

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка конструкции установки для технического обслуживания
топливных форсунок бензиновых двигателей

Студент

Р.Р. Тимаев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

Бакалаврская работа выполнена на тему: «Разработка конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей».

Пояснительная записка содержит пять разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, приложение, всего 75 страниц с приложением. Графическая часть содержит 6 листов формата А1, выполненных в универсальной системе автоматизированного проектирования Компас 3D. Проект полностью соответствует выданному заданию.

В первом разделе проведен анализ установок для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей.

Во втором разделе составлено техническое задание и техническое предложение на разработку установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей, выполнены конструкторские расчеты.

В третьем разделе составлен технологический процесс диагностирования форсунок на установке.

В ВКР также разработаны вопросы, связанные с техникой безопасности и охраной труда. Намечены мероприятия по экологической безопасности.

В последнем разделе ВКР определена экономическая эффективность разработанной конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей.

В заключении сделаны выводы по ВКР.

Abstract

The topic of the graduation project is: «The development of a stand design for servicing fuel injectors of petrol engines».

The explanatory note consists of 5 parts, introduction and conclusion, list of references, 1 appendix, totally 75 pages with appendix. The graphic part is on 6 A1 sheets, which executed in the computer-aided modeling system KOMPAS-3D. The graduation project is fully consistent with the issued assignment.

Nowadays, checking and keeping in the operating condition of the injector becomes one of the most important tasks throughout the entire life of the engine.

To maintain normal operation of the fuel system, it is necessary to periodically clean the injectors.

In the first part we analyzed stands for servicing fuel injectors of petrol engines.

In the second part the terms of reference and the technical proposal for the design development of the stand for servicing fuel injectors of petrol engines were drawn up. The design calculations were made.

In the third part a technological process for diagnosing injectors at the stand was described.

Also, the issues of safety and labor protection were covered in the graduation project. Measures to provide an ecological safety were offered.

In the last part of graduation project an economic efficiency of the developed stand for servicing fuel injectors of petrol engines was substantiated.

In the conclusion the results of the study were presented.

Содержание

Введение.....	6
1 Анализ аналогов разрабатываемого технологического оборудования	9
2 Разработка конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей	21
2.1 Техническое задание на разработку установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей	21
2.2 Техническое предложение на разработку установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей	24
2.3 Расчет конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей	35
3 Технологический процесс диагностирования форсунок на установке	41
3.1 Особенности устройства систем питания бензиновых двигателей с ЭСУ	41
3.2 Основные неисправности и способы их устранения.....	43
3.3 Разработка технологического процесса диагностирования форсунок..	46
4 Производственная и экологическая безопасность проекта	48
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей.....	48
4.2 Определение профессиональных рисков.....	49
4.3 Мероприятия по снижению профессиональных рисков.....	51
4.4 Пожарная безопасность	57
4.5 Экологическая безопасность технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей.....	61
5 Экономическая эффективность проекта.....	64
5.1 Расчет себестоимости	64
5.2 Расчет затрат на выплату заработной платы.....	65

5.3 Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	67
5.4 Расчет общей суммы затрат на изготовление конструкции	68
Заключение	70
Список используемой литературы и используемых источников.....	71
Приложение А Спецификация.....	74

Введение

Конструкция двигателя становится все более сложнее и точнее с развитием современных технологий в области автомобилестроения. Поэтому детали должны соответствовать все более высоким требованиям к техническим характеристикам, особенно форсунки, которые и без того играют важную роль в двигателе.

В настоящее время проверка и поддержание рабочего статуса форсунки становится одной из важнейших задач в течение всего срока службы двигателя.

Для поддержания нормальной работы топливной системы необходимо проводить периодическую чистку форсунок. По мнению специалистов, процедура должна выполняться каждые 20-30 тысяч километров пробега, но на практике необходимость в таких работах возникает уже после 10-15 тысяч километров пробега. Это связано с некачественным топливом, плохим состоянием дорог и не всегда правильным уходом за машиной.

«К самым актуальным проблемам, преследующими форсунки любого типа, относится появление на стенках деталей отложений, являющихся следствием использования низкокачественного топлива. Результатом является появление загрязнений в системе подачи горючей жидкости и возникновение перебоев в работе, потеря мощности мотором, чрезмерный расход ГСМ.

Причинами, влияющими на работу форсунок, могут быть:

- чрезмерное содержание серы в ГСМ,
- коррозия металлических элементов,
- износ,
- засорение фильтров,
- неверная установка,
- воздействие высоких температур,
- проникновение влаги и воды» [1].

«Надвигающиеся неполадки можно определить по ряду признаков:

- появление незапланированных сбоев при старте двигателя;
- существенное увеличение расхода топлива в сравнении с номинальными значениями;
- появление выхлопов черного цвета;
- появление сбоев, нарушающих ритмичность работы мотора на холостом ходу» [1].

«Для решения вышеназванных проблем требуется периодическая промывка топливных форсунок. Для устранения загрязнений применяют ультразвуковую очистку, используют особую жидкость, выполняя процедуру вручную, либо добавляют специальные присадки, позволяющие очистить форсунки без разбора мотора» [2].

«Заливка промывки в бензобак – наиболее простой и щадящий способ очистки загрязненных форсунок. Принцип действия добавляемого состава заключается в постоянном растворении с его помощью имеющихся отложений в системе впрыска, а также частичное предотвращение их появления в будущем. Такая методика хороша для новых машин либо автомобилей с небольшим пробегом. В этом случае добавление промывки в бак с топливом выступает профилактикой, позволяющей поддерживать силовую установку и топливную систему машины в чистоте. Для машин с серьезными загрязнениями топливной системы данный способ не подходит, а в ряде случаев может нанести вред, усугубив имеющиеся проблемы. При большом количестве загрязнений смытые отложения попадают в форсунки и забивают их еще больше» [7].

«Чистка без снятия с двигателя Промывка топливных форсунок без разбора двигателя выполняется путем подключения промывочной установки непосредственно к мотору. Такой подход позволяет отмыть скопившуюся грязь на форсунках и топливной рампе. Двигатель на полчаса запускается на холостом ходу, подача смеси происходит под давлением.

Чистка со снятием форсунок. При сильных загрязнениях двигатель разбирают на специальном стенде, снимают форсунки и выполняют их индивидуальную очистку. Подобные манипуляции дополнительно позволяют определить наличие неисправностей в работе форсунок с их последующей заменой» [3].

Чистка ультразвуком. Очистка форсунок выполняется в ультразвуковой ванне для предварительно снятых деталей. Вариант подходит при сильных загрязнениях, не убирающихся очистителем. Комплексные работы по промывке и замене отдельных деталей позволяют обеспечить бесперебойную работу топливной системе еще на полгода, добавив 10-15 тысяч километров пробега.

Таким образом, выбранная тема ВКР актуальна и интересна.

1 Анализ аналогов разрабатываемого технологического оборудования

В соответствии с темой бакалаврской работы был проведен поиск установок для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей, который выявил следующие модели установок:

- установка для промывки инжекторов NORDBERG CMT6;
- устройство для тестирования и чистки топливных систем JTC 4325;
- стенд для обслуживания бензиновых инжекторов Trommelberg HP 107;
- установка для проверки форсунок AE&T HP-6A;
- «Реаниматор форсунок».

Установка для промывки инжекторов NORDBERG CMT6 (рисунок 1) - современное оборудование, которое используется в автогаражной сфере. Модель применяется для промывки всех типов форсунок (механические, электромагнитные), а также для очистки камер сгорания и впускных клапанов. Устройство оснащается светодиодным дисплеем управления с современной компьютеризированной системой контроля. Длина шланга составляет 1200 мм. Агрегат стабильно работает при температуре окружающей среды в диапазоне от минус 10°С до плюс 38°С градусов.

Основные технические характеристики:

- диапазон настройки числа оборотов двигателя: от 0 до 7500 мин⁻¹ (с шагом 50 мин⁻¹);
- настройка количества импульсов впрыска: от 0 до 9900 с шагом 1001;
- настройка длительности импульсов впрыска: 0-20 мс с шагом 0,1 мс;
- настройка времени очистки: 0-10 мин.;
- настройка давления тестовой жидкости в системе: 0-0,5 МПа;
- объем резервуара для тестовой жидкости: 2000 мл;

- мощность ультразвукового излучения: 70 Вт (работа с перерывами);
- частота ультразвукового излучения: 28кГц±0,5кГц;
- объем тестового цилиндра: 140 мл;
- точность воспроизведения объема цилиндра: 0,2 мл;
- внешние габариты: 380×485×470 мм (без тумбы);
- масса: 30 кг.

Особенности:

- удобная панель управления. Все элементы управления располагаются в одном месте, что позволяет с удобством выставлять нужные параметры и контролировать работу установки для промывки инжекторов NORDBERG CMT6;
- мобильная конструкция. Благодаря четырем поворотным колесам обеспечивается легкое перемещение установки.



Рисунок 1 – Установка для промывки инжекторов NORDBERG CMT6

Преимущества установки:

- встроенная ультразвуковая ванна,
- регулировка давления жидкости на дисплее,
- 9 кнопок управления на передней панели,
- качественное исполнение,
- долгий срок службы,
- объем цилиндра: 120 мл,
- частота работы форсунки: от 0 до 7500 об/мин. (с шагом 50),
- импульс на форсунки: от 0 до 9900 импульсов, с шагом в 100 импульсов,
- длительность импульса включения форсунок 0-20 мс с шагом в 0,1 мс.

Устройство для тестирования и чистки топливных систем JTC 4325 (рисунок 2) – это отличное решение при выборе очистительного оборудования в небольшую автомастерскую или домашнее хозяйство. С помощью данной модели пользователь (как профессионал, так и любитель) может контролировать пригодность топливной системы и уплотнителей, а также осуществить чистку инжекторов, впускных клапанов, вакуумных устройств и других элементов автомобиля, взаимодействующих с горючим. Комплект подойдет для большинства марок автомобилей.

Данный набор также очищает и детали цилиндропоршневой группы, из-за того, что принцип работы данного устройства основан на подаче чистящего вещества в цилиндры двигателя вместо обычного топлива. Для очистки используют специальную промывочную жидкость типа Wynns. Для работы с этим набором дополнительно потребуется внешний источник сжатого воздуха (компрессор). В комплект входят переходники, позволяющие подключиться практически на все автомобили. Шланги и разъемы имеют соединение типа «быстрый разъем». Работает со следующими топливными системами: K-Jetronic, L-Jetronic, TBI, CIS, CFI, CISE, EFI, MPFI, AFC и другими. С помощью данного набора выполняется

чистка нагара в впускной системе и камере сгорания, что способствует восстановлению нормальной работы двигателя.

Основные технические характеристики:

- количество одновременно промываемых форсунок: 1 шт.;
- максимальный объем очистительной жидкости: 650 см³;
- упаковка: прочный переносной кейс;
- габаритные размеры (Д×Ш×В): 450×350×100 мм;
- масса: 4,1 кг.



Рисунок 2 – Устройство для тестирования и чистки топливных систем JTC 4325

Принцип работы.

«Работает от сжатого воздуха, в качестве которого может использоваться как стационарный воздушный компрессор, так и обычный автомобильный компрессор для подкачки шин. Принцип очистки основан на

подаче чистящей жидкости (сольвента) в топливную систему вместо топлива. Для топливных систем, имеющих обратный контур для сброса избыточного давления этот контур необходимо заглушить, чтобы исключить попадание жидкости в бак автомобиля. В процессе промывки инжектора, происходит очистка не только элементов топливной системы, но и деталей цилиндропоршневой группы, выравнивается и повышается компрессия в цилиндрах» [25].

Рекомендуется повторять процесс промывки через каждые 15 тысяч километров пробега автомобиля.

Особенности:

- практичная упаковка. Каждый компонент устройства для тестирования и чистки топливных систем JTC 4325 надежно зафиксирован в индивидуальной ячейке прочного переносного кейса, что гарантирует сохранность комплекта во время транспортировки;
- удобная транспортировка. В корпусе пластикового кейса предусмотрена эргономичная складываемая рукоятка с широкой поверхностью хвата, что позволяет пользователю с комфортом поднимать и переносить набор с одного рабочего места на другое;
- визуальный контроль. Манометр с большим циферблатом и понятной градуировкой позволяет наблюдать за давлением в баллоне в режиме реального времени.

Преимущества:

- выполняет чистку нагара в впускной системе и камере сгорания,
- восстановление нормальной работы двигателя,
- высокое качество сборки,
- прочные материалы,
- защита от коррозии,
- простота эксплуатации,
- долгий срок службы.

Стенд для обслуживания бензиновых инжекторов Trommelberg HP 107 (рисунок 3) предназначен для диагностики, ультразвуковой очистки и обратной промывки инжекторов MPFI и TBI. Данный прибор оснащен высокочастотным манометром, набором адаптеров и соединительными шлангами. На передней панели имеется дисплей и микропроцессорная система управления. Все встроенные функции управляются пультом с девятью кнопками. Визуально проверить работу одновременно до шести инжекторов позволяют стеклянные цилиндры с подсветкой.



Рисунок 3 – Стенд для обслуживания бензиновых инжекторов Trommelberg HP 107

Основные технические характеристики:

- электропитание: ~ 220±10В, 50±0,5Гц;
- температура окружающей среды: от плюс 10°С до плюс 40°С;

- относительная влажность: <85 %;
- напряженность магнитного поля: <400 А/М;
- мощность ультразвука: 70 Вт;
- количество одновременно промываемых форсунок: 6 шт.;
- время промывки, мин.: 10%;
- регулирование частоты работы инжектора от 0 до 7500 об/мин. с шагом 50 об/мин.;
- регулирование кол-ва импульсов впрыска: от 0 до 9900 импульсов с шагом 100 импульсов;
- настройка времени очистки: от 0 до 10 мин;
- регулирование длительности импульса впрыска (PMW): 0-20 мс с шагом 0,1 мс;
- настройка давления в системе 0-0,5 МПа;
- объем тестового цилиндра 140 мл;
- размеры (Д×Ш×В): 480×450×730 мм;
- масса: 60 кг.

Особенности:

- стенд для очистки и тестирования инжекторов;
- тест на наличие утечки;
- стеклянные цилиндры для визуальной проверки работы одновременно до 6 инжекторов;
- встроенная в тумбу стенда ультразвуковая ванна, электронная настройка давления очищающей жидкости;
- большой ЖК-дисплей с компьютеризированной системой управления,
- управление всеми при помощи 4-направленного джойстика;
- высокопроизводительный и стабильный в работе жидкостной насос SIEMENS.

Преимущества:

- тест на наличие утечки;
- стеклянные цилиндры;
- ультразвуковая ванна;
- электронная настройка давления очищающей жидкости;
- дисплей и микропроцессорная система управления;
- пульт управления всеми функциями с девятью кнопками;
- генератор ультразвука мощностью 70 Вт;
- возможность настройки режимов работы.

Установка для проверки форсунок АЕ&Т НР-6А (рисунок 4) отличается высоким качеством, которое гарантируется ультразвуковой технологией. Данный прибор прост в использовании. Корпус устройства имеет высококачественную окраску, которая надолго сохранит приятный внешний вид установки и защитит от коррозии. Небольшие габариты позволяют разместить оборудование в любом удобном месте.



Рисунок 4 – Установка для проверки форсунок АЕ&Т НР-6А

Технические характеристики установки:

- количество форсунок: 2-6 (не менее 2 форсунок за раз);
- рабочая частота форсунки (об/мин): от 0 до 9950 об/мин с шагом 50 об/мин;
- импульсы форсунки (количество): от 0 до 9950 импульсов с шагом 50 импульсов;
- рабочая температура: от минус 20°C до плюс 38°C;
- количество одновременно промываемых форсунок 6 шт.;
- ширина импульсов форсунки (ИМВ): от 0 до 20 мс с приращением 0,1 мс;
- давление: 6,4 бар;
- питание 220 В;
- мощность 200 Вт;
- масса 42 кг.

Особенности:

- высокое качество в работе. Стенд оснащен 6 стеклянными цилиндрами с подсветкой для визуальной проверки работы одновременно с 6 форсунками;
- простое управление. Наглядная панель управления установки для проверки форсунок АЕ&Т НР-6А проста и понятна. Цифровой дисплей и манометр отображают все рабочие параметры.

Преимущества:

- долгий срок службы,
- требует минимального обслуживания,
- легкое управление,
- устойчивое основание,
- простота в работе.

«Реаниматор форсунок (Injector Reanimator v 2.0) (рисунок 5) позволяет проверить производительность форсунок, а затем очистить их благодаря специальному режиму работы» [9].



Рисунок 5 – Реаниматор форсунок (Injector Reanimator v 2.0)

«В режиме очистки, программное обеспечение автоматически определяет резонансную частоту форсунки. После «захвата» в небольшом диапазоне производится девиация этой частоты» [9].

«Стенд для проверки и очистки форсунок (рисунок 6) можно легко изготовить из подручных материалов самостоятельно за 1-2 дня. Для этого понадобятся:

- топливная рампа от двигателя Opel Omega A 2.0i;
- регулятор давления с этого же двигателя;
- бачок омывателя ветрового стекла от автомобиля ВАЗ 2106 в качестве ёмкости для бензина;
- бензонасос Bosch 0 580 453 453 от ВАЗ 2110» [5].

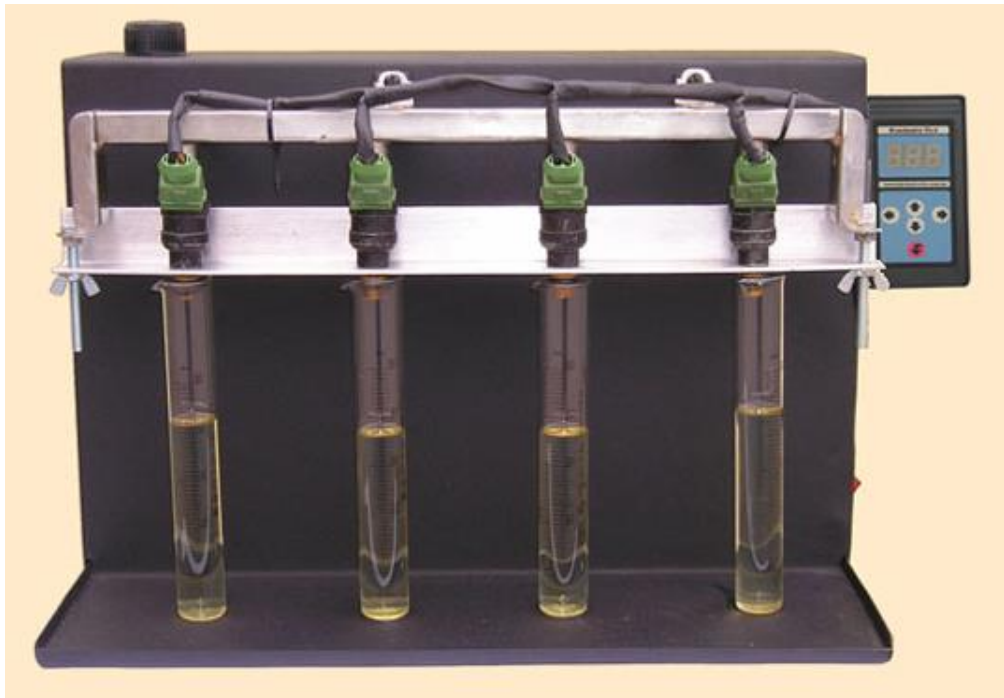


Рисунок 6 – Стенд с Реаниматором форсунок в сборе

Технические характеристики Реаниматора форсунок в режиме «Проверка»:

- количество импульсов открытия форсунок – от 10 до 2550;
- время открытия форсунок – от 1,5 до 9,9 мс;
- временной интервал между импульсами – от 10 до 100 мс.

«В режиме «Проверка» производится проверка форсунок на производительность. При этом на форсунки подаются одинаковые управляющие импульсы (обмотки всех форсунок подключены параллельно) и топливо под давлением около 2,5 бар (зависит от модели применённого регулятора давления)» [22].

«Рекомендуемые для проверки производительности параметры:

- количество импульсов открытия форсунок – 2000,
- время открытия форсунок – 9,9 мс,
- временной интервал между импульсами – 10 мс.

Для разрабатываемой установки, которая будет эксплуатироваться в условиях АТП или СТО достаточно установки для проверки форсунок

средней мощности, поэтому все расчеты проводились с учетом невысоких нагрузок на форсунки» [1].

Проводим расчеты для составления сравнительной циклограммы по группам выбранных качеств.

Устройство для тестирования и чистки топливных систем JTC 4325 не будет учитываться при составлении циклограммы, так как по нему отсутствует информация в части сопоставляемых показателей качеств.

Данные значения сводятся в таблицу 3 и по ним строится циклограмма. Значение аналога везде принимается за 1.

Таблица 3 – Сводная таблица

Параметры	NORDBERG CMT6	Trommelberg HP 107	AE&T HP- 6A	Реаниматор форсунок
Количество импульсов открытия форсунок	9000	9000	9000	2550
Время открытия форсунок, мс	1	1	1	1,5
Интервал между импульсами, мс	1	1	3	10
Рабочее давление системы, бар	5	5	6,4	2,5
Количество форсунок	6	6	6	4
Стоимость, руб.	52000	65000	61000	11000

На основании данной таблицы и рассчитанных данных с обоснованием, была построена циклограмма, на которой видно, что стенд «Реаниматор форсунок» является отличным аналогом разрабатываемой конструкции, поэтому именно он и будет взят за основу конструкции с её последующей доработкой.

Выводы по разделу.

В разделе был проведен анализ аналогов разрабатываемого оборудования – установок для чистки форсунок. По результатам проведенного анализа было выявлено, что стенд «Реаниматор форсунок» является отличным аналогом разрабатываемой конструкции.

2 Разработка конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей

2.1 Техническое задание на разработку установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей

«Данная установка относится к ремонтной технике, и может быть использована при сборочных и разборочных работах на системе питания автомобилей ВАЗ, с системой распределенного впрыска топлива. Она может быть использована на авторемонтных предприятиях и станциях технического обслуживания, где проводится ремонт и техническое обслуживание легковых автомобилей. Установка может поставляться на продажу на внутреннем рынке, а также на экспорт в страны СНГ при проверке патентной чистоты в экспортируемых странах и постоянном контроле качества» [9].

Разработка ведется в соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей».

Установка разрабатывается на основании технического описания аналогов, полученных в результате исследования на патентную чистоту.

Назначением данной разработки является разработка конструкторской документации, на основе которой разрабатывается рабочая документация, по которой будет изготовлен опытный образец установки. После проведения всех необходимых испытаний и работ по доводке установки принимается решение о возможном запуске ее в мелкое серийное производство.

«Целью разработки данной установки является упрощение конструкции аналога путём сокращения числа деталей, повышения технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, позволяющее изготовление конструкции в условиях небольшого станочного парка АТП, применения экономически более выгодных конструкций, а также деталей и узлов других предприятий (унифицированных)» [3].

При выполнении конструкторской разработки особое внимание следует обратить на следующие источники информации: интернет-форумы, журналы, методические пособия и другую техническую литературу.

Наименование и условное обозначение темы разработки не имеет.

К конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей предъявляются следующие требования:

- должна отвечать требованиям правил эксплуатации и быть безопасной при эксплуатации;
- конструкция рамы установки должна обладать достаточной жёсткостью и прочностью;
- должны быть предусмотрены фиксация и крепление рабочих органов при ремонте и в нерабочем состоянии при транспортировке, устройства безопасности оператора;
- для оснащения установки должны максимально использоваться механические узлы, электрические и электронные элементы, агрегаты и отдельные элементы автомобильной промышленности, отвечающие современным и перспективным международным и российским требованиям;
- дизайн установки должен быть современным, иметь красивый и эстетичный вид;
- установка должна отвечать требованиям пожаро- и электробезопасности;
- в процессе эксплуатации установка не должна требовать частых профилактических работ и особого ухода. При проведении технического обслуживания необходимо использовать только эксплуатационные материалы, выпускающиеся серийно, не требующие использования специальных инструментов;
- разработку конструкции выполнить в универсальной системе автоматизированного проектирования.

Рекомендуемая техническая характеристика установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей:

- длина, мм.....не более 600;
- ширина, мм.....не более 600;
- высота, мм.....не более 2000;
- масса в сборе, кг.....не более 100.

Техническая характеристика привода стенда:

- тип привода.....электрический;
- рабочее давление на стенде, бар.....2-5.

Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке.

«Транспортировка осуществляется в разобранном виде, все части установки должны быть упакованы в деревянные ящики, которые маркируются соответственным образом. Хранить устройство в собранном или разобранном виде в сухом помещении» [10].

При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом.

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП. Место проведения экспертизы – кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ФГБОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет».

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется.

Изготовление опытного образца не предусматривается.

Возможность экспорта разрабатываемой установки в зарубежные страны не предусмотрена.

Использовать установку должны люди, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности и изучившие правила эксплуатации.

Установку для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей изготовить в 1 экземпляре. Поскольку серийное

производство не предусмотрено, то поиск на патентную чистоту не обязателен.

2.2 Техническое предложение на разработку установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей

При проектировании используются материалы, собранные в ходе исследований разрабатываемой конструкции на патентную чистоту, весь список рекомендуемой литературы, курс лекций кафедры ПЭА.

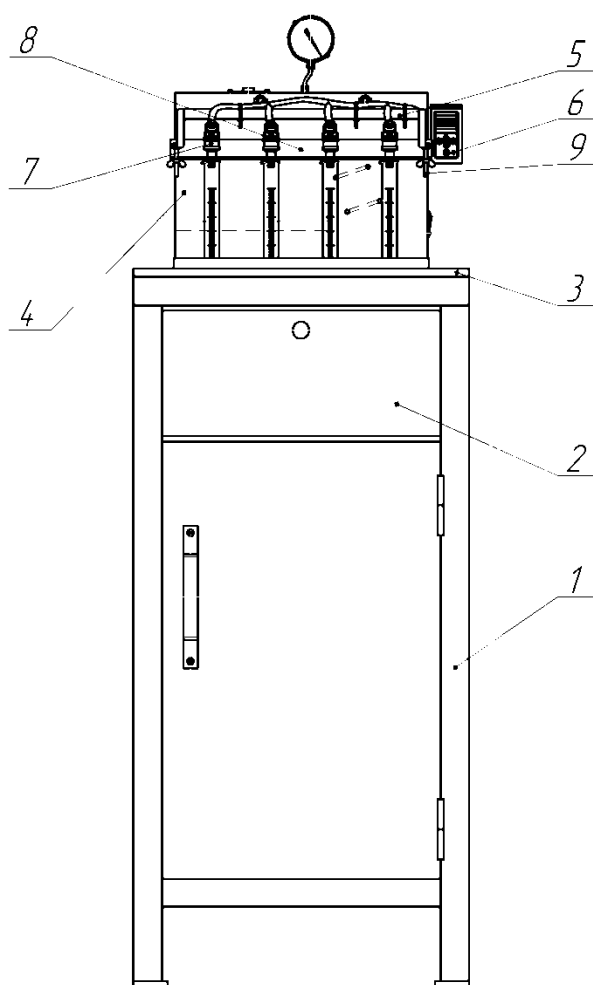
Предлагаемая конструкция установки (рисунок 7) состоит из нижнего каркаса 1 стола, сваренного из стандартных профилей в виде уголков, сверху привинчивается столешница 3, выполненная из двух слоев, тонкого листа стали сверху, и листа фанеры под ним. Наверху столешницы установлен корпус 4, с установленным внутри гидравлическим оборудованием. Корпус, выполнен из тонколистовой низколегированной стали, с отогнутыми для жесткости краями. Снаружи на корпусе размещаются: топливная рампа 5 от двигателя Opel Omega A 2.0i 5, блок управления 6 «Реаниматор форсунок», управляющий катушками промываемых инжекторов 7. Инжекторы прижимаются к топливной рампе через алюминиевый катаный уголок 8. Усилие прижатия задается гайкой-барашком 9. Под каждой форсункой установлен мерный цилиндр, с делениями в миллилитрах.

Работа узла.

«Последовательность промывки на разработанной установке следующая:

- визуальная проверка форсунок на предмет наличия коррозии;
- проверка производительность форсунок на установке до очистки (каталожные номера форсунок и измеренная пропускная способность каждой из них фиксируются в журнале);

- очистка форсунок при помощи блока «Реаниматор форсунок» с применением моющей жидкости WYNN'S;
- ультразвуковая очистка форсунок (этот пункт можно упустить). Для этого используется отдельное оборудование, которое хранится внутри каркаса установки;
- проверка производительности форсунок на установке после очистки (каталожные номера форсунок и измеренная пропускная способность очищенных форсунок фиксируются в журнале)» [24].



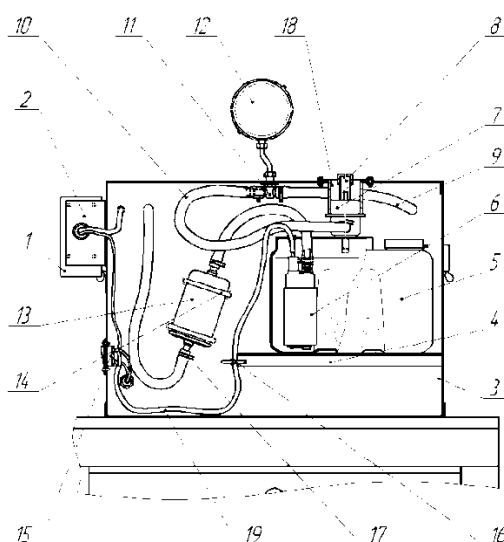
1 – нижняя рама установки; 2 – вспомогательный ящик; 3 – столешница; 4 – корпус установки с гидрооборудованием; 5 – топливная рампа ДВС Opel; 6 – блок диагностический; 7 – проверяемые форсунки; 8 – прижимной уголок; 9 – болт с гайкой-барашком

Рисунок 7 – Устройство установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей

Рабочее оборудование установки (рисунок 8).

Спецификация на установку для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей представлена в Приложении А (рисунки А.1, А.2).

«Основным управляющим блоком является покупной блок 1 «Реаниматор форсунок», закрепленный на корпусе 3 через согнутый кронштейн 2. В средней части корпуса закреплен кронштейн 4, выполненный также из тонколистового металла, придающий жесткость корпусу и служащий опорой бачку 5 омывателя ветрового стекла (от автомобиля ВАЗ 2106, в качестве ёмкости для бензина). В верхней части бачка установлен регулятор давления 7 от двигателя Opel Omega А 2.0i. Один патрубок регулятора выведен в бачок, другой подключен к сливной патрубку 9 топливной рампы. Воздушный патрубок регулятора заглушен пробкой 8 на время хранения, во время работы пробка снимается, чтобы не мешать работе диафрагмы регулятора» [17].



1 – управляющий блок; 2 – кронштейн; 3 – корпус установки; 4 – кронштейн; 5 – бачок; 6 – топливный насос; 7 – регулятор давления от двигателя Opel Omega А 2.0i; 8 – пробка воздушного патрубка регулятора; 9 – сливная магистраль; 10 – трубопроводы установки; 11 – Т-образный штуцер; 12 – контрольный манометр; 13 – топливный фильтр; 14 – U-образные шпильки; 15 – выключатели; 16 – хомуты пластиковые; 17 – хомуты металлические; 18 – прижимной стакан; 19 – электропроводка установки

Рисунок 8 – Рабочее оборудование установки

«На пути сливной магистрали 9 подключается контрольный манометр 12, служащий для диагностики насоса 6 и для контроля при регулировке давления на регуляторе 7. Все гидрокompоненты системы соединяются трубопроводами 10, обжатыми в местах соединений стальными хомутами 17. Для разборки гидросистемы предусмотрен прижимной стакан 18, фиксирующий положение регулятора 17 и прижимающий его к бачку 5. Стакан привинчивается на три болта М5.

От насоса 6 напорная магистраль проходит через топливный фильтр 13, и выходит наружу корпуса, на вход топливной рампы. Фильтр прикручивается к стенке корпуса 3 через две U-образные шпильки 14.

Электрическая часть установки состоит из подвода питания через стенку корпуса, питание идет на насос 6, питание катушек инжекторов и блок управления 1 через выключатели 15. Электропроводка закрепляется внутри корпуса через пластиковые хомуты 16» [6].

Электрическая схема установки представлена ниже (рисунок 9).

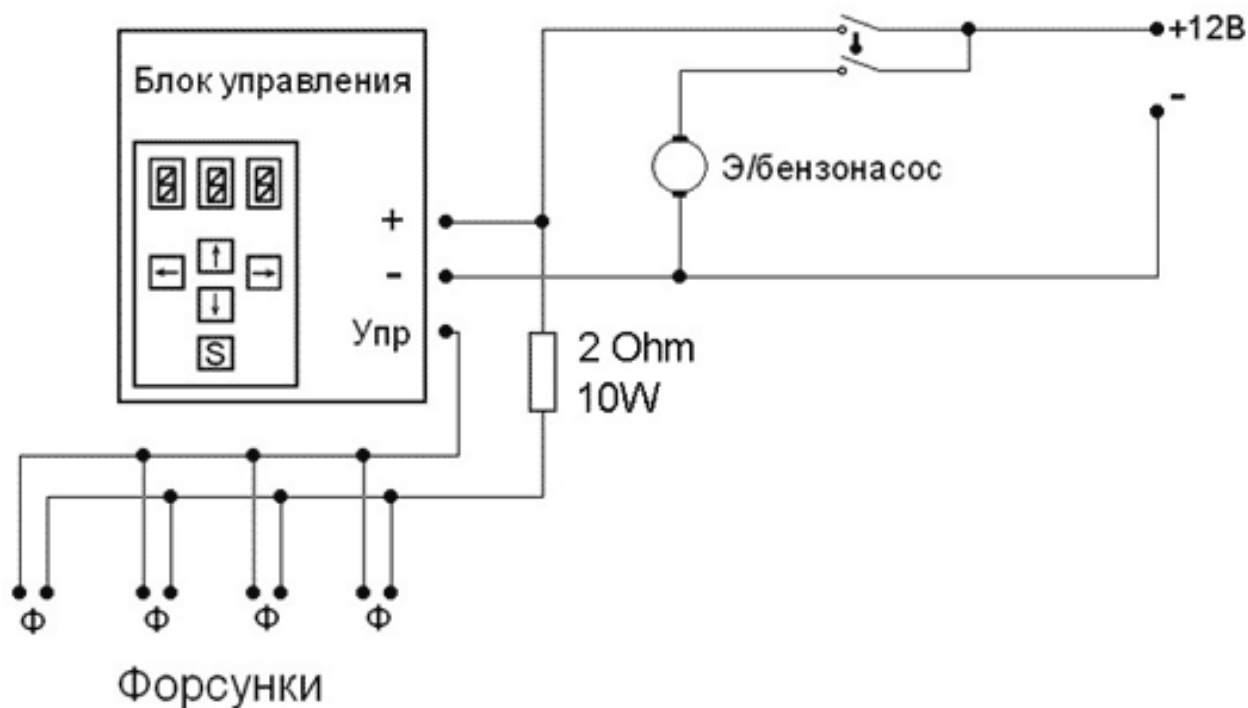


Рисунок 9 – Электрическая схема установки

Примененное на установке оборудование.

«Манометр МТИ-К 1216 производства ООО «Каскад-Техно», со следующими техническими характеристиками:

- диаметр корпуса 80 мм,
- класс точности 0,6,
- диапазон давления: от 1 до 5 кгс/см².

Блок «Реаниматор форсунок» позволяет проверить производительность форсунок, а затем очистить их благодаря специальному режиму работы. Внешний вид показан на рисунке 10» [4].



Рисунок 10 – Блок «Реаниматор форсунок»

«Технические характеристики реаниматора форсунок в режиме Проверки:

- количество импульсов открытия форсунок – от 10 до 2550;
- время открытия форсунок – от 1,5 до 9,9 мс;
- временной интервал между импульсами – от 10 до 100 мс» [2].

«Топливный фильтр (рисунок 11) тонкой очистки – полнопоточный, крепится рядом с топливным баком. Фильтр неразборный, снабжен стальным корпусом с бумажным фильтрующим элементом» [7].



Рисунок 11 – Топливный фильтр ВАЗ-2110

«Мерный цилиндр 1015 из PMP (Polymethylpentene Polymer).

Производство «Sanplatec Corporation», объемом 200 мл, обладает высокой термической (до 170°C) и химической стойкостью. Внешний вид показан на рисунке 12» [16].

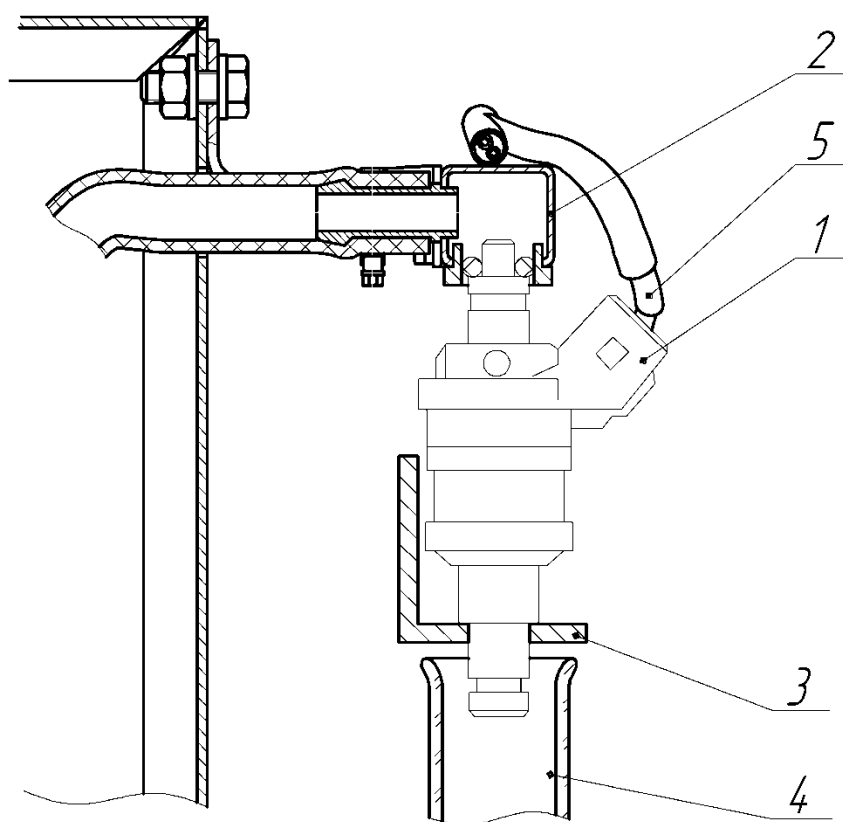


Рисунок 12 – Мерный цилиндр Sanplatec-1015

«Прозрачный, имеет точную и контрастную градуировочную шкалу, которая обеспечивает максимальное удобство и максимальную точность в работе. Восьмиугольное основание цилиндра обеспечивает максимальную устойчивость. Имеет расширенную горловину, что обеспечивает более удобную работу оператора» [10].

Работа на оборудовании.

Работа на установке начинается с установки форсунок на стенд. Установку производить согласно рисунку 13.



1 – промываемая форсунка; 2 – топливная рампа установки; 3 – прижимной уголок;
4 – измерительный цилиндр; 5 – электропроводка установки

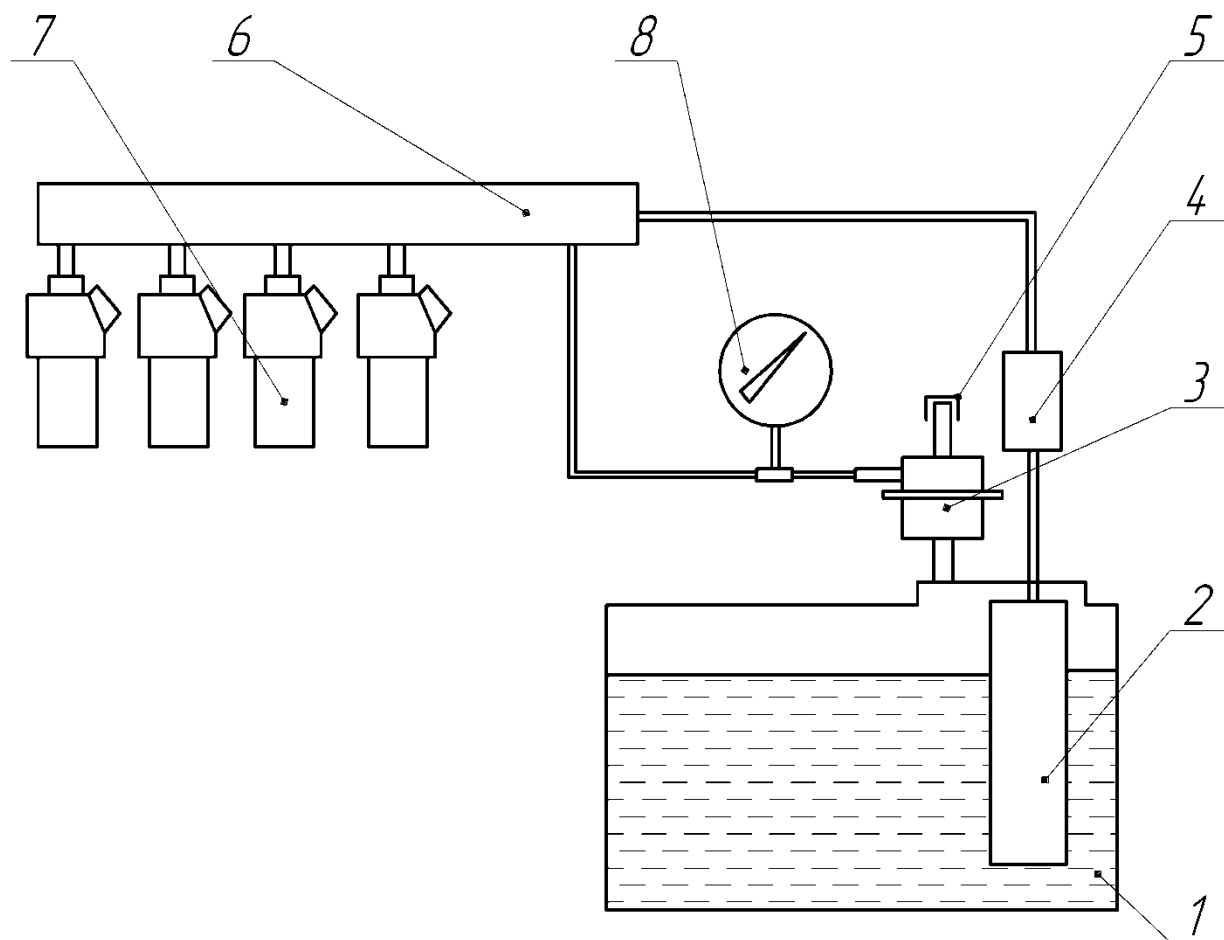
Рисунок 13 – Установка форсунки на установку

«Форсунку 1 вставляют входным штуцером в гнездо топливной рампы 2. При установке японских форсунок нужно использовать специальные уплотнители. После установки всех четырех форсунок, они фиксируются и притягиваются уголком 3. Далее под выходной штуцер (с иглой)

подставляется измерительный цилиндр 4. В конце к разьему форсунки подключается электропроводка установки 5.

После установки форсунок нужно включить питание, сначала включается питание насоса, потом питание блока управления» [19].

После подачи питания можно работать с гидрооборудованием на стенде. Схема работы показана на рисунке 14.



1 – бачок; 2 – топливный насос; 3 – регулятор давления; 4 – фильтр; 5 – пробка воздушного патрубка регулятора; 6 – топливная рампа; 7 – промываемая форсунка; 8 – контрольный манометр

Рисунок 14 – Схема работы гидрооборудования

«Когда требуется подать (впрыснуть) топливо, в обмотку электромагнита форсунки 7 от электронного блока «Реаниматора форсунок» в течение строго определенного промежутка времени подается

электрический ток. Сердечник электромагнита, связанный с иглой форсунки, при этом втягивается, открывая путь топливу в измерительный цилиндр. Продолжительность подачи электрического тока, то есть продолжительность впрыска топлива, регулируется электронным блоком. Программа электронного блока на каждом режиме работы стенда обеспечивает оптимальную подачу топлива.

Из бачка 1 топливо поступает под давлением от топливного насоса 2, проходит по магистрали через проточный топливный фильтр 4 и попадает в топливную рампу 6 (рампу инжекторов), общую для всех электромагнитных форсунок. Давление в этой рампе регулируется с помощью регулятора 3, который в зависимости от разрежения во впускном патрубке 5 (закрытом на время простоя пробкой) направляет часть топлива из рампы обратно в бак. Понятно, что все форсунки 7 находятся под одним и тем же давлением, равным давлению топлива в рампе. На выходе из форсунок топливо попадает в измерительные цилиндры, точно отражая его расход» [24].

«Работа стенда в режиме проверки.

Производится проверка форсунок на производительность. При этом на форсунки подаются одинаковые управляющие импульсы (обмотки всех форсунок подключены параллельно) и топливо под давлением около 2,5 бар (зависит от модели применённого регулятора давления).

Рекомендуемые для проверки производительности параметры:

- количество импульсов открытия форсунок – 2000;
- время открытия форсунок – 9,9 мс;
- временной интервал между импульсами – 10 мс.

Измерение количества пролитого каждой форсункой топлива производится с помощью мерной мензурки.

Результаты замеров записываются в журнале следующей форме:

- дата проведения измерений;
- каталожный номер форсунок;
- производительность каждой форсунки до очистки;

– производительность каждой форсунки после очистки.

Это позволяет составить таблицу эталонных значений производительности форсунок. Благодаря чему, при очередной очистке можно будет сравнивать измеренную производительность форсунок с эталонным значением, и таким образом оценивать степень их загрязнённости до проведения очистки» [7].

«Работа установки в режиме очистки.

Реаниматор форсунок был разработан в 2000 г. В первую очередь он был предназначен для очистки форсунок производства Bosch. Топливные форсунки других производителей на рынке России и Украины тогда встречались редко.

В режиме «Очистка» Реаниматор форсунок может работать только с одной форсункой! В этом режиме работы, программное обеспечение автоматически определяет резонансную частоту иглы форсунки. После «захвата» производится девиация этой частоты в небольшом диапазоне. В таком режиме форсунка производства Bosch, опущенная в чистящий раствор (например WYNN'S) начинает прокачивать чистящую жидкость в обратном направлении. Это способствует интенсивному взаимодействию химического очистителя и загрязнений внутри форсунки.

Возможна очистка форсунок и других производителей, но в этом случае необходимо создать дополнительное разрежение со стороны топливного штуцера форсунки.

Достаточно «прокачать» форсунку в режиме «Очистка» в течение 20...30 сек (бензин внутри форсунки должен замениться промывочной жидкостью). Затем форсунка должна быть установлена вертикально на 5...10 мин. Это необходимо для того, чтобы промывочная жидкость внутри форсунки смогла растворить отложения. После этого форсунку еще раз прокачивают в течение 1 мин.

Для усиления чистящего эффекта форсунку желательно поместить на некоторое время в ультразвуковую ванну. Ванну можно заполнить водой с

добавлением жидкого мыла (жидкости для мытья посуды). Продолжительность очистки форсунок в ультразвуковой ванне составляет 10...15 мин.

После очистки, форсунки устанавливаются на установку, где измеряется их производительность. Производительность форсунок должна быть одинаковой. Показания производительности очищенных форсунок должны быть записаны в журнал» [8].

«Эстетические требования к разрабатываемому изделию.

Общий конструктивный стиль отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия.

Если смотреть на установку спереди и сверху, то конструкция установки в основном симметрична.

Форма очертаний узлов и деталей проста и строга и имеет в большинстве своем повторение горизонтальных и вертикальных линий. Простая внешняя форма позволяет содержать установку в чистоте и облегчает удаление грязи и пыли.

Окраска установки должна производиться также в соответствии с эстетическими требованиями и требованиями безопасности. Все корпусные части установки в светло-зеленый цвет, так как он является более естественным, действует успокаивающе и не вызывает возбуждения, не рассредоточивают внимания человека и не влияет на производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-красной эмалью, защитный откидной кожух окрашивается желтой краской» [11].

Эргономические требования

«В целом конструкция установки эргономична, так как обслуживание не сопряжено с большими неудобствами.

Топливная рампа, электропроводка, блок управления легко доступны и находятся на уровне согнутых в локте руках оператора.

Ручка выдвижного ящика, Ручка дверцы шкафа в каркасе установки находятся под одну руку, на приемлемой высоте каркаса» [13].

2.3 Расчет конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей

2.3.1 Выбор насоса

При выборе насоса учитываем, что расчет будет проверочный для одного из унифицированных электронасосов топливной системы.

«Диаметр отверстия в топливной рейке задан, поток определим из условия обеспечения ламинарного течения жидкости, по формуле:

$$d \geq \frac{R_e \cdot \nu}{V}, \quad (1)$$

где R_e – число Рейнольдса. Рекомендуется назначать число Рейнольдса равным от 1000 до 1500, принимается равным 1300;

ν – кинематическая вязкость топливной жидкости, $0,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с;

V – скорость истечения жидкости. Для сохранения ламинарного движения скорость должна превышать 6000 см/с, принимается равной 8000 см/с» [14].

$$d \geq \frac{1300 \cdot 0,9 \cdot 10^{-6}}{8000} = 0,0014 \text{ см.}$$

«В виду того, что проектируемая установка по степени использования топлива является многократной, то придерживаемся следующих рекомендаций: в установках с многократным оборотом жидкости целесообразно использовать меньшее давление жидкости, но больший расход, от рекомендуемых» [15].

Количество форсунок в топливной системе автомобилей обычно равно 8 штук. В нашем случае 4 шт. Принимаем диаметр открытой форсунки равным 1 мм.

«Определяем расход жидкости.

$$Q = \alpha \cdot n \cdot \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{(2g \cdot H)}, \quad (2)$$

где α – коэффициент запаса, принимается равным 1,1;
 n – количество форсунок, принимается равным 70;
 μ – коэффициент расхода, принимается равным 0,45;
 ω – площадь поперечного сечения отверстия насадки.

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

H – напор перед форсункой, принимается равным 60 м» [14].

$$Q = 1,1 \cdot 70 \cdot 0,45 \cdot 7 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot 60)} = 0,0047 \text{ м}^3/\text{с}.$$

«Определим среднюю скорость течения жидкости в трубопроводе:

$$V_{cp} = \frac{4Q}{\pi d^2}, \quad (4)$$

где d – диаметр трубопровода, принимается равным 15 мм» [14].

$$V_{cp} = \frac{4 \cdot 0,0047}{3,14 \cdot 0,015^2} = 0,24453 \text{ м/с}.$$

«Определим потери напора прямолинейного участка трубопровода:

$$H_L = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V_{cp}^2}{2g}, \quad (5)$$

где λ – коэффициент сопротивления трубопроводов, принимается равным 0,03;

L – длина участка трубопровода, принимается 1 м (конструктивно, по чертежу);

d – внутренний диаметр трубопровода, принимается равным 0,025 м;

V_{cp} – средняя скорость движения жидкости в трубопроводе, принимается равной 0,2445 м/с» [16].

$$H_L = 0,03 \cdot \frac{20}{0,025} \cdot \frac{0,025^2}{2 \cdot 9,81} = 0,149 \text{ м.}$$

«Определим потери напора местного сопротивления:

$$H_r = \xi \cdot \frac{V_{cp}^2}{2g}, \quad (6)$$

где ξ – коэффициент потерь местного сопротивления, принимается равным 3» [16].

$$H_r = 3 \cdot \frac{0,2445^2}{2 \cdot 9,81} = 0,01 \text{ м.}$$

Напор насоса:

$$H = H + H_L + H_r, \quad (7)$$
$$H = 60 + 0,149 + 0,01 = 60,159 \text{ см.}$$

Исходя из полученных результатов, подбираем тип насоса по рассчитанной производительности и давлению промывки в стендах-аналогах.

Окончательно принимается бензонасос Bosch 0 580 453 453 от ВАЗ 2110, давление насоса 3,5 бар.

2.3.2 Выбор электродвигателя

По итогам расчета электродвигатель подбирать не нужно, он выполнен в одном корпусе бензонасоса.

2.3.3 Расчет прижимного уголка

Уголок испытывает изгиб нижней полки от действия силы F затяжки крепежных винтов (рисунок 15).

«При работе установки для расчета принимается наиболее нагруженный случай, когда барашковая гайка затянута на максимальное усилие, при котором гайка самостопорится. Усилие затяжки гайки – от руки» [17].

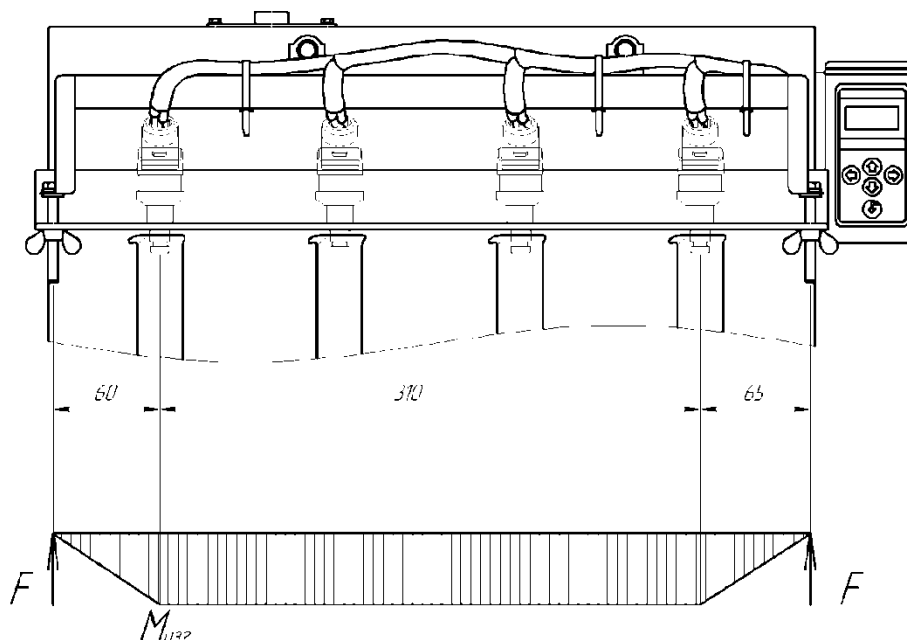


Рисунок 15 – Схема сил в прижимном уголке

Конструктивно выбираю материал уголка: 35×35, толщина стенки 3,5 мм, материал – алюминий.

«Проверяем уголок на прочность при изгибе. При таком расчете требуется выполнить условие:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_u}{W} \leq [\sigma_{изг}], \quad (8)$$

где M_u – изгибающий момент,

W – момент сопротивления в расчетном сечении уголка, принимается равным $80,75 \text{ см}^3$ для выбранного уголка $35 \times 35 \times 3,5$, согласно справочнику» [16].

Далее строим эпюру нагружения уголка (рисунок 15):

Для расчета находим максимальный изгибающий момент:

$$M_u = P \cdot (385 - 110 - 5), \quad (9)$$

где P – усилие винта-барашка, принимается равным 10 кг;

$(385 - 110 - 5)$ – плечо действия силы F .

$$M_u = 500 \cdot 270 = 13500 \text{ кг/см}$$

$$\sigma_{изг} = \frac{13500}{80,75} = 167,18 \text{ кг/см}^2 \leq [\sigma_{изг}] = 350 \text{ кг/см}^2.$$

Условие выполняется, значит, расчет произведен верно.

2.3.4 Расчет винтов крепления прижимного уголка

«Определим силу R , которую необходимо приложить к винту при его завинчивании до появления в стержне (резьба М6) напряжений, равных пределу текучести» [19].

Плечо приложение силы:

$$L = 15 \cdot d, \quad (10)$$

$$L = 15 \cdot 0,012 = 0,18 \text{ м.}$$

«Осевая сила F при которой напряжение в стержне болта достигает предела текучести:

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot \delta_T}{4}, \quad (11)$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы, принимается равным 0,016 м;

δ_T – предел текучести материала, принимается равным 100 МПа» [18].

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,016^2 \cdot 100 \cdot 10^6}{4} = 20,1 \text{ кН.}$$

Максимально допускаемый момент при затяжке:

$$M = 0,15 \cdot F \cdot d_0, \quad (12)$$

$$M = 0,15 \cdot 20,1 \cdot 10^3 \cdot 0,018 = 54,27 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Определим максимальную силу R , которую допускается приложить к винту:

$$R = \frac{M}{L}, \quad (13)$$

$$R = \frac{54,27}{0,18} = 301,5 \text{ Н.}$$

Выводы по разделу.

В разделе была проведена разработка конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей, составлены технические задание и предложение, выполнен расчет основных элементов конструкции установки.

3 Технологический процесс диагностирования форсунок на установке

3.1 Особенности устройства систем питания бензиновых двигателей с ЭСУ

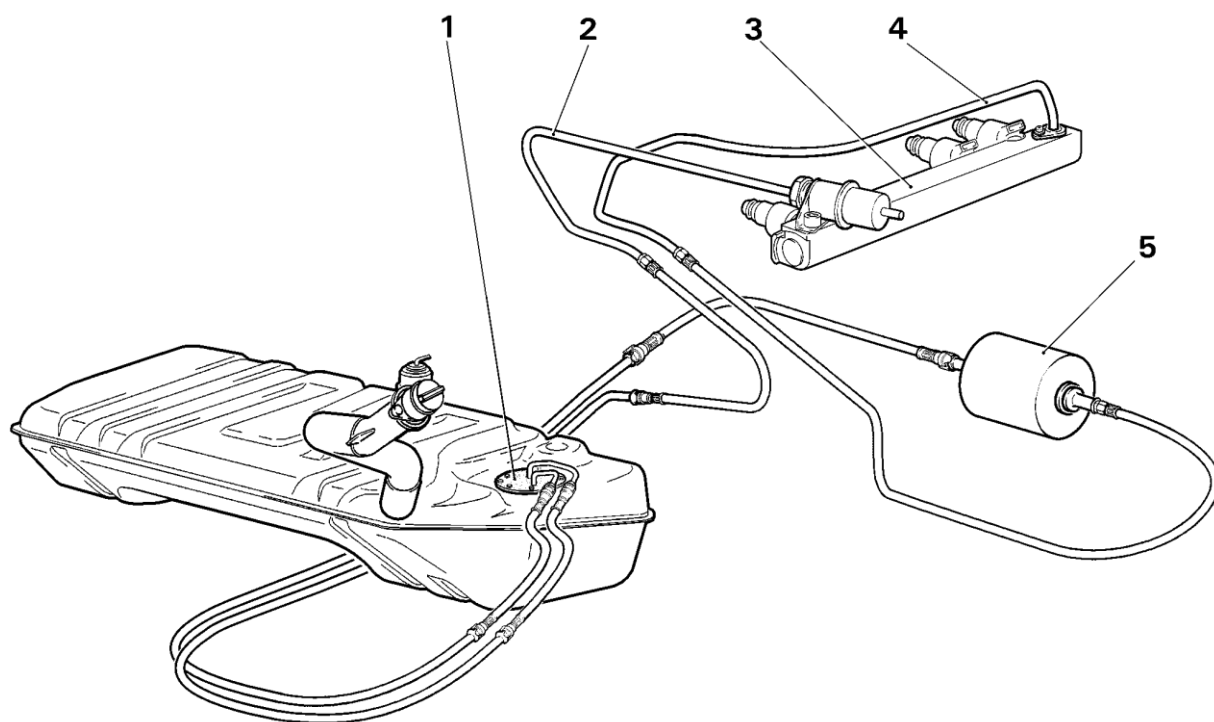
«Система подачи топлива (система топливоподачи) предназначена для обеспечения бесперебойной подачи необходимого количества топлива в двигатель на всех режимах его работы.

На современных автомобилях используется преимущественно две системы подачи топлива: с попарно-параллельным впрыском и с распределенным последовательным впрыском. Эти системы отличаются организацией процедуры впрыска топлива и местом расположения регулятора давления топлива в системе.

В системе подачи топлива с попарно-параллельным впрыском (рисунок 16), одновременно срабатывают две форсунки. ЭБУ включает топливные форсунки попарно (1-4, 2-3) попеременно через каждые 180° поворота коленчатого вала. Топливо во впускной трубопровод каждого цилиндра впрыскивается дважды: вначале на закрытые впускные клапаны на такте рабочего хода, а затем на такте впуска» [23].

«Электробензонасос, установленный в баке, подает топливо через магистральный топливный фильтр тонкой очистки и шланги подачи топлива на рампу форсунок. Электромагнитные форсунки, установленные во впускной трубе двигателя, впрыскивают топливо точными дозами на впускной клапан, где оно практически мгновенно испаряется. Далее готовая топливовоздушная смесь поступает в цилиндры двигателя.

Регулятор давления топлива поддерживает постоянный перепад давления между впускной трубой и нагнетающей магистралью ramпы. Давление топлива, подаваемого на форсунки, находится в пределах от 284 до 325 кПа при включенном зажигании и неработающем двигателе» [19].

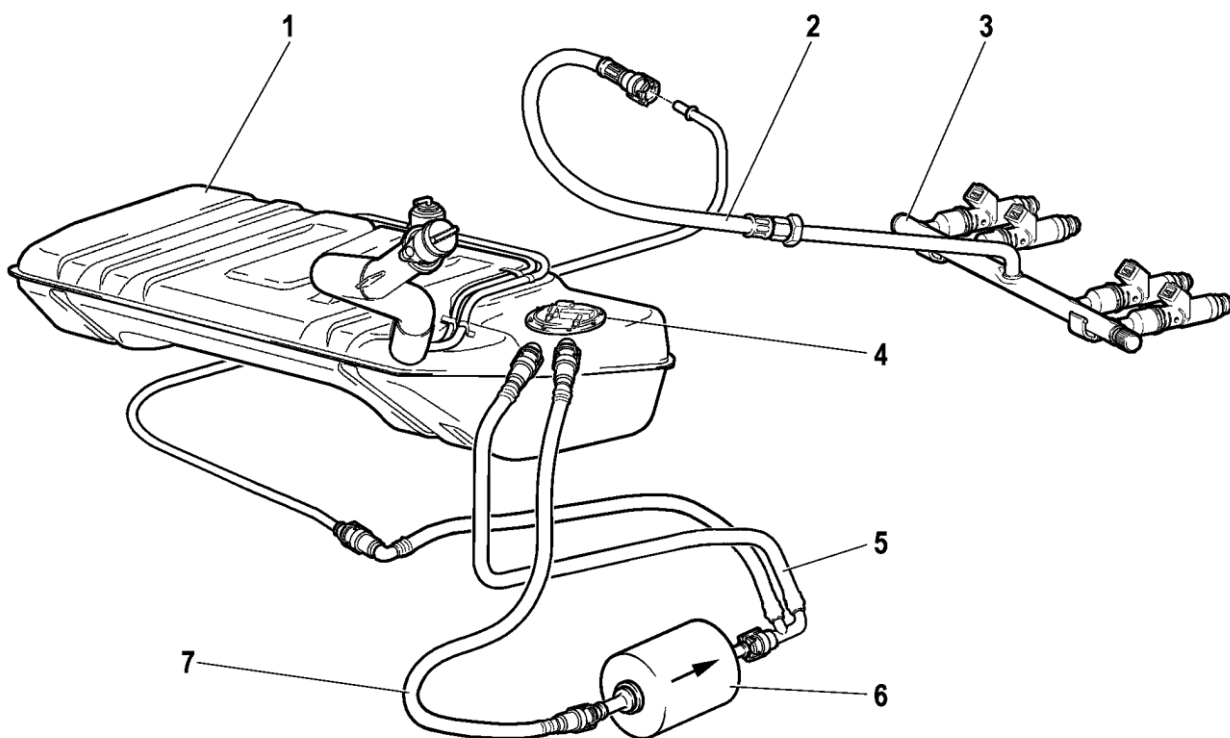


1 – электробензонасос; 2 – сливной топливопровод; 3 – рампа форсунок; 4 – подающий топливопровод; 5 – топливный фильтр

Рисунок 16 – Система подачи топлива с попарно-параллельным впрыском

«В системе подачи топлива с распределенным последовательным впрыском (рисунок 17) ЭБУ включает топливные форсунки последовательно (1-3-4-2). Каждая из форсунок включается через каждые 720° угла поворота коленчатого вала, то есть один раз за рабочий цикл четырехтактного двигателя. В этом случае обеспечиваются идентичные условия смесеобразования для каждого цилиндра.

Встроенный в электробензонасос регулятор давления топлива поддерживает давление топлива в рампе форсунок в пределах от 364 до 400 кПа в зависимости от режима работы двигателя. Излишки топлива сливаются обратно в топливный бак через специальную магистраль, идущую от фильтра тонкой очистки к регулятору давления бензонасоса» [19].



1– топливный бак; 2– шланг подачи топлива к рампе форсунок; 3– рампа форсунок; 4– электробензонасос; 5– шланг подачи топлива от фильтра; 6– шланг подачи топлива к фильтру; 7– топливный фильтр

Рисунок 17 – Система подачи топлива с распределенным последовательным впрыском

3.2 Основные неисправности и способы их устранения

«Из всех систем современных автомобилей наиболее чувствительной к разного рода загрязнениям является топливная система автомобиля.

Форсунка (инжектор) – управляемый электромагнитный клапан, обеспечивающий дозированную подачу топлива в цилиндры двигателя.

Топливо подается к форсунке под определенным (зависящим от режима работы двигателя) давлением. Электрические импульсы, поступающие на электромагнит форсунки от блока управления, приводят в действие игольчатый клапан, открывающий и закрывающий канал форсунки. Количество распыляемого топлива пропорционально длительности импульса, задаваемой блоком управления. На процесс смесеобразования

существенное влияние оказывает не только количество и расположение распылительных отверстий, но и их чистота» [20].

«Наиболее распространенной неисправностью форсунок является их загрязнение. Так как форсунки расположены в зоне воздействия высоких температур, то они являются самым теплонагруженными деталями системы подачи топлива, а потому и главным объектом накопления смолянистых отложений. Следствие этого – закоксовывание содержащимися в топливе (особенно низкокачественном) тяжелыми и трудно испаряющимися фракциями, а также сернистыми соединениями, которые под воздействием температуры и кислорода превращаются в липкие темно-коричневые осадки-смолы. Образование на форсунке твердых отложений, даже самого незначительного их количества, перекрывающих (частично или полностью) распылительные отверстия и нарушающих герметичность игольчатого клапана, способны сильно изменить как количество впрыскиваемого топлива, так и качество его распыления» [8].

«Кроме того, общее загрязнение элементов топливной системы (бака, трубопровода, фильтра и так далее) приводит к засорению частичками шлама каналов и фильтра форсунки.

В результате этого качество и состав смеси нарушаются, ухудшается ее сгорание, и, как следствие, возникают разного рода проблемы: затрудненный запуск двигателя, неустойчивая работа на малых оборотах, повышенный расход топлива, повышенный уровень СО, СН, перегрев, детонация, потеря тяги, преждевременный выход из строя агрегатов и деталей системы» [23].

«Для устранения вышеописанных проблем, снижения эксплуатационных расходов рекомендуется производить восстановление нормальной работоспособности форсунок методом их очистки на ультразвуковом стенде» [23].

Основные неисправности элементов системы топливоподачи, сопутствующие им диагностические признаки, а также способы устранения неисправностей приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Характерные неисправности системы топливоподачи и методы их устранения

Диагностические признаки	Неисправности	Методы устранения неисправности
«Двигатель не запускается»	Плохое качество топлива	Заправляться на официальных автозаправочных станциях (АЗС)
	Неисправно реле бензонасоса	Заменить реле
	Неисправен бензонасос	Заменить бензонасос» [17].
«Двигатель плохо запускается или глохнет сразу после запуска»	Неисправен регулятор давления топлива	Заменить регулятор давления топлива
	Засорение форсунок	Очистить форсунки и заменить» [9].
«Повышенный расход топлива»	Прихват клапана форсунки в открытом состоянии	Заменить форсунку
	Неисправен регулятор давления топлива	Заменить регулятор давления топлива
	Негерметичность соединений шлангов топливных магистралей	Заменить шланги, подтянуть соединения» [17].
«Неустойчивая работа двигателя»	Засорение топливных фильтров	Заменить фильтры
	Неисправен регулятор давления топлива	Заменить регулятор давления топлива
Дерганье автомобиля на всех режимах работы	Неисправен регулятор давления топлива	Заменить регулятор давления топлива
Провалы в работе двигателя	Неисправен регулятор давления топлива	Заменить регулятор давления топлива
	Негерметичность соединений шлангов топливных магистралей	Заменить шланги, подтянуть соединения» [18].

Примечание. В таблице не приводятся неисправности элементов конструктивно не входящих в систему топливоподачи, но влияющих на ее работу (ДМРВ и так далее).

3.3 Разработка технологического процесса диагностирования форсунок

Технологический процесс испытания представлен в таблице 6.

Технологическая карта диагностирования форсунок на установке

Общая трудоемкость – 0,43 чел.-ч.

Исполнитель – слесарь по ремонту топливной аппаратуры 5-го разряда

Таблица 6 – Технологический процесс испытания форсунок на установке

Наименование операции	Количество точек воздействия	Место выполнения	Оборудование и инструмент	Трудоемкость чел.-мин.	Технические требования
«1 Подготовка установки к работе	–	–	–	4,5	–
1.1 Заполнить установку жидкостью SMC-ТЕСТ (жидкость для тестирования)	1	Заливная горловина бака установки	Воронка, канистра с жидкостью SMC-ТЕСТ	2,0	Объем жидкости примерно 3,5 л. При заливке следите, чтобы уровень жидкости был ниже обратной магистрали.
1.2 Заполнить ультразвуковую ванну жидкостью Technik-Z (жидкость для очистки инжекторов)	1	ультразвуковая ванна	Канистра с жидкостью	2,0	Объем жидкости примерно 2,5 л.
1.3 Подключить питающий кабель в сеть 220 В.	1	Кабель	Кабель, розетка	0,5	Должны загореться индикаторы» [21].
«2 Установка форсунок на установку	–	–	–	3,0	–
2.1 Установить снятые с двигателя форсунки на установку	4	Рампа установки	–	2,0	Рампа крепиться двумя болтами-
2.2 Зафиксировать форсунки стопорными кольцами	4	Рампа установки	–	1,0	После установки убедиться, что форсунки располагаются точно по центру мерных цилиндров, при необходимости переместить цилиндры» [24].
«3 Диагностирование форсунок	–	–	–	17,5	–
3.1 Проверить герметичность системы	–	Установка	Установка	2,0	По нажатию кнопки ПУСК включается насос на заданное время (1 мин),

Продолжение таблицы 6

Наименование операции	Количество точек воздействия	Место выполнения	Оборудование и инструмент	Трудоемкость чел.-мин.	Технические требования
					форсунки остаются закрытыми. Производится визуальный контроль герметичности системы. Падение капель топлива не допускается.
«3.2 Проверить форсунки на обрыв и короткое замыкание	–	Усия	Установка	3,5	Последовательно проверяется каждая цепь каждой форсунки. Если форсунка в норме, то по окончании теста индикаторы ОБРЫВ и КЗ гаснут. Если горит лампа ОБРЫВ, то в цепи форсунки имеется обрыв, если горит КЗ, то замыкание цепи форсунки на «землю» [25].
3.3 Проверка факела распыла	4	измерительные колбы	визуально	2,0	Визуально оценивается форма и качество распыла топлива, при выявлении отклонений форсунка подвергается чистке
3.4 Проверить баланс форсунок на 3-х режимах	–	измерительные колбы	измерительные колбы	10,0	Форсунки с отклонением подачи на 20% больше среднего значения для остальных форсунок необходимо проверить повторно. Форсунки для которых не соблюдается условие $1/2P_1=P_2=P_3$ подвергаются очистке. При выявлении неисправности хотя бы одной из форсунок – весь комплект меняется полностью» [20].
Общее оперативное время				26,0	

4 Производственная и экологическая безопасность проекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей

Обеспечение безопасности человека в его повседневной деятельности, является важной целью, в условиях современного цивилизованного, социально-ориентированного, экономически стабильного мира.

В общем случае термин «безопасность» понимается как система «человек-машина-среда» в работе которой необходимо сохранить условие, при котором возникновение аварий устраняется с некоторой вероятностью.

В мире, особенно в последние годы, наблюдается интенсивный рост опасных процессов. С одной стороны, это опасные природные явления и стихийные бедствия, с другой стороны – техногенные аварии и катастрофы. За последние полвека число опасных стихийных бедствий увеличилось примерно в три раза, а ущерб от них – десять. При этом следует отметить, что процессы опасных природных явлений во многом связаны с деятельностью человека: деградация природной среды в результате сокращения лесного покрова, выбросов, изменения режимов природной воды, загрязнение воды и так далее.

«Общими мероприятиями, направленными на снижение производственного травматизма, являются: рациональное устройство основных и вспомогательных производственных зданий и сооружений; рациональное устройство машин, установок, приборов, инструмента, приспособлений и другого оборудования, их размещение и содержание в исправном состоянии; рациональная организация рабочих мест; изоляция производственного процесса; улучшение технологии производства; механизация; автоматизация; защита работающих; организационно-массовые мероприятия» [25].

«В целях обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств, а также их использования в бытовых целях для каждого товара/услуги разрабатывается паспорт безопасности.

Паспорт безопасности содержит доступную, краткую и самое важное достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла, в том числе утилизацию» [7].

В таблице 7 представлен паспорт безопасности на технологический процесс диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей.

Таблица 7 – Паспорт безопасности на технологический процесс диагностирования форсунок топливных форсунок бензиновых двигателей

Технологический процесс/операция	Содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс (ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий)	Технологическое оборудование, приспособления, необходимые для обеспечения технологического процесса	Наименование материалов, веществ, средств защиты (Приказ Минтруда России от 09.12.2014 N 997н), необходимых для обеспечения технологического процесса
Технологический процесс диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей	1 Подготовка установки к работе 2 Установка форсунок на установку 3 Диагностирование форсунок 4 Завершение работы	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Установка для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей, ультразвуковая ванна, воронка, измерительные колбы	Защитные хлопчатобумажные перчатки, очки, спецодежда, спецобувь, канистра с жидкостью SMC-ТЕСТ

4.2 Определение профессиональных рисков

«Процесс определения профессиональных рисков включает в себя процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов (далее – О и ВПФ) согласно ГОСТ 12.0.003-2015 «Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные

факторы. Классификация» и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях разработки комплекса предупреждающих мероприятий в целях обеспечения безопасности труда» [28].

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков технологический процесс диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	О и ВПФ	Источник возникновения О и ВПФ
1 Подготовка установки к работе 2 Установка форсунок на установку 3 Диагностирование форсунок 4 Завершение работы	Повышенный уровень шума	Установка для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей, ультразвуковая ванна
	Возможность поражения электрическим током	Установка для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей, ультразвуковая ванна
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс
	Воздействие газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух	Жидкость для промывки форсунок
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	Однообразно повторяющиеся технологические операции при испытании топливных форсунок
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	

4.3 Мероприятия по снижению профессиональных рисков

«В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг)» [29].

Специальная оценка условий труда является единым комплексом последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации О и ВПФ производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти нормативов условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем за счет указанных средств мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда.

Основные мероприятия:

- а) «Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить О и ВПФ и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - 1) информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья,

- предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
- 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [6];
- б) обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами;
 - в) устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов;
 - г) приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствии с действующими нормами;
 - д) устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений;
 - е) обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.
 - ж) приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране

труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда;

- з) обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов;
- и) оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи» [6].

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
Повышенный уровень шума	<ul style="list-style-type: none"> – уменьшение величины шума на пути его распространения; – снижение шума в источнике; – проведение лечебно-профилактических мероприятий; – организационно-технические мероприятия (использование современных менее шумных технологических процессов и машин, – оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля; – контроль за уровнем шума и своевременное устранение его причин; – введение целесообразных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях); 	Противошумные: наушники, закрывающие ушную раковину снаружи, вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход; противошумные шлема и каски; противошумные костюмы

Продолжение таблицы 9

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	<ul style="list-style-type: none"> – архитектурно-планировочные меры – уменьшение шума еще на стадии проектирования промышленных зданий сооружений; – формирование зон защищенных от шума, целесообразное размещение оборудования рабочих мест, – акустические решения планировок зданий и генеральных планов объектов 	
<p>Возможность поражения электрическим током</p>	<p>К техническим мерам защиты от действия электрического тока относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – изоляция токопроводящих элементов (рабочая, двойная, усиленная); – зануление; – заземление; – защитное отключение. <p>К организационным мерам защиты от действия электрического тока относятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оформление нарядов или распоряжений с полным указанием места и времени работы, ответственных лиц, мер безопасности; – обучение персонала и оформление допуска; надзор над проведением работ. <p>Технические средства защиты от действия электрического тока:</p> <p>а) изолирующие (диэлектрические перчатки, изолирующие клещи и штанги, слесарный инструмент с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, диэлектрические калоши, боты, подставки, коврики);</p> <p>б) предохранительные - специальные средства</p>	<p>Диэлектрические перчатки, изолирующие клещи и штанги, слесарный инструмент с изолированными рукоятками, указатели величины напряжения, диэлектрические калоши, боты, подставки, коврики, предохранительные пояса, «когти», лестницы, защитные щитки, каски и очки, рукавицы из трудновоспламеняемых материалов, спецодежда, спецобувь, противогазы; щиты, ширмы, барьеры, клетки, заземляющие и шунтирующие штанги, специальные знаки и плакаты</p>

Продолжение таблицы 9

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	индивидуальной защиты, обеспечивающие безопасность во время проведения электромонтажных работ в особо сложных условиях: на высоте, при световом, тепловом и механическом воздействии электрической дуги (предохранительные пояса, «когти», лестницы, защитные щитки, каски и очки, рукавицы из трудновоспламеняемых материалов, спецодежда, спецобувь, противогазы); в) ограждающие для обеспечения коллективной безопасности (щиты, ширмы, барьеры, клетки, заземляющие и шунтирующие штанги, специальные знаки и плакаты)	
Отсутствие или недостаток естественного света	Устройство световых проемов в стенах производственного помещения, световых фонарей на крыше здания, устройство дополнительного освещения на рабочем месте рабочего. Контроль за параметрами освещенности при помощи специального прибора люксметра-пульсметра	—
Воздействие газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух	Использование вытяжек с фильтрующими элементами, применение нетоксичных жидкостей	—
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	«Для предупреждения развития утомления, функционального перенапряжения и функциональных скелетно-мышечных нарушений работающих факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда, не должны превышать допустимые величины и отвечать	

Продолжение таблицы 9

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	<p>требованиям Руководства Р2.2.2006-05.</p> <p>В целях профилактики развития утомления, перенапряжения и развития скелетно-мышечных заболеваний существенное значение имеет соответствие конструкции используемого производственного оборудования, ручного инструмента и так далее современным требованиям эргономики, антропометрическим данным, физиологическим и психологическим возможностям работающего человека» [14].</p>	
<p>Напряжение зрительных анализаторов.</p> <p>Статические нагрузки, связанные с рабочей позой</p>	<p>«Для предупреждения развития утомления, функционального перенапряжения и функциональных скелетно-мышечных нарушений работающих факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда, не должны превышать допустимые величины и отвечать требованиям Руководства Р2.2.2006-05.</p> <p>В целях профилактики развития утомления, перенапряжения и развития скелетно-мышечных заболеваний существенное значение имеет соответствие конструкции используемого производственного оборудования, ручного инструмента и так далее современным требованиям эргономики, антропометрическим данным, физиологическим и психологическим</p>	<p>–</p>

Продолжение таблицы 9

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	возможностям работающего человека» [7].	
Монотонность труда, вызывающая монотонию	<p>– расширение круга обязанностей;</p> <p>усложнение работы или обогащение такими функциями и обязанностями, которые способны сыграть роль стимулов для того или иного сотрудника;</p> <p>– руководитель должен установить режим и график работы сотрудников.</p> <p>«Принципы и методология определения количества и продолжительности перерывов на отдых, независимо от регламентированного периода работы, являются едиными. С сокращением рабочего дня (с 6-7-часовой сменой) потребность в отдыхе может возрасти, поскольку, как правило, увеличивается интенсивность труда» [7].</p> <p>– обратить внимание на социальные и физические условия труда: уровень шума в помещении, цветовая гамма помещения, освещение. Правильное оформление помещений требует логического соответствия формы и цвета</p>	–

4.4 Пожарная безопасность

К пожарной безопасности зданий и сооружений следует относиться со всей ответственностью, при этом требования по пожарной безопасности регулируются сводом правил (СНиП). Свод правил по пожарной безопасности (СНиП) – нормативные документы, в соответствии с которыми

производится проектирование противопожарной защиты зданий и сооружений СНИП о пожарной безопасности представляют собой документ, в котором прописаны правила, которым нужно следовать, начиная от проектирования и заканчивая периодом эксплуатации. Те или иные здания (сооружения) принято классифицировать по двум категориям – конструктивной и функциональной пожарной опасности. Кроме того, все здания категорируют по огнестойкости. Степень огнестойкости сооружений находится в прямой зависимости от огнестойкости конструкций несущего типа (стен, перекрытий).

Любое здание в зависимости от степени огнестойкости должно быть оборудовано:

- подъездными путями для пожарной техники,
- наружными пожарными лестницами,
- системой противодымной защиты,
- противопожарным водопроводом,
- средствами, облегчающими выходы на чердак.

При организации противопожарной безопасности нужно уделять особое внимание системам и средствам предотвращения распространения пожара по всей площади помещений. Существуют определенные требования к использованию тех или иных материалов для облицовки различных поверхностей. Кроме того, в любом здании (сооружении) должна быть размещена сигнализация, а также первичные средства пожаротушения и противопожарные преграды.

Противопожарная безопасность в здании должна быть организована таким образом, чтобы в случае обнаружения возгорания люди могли максимально быстро покинуть помещение. Эвакуационные пути должны быть предохранены от опасных факторов пожара, это возможно благодаря внедрению комплекса конструктивных, технических и инженерных решений. Организация пожарной безопасности в любом здании – обязательная и необходимая мера, к этому процессу следует подойти со всей

ответственностью, без экономии средств на обустройство систем противопожарной защиты и средств пожаротушения.

Каждый руководитель объекта должен осуществлять необходимый комплекс мер по предотвращению пожаров на объекте на постоянной основе.

На рисунке 18 представлены правила по соблюдению пожарной безопасности при работе на предприятии.



Рисунок 18 – Правила пожарной безопасности

Каждый работник обязан:

- «знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;

- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании не по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность» [27].

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень мероприятий, направленных на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
«Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись» [19].
«Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ» [12].
«Наличие знаков пожарной безопасности	Знаки пожарной безопасности и знаки

Продолжение таблицы 10

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ» [6].
«Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах» [15].
«Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности» [6].

4.5 Экологическая безопасность технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация экологических факторов технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Технологический процесс диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей	Мелкодисперсные частицы пыли в окружающем воздухе,	Не обнаружено	«Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые /

Продолжение таблицы 11

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
	испарения жидкости для промывки форсунок, а также в результате ее пролива, утечки, в процессе утилизации		коммунальные отходы (коммунальный мусор), «металлический лом, стружка» [28].

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей

Перечень мероприятий, направленных на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
«Применение фильтрующих элементов в вытяжных устройствах и своевременная их замена	Экологический контроль за утилизацией и захоронением сточных вод, осадков, выбросов вредных веществ» [27].	Спецодежда, пришедшая в негодность, применяется как вторичное сырье при производстве ветоши. Металлический лом, стружка отправляется на переплавку. Твердые бытовые / коммунальные отходы сортируются и перерабатываются / сжигаются

Выводы по разделу.

В разделе «Производственная и экологическая безопасность проекта»:

- разработан паспорт безопасности на технологический процесс диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей (таблица 7);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей (таблица 8) и определены пути их снижения (таблица 9);
- рассмотрены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей (таблицы 10, 11);
- определены мероприятия, способствующие снижению негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностирования топливных форсунок бензиновых двигателей (таблица 12).

5 Экономическая эффективность проекта

5.1 Расчет себестоимости

Рассчитываем затраты на покупку сырья и материалов по формуле (14):

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (14)$$

Сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 13.

Таблица 13 – Информация по затратам на покупку сырья и материалов

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
Профиль 20×20×2	1,7 м	53	90,1	Самовывоз со склада
Профиль 40×20×2	0,4 м	76	30,4	
Профиль 40×40×2	0,6 м	97	58,2	
Профиль 50×25×2	0,7 м	92	64,4	
Профиль 80×40×4	0,4 м	302	120,8	
Профиль 100×50×3	0,6 м	284	170,4	
Краска	1 л	145	145	
Итого:	–	–	679,3	
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	68	–
Всего:	–	–	747,3	–

Рассчитываем затраты на покупные изделия и полуфабрикаты по формуле (15):

$$P_{II} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (15)$$

Сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 14.

Таблица 14 – Информация по затратам на покупные изделия и полуфабрикаты

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки	
Мерный цилиндр SANPLATEC 1014	4	300	1200	Самовывоз со склада	
Манометр МТИ-К	2	650	1300		
Топливная рампа ДВС Opel Omega A 2.0i	1	1500	1500		
Рукав напорный ВГ-20 ТУ 38-105998-91	1,6 м	108	172,8		
Регулятор давления ДВС Opel Omega A 2.0i	1	1100	700		
Бачок омывателя ветрового стекла ВАЗ-2106	1	350	350		
Бензонасос Bosch 0 580 453 453	1	2300	2300		
Хомут STR 37802-22	12	25	300		
Блок «Реаниматор форсунок»	1	10900	9300		
Крепеж	70	4,5	315		
Итого:	–	–	17437,8		–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	523,13		–
Всего:	–	–	17960,93	–	

5.2 Расчет затрат на выплату заработной платы

Рассчитываем затраты на заработную плату по формуле (16):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100} \right). \quad (16)$$

Сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 15.

Таблица 15 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
Заготовительная	3	3	85,43	256,29
Токарная	4	4	91,39	365,56
Слесарная	4	3	91,39	274,17
Сварочная	4	5	91,39	456,95
Сборочная	4	6	91,39	548,34
Электромонтажная	5	5	96,48	482,4
Испытательная	5	3	96,48	289,44
Итого:	–	–	–	2673,15
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	534,63
Всего:	–	–	–	5880,93

«Рассчитываем затраты на выплату дополнительной зарплаты по формуле:

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (17)$$

где K_d – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, коэффициент принимаем 1,1» [20].

$$Z_d = 5880,93 \cdot 1,1 = 588,09 \text{ р.}$$

Рассчитываем затраты на отчисления единого социального налога по формуле:

$$O_c = (Z_o + Z_d) \cdot K_c, \quad (18)$$

где K_C – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы, коэффициент равен 0,26»[19].

$$O_C = (5880,93 + 588,09) \cdot 0,26 = 1681,94 \text{ р.}$$

5.3 Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

«Рассчитываем затраты на содержание и эксплуатацию оборудования по формуле (19):

$$P_{\text{cod.ob}} = Z_O \cdot K_{\text{ob}}, \quad (19)$$

где K_{ob} – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, коэффициент равен 1,04» [4].

$$P_{\text{cod.ob}} = 5880,93 \cdot 1,04 = 6116,16 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на общепроизводственные нужды по формуле:

$$P_{\text{opr}} = Z_O \cdot K_{\text{opr}}, \quad (20)$$

где K_{opr} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, коэффициент равен 1,5» [6].

$$P_{\text{opr}} = 5880,93 \cdot 1,5 = 8821,39 \text{ р.}$$

Рассчитываем затраты цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости по формуле:

$$C_{\text{ц}} = M + П_{\text{И}} + Z_O + Z_{\text{Д}} + O_C + P_{\text{cod.ob}} + P_{\text{opr}}, \quad (21)$$

$$C_{ц} = 747,3 + 17960,93 + 5880,93 + 588,09 + 1681,94 + 6116,16 + \\ + 8821,39 = 41796,76 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на общехозяйственные расходы по формуле:

$$P_{охр} = 3_о \cdot K_{охр}, \quad (22)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы, принимаем равным 1,6» [10].

$$P_{охр} = 5880,93 \cdot 1,6 = 9409,48 \text{ р.}$$

Рассчитываем общие затраты по формуле:

$$C_{пп} = C_{ц} + P_{охр}, \quad (23)$$

$$C_{пп} = 41796,76 + 9409,48 = 51206,25 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на внепроизводственные нужды по формуле:

$$P_{вн} = C_{пп} \cdot K_{внепр}, \quad (24)$$

где $K_{внепр}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, равен 0,05» [12].

$$P_{вн} = 51206,25 \cdot 0,05 = 2560,31 \text{ р.}$$

5.4 Расчет общей суммы затрат на изготовление конструкции

«Рассчитываем общие затраты на изготовление конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей, покупку материалов, выплату денежных средств по формуле» [8].

$$C_{ОБЩ} = C_{ПР} + P_{ВН}, \quad (25)$$

$$C_{ОБЩ} = 51206,25 + 2560,31 = 53766,56 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированной установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей составляет 53766,56 р.

Выводы по разделу.

В разделе был проведён расчет экономической эффективности изготовления спроектированной установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей. Расчетная стоимость установки составила 53766,56 р. Проектируемая установка для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей на 7434 р. дешевле аналога – установки для проверки форсунок АЕ&Т НР-6А, при прочих равных эксплуатационных возможностях.

Таким образом, разработанная конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей проста и недорога в изготовлении и может применяться на АТП и СТО.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе на тему: «Разработка конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей» была обоснована тема бакалаврской работы.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- проведен анализ аналогов установок для технического обслуживания топливных форсунок;
- составлено техническое задание и предложение на установку для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей;
- выполнена конструкторская разработка установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей и проведены соответствующие расчеты;
- рассмотрена производственная и экологическая безопасность проекта, определены профессиональные риски и мероприятия по их снижению;
- определена экономическая эффективность установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей.

Проект по разработке конструкции установки для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей является экономически эффективным и в дальнейшем может найти широкое применение.

Проектируемая установка для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей на 7434 р. дешевле аналога – установки для проверки форсунок АЕ&Т НР-6А, при прочих равных эксплуатационных возможностях. Всё это говорит о целесообразности разработки данной конструкции.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Акимов, А. В. Генераторы зарубежных автомобилей / А. В. Акимов, С. В. Акимов, Л. П. Лейкин. - 2. изд., перераб. и доп. - М. : За рулем, 2003 (ОАО Можайский полигр. комб.). – 125 с.
2. Акимов, С. В. Электрооборудование автомобилей : учебник для вузов : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Электрооборудование автомобилей и тракторов" / [Акимов С. В., Чижков Ю. П.]. - Москва : За рулем, 2007. - 334, [2] с.
3. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.
4. Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петерб. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.
5. Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.
6. Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во" / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.
7. Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

8. Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.
9. Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.
10. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.
11. Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А.,Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - В надзаг.:Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.
12. Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.
13. Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.
14. Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с.
15. Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

16. Набоких, В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 180800 "Электрооборудование автомобилей и тракторов" направления подгот. дипломиров. специалистов 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. А. Набоких. - 2-е изд., стер. - М. : Academia, 2005. – 239 с.

17. Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

18. Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

19. Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.

20. Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

21. David A. Hensher, Kenneth J. Button / Handbook of transport modeling. - [2. impr.]. - Amsterdam [etc.] : Pergamon, 2002 [1] с. - 165 p.

22. Henzold G. Geometrical dimensioning and tolerancing for design, manufacturing and inspection / A handbook for geometrical product specification using ISO and ASME standards – Burlington, 2016. – 390 p.

23. Lange F. H. Signale und Systeme / F. H. Lange. - Bd. 1,2. - Berlin: VEB Verlag Technik, 1975.

24. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

25. Rabiner R. Theory and Application of Digital Signal Processing / R. Rabiner, B. Gold. -New York, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1975.

Приложение А
Спецификация

Пер. примен.	Формат	Зна	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
					<i>Документация</i>			
	A4			21.БР.ПЭА.185.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
	A1			21.БР.ПЭА.185.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3		
					<i>Сборочные единицы</i>			
Справ. №			1	21.БР.ПЭА.185.61.01.000	Рама стенда	1		
			2	21.БР.ПЭА.185.61.02.000	Дверь	1		
			3	21.БР.ПЭА.185.61.03.000	Ящик	1		
			4	21.БР.ПЭА.185.61.04.000	Корпус	1		
			5	21.БР.ПЭА.185.61.05.000	Фитинг Т-образный	1		
					<i>Детали</i>			
Подл. и дата			7	21.БР.ПЭА.185.61.00.007	Уголок прижимной	1		
			8	21.БР.ПЭА.185.61.00.008	Настил каркаса	1		
			9	21.БР.ПЭА.185.61.00.009	Столешница	1		
			10	21.БР.ПЭА.185.61.00.010	Поддон	1		
Инв. № эдл.			11	21.БР.ПЭА.185.61.00.011	Стакан прижимной	1		
			12	21.БР.ПЭА.185.61.00.012	Крышка корпуса	2		
			13	21.БР.ПЭА.185.61.00.013	Пробка	1		
Взам. инв. №			14	21.БР.ПЭА.185.61.00.014	Крышка пробки	1		
			15	21.БР.ПЭА.185.61.00.015	Кронштейн	1		
			16	21.БР.ПЭА.185.61.00.016	Шпилька	2		
			17	21.БР.ПЭА.185.61.00.017	Шайба	1		
Подл. и дата								
					21.БР.ПЭА.185.61.00.000			
Инв. № табл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	Установка для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей		
	Разраб.	Тимасев						Лит.
	Проб.	Доранкин					1	2
	Н.контр.	Доранкин				ТГУ, ИМ, зр. ЭТКп-1702а		
	Утв.	Бабрайский				Формат А4		

Рисунок А.1 – Спецификация на установку для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей

Продолжение Приложения А

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
<i>Документация</i>									
A4			21БР.ПЭА.185.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1				
A1			21БР.ПЭА.185.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	3				
<i>Сборочные единицы</i>									
		1	21БР.ПЭА.185.61.01.000	Рама стенда	1				
		2	21БР.ПЭА.185.61.02.000	Дверь	1				
		3	21БР.ПЭА.185.61.03.000	Ящик	1				
		4	21БР.ПЭА.185.61.04.000	Корпус	1				
		5	21БР.ПЭА.185.61.05.000	Фитинг Т-образный	1				
<i>Детали</i>									
		7	21БР.ПЭА.185.61.00.007	Уголок прижимной	1				
		8	21БР.ПЭА.185.61.00.008	Настил каркаса	1				
		9	21БР.ПЭА.185.61.00.009	Столешница	1				
		10	21БР.ПЭА.185.61.00.010	Поддон	1				
		11	21БР.ПЭА.185.61.00.011	Стакан прижимной	1				
		12	21БР.ПЭА.185.61.00.012	Крышка корпуса	2				
		13	21БР.ПЭА.185.61.00.013	Пробка	1				
		14	21БР.ПЭА.185.61.00.014	Крышка пробки	1				
		15	21БР.ПЭА.185.61.00.015	Кронштейн	1				
		16	21БР.ПЭА.185.61.00.016	Шпилька	2				
		17	21БР.ПЭА.185.61.00.017	Шайба	1				
21БР.ПЭА.185.61.00.000									
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Разр.	Тимсев			Установка для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей		Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Даранкин						1	2
	Н.контр.	Даранкин					ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-1702а		
Утв.	Бабрайский				Копировал Формат А4				

Рисунок А.2 – Спецификация на установку для технического обслуживания топливных форсунок бензиновых двигателей