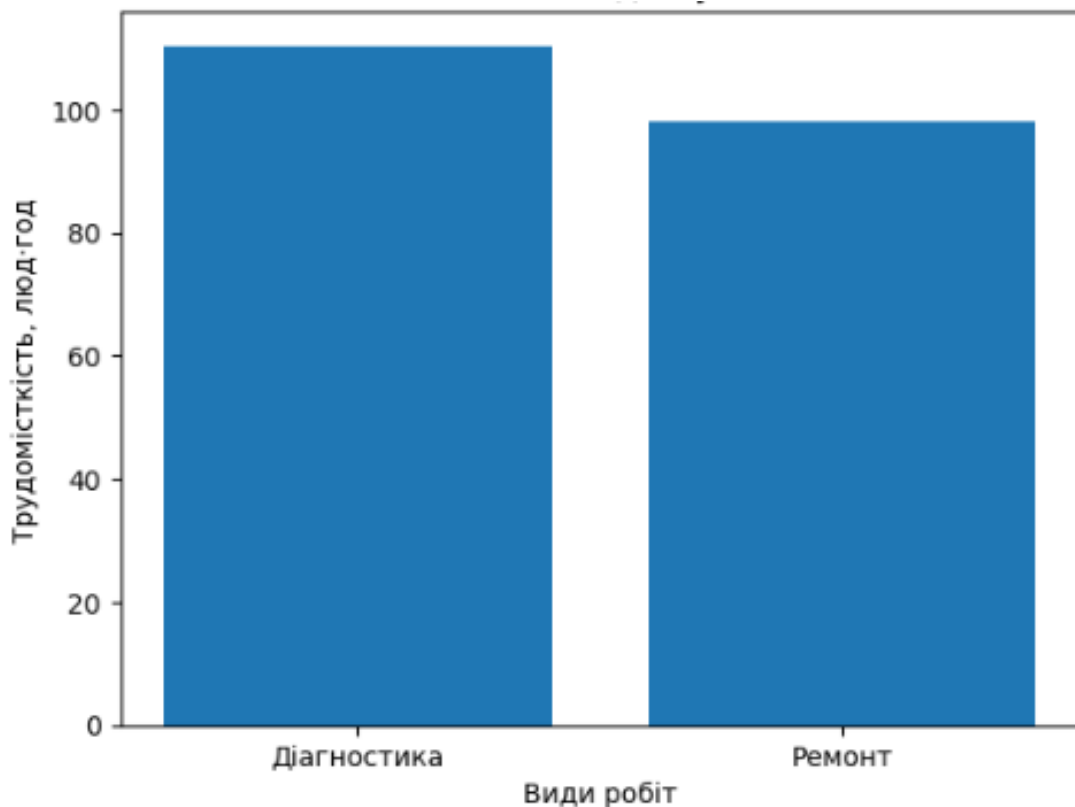


Рисунок 2.1 – Розподіл річної трудомісткості робіт з системи живлення ДВЗ MAN F90

З графіка видно, що найбільшу частку річної трудомісткості становлять роботи з діагностики системи живлення, які складають близько 53% від загального обсягу. Роботи з ремонту займають близько 47%, що свідчить про доцільність регулярного проведення діагностичних операцій з метою своєчасного виявлення несправностей та зменшення обсягів ремонтних робіт.

2.6 Паливні форсунки що застосовуються у MAN F90

Паливні форсунки застосовуються в дизельних ДВЗ залежно від типу процесу згоряння та екологічних норм. Для М-процесу використовуються форсунки з одноструменевим розпилювачем. У двигунах із ванноподібною камерою згоряння, розташованою в поршні, застосовуються розпилювачі з чотирма струменями. Для двигунів, що відповідають вимогам Euro 1, характерне використання чотири- або п'ятиструменевих розпилювачів, тоді як у двигунах рівня Euro 2 встановлюють п'яти- або восьмиструменеві розпилювачі, що забезпечують кращу якість упорскування палива.

Умовні позначення паливних форсунок також залежать від типу розпилювача. Позначення DL використовується для стандартного безштифтового розпилювача форсунки, а DLL означає подовжений варіант безштифтового розпилювача.

Корпус паливної форсунки конструкції типу KD виконується з накидною гайкою. Така конструкція застосовується, зокрема, у форсунках для двигунів типу D 2866, наприклад у виконанні KDAL 82 S 403.

2.7 Регулювальні параметри ДВЗ

Наведена далі таблиця містить регулювальні дані двигунів і пояснення до них. У ній подано значення потужності двигунів, параметри налаштування моменту початку подачі палива, умовні позначення паливних форсунок, контрольні показники для перевірки автомобіля на рівень токсичності відпрацьованих газів за стандартом AU із SD 203, а за потреби — інформацію про відповідність паливних насосів високого тиску конкретним двигунам.

Показники потужності та крутного моменту з 01.10.1988 року визначаються відповідно до встановлених нормативних вимог. У подальшому передбачається застосування термінології стандартів DIN та ISO. Вимірювання виконуються згідно з нормативними документами Європейського Співтовариства, а саме директивами 0/1269 EWG, що загалом відповідає стандарту DIN, та 880/195 EWG, яка в цілому узгоджується зі стандартом ISO.

Дані для двигунів застарілих конструкцій наведені відповідно до вимог DIN, тоді як для двигунів нових моделей, за наявності інформації, показники подаються одночасно за обома нормативними документами Європейського Союзу. Відмінності в значеннях потужності та крутного моменту для одного й того самого двигуна пояснюються різними методиками проведення вимірювань. При цьому жодні коефіцієнти перерахунку між цими значеннями не застосовуються.

Початок подачі палива визначається в град. кута повороту колінчастого вала відносно верхньої мертвої точки. Для всіх двигунів, у конструкції яких передбачена можливість встановлення датчика світлового сигналу 80.99605-6002, перевірку та регулювання моменту початку подачі палива, як правило, слід виконувати виключно із застосуванням цього датчика. Використання методу «високий тиск – перелив» для контролю та налаштування моменту початку подачі в таких випадках не допускається.

Усі значення моменту початку подачі наведені для умов статичної перевірки. Для паливних насосів розподільного типу робочий хід плунжера насоса високого тиску в момент початку подачі палива становить 1,0 мм.

Тиск упорскування форсунки задається в барах, при цьому допустима похибка складає ± 8 бар. Під час виконання регулювання необхідно орієнтуватися на досягнення верхньої межі допустимого тиску. У технічних даних наводяться два значення тиску, обидва з яких є чинними: більше значення рекомендується використовувати під час налаштування нових форсунок, а менше – під час регулювання форсунок, що вже перебували в експлуатації.

Корпус форсунки разом із розпилювачем, що використовується у серійному виробництві, має каталожний номер MAN, при цьому останні чотири

цифри цього номера нанесені безпосередньо на корпусі форсунки. За таким номером, який є поєднанням кількох цифрових позначень, можна визначити тип розпилювача, встановленого всередині форсунки. Водночас корпус форсунки в зборі з розпилювачем не постачається як окрема деталь за цим номером, оскільки він наведений виключно з довідковою метою.

Рядний паливний насос високого тиску має умовне маркування, яке відображає його конструктивні особливості та основні параметри. Наприклад, у позначенні BOSCH PES 6 P 120 A /20 LS 2388 літерне скорочення PES означає плунжерний насос, оснащений власним кулачковим валом і торцевим кріпленням. Цифра шість вказує на кількість циліндрів. Літера, що характеризує розмір насоса, визначає робочий хід плунжера: у виконанні L він становить 8 мм, а у виконанні P — інше встановлене значення. Число 120 відповідає діаметру плунжера, зазначеному в десятих частках міліметра, а літера A позначає номер модифікації. Монтажне число 720 використовується для ідентифікації місця встановлення кулачкового вала, регулятора, муфти випередження упорскування палива та підкачувального паливного насоса.

Під час перевірки автомобіля на токсичність відпрацьованих газів контролюються такі показники, як частота обертання колінчастого вала на холостому ході, максимальна частота обертання, що обмежується регулятором, а також коефіцієнт K, які застосовуються в процедурі AU.

Напрямок обертання кулачкового вала позначається літерами R або L, де R відповідає обертанню вправо, а L — обертанню вліво. Умовне позначення виконання S 2388 застосовується для посиленого варіанта конструкції. Суфікси, що додаються до маркування, вказують на інші налаштування за однакової кількості комбінацій, при цьому позначення X означає реверсивне виконання.

Тиск спрацювання перепускного клапана паливного насоса високого тиску перебуває в межах від 1 до 1,5 бар. Для регулювання частоти обертання на холостому ході та обмеження максимальної частоти використовується регулятор типу RQ. У випадку застосування всережимного регулятора частоти обертання використовується позначення RQV. Електронне керування процесом регулювання позначається аббревіатурою FDC.

Таблиця 2.2 – Регулювальні параметри ДВЗ

Двигун	D 2865 LF	02865 LF 02	D2865 LF 03	D2865 LF 05
кВт/к, с/ 1 /хв	191/260/2200	198/270/2000	235/320/2000	196/270/2000
клас за вмістом шкідливих речовин				Euro 1
момент початку подачі	14±1	16-1	13+1	12-1
тиск спрацьовування форсунки	220	295/280	295/280	295/283
Корпус форсунки з распилювачем	5110102-0189 51.10101-7274	51.10102-0215 51.10101-7338	51.10102-0215 51.10101-7338	51.10102-0215 5110101-7338
умовне позначення форсунки	DLLA136 S 943	DLLA146 P166	DLLA 146 P 166	DLLA 146 P 166
номер виробника	0 433 271 740	0 433 171 214	0 433 1 71 214	0 433 171 214
частота обертання на холостому ходу (об/хв)	650+50	650 +50	550 + 50	650+50
регульована частота об., обмежене регулятором, мін./макс.	2280 2300	2240 2300	2280 2300	2240 2300
частота обертання холостого ходу AU (об/хв)	600±100	600±100	600±100	SOC ±103
регульоване значення частоти об., обмежене регулятором (AU), мін./макс	2310 2530	2100 3200	2100 2303	2100 2303
значення K (AU)	1,5	1,7	2,0	1,3
ПНВТ	PES 5P 120A 723/3 LS512	PES 5P 120A 720/2 LS512	PES 5P 120A 720/3 LS7210	PES 5P 120A 723/3 LS528
номер MAN	51.11102- 7881	51.11103- 7343	51 11103- 7348	51.11103- 7121
регулятор	RQ	RQ	RQ	RQ
примітка	с RQV 51.11102- 7882	сRQV 51.11103- 7045	сRQV. 51.11133- 7049	CRQV 51.11103- 7122

Двигун	D 2865 LF 10	D2865 LF 21	D2865 LF 22	D2865 LF 23
кВт/к, с/ 1 /хв	235/320/2000	250/340/2000	198/270/2000	235/320/2000
клас за вмістом шкідливих речовин	Euro 1	Euro 2	Euro 1	Euro 1
момент початку подачі	12-1	0	12-1	12-1
тиск спрацьовування форсунки	295/280	320/300	295/290	295/280
Корпус форсунки з распилювачем	5113102-0215 5110101-7338	1x5110102-0221	51.10102-0215	5113102-0215 5110101-7311
умовне позначення форсунки	DLLA 146 P 166	DLLA152 P 452	DLLA 146 P156	D_LA 146 P 165
номер виробника	0 433171214	0 433 171 326	0433 171 214	0 433 171 214
частота обертання на холостому ходу (об/хв)	650+50	650+50	650 + 50	650 + 50
регульоване значення частоти об., обмежене регулятором, мін./макс.	2150	2150	2240 2300	2290 2300
частота обертання холостого ходу AU (об/хв)	600 ±100	600 ±100	600 ±100	600 ±100
регульоване значення частоти об., обмежене регулятором (AU), мін./макс	2040 2160	2100 2300	2240 2300	2280 2300
значення К (AU)	2,0	1,5	1,3	2,0
ПНВТ	PES6P120A 720/3 LV	PES5H12O 720 LS 1002	PES5P 12CA 7203 LS 528	PES5P 12CA 7233LS7250-1
номер MAN	51.11103-7233	51.11103-7254	51.11103-7347	51.11103-7484
регулятор	EDC	EDC	RQ	RQV
примітка			с RQV 3-7348	

Двигун	D 28G6TON/TONC	D 2876 LF 02	D 2876 LOH 01
кВт/к, с/ 1 /хв	229/311/2200	338/460/2000	338/460/2000
клас за вмістом шкідливих речовин		Euro 2	Euro 2
момент початку подачі	17±1	від 4° перед ВМТ; до 3° перед ВМТ EDC (електронне регулювання)	
тиск спрацьовування форсунки	220	320/300	320/300
Корпус форсунки з распилювачем	51.10102-0198 51.10101-7274	1x51.10102-0231 5x51.10102-0231	1x51.10102-0231 5x51.10102-0231
умовне позначення форсунки	DLLA 136 S 943	DLLA 152 P 531	DLLA 152 P 531
номер виробника	0 433 271 740	0 433 171 394	0 433 171 394
частота обертання на холостому ході (об/хв)	600 ±50	600±50	600±50
регульоване значення частоти об., обмежене регулятором, мін./макс.	2290 2320	2150	2150
частота обертання холостого ходу AU (об/хв)	600±100	600±100	600±100
регульоване значення частоти об., обмежене регулятором (AU), мін./макс	2310 2530	2100 2300	2100 2300
значення К (AU)	1,5	1,4	1,4
ПНВТ		PES6H120 720/3 LS 1005	PES6H 120 720/3 LS 1005
номер MAN		5L11103-7539	51.11103-7539
регулятор		EDC	EDC
примітка			

2.8 Принцип роботи системи живлення

Паливо з паливного бака подається за допомогою підкачувального паливного насоса та проходить через фільтр попереднього очищення. Підкачувальний насос встановлений безпосередньо на паливному насосі високого тиску, а його привід здійснюється від розподільного вала цього насоса.

Від підкачувального насоса паливо під тиском приблизно 1 бар надходить через здвоєний паливний фільтр до паливного насоса високого тиску. Частина палива, необхідна для роботи системи полегшеного пуску, відбирається на вході перепускного клапана і через електромагнітний клапан подається до факельної свічки розжарювання.

Паливний насос високого тиску дозує та розподіляє паливо в необхідній кількості під високим тиском до паливних форсунок окремих циліндрів двигуна. Надлишкове паливо з паливного насоса високого тиску та з форсунок відводиться через перепускний клапан і зливний трубопровід назад у паливний бак.

Для забезпечення охолодження та змащування рядний паливний насос високого тиску підключений до системи змащування двигуна.

Також встановлений електрофакельний пристрій полегшення пуску ДВЗ (рис. 2.2) призначений для покращення займання паливоповітряної суміші під час запуску двигуна, особливо за низьких температур. Паливо з паливного бака подається через фільтр попереднього очищення з оглядовим віконцем, що дає змогу контролювати його стан та наявність повітря. За необхідності система заповнюється паливом за допомогою ручного паливопідкачувального насоса, після чого подача здійснюється паливопідкачувальним насосом до паливного фільтра та паливного насоса високого тиску. Надлишок палива скидається через перепускний клапан, встановлений на електричному насосі, у зливний трубопровід. Керування подачею палива до електрофакельного пристрою здійснюється електромагнітним відсічним клапаном, який працює від електричного підключення. У впускному повітряному колекторі встановлена штійфтова свічка розжарювання, на яку подається паливо; під час нагрівання свічки утворюється факел полум'я, що підігріває повітря, яке надходить у

живлення або некоректна робота допоміжних механізмів. Під час технічного обслуговування проводять очищення або заміну фільтрувальних елементів, перевіряють герметичність системи та відповідність палива вимогам виробника. Особливу увагу приділяють роботі електрофакельного пристрою, особливо при ускладненому холодному пуску, оскільки несправність свічки розжарювання або електромагнітного клапана значно погіршує запуск двигуна.

Нерівна робота ДВЗ на холостому, плавання частоти обертання та зниження потужності часто свідчать про неправильне регулювання ТНВД, зношення або негерметичність форсунок, а також про недостатню компресію в циліндрах. У таких випадках виконують комплексну діагностику паливної апаратури та механічного стану двигуна, а за потреби залучають спеціалізовану сервісну майстерню. Аналогічний підхід застосовується при підвищеній витраті палива, появі чорного, білого або голубого диму з вихлопної труби, що є ознаками порушення процесу згоряння.

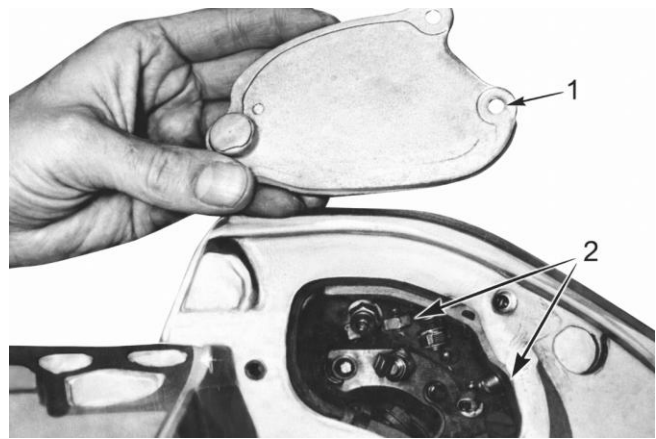
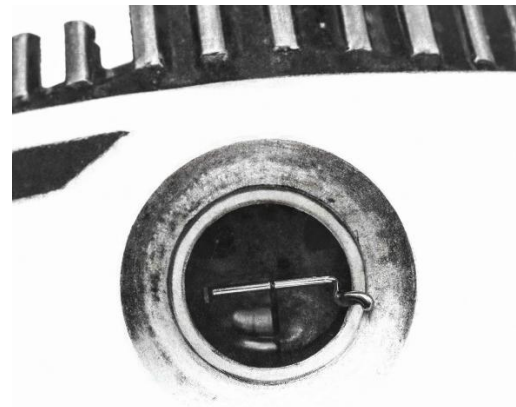
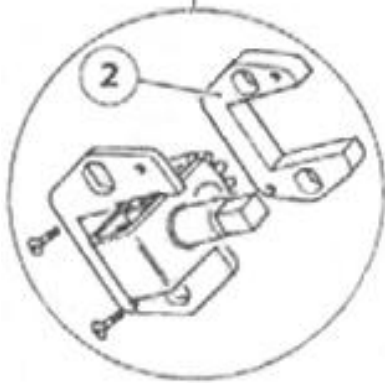
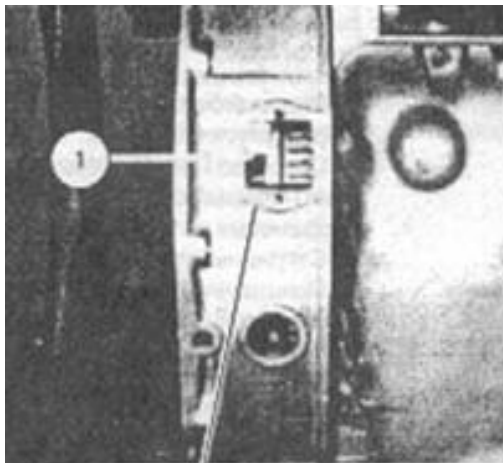
Під час технічного обслуговування також контролюють стан системи змащування та охолодження, оскільки недостатній тиск масла або перегрів двигуна опосередковано впливають на роботу системи живлення. Виявлення підвищеної витрати масла, сторонніх шумів або стуків у двигуні потребує перевірки клапанного механізму, поршневої групи та допоміжних агрегатів. ТП системи живлення MAN F90 базується на послідовному виявленні причин несправностей і дозволяє забезпечити надійну та економічну роботу двигуна в експлуатаційних умовах.

2.10 Обслуговування та ремонт системи живлення MAN F90

2.10.1 Контроль і регулювання початку впорскування палива

Виконується для двигунів останнього покоління, у яких на фланці паливного насоса високого тиску передбачена стрілка. Для перевірки початку подачі необхідно встановити пристрій для повертання двигуна та виставити поршень першого циліндра в положення моменту запалювання. На шестициліндрових двигунах для цього двигун повертають до положення, коли клапани шостого циліндра перебувають у фазі перекриття. На п'ятициліндрових

ДВЗ після перекриття клапанів першого циліндра колінчастий вал додатково провертають ще на один повний оберт.



Для усунення зазору в профілях необхідно повернути двигун у зворотному напрямку через мітку початку подачі, після чого знову точно встановити його на цю мітку. Слід урахувувати, що на п'ятициліндрових двигунах із підвищеним фланцем під'єднання висотою 12 мм з пристроєм для провертання двигуна потрібно зняти проміжну пластину. Далі викручують заглушку на фланці паливного насоса високого тиску. Ризка на стрілці має збігатися з міткою на приводній шестерні насоса. Якщо мітка на шестерні не проглядається, маховик необхідно повернути ще на один повний оберт до мітки початку подачі.

Регулювання початку подачі палива виконують після зняття кришки з приводної шестерні паливного насоса високого тиску та послаблення кріпильних гвинтів цієї шестерні. У спеціально передбачені отвори вставляють регулювальний ключ і повертають шестерню насоса так, щоб обидві мітки, показані на рисунку, повністю співпали. Після цього кріпильні гвинти затягують

із встановленим моментом затягування. Кришку встановлюють із новим ущільненням і надійно закріплюють, після чого заглушку знову вкручують на місце. Якщо під час провертання розподільного вала досягти заданого регулювання не вдається, необхідно перевірити правильність встановлення паливного насоса.

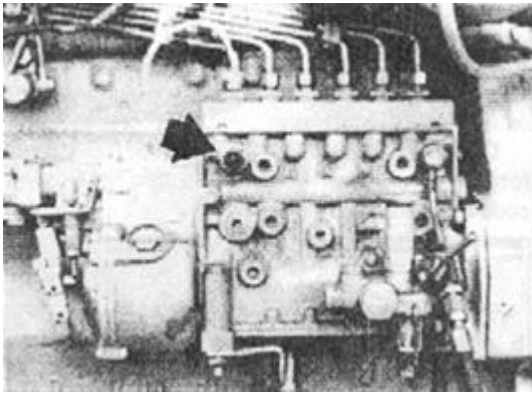
Для двигунів, у конструкції яких на фланці паливного насоса високого тиску відсутня стрілка, контроль початку подачі палива виконується за іншою процедурою. Спочатку встановлюють пристрій для провертання двигуна та виставляють поршень першого циліндра в положення моменту запалювання. На шестициліндрових двигунах для цього двигун провертають до повного закриття обох клапанів шостого циліндра. На п'ятициліндрових двигунах після закриття клапанів першого циліндра колінчастий вал додатково провертають ще на один повний оберт.

Для вибору механічних люфтів двигун необхідно повернути у зворотному напрямку через мітку початку подачі, після чого знову обертати в робочому напрямку та точно встановити на мітку початку подачі першого циліндра. Слід враховувати, що на п'ятициліндрових двигунах із підвищеним фланцем під'єднання висотою 12 мм з пристроєм для провертання двигуна потрібно зняти проміжну пластину.

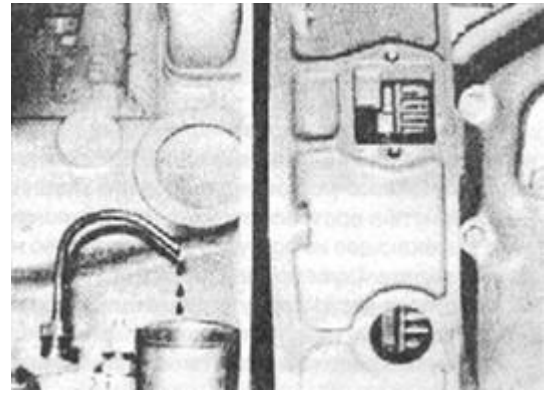
Далі реверсний отвір паливного насоса закривають глухою заглушкою і до подаючого каналу насоса під'єднують шланг ручного насоса високого тиску. Усі паливопроводи впорскування, окрім трубки першого циліндра, залишаються під'єднаними. Замість паливопроводу першого циліндра встановлюють вигнуту трубку, як показано в технічній документації. Після цього важіль кількісного регулятора встановлюють у положення повного навантаження.

Двигун провертають у зворотному напрямку за мітку та створюють тиск за допомогою ручного насоса високого тиску, при цьому з вигнутої трубки має витікати паливо. Потім колінчастий вал повільно обертають у робочому напрямку доти, поки паливо, що витікає, не почне капати. У цьому положенні мітка на маховику, яка відповідає заданому значенню початку подачі палива,

повинна збігатися з ризикою на корпусі. Якщо такого збігу немає, необхідно виконати регулювання відповідно до встановленої процедури.

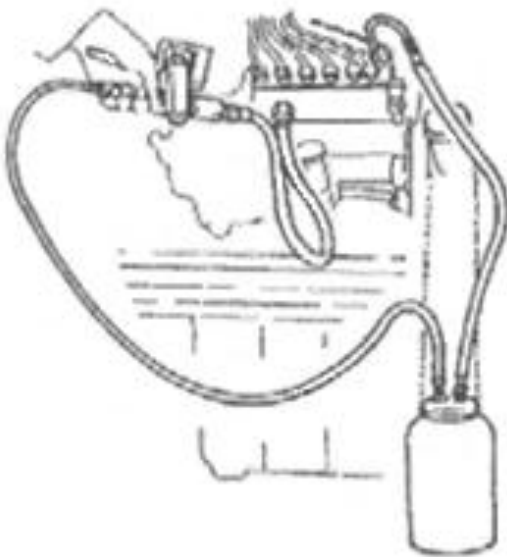


Реверсний отвір паливного насоса, позначений стрілкою, закривається глухою заглушкою, після чого до подаючого каналу насоса під'єднати шланг ручного насоса високого тиску.



Двигун необхідно обертати в робочому напрямку доти, поки паливо, що витікає, не почне капати.

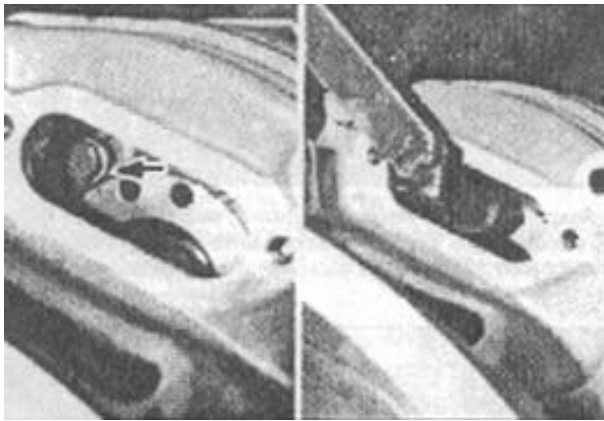
Регулювання початку подачі палива виконують після закриття реверсного отвору паливного насоса глухою заглушкою та під'єднання до подаючого каналу



насоса шланга ручного насоса високого тиску. Усі паливопроводи впорскування, за винятком трубки, що подає паливо до першого циліндра, залишаються під'єднаними. Замість паливопроводу першого циліндра встановлюють спеціально зігнуту трубку, яка забезпечує можливість візуального контролю подачі палива.

Важіль кількісного регулятора необхідно встановити в положення повного навантаження. Після цього послаблюють кріпильні гвинти шестерні паливного насоса високого тиску, позначені стрілкою, та створюють тиск за допомогою ручного насоса високого тиску.

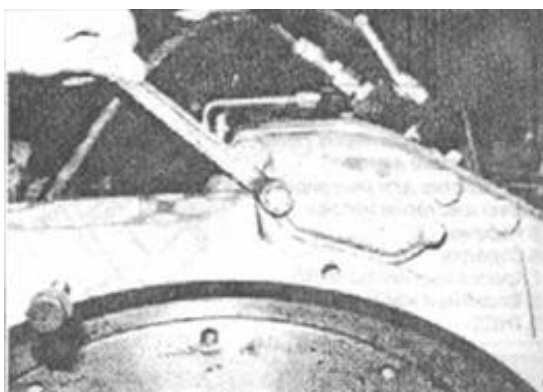
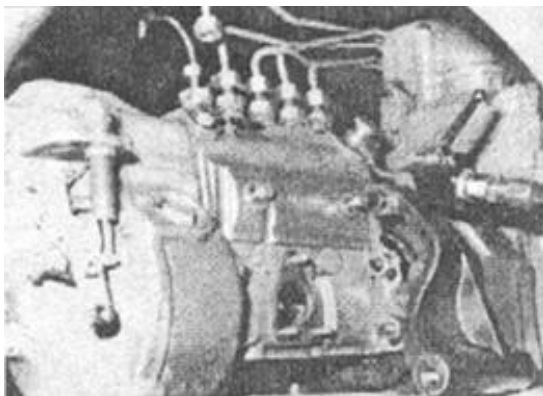
За допомогою регулювального ключа необхідно повернути розподільний вал паливного насоса високого тиску спочатку в напрямку, вказаному стрілкою,



вліво, після чого повільно повертати його у протилежний бік доти, поки паливо, що виходить зі зігнутої трубки, не почне капати. Якщо момент упорскування був пропущений, двигун слід знову повернути у зворотне положення і повторити процедуру з

початку.

У досягнутому положенні кріпильні гвинти необхідно затягнути, орієнтуючись на позначку стрілкою. Після цього виконують контрольну перевірку так само, як під час визначення початку впорскування палива.



Якщо під час повертання розподільного вала задане регулювання досягти не вдається, необхідно перевірити правильність встановлення паливного насоса. На двигунах із вбудованим паливним насосом високого тиску, розміщеним на механізмі відбору потужності, початок подачі палива регулюється шляхом повертання насоса в поздовжніх отворах кріпильного фланця.

Після цього паливний насос високого тиску демонтують, під'єднують до нього подаючий і реверсний паливопроводи, а зігнуту трубку знімають та встановлюють штатний паливопровід першого циліндра. Усі кріпильні гвинти шестерні паливного насоса високого тиску затягують із установленим моментом затягування. Далі кришку встановлюють із новим ущільненням і надійно закріплюють. Завершальним етапом є прокачування паливної системи для видалення повітря.

2.10.2 Регулювання початку впорскування палива для ДВЗ EURO 2

У випадку паливних насосів високого тиску для виконання EDC визначити момент початку подачі палива дещо складніше. Незважаючи на це, блокувальний палець підходить достатньо точно. Конструкція різьбової пробки насоса була змінена: тепер вона має внутрішній шестигранник розміром 3.

Різниці між насосами:

1. Різьбова пробка насосів Euro 1 із зовнішнім шестигранником і гладкою внутрішньою поверхнею для встановлення блокувального пальця.
2. Попередній блокувальний палець із фіксуєчим пазом.
3. Різьбова пробка насосів Euro 2 із внутрішнім шестигранником і гладкою внутрішньою поверхнею.
4. Новий блокувальний пристрій для всіх двигунів, що використовується як спеціальний інструмент.

Для тонкого регулювання моменту початку подачі палива виконують такі дії:

- Послаблюють кріпильні гвинти приводної шестерні паливного насоса високого тиску так, щоб шестерня могла провертатися в поздовжніх отворах.
- Викручують гвинт із внутрішнім шестигранником.

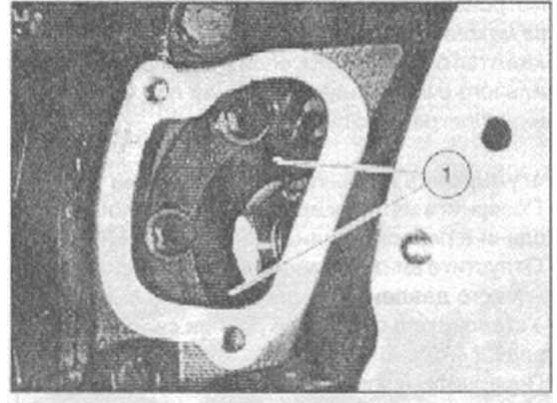
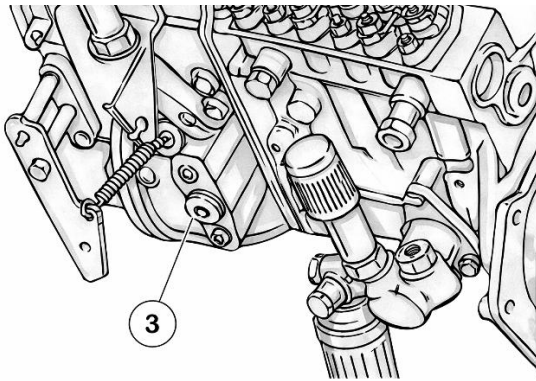
Встановлюють блокувальний пристрій так, щоб зафіксувати приводний вал паливного насоса.

Важливі вказівки: у цих насосах високого тиску регулювання моменту початку подачі через оглядове віконце за допомогою попереднього регулювального ключа неможливе. Через більш пізній момент запалювання палива в двигунах із електронним регулюванням упорскування отвори для встановлення ключа закриті.

Для виконання тонкого регулювання необхідно зняти блокувальний палець і вставити в отвір датчик світлового сигналу (див. спеціальні пристосування).

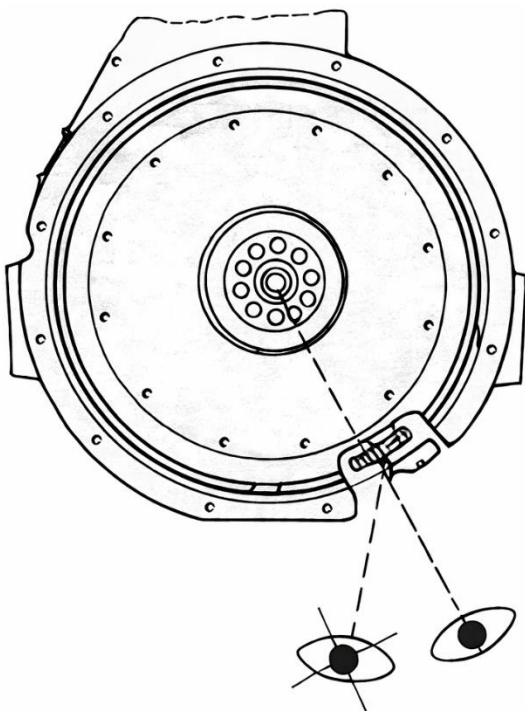
Далі за допомогою накидного ключа, який спирається на кришку розподільних шестерень, обертають ступицю насоса на кріпильних гвинтах так, щоб

загорілися лампочки А та В. Після досягнення потрібного положення кріпильні гвинти ступиці насоса затягують відповідно до встановлених рекомендацій.



Перевірка моменту початку подачі

Двигун потрібно повертати вручну, поки перший циліндр на такті стискання ще не досягне моменту початку подачі палива. Під час цього слід уважно спостерігати за лампочками світлового датчика. Незадовго до моменту початку подачі загоряється лампочка А. Двигун повільно обертають далі, поки не загоряться обидві лампочки А і В, після чого можна зафіксувати положення маховика для визначення моменту початку подачі палива. Якщо при цьому горить тільки лампочка В, це означає, що момент початку подачі вже пройдено. У такому випадку двигун повертають у зворотному напрямку до положення перед початком подачі і повторюють процедуру.



Під час зчитування значень важливо дивитися на шкалу градусів маховика через оглядове вікно строго радіально, у напрямку до центру. Навіть точна регулювання може виявитися неправильною, якщо погляд спрямований під кутом, через що виникає ефект паралаксу.

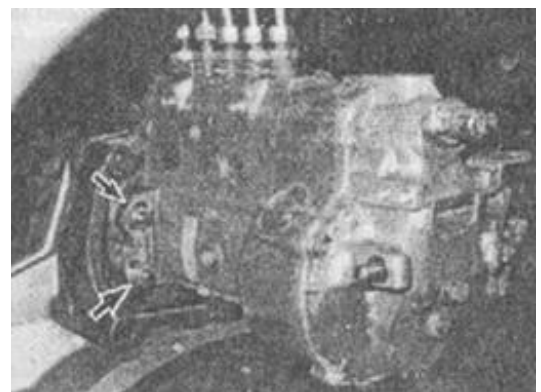
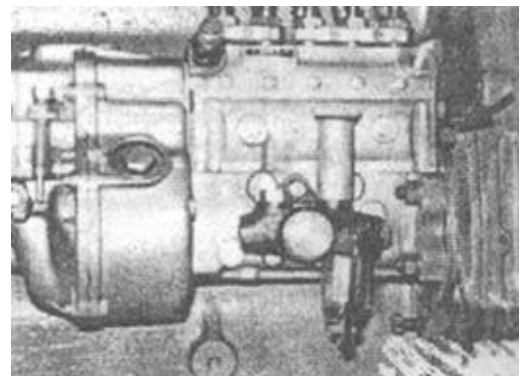
Для регулювання моменту початку подачі маховик встановлюють на мітку початку подачі першого циліндра на такті стискання. Потім послаблюють гвинти

кріплення приводної шестерні паливного насоса високого тиску і встановлюють у спеціальний отвір датчик світлового сигналу. Розподільний вал насоса повертають у напрямку «раніше», тобто проти годинникової стрілки зі сторони приводу, до мітки початку подачі. Далі вал повільно повертають у напрямку «пізніше», за годинниковою стрілкою, поки не загориться лампочка А. Після цього обертання продовжують, поки загоряться обидві лампочки А і В. Якщо горить лише лампочка В, вал повертають назад до положення перед початком подачі і повторюють процес.

Коли правильне положення досягнуто, гвинти кріплення приводної шестерні спочатку затягують з моментом 10 Н·м, а потім остаточно - з моментом 30 Н·м. Після цього слід ще раз перевірити момент початку подачі палива для точності регулювання.

2.11 Зняття та встановлення ПНВТ

Паливний насос високого тиску знімають після від'єднання паливопроводів і трубок високого тиску, що йдуть до форсунок. Для цього використовують спеціальний ключ. Також необхідно від'єднати тяги системи керування паливним насосом високого тиску. Слід враховувати, що залежно від конструкції двигуна для демонтажу насоса може знадобитися зняття інших елементів. Після цього відкручують кріпильні гвинти паливного насоса високого тиску. Далі насос обережно знімають з двигуна.



Установлення паливного насоса високого тиску

Починають з монтажу пристрою для повертання двигуна. Поршень першого циліндра необхідно встановити в положення початку впорскування. На шестициліндрових двигунах для цього повертають колінчастий вал до моменту, коли клапани першого циліндра будуть закриті. На п'ятициліндрових

двигунах після закриття клапанів першого циліндра колінчастий вал додатково провертають ще на один повний оберт. Для вибору механічних люфтів двигун провертають у зворотному напрямку через мітку початку подачі, після чого знову обертають у робочому напрямку і точно встановлюють на цю мітку.

На двигунах стандартів Euro 1 та Euro 2 застосовуються рядні паливні насоси високого тиску з датчиком моменту початку подачі палива. Під час установа насос центрують за допомогою двох напрямних штифтів. Якщо на фланці насоса відсутня стрілка, необхідно стежити, щоб напрямний штифт на кришці розподільних шестерень розташовувався між відповідними зубцями приводної шестерні насоса. Конкретне положення штифта залежить від виконання двигуна та його типу.



Якщо паливний насос має стрілку на фланці, маховик встановлюють у положення початку подачі палива в першому циліндрі. Після цього суміщають риску на стрілці фланця насоса з відповідною рисою на

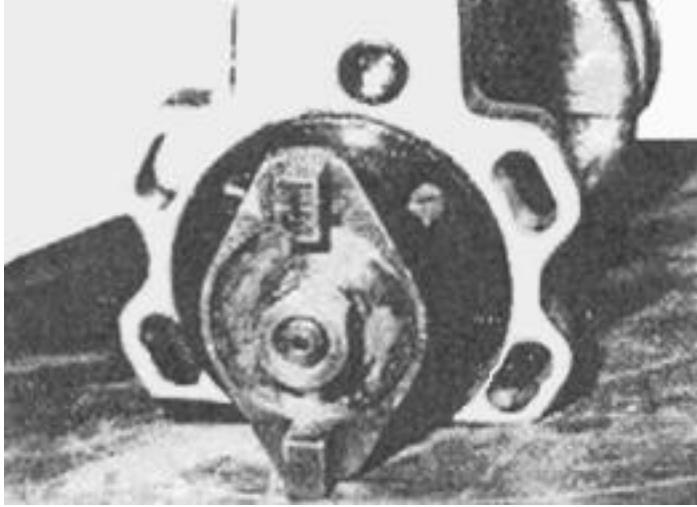
приводній шестерні паливного насоса високого тиску. Під час монтажу необхідно переконатися, що отвір для подачі мастила у фланці не забруднений. Також слід стежити, щоб під час установа насоса цей отвір був правильно перекритий.

Перед монтажем на насос встановлюють нове ущільнювальне кільце круглого перерізу, попередньо змащене моторною оливою. Після цього насос встановлюють на місце, точно центрованим по двох напрямних стержнях.

Монтаж паливного насоса високого тиску на механізмі відбору потужності

Монтаж виконують після того, як клапани першого циліндра повністю закрилися. Після цього колінчастий вал двигуна провертають на один повний оберт, тобто на 360 градусів. Привід насоса встановлюють так, щоб напис

«ТОР» («ВЕРХ») на фланці приводу був розташований зверху. Далі насос вставляють у фланець механізму відбору потужності та надійно закріплюють, затягуючи кріпильні болти з необхідним моментом затягування.



Після встановлення обов'язково перевіряють момент початку подачі палива і, за потреби, виконують його регулювання. Потім під'єднують паливоподаючий трубопровід і трубопроводи високого тиску, які ведуть до

форсунок.

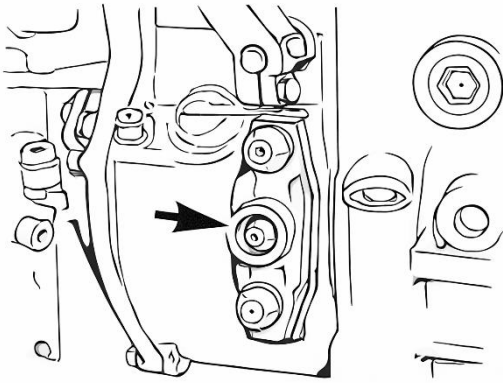
Слід мати на увазі, що у разі підвищеної витрати палива або недостатньої потужності двигуна, коли всі інші можливі причини, включно з передавальними відношеннями, уже перевірені та усунені, найбільш імовірною причиною залишається неправильне регулювання паливного насоса. У такій ситуації насос необхідно зняти та відрегулювати відповідно до вимог і методик, наведених у документації виробника насоса.

Під час виконання ремонтних робіт слід бути особливо уважним. Через концентрацію напружень у отворі для підвішування на кронштейні з боку двигуна може зламатися зворотна пружина рейки паливного насоса. Щоб уникнути цього, під час ремонту в отвір потрібно встановити пластмасову втулку, а пружину навішувати з боку буртика. Для цього використовується пластмасова втулка MAN з номером 81.93001-0095.

Установлення рядного паливного насоса високого тиску з датчиком світлового сигналу

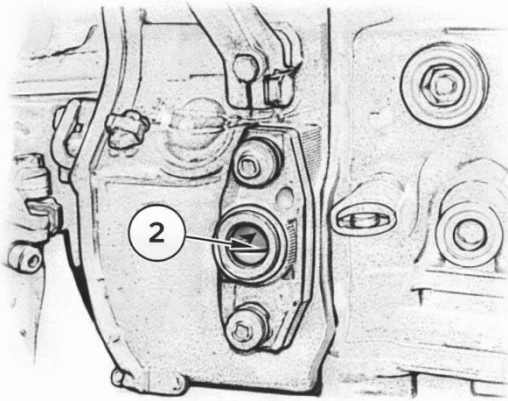
У паливних насосах високого тиску, оснащених датчиком моменту початку подачі та отриманих від фірми VZ, кулачковий вал у положенні подачі палива зчеплений із блокувальним пальцем датчика. Якщо під час провертання кулачковий вал буде навантажений або повернутий без попереднього зняття цього пальця, він може зламатися, а його уламки потраплять у регулятор. Така

ж небезпека існує і для насосів, які під час ремонту були зафіксовані для монтажу.



Фірма VZ постачає датчик світлового сигналу, блокувальний палець та його оновлене виконання для двигунів стандарту Euro 2. Датчик світлового сигналу може випускатися у двох різних варіантах під одним і тим самим номером.

Один тип датчика отримує живлення безпосередньо від акумулятора автомобіля, інший має автономне живлення від окремої батареї напругою 9 В. Під час використання таких датчиків необхідно обов'язково звертати увагу на їх маркування та спосіб підключення. Для одного виконання кабель із червоною клемою під'єднується до плюсової клеми акумулятора, а для іншого варіанта кабель із чорною клемою під'єднується до маси. Неправильне підключення, зокрема подавання напруги на автономний датчик, призводить до його пошкодження.



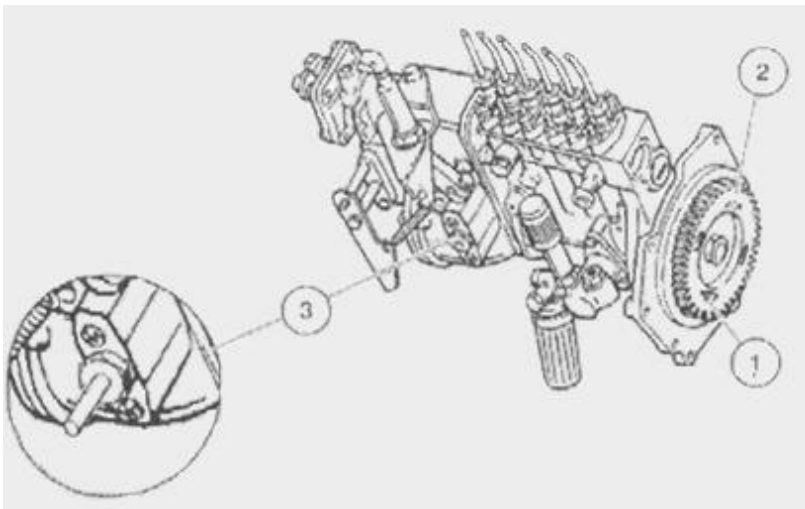
Перед установленням паливного насоса високого тиску потрібно відкрутити різьбову пробку та перевірити, чи не встановлений блокувальний палець і чи не зафіксований кулачковий вал у положенні подачі палива. Таким

чином переконуються у правильному стані блокування. Слід враховувати, що раніше після монтажу паливного насоса блокувальні пальці іноді залишали в насосі в перевернутому положенні, з фіксувальним пазом, спрямованим назовні. Щоб уникнути серйозних пошкоджень регулятора через неправильне поводження з блокувальним пальцем, під час ремонту його необхідно повністю вийняти та зберігати в майстерні як допоміжний інструмент.

Монтаж паливного насоса високого тиску з датчиком моменту початку подачі та блокувальним пальцем

За допомогою пристрою для провертання двигуна провертають маховик до положення, що відповідає моменту початку подачі палива на такті стиснення в першому циліндрі. Це положення визначають так само, як було описано раніше. На двигунах з електронним керуванням уприскуванням під час видалення повітря з паливної системи запалювання має бути увімкнене.

Далі послаблюють болти кріплення приводної шестерні ПНВТ так, щоб



шестерня могла вільно переміщуватися в подовжених отворах. Приводну шестерню повертають у положення, при якому болти розташовані приблизно посередині цих отворів.

Після цього на насос з ослабленими болтами встановлюють блокувальний палець і закріплюють паливний насос на двигуні.

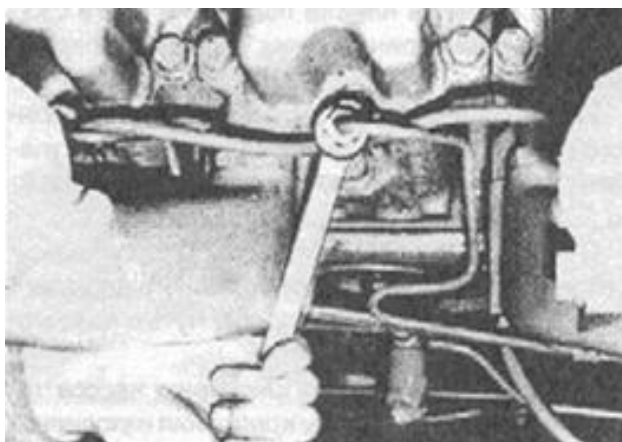
Видимі через оглядовий отвір болти кріплення приводної шестерні попередньо підтягують з моментом близько 10 Н·м. Потім блокувальний палець знімають і закривають відповідний отвір у корпусі паливного насоса. Після цього двигун провертають далі та по черзі підтягують інші болти кріплення приводної шестерні також з моментом 10 Н·м. На завершення всі болти кріплення затягують остаточно, доводячи момент затягування до 30 Н·м.

2.12 Зняття та встановлення паливних форсунок

Зняття паливних форсунок

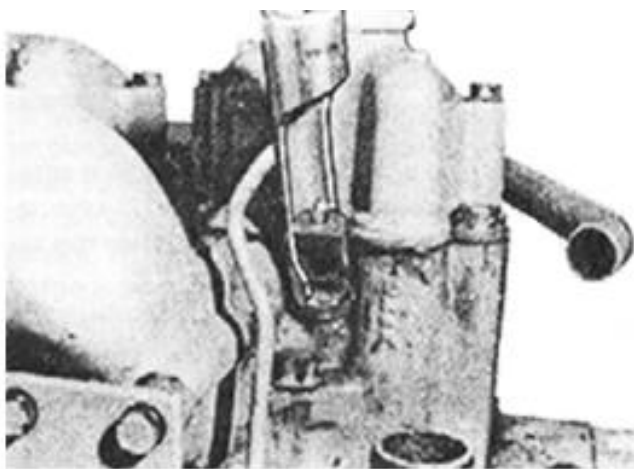
Роботи виконують у чітко визначеній послідовності, дотримуючись вимог технології та правил безпеки. Спочатку за допомогою різьбового ключа послаблюють і відгвинчують різьбові з'єднання напірних паливопроводів з боку ПНВТ, а також з боку паливних форсунок. Після цього напірні

паливопроводи обережно знімають і відкладають убік, не допускаючи їх деформації або забруднення. Далі демонтують зливний трубопровід для масла або палива, який під'єднаний до корпусів форсунок.



Після зняття трубопроводів за допомогою цапфового гайкового ключа відкручують прорізні гайки, якими корпус форсунки закріплений у головці блока циліндрів. Коли гайки повністю відпущені, до корпусу форсунки приєднують спеціальний знімач.

Використовуючи знімач, форсунку акуратно витягують із посадочного отвору в головці блока циліндрів, уникаючи перекосів і пошкодження посадкової поверхні. Після виймання форсунки з неї знімають старе ущільнювальне кільце, яке підлягає обов'язковій заміні.



Перед встановленням паливних форсунок виконують комплекс підготовчих операцій. Внутрішню поверхню натискного гвинта, його різбову частину, а також зовнішню поверхню корпуса форсунки обробляють монтажним аерозольним засобом

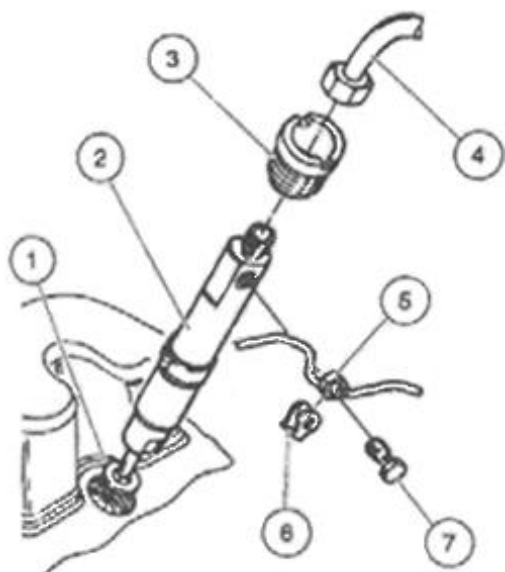
типу «Never Seeze». Це забезпечує захист від корозії, полегшує подальший демонтаж і сприяє правильному затягуванню різбових з'єднань. Під час монтажу на відновлені або шліфовані головки блока циліндрів особливу увагу приділяють величині виступу форсунки над площиною головки. Якщо фактичний виступ не відповідає нормативним значенням, застосовують ущільнювальні кільця іншої товщини.

У стандартному виконанні використовується ущільнювальне кільце товщиною 1 мм. За потреби можливе застосування тонкого кільця товщиною

0,5 мм або потовщених кілець товщиною 1,5 чи 2,0 мм. Правильний вибір товщини ущільнювального кільця забезпечує герметичність з'єднання, правильне положення форсунки в камері згоряння та стабільну роботу паливної системи двигуна.

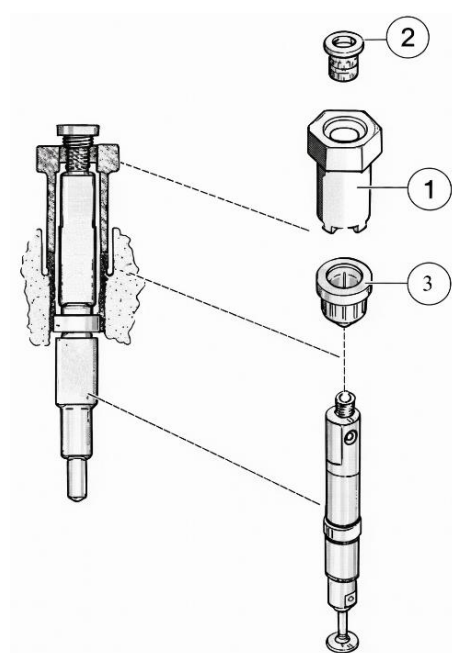
Установка паливних форсунок

Спочатку в посадочне місце встановлюють нове ущільнювальне кільце (1). Після цього паливну форсунку (2) обережно вставляють у отвір головки блока циліндрів.



Натискний гвинт (3) загвинчують вручну, а далі затягують спеціальним або цапфовим гайковим ключем ([5]/[5.1] розділ 3) з установленим моментом затягування.

Потім напірний паливопровід приєднують до штуцерів паливної форсунки та паливного насоса високого тиску. Різьбові з'єднання затягують рівномірно з нормативним моментом. Після цього до корпуса форсунки встановлюють зливний трубопровід (5) для масла або зливу палива. При монтажі використовують нове ущільнювальне кільце (6).



Порожнистий гвинт (7) затягують із заданим моментом.

У старому виконанні застосовується цапфовий гайковий ключ (5). Стопорна гайка (2) запобігає перекосу натискного гвинта (3) під час послаблення різьбового з'єднання. У новому виконанні [5.1] для двигунів стандарту Euro 2 передбачений спеціальний паз для встановлення голчастого датчика переміщення.

Перед виконанням монтажу рекомендується очистити заглиблення в натискному гвинті (3) від забруднень. Натискний гвинт бажано обробити

засобом для видалення іржі. Далі на гвинт надягають цапфовий гайковий ключ (1). Стопорну гайку (2) вручну навертають на різьбову частину паливопроводу, що підходить до форсунки, не фіксуючи її. Після цього натискний гвинт (3) можна послаблювати або затягувати за допомогою гайкового ключа без ризику його перекосу.

2.13 Перевірка паливних форсунок

Перевірка форсунки паливного насоса високого тиску виконується за допомогою спеціального стенда, який дозволяє оцінити тиск відкривання, герметичність і форму паливного струменя. Для випробування використовують чисте контрольне масло або очищене дизельне паливо. Перед початком робіт форсунку необхідно ретельно очистити та перевірити її стан на наявність зносу.

Форсунку перевіряють разом із відповідним корпусом. Впускний канал приєднують до напірного шланга контрольного пристрою. Під час перевірки тиску впорскування повільно натискають на важіль до моменту появи впорскування, яке супроводжується характерним легким тріском. Значення тиску зчитують за показами манометра. Якщо тиск нижчий за норму, встановлюють товстішу регулювальну шайбу, а при завищеному тиску застосовують тоншу. Зі збільшенням навантаження попередній натяг пружини зменшується, що призводить до незначного зниження тиску впорскування. Після ремонтних робіт форсунки тиск упорскування зазвичай встановлюють трохи вищим за номінальний, приблизно на 8 бар. Регулювальні шайби випускаються різної товщини з кроком 0,05 мм.

Для перевірки герметичності створюють тиск, який приблизно на 20 бар нижчий від контрольного. Форсунка вважається справною, якщо протягом десяти секунд із її отвору не з'являються краплі палива. Оцінку якості струменя виконують швидкими рухами важеля при вимкненому манометрі, спостерігаючи за рівномірністю та правильністю розпилення палива.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Спеціальний інструмент та пристосування для обслуговування ДВЗ MAN F90

Під час розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення дизельних двигунів автомобілів MAN F90 обов'язковим є застосування спеціального інструменту та пристосувань, що забезпечують точність регулювальних робіт, надійність з'єднань і дотримання вимог заводу-виробника. Комплект спеціального оснащення, наведений на рис. 3.1 та в табл. 3.1, дозволяє виконувати роботи з паливною апаратурою без порушення її працездатності та ресурсу.

Для виконання регулювальних операцій системи живлення використовуються пристрої для повертання і блокування колінчастого вала (1, 1.1, 2.1, 2.2), що забезпечують точне встановлення положення поршнів і фаз газорозподілу під час налаштування паливного насоса високого тиску (ПНВТ). Регулювання початку подачі палива здійснюється із застосуванням світлового датчика (2), спеціального ключа (3) та регулювального пристрою (31), що дозволяє досягти нормативних параметрів упорскування для двигунів MAN F90.

Діагностика та обслуговування паливної апаратури високого тиску виконуються із застосуванням спеціальних ключів для трубопроводів упорскування (4, 4.1), цапфових ключів для корпусу форсунок (5, 5.1) та торцевого ключа для перекидної різьби форсунок ПНВТ (8). Використання зазначених інструментів запобігає пошкодженню різьбових з'єднань і забезпечує герметичність паливної системи після складання.

Для демонтажу та монтажу форсунок ПНВТ двигунів MAN F90 застосовуються інерційний знімач (6) з адаптером (6.1) та утримувальний пристрій для форсунок (7). Це дозволяє виконувати роботи без деформації корпусу форсунки та посадочних поверхонь головки циліндрів, що є критичним для збереження параметрів розпилювання палива.

Контроль технічного стану системи живлення також включає перевірку допоміжних параметрів роботи двигуна. Для цього використовуються манометр і приладдя для вимірювання тиску наддуву турбокомпресора (32), а також

контрольне підключення для самописця компресійного тиску (38). Дані операції дозволяють комплексно оцінити роботу двигуна MAN F90 та вплив системи живлення на його ефективність.

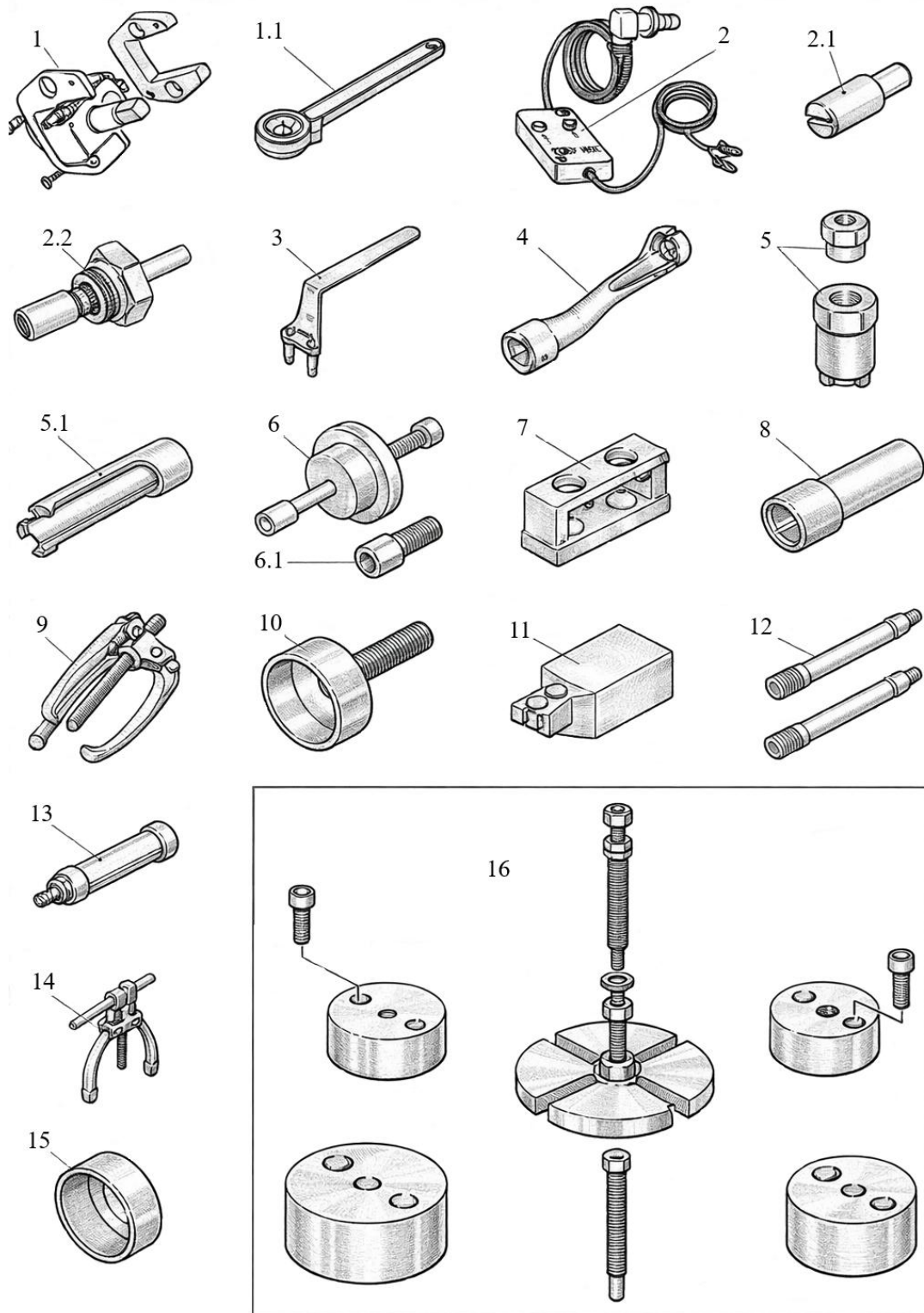
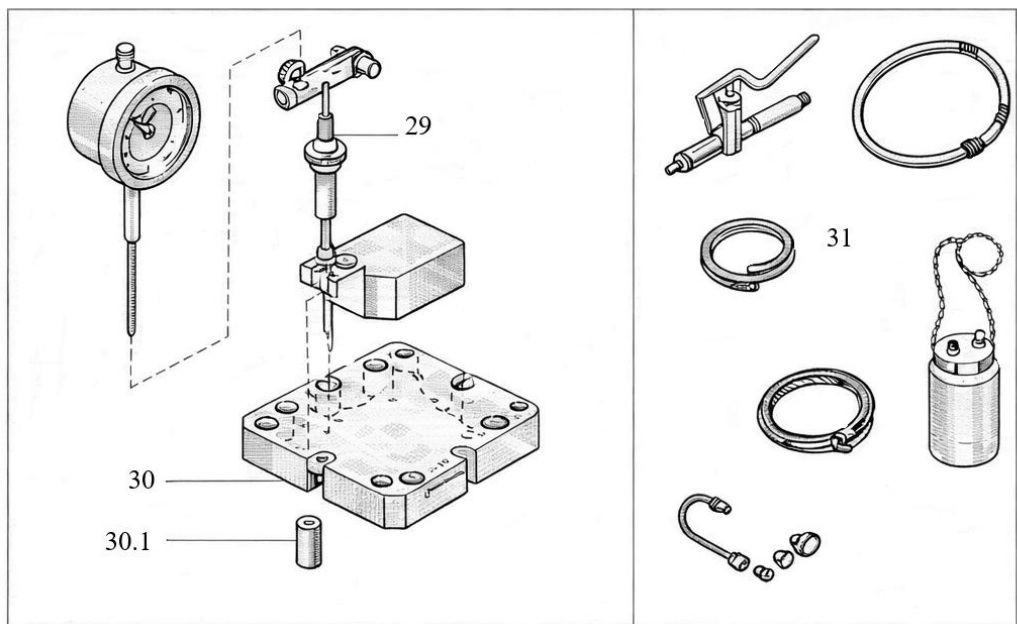
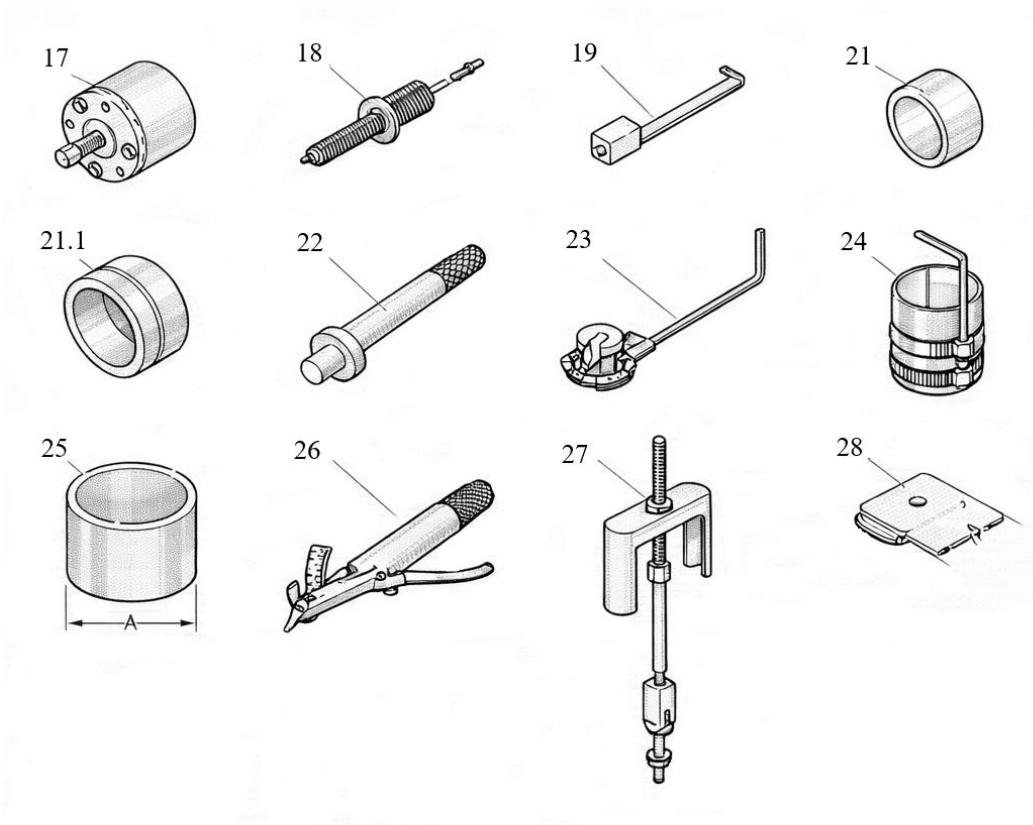


Рисунок 3.1 – Спеціальні інструменти та пристосування



Продовження рисунка 3.1.

Для виконання вимірювальних і контрольних операцій у процесі діагностики застосовуються стрілочні індикатори з тримачами (11, 33), що забезпечують високу точність визначення переміщень і зазорів під час регулювання елементів паливної апаратури.

Таким чином, використання спеціального інструменту та пристосувань, передбачених технологічним процесом, є необхідною умовою якісного

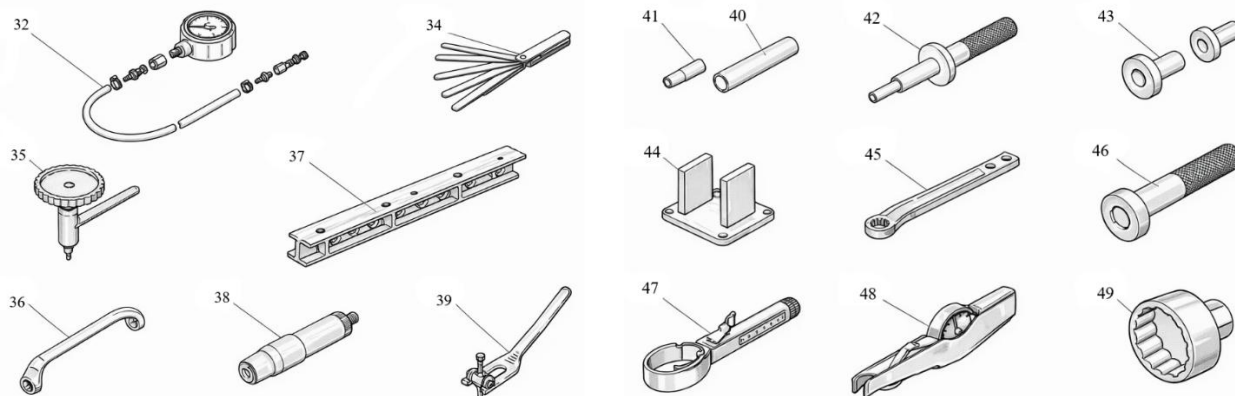
виконання діагностики, технічного обслуговування і ремонту системи живлення двигунів автомобілів MAN F90. Це дозволяє забезпечити відповідність параметрів паливної системи технічним вимогам, підвищити надійність роботи двигуна та зменшити витрати на подальшу експлуатацію автомобілів.

Таблиця 3.1 – Комплект спеціального оснащення

Познач. рис.3.1	Значення	Познач. рис.3.1	Значення
1	Пристрій для провертання двигуна		Запресовувальний пристрій складається з:
1.1	Тріскачка-фіксатор зубчастого вінця (1)	21	Напрямна втулка
2	Світловий датчик для регулювання початку подачі	21.1	Запресовувальна плита (у поєднанні з 22)
2.1	Блокувальний стержень для колінчастого вала ПНВТ	22	Універсальна насаджувальна рукоятка для запресовувальних плит
2.2	Блокувальний пристрій, нове виконання, включно з Euro 2	23	Пристрій закручування під кутом повороту для болтів підшипників
3	Ключ для регулювання початку подачі	24	Стяжний хомут поршневого кільця
4	Спеціальний ключ (SW17) для трубопроводів упорскування	25	Ковзна гільза Ø125 мм / Ø126 мм
4.1	Комбінований ріжково-накидний ключ (SW 14/17) для трубопроводів упорскування	26	Щипці для встановлення поршневих кілець
	Цапфовий ключ для корпусу форсунки	27	Знімач гільз циліндрів
5	чотирипазовий з фіксувальним гвинтом	28	Витяжна гільза Ø125 мм / Ø126 мм
5.1	• з трьома канавками, відкритий для голчастого сигналізатора руху	29	Вимірювальний комплект для вимірювання виступання гільз циліндрів, що складається з:

6	Інерційний знімач для форсунок ПНВТ	29.1	стрілочного індикатора
6.1	Адаптер до 6	29.2	щупового стержня для вимірювача
7	Утримувальний пристрій для форсунок ПНВТ	29.3	тримача індикатора
8	Торцевий ключ для перекидної різьби форсунок ПНВТ	29.4	опорного стержня
9	Триплечий знімач для шківа клинового ременя водяного насоса	29.5	тримача індикатора
10	Запресовувальний пробійник для касетного кільця водяного насоса	29.6	тримача індикатора 5
11	Тримач стрілочного індикатора	30	вимірювальної плити
	Цапфовий ключ для корпусу форсунки	30.1	припасовувальних гільз
5	чотирипазовий з фіксувальним гвинтом	31	Регулювальний пристрій для початку подачі
5.1	• з трьома канавками, відкритий для голчастого сигналізатора руху	32	Манометр і приладдя для перевірки тиску наддуву турбокомпресора
6	Інерційний знімач для форсунок ПНВТ	33	Тримач стрілочного індикатора з магнітною основою
12	Напрямні стержні для маховика (2 шт.)	34	Вимірювальна лінійка 0,2 / 0,25 / 0,35 / 0,4 / 0,5 для регулювання клапанів
13	Внутрішній знімач для напрямного підшипника валів зчеплення	35	Установлювальний ключ для клапанів
14	Контропора для 13	36	Спеціальний ключ для болтів головки циліндра під форсункою
15	Запресовувальна плита для робочого кільця на маховику разом з 22	37	Налагоджувальна лінійка для головок циліндрів

16	Комплект спеціальних ключів для демонтажу та монтажу переднього:	38	Контрольне підключення для самописця компресійного тиску
	· ущільнювального кільця колінчастого вала · монтажу робочого кільця колінчастого вала	39	Важіль для монтажу клапанів
	Комплект спеціальних ключів складається з:		Монтажні гільзи для ущільнень стержнів клапанів
16.1	· шпинделя	40	Ввідна гільза
16.2	· траверса	41	Опресовувальна гільза
16.3	· адаптер		Монтажний інструмент для напрямних клапанів
16.4	· витяжний гак	42	Запресовувальний пробійник
16.5	· запресовувальна гільза	43	Запресовувальні кільця у поєднанні з 42
16.6	· адаптер	44	Блокувальний пристрій для колінчастого вала повітряного компресора
16.7	· насаджувальна гільза	45	Спеціальний ключ для привідної шестерні повітряного компресора
17	Знімач для переднього робочого кільця вала	46	Забивний пробійник для підшипника колінчастого вала компресора
18	Ударний знімач для витяжного гака 19	47	Стяжний хомут поршневого кільця для повітряного компресора
19	Витяжний гак для ущільнювальних кілець вала	48	Вимірювач натягу клинових ременів
20	Запресовувальний пристрій для заднього ущільнювального кільця колінчастого вала	49	Ключ для масляного фільтра



Закінчення рисунка 3.1.

3.2 Аналіз існуючих конструкцій та технічних рішень

Для діагностики та обслуговування систем живлення дизельних двигунів вантажних автомобілів у практиці автотранспортних підприємств застосовуються різноманітні технічні засоби, зокрема універсальні діагностичні стенди, ручні вимірювальні прилади та переносні адаптери для підключення до паливної магістралі. Більшість серійних пристроїв призначені для загального контролю тиску та герметичності паливної системи без урахування конструктивних особливостей конкретного двигуна.

Універсальні стенди мають достатню функціональність, однак характеризуються значними габаритами, високою вартістю та складністю експлуатації. Їх застосування є доцільним переважно на спеціалізованих сервісних станціях. Переносні прилади, у свою чергу, простіші, проте часто не дозволяють забезпечити необхідної точності вимірювань і не дозволяють повноцінно оцінити ТС елементів системи живлення.

Аналіз існуючих технічних рішень показує, що більшість із них не адаптовані безпосередньо до двигунів автомобілів MAN F90 та не враховують специфіку їх паливної апаратури. Це ускладнює процес діагностики, збільшує тривалість робіт та підвищує ймовірність похибок. У зв'язку з цим доцільним є розроблення спеціалізованого пристрою, орієнтованого на діагностику системи живлення двигунів MAN F90 в умовах АТП.

3.3 Призначення та сфера застосування розроблюваного пристрою

Розроблюваний пристрій призначений для проведення діагностики технічного стану системи живлення дизельних автомобілів MAN F90 при ТО та поточного ремонту. Завдання пристрою – є контроль параметрів подачі палива та виявлення відхилень, що можуть свідчити про несправності елементів паливної системи.

Пристрій передбачається використовувати для визначення тиску палива в магістралях, перевірки герметичності з'єднань, а також оцінювання працездатності окремих елементів системи живлення. Його конструкція орієнтована на швидке підключення до двигуна без необхідності значного демонтажу вузлів.

Сфера застосування пристрою охоплює автотранспортні підприємства, ремонтні зони та сервісні дільниці, де виконуються роботи з ТО MAN F90. Використання пристрою дозволяє скоротити тривалість діагностичних операцій, підвищити їх точність та зменшити трудомісткість робіт.

3.4 Пристрій для перевірки системи живлення

Запропонований діагностичний пристрій призначений для контролю параметрів системи живлення дизельних двигунів автомобілів MAN F90 та виконаний у вигляді компактного переносного вузла, що підключається до паливної магістралі двигуна. Конструкція пристрою забезпечує зручність експлуатації, надійність вимірювань і безпеку виконання робіт.

Основою пристрою є корпус (1), який слугує несучим елементом для розміщення та кріплення всіх функціональних вузлів. Корпус виготовляється з металевого матеріалу, стійкого до механічних навантажень і впливу дизельного палива, та має достатню жорсткість для роботи в умовах підвищеного тиску.

Для вимірювання тиску палива в системі живлення використовується манометр (2), встановлений у верхній частині корпусу. Манометр дозволяє здійснювати візуальний контроль значень тиску в реальному часі під час роботи двигуна. Шкала манометра розрахована на робочий діапазон тисків, характерний

для дизельних паливних систем, що забезпечує достатню точність зчитування показників.

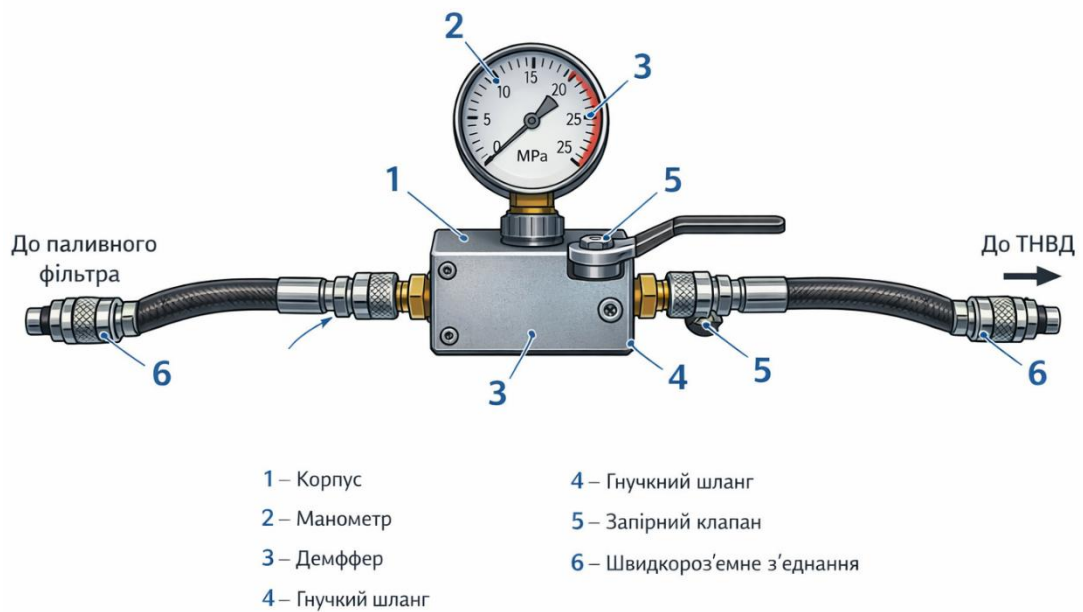


Рисунок 3.2 – Діагностичний пристрій для перевірки системи живлення ДВЗ MAN F90

З метою зменшення пульсацій тиску палива та стабілізації показів манометра в конструкції передбачено демпфувальний елемент (3). Його застосування підвищує достовірність результатів вимірювань та знижує динамічні навантаження на вимірювальний прилад.

Підключення пристрою до паливної системи двигуна здійснюється за допомогою гнучких шлангів (4), які забезпечують герметичне з'єднання з паливною магістраллю. Шланги розраховані на роботу під тиском та виготовлені з матеріалу, стійкого до дії дизельного палива і температурних впливів.

Для забезпечення безпеки під час монтажу та демонтажу пристрою використовується запірний клапан (5). Він дозволяє перекривати подачу палива, запобігаючи його витіканню та зменшуючи ризик виникнення пожежонебезпечних ситуацій під час виконання діагностичних робіт.

Швидко та зручне підключення пристрою до системи живлення реалізується за допомогою швидкороз'ємних з'єднань (6). Їх використання скорочує час підготовки до діагностики та знижує трудомісткість робіт, що є важливим при експлуатації пристрою в умовах автотранспортного підприємства.

3.5 Економічне обґрунтування застосування пристрою

Таблиця 3.2 – Розрахунок економічного ефекту від впровадження діагностичного пристрою

Показник	Одиниця виміру	Значення без пристрою	Значення з пристроєм	Економія
Час діагностики одного двигуна	год	2,5	0,75	1,75
Вартість нормогодини	грн	800	800	–
Економія на оплаті праці одного двигуна	грн	–	–	1400
Кількість двигунів на місяць	од.	20	20	–
Економія на оплаті праці на місяць	грн	–	–	28000
Щорічна економія на оплаті праці	грн	–	–	336000
Середня економія матеріалів на двигун	грн	–	–	500
Економія на матеріалах на місяць	грн	–	–	10000
Щорічна економія матеріалів	грн	–	–	120000
Загальна щорічна економія	грн	–	–	456000

Економія часу на одному двигуні:

$$\Delta t = t_{\text{стандарт}} - t_{\text{пристрій}} = 2,5 - 0,75 = 1,75 \text{ год.}$$

Вартість економії на одному двигуні:

$$E_1 = \Delta t \cdot C_{\text{нормогод}} = 1,75 \cdot 800 = 1400 \text{ грн.}$$

Щомісячна економія на 20 двигунах:

$$E_{\text{місяць}} = E1 \cdot N = 1400 \cdot 20 = 28000 \text{ грн.}$$

Щорічна економія (12 місяців):

$$E_{\text{рік}} = 28000 \cdot 12 = 336000 \text{ грн.}$$

При середній економії на одному двигуні 500 грн, на 20 двигунах щомісяця:

$$M_{\text{місяць}} = 500 \cdot 20 = 10000 \text{ грн.}$$

Щорічна економія матеріалів:

$$M_{\text{рік}} = 10000 \cdot 12 = 120000 \text{ грн.}$$

Загальна щорічна економія.

$$E_{\text{загальна}} = E_{\text{рік}} + M_{\text{рік}} = 336000 + 120000 = 456000 \text{ грн.}$$

Таким чином, впровадження пристрою дозволяє економити близько 456 000 грн на рік тільки за рахунок скорочення часу роботи та зменшення витрат на матеріали.

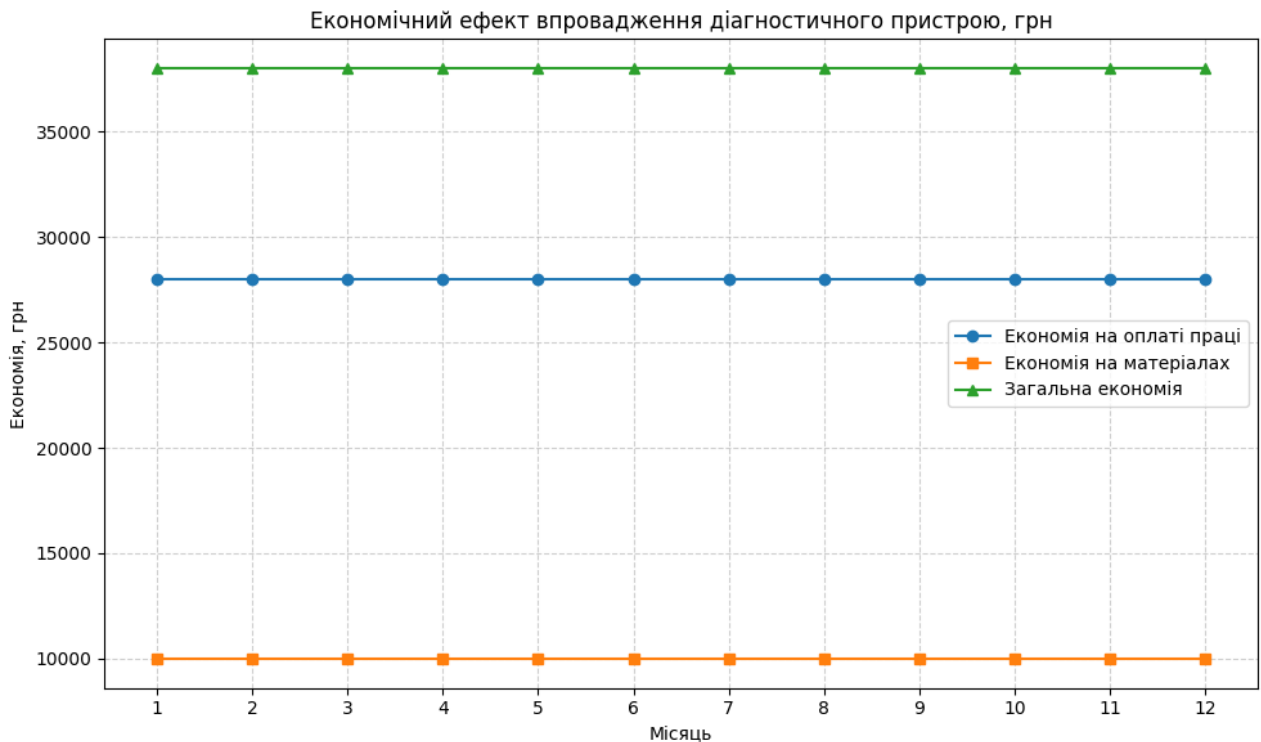


Рисунок 3.3 – Ефекту від впровадження діагностичного пристрою

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Загальні положення з охорони праці при роботі з дизельними двигунами та паливними системами

Охорона праці є невід'ємною складовою виробничого процесу на автотранспортних підприємствах і спрямована на запобігання травматизму, аваріям, професійним захворюванням та іншим негативним наслідкам, що можуть виникати під час роботи персоналу. При проведенні діагностики, технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів MAN F90 особлива увага приділяється взаємодії людини з обладнанням, паливом та робочими інструментами.

Основними принципами безпеки є:

1. Навчання та інструктажі персоналу – кожен працівник перед початком роботи проходить вступний та повторний інструктажі з охорони праці, знає порядок дій у надзвичайних ситуаціях, місця розташування аварійних виходів, вогнегасників та засобів першої медичної допомоги.

2. Застосування індивідуальних засобів захисту (ЗІЗ) – спеціальний одяг, захисні окуляри, рукавиці та взуття, що запобігають травмам і хімічним опікам при роботі з паливною апаратурою та мастильними матеріалами.

3. Організація робочого місця – чистота, належне освітлення, безпечне розташування інструментів і приладів. Особлива увага приділяється системам вентиляції, що забезпечують видалення шкідливих випарів дизельного палива та продуктів горіння, які можуть викликати подразнення дихальних шляхів або інтоксикацію.

Під час роботи з дизельними двигунами важливо дотримуватися правил поведіння з легкозаймистими рідинами, уникати відкритого вогню та джерел іскр. Паливні ємності повинні бути надійно ізольовані та заземлені для запобігання виникненню статичної електрики та вибуху.

Особливу увагу приділяють організації моніторингу та контролю параметрів обладнання, оскільки несправні або неправильно налаштовані вузли паливної системи можуть призвести до аварійних ситуацій, опіків та травм.

4.2 Особливості техніки безпеки під час обслуговування паливної системи та дизельного двигуна MAN F90

Роботи з обслуговування та ремонту паливної системи дизельних двигунів є високоризикованими через наявність механічних, хімічних та теплових небезпек. Для зменшення ризику травм та аварій застосовують комплекс технічних та організаційних заходів безпеки.

1. Підготовка робочого місця:
 - перевірка чистоти підлоги та відсутність сторонніх предметів;
 - забезпечення достатнього освітлення робочої зони для точного виконання операцій;
 - контроль температури і вентиляції приміщення, щоб уникнути перегріву обладнання та накопичення шкідливих парів;
 - розміщення всіх інструментів та пристроїв у зручному доступі.
2. Правила підключення та роботи з паливною системою:
 - перед підключенням діагностичного пристрою необхідно переконатися, що двигун вимкнений, а система подачі палива знеструмлена та обесточена;
 - зниження тиску у паливній магістралі перед демонтажем або заміною елементів системи;
 - використання герметичних контейнерів для збору палива, що запобігає його розливу та забрудненню навколишнього середовища.
3. Робота з діагностичним обладнанням:
 - під час вимірювань тиску та підключення манометрів необхідно дотримуватися запобіжних заходів, щоб уникнути гідравлічних ударів і розбризкування палива;
 - забороняється робота поблизу відкритого вогню та джерел іскор через легкозаймистість дизельного палива;
 - всі з'єднання шлангів та приладів мають бути надійно ущільнені та перевірені перед початком роботи.
4. Особиста безпека та здоров'я працівника:
 - використання ЗІЗ: рукавиці, окуляри, спецодяг, захисне взуття;

- регулярне проведення медичних оглядів та контроль стану здоров'я;
- знання основ першої медичної допомоги при опіках, отруєннях або механічних травмах.

5. Організаційні заходи:

- дотримання послідовності операцій у технологічному процесі;
- ведення журналу інструктажів та обліку робітників, що виконують роботи з підвищеним ризиком;
- контроль керівництва АТП за виконанням правил охорони праці та своєчасне усунення небезпечних факторів.

Застосування цих заходів дозволяє мінімізувати травматизм, підвищити безпеку праці та забезпечити ефективне і безпечне функціонування автотранспортного підприємства при діагностиці та ремонті систем живлення двигунів MAN F90.

Таблиця 4.1 – Потенційні небезпеки та заходи безпеки при обслуговуванні системи живлення двигунів MAN F90

№	Категорія небезпеки	Джерело ризику	Можливі наслідки	Заходи безпеки
1	Механічна	Рухомі деталі двигуна, ремені, шестерні	Затискання, травми кінцівок, порізи	Вимкнення двигуна перед роботою, використання захисних кожухів, спецодяг і рукавиці
2	Хімічна	Дизельне паливо, мастильні матеріали, очистники	Опіки, подразнення шкіри і очей, інтоксикація	Використання рукавичок, окулярів, спецодягу; належна вентиляція приміщення
3	Пожежна	Легкозаймисті пари палива	Пожежа, вибух	Заборонено куріння і відкритий вогонь; заземлення паливних

				ємностей; наявність вогнегасників
4	Теплова	Гарячі поверхні двигуна	Опіки	Використання термостійких рукавичок; контроль температури і охолодження компонентів
5	Електрична	Діагностичне обладнання, акумулятор	Ураження електрострумом	Використання ізольованих інструментів, вимкнення живлення при монтажі/демонтажі
6	Ергономічна	Тривале статичне положення, важкі деталі	М'язова втома, травми спини	Використання підйомників, правил підйому вантажів, організація робочого місця
7	Організаційна	Недотримання послідовності робіт	Пошкодження обладнання, травми	Дотримання технологічної інструкції, контроль керівництва, навчання персоналу
8	Медична	Недостатні навички надання першої допомоги	Затягування лікування при травмах або отруєнні	Проведення медичних інструктажів, знання алгоритму надання допомоги

4.3 Розрахунок штучного освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та адміністративних приміщеннях для компенсації нестачі природного світла та забезпечення

нормованої освітленості в темний період доби. Від правильного проектування освітлення залежить безпека праці, зоровий комфорт працівників, продуктивність їхньої праці та якість виконуваних робіт. За даними сучасних досліджень, раціонально організоване штучне освітлення може підвищити продуктивність на 15–20 %, тоді як недостатнє або неправильно розташоване освітлення може призвести до зорового перенапруження та зниження працездатності.

Для сучасних АТП найбільш доцільним є застосування енергозберігаючих люмінесцентних або LED-ламп, які за спектром світла максимально наближені до природного, що важливо для суміщеного освітлення робочих місць. Використання LED-освітлювальних приладів дозволяє знизити споживання електроенергії до 50–60 % у порівнянні зі старими лампами розжарювання та підвищити строк служби світильників.

Мінімальна освітленість для приміщень, де виконуються роботи III категорії точності (IIIв), становить $E_n = 300$ лк. Для освітлення робочих місць приймаємо сучасні LED-світильники типу ЛПО-01 LED з двома лампами, що монтуються на стелі на висоті $h_s = 3,0$ м, що відповідає нормам ДБН (2,6–4 м для світильників з менше ніж 4 лампами).

Визначення показника приміщення.

Показник приміщення розраховується за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_s \cdot (a+b)} \quad (4.1)$$

де: $a=9$ м – довжина приміщення;

$b=6$ м – ширина приміщення;

$h_s=3,0$ м – висота установки світильників над робочою поверхнею.

$$i = \frac{9 \cdot 6}{3 \cdot (9+6)} = 1,2.$$

Для коефіцієнта відбиття стелі 70 % та стін 50 % коефіцієнт використання світильника $\eta = 0,51$.

Визначення кількості світильників.

Необхідну кількість світильників для забезпечення нормованої освітленості розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{E_n \cdot S \cdot k_z \cdot v}{F_L \cdot \eta} \quad (4.2)$$

де: $E_n=300$ лк – нормована освітленість;

$S=54$ м² – площа приміщення;

$k_z=1,5$ – коефіцієнт запасу (з урахуванням старіння ламп та забруднення світильників);

$v=1,1$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

$F_L=5400$ лм – світловий потік однієї лампи;

$\eta=0,51$ – коефіцієнт використання світильника.

Підставляємо значення:

$$N = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{5400 \cdot 0,51} \approx 0,59.$$

Приймаємо 6 світильників, які розташовуються рівномірно у два ряди по 3 світильники в кожному.

Розрахунок загальної довжини світильників та потужності.

Загальна довжина світильників у ряду:

$$L_{\text{ряд}} = l_{\text{лампи}} \cdot n_{\text{ламп}} = 1,5 \text{ м} \cdot 6 = 9 \text{ м}.$$

Сумарна електрична потужність усіх світильників:

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{лампи}} \cdot n_{\text{ламп}} \cdot N = 40 \text{ Вт} \cdot 2 \cdot 6 = 480 \text{ Вт}.$$

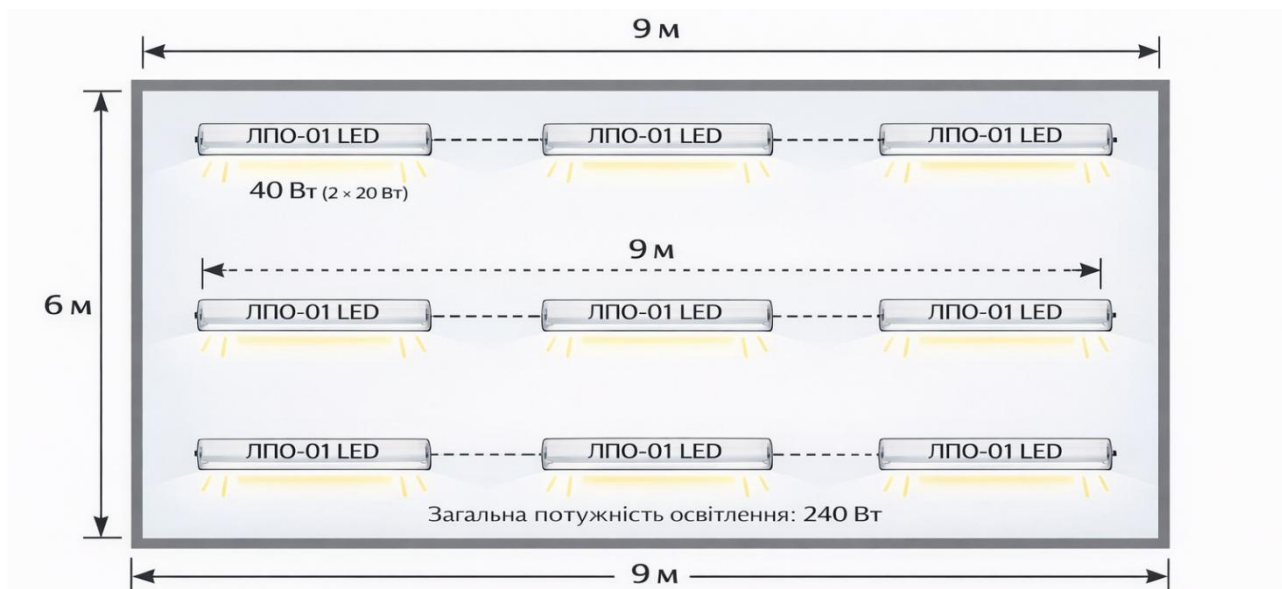


Рисунок 4.1 – Схема розташування світильників ЛПО-01LED

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра розглянуто питання розроблення технологічного процесу діагностики, технічного обслуговування та ремонту системи живлення двигунів автомобілів MAN F90, що є актуальним у зв'язку з необхідністю забезпечення надійної, економічної та екологічно безпечної експлуатації дизельних двигунів.

У загальнотехнічному розділі проаналізовано конструктивні особливості дизельних двигунів MAN F90, розглянуто схему та основні елементи двигуна, а також особливості процесу згоряння палива. Встановлено, що технічний стан системи живлення має визначальний вплив на потужність ДВЗ, витрату палива, токсичність відпрацьованих газів і загальну надійність роботи силового агрегату.

У технологічному розділі виконано розрахунок річної програми робіт з діагностики системи живлення, визначено трудомісткість діагностичних і ремонтних робіт, а також розраховано необхідну кількість виконавців і постів діагностики та ремонту. Отримані результати свідчать про можливість ефективного виконання запланованого обсягу робіт на одному універсальному посту з використанням сучасних методів організації праці. Детально розглянуто принцип роботи системи живлення, регульовальні параметри двигуна, типові несправності та основні операції з технічного обслуговування і ремонту.

У конструкторському розділі виконано аналіз існуючих технічних рішень і запропоновано спеціальний пристрій для перевірки системи живлення двигунів MAN F90. Проведене економічне обґрунтування підтвердило доцільність його впровадження в умовах автотранспортного підприємства.

Також розглянуто основні вимоги безпеки під час виконання робіт з дизельними двигунами та паливними системами, а також виконано розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення відповідно до чинних нормативів. Запропоновані заходи спрямовані на створення безпечних і комфортних умов праці.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Автомобілі. Теорія: навч. посіб. / В.П. Сахно, В.І. Сирота, В.М. Поляков, В. Г. Головань, О.В. Лисий; Військ. акад. - Одеса: Військ. акад., 2017. - 412 с.
2. Гутаревич Ю. Ф., Говорун А. Г. Паливні системи дизельних двигунів : навч. посібник. – Київ : НТУ, 2017. – 256 с.
3. Канарчук В.Є. та ін. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3-х кн. Кн.2. Організація, планування й управління: Підручник / В.Є. Канарчук, О.А. Лудченко , А.Д. Чигринець, - К.: Вища шк., 1994. – 383 с.
4. Кисляков В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь. 2006. – 400 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.
6. Конспект лекцій з курсу «Комп'ютерна діагностика» для студентів спеціальності «Автомобільний транспорт» денної і заочної форми навчання. – Босюк П.В. Левкович М.Г., Тесля В.О. – ТНТУ ім. І.Пулюя. – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 236 с.
7. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.
8. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів / Уклад. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Левкович М.Г., Гудь В.З., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 550 с.
9. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів: навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль: ТДТУ, 2009. 108

10. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / За ред.. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
11. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.
12. Ткаченко І. Г., Левкович М. Г. Конспект лекцій з дисципліни «Надійність транспортних засобів». Тернопіль : ТНТУ, 2024. 118 с.
13. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017 – 324 с.
14. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
15. MAN Nutzfahrzeuge AG. Diesel Engines MAN – Technical Documentation. – Munich : MAN, 2015. – 350 p.
16. Bosch R. Diesel Fuel Injection Systems. – Stuttgart: Bosch, 2016. – 465p.
17. ELARTU – Інституційний репозитарій ТНТУ імені Івана Пулюя.

ДОДАТКИ