

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)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Разработка конструкции стенда для проверки и очистки

топливных форсунок автомобилей LADA

Студент

Р.З. Манджапарашвили

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Е.А. Кравцова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

А.Н. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.В. Москалюк

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

А.Г. Егоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент А.В. Бобровский

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

(личная подпись)

« _____ »

20 _____ г.

Тольятти 2019

АННОТАЦИЯ

В этой выпускной квалификационной работе было проведено детальное изучение участка по обслуживанию и ремонту системы питания легкового автомобиля, определены виды работ на участке, необходимое количество и трудовая квалификация работников, было подобрано технологическое оборудование, а также составлена схема его расположения на участке.

Проведён поиск аналогов разрабатываемого технологического оборудования и на основе результатов построения циклограмм был выбран аналог для дальнейшей разработки проектируемого оборудования.

Для разрабатываемого оборудования сформирован технологический процесс диагностики топливных форсунок, который составлен в виде технологической карты.

Определены профессиональные риски при проведении ремонтно-диагностических работ. Создан перечень мероприятий по уменьшению и устранению влияния вредных и опасных факторов на рабочий персонал.

Для обеспечения пожарной безопасности были сформированы специальные мероприятия, составлен список средств защиты, а также рассмотрены меры безопасности для предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Составлен список мероприятий, целью которых является уменьшение негативного антропогенного влияния на окружающую среду.

ABSTRACT

The title of the graduation work is “Design of stand for testing and cleaning Lada fuel injectors”.

The graduation work consists of an explanatory note on 56 pages including 13 figures, 18 tables, the list of 20 references including 5 foreign sources, 1 appendix and the graphic part on 6 A1 sheets.

The aim of the work is to design a stand which will be used for diagnostics and repair of fuel injectors in the fuel system maintenance area.

In the first part we outline the technological area for fuel system maintenance.

In the second part we search for analogues of the technological equipment used at various maintenance stations and choose the best variant for further improvement on the basis of their comparative analysis.

In the next part we describe in detail the technological process of diagnostics of internal combustion engine injectors on the designed stand.

Special focus is on the professional risks inherent in maintenance works in the technological area. We discuss measures to reduce and eliminate the impact of hazardous and harmful factors on operating personnel, as well as measures to ensure fire safety of the technological area and prevention of emergency situations.

It can be concluded that all the tasks being accomplished, the work presented can be used for design of the stand for testing and cleaning fuel injectors and its prospective operation at the maintenance station.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Детальная разработка участка для обслуживания и ремонта элементов топливной системы легкового автомобиля	8
1.1 Назначение участка.....	8
1.2 Виды работ, проводимые на участке	8
1.3 Штат работников и трудовой распорядок	8
1.4 Технологическое оснащение участка.....	9
1.5 Расчёт площади технологического участка.	10
1.6 Конструктивные и пространственно-планировочные решения.....	11
2 Поиск и исследование аналогов разрабатываемого технологического оборудования	12
2.1 Выбор аналогов технологического оборудования.....	12
2.2 Тестер/реаниматор форсунок Reanimator V2.0.....	12
2.3 Стенд для диагностики и промывки форсунок Триумф 6М	14
2.4 Стенд для диагностики и промывки форсунок Плазма 600 М.....	16
3 Разработка стенда для диагностики и промывки форсунок бензиновых ДВС	20
3.1 Техническое предложение	20
3.1.1 Сбор необходимых материалов.....	20
3.1.2 Разработка конструкции стенда и выбор оборудования.....	20
3.1.2.1 Разработка конструкции стенда	20
3.1.2.2 Оборудование, применяемое на стенде.....	22
3.1.3 Подготовка стенда к работе	27
3.1.4 Проведение проверки и очистки форсунок.....	28
3.1.4.1 Проведение проверки форсунок.....	28
3.1.4.2 Проведение очистки форсунок.....	29
3.2 Расчёт элементов конструкции стенда	30

3.2.1	Расчёт параметров топливного насоса.....	30
3.3	Руководство по эксплуатации стенда	32
3.3.1	Техническое назначение.....	32
3.3.2	Характеристики стенда.....	32
3.3.3	Комплектация стенда.....	33
3.3.4	Порядок выполнения работ.....	33
3.3.5	Рекомендации по техническому обслуживанию оборудования ...	35
3.3.6	Распространённые неисправности оборудования	35
3.3.7	Меры предосторожности при операциях с оборудованием	35
4	Разработка технологического процесса диагностирования форсунок бензинового двигателя на стенде	36
4.1	Принципы работы системы топливоподачи в бензиновых двигателях с применением электронных систем управления	36
4.2	Выявление распространённых неисправностей системы питания	39
4.3	Технологический процесс диагностики форсунок на стенде.....	40
5	Безопасность и экологичность участка по обслуживанию и ремонту элементов топливной системы.....	43
5.1	Характеристика технологического участка	43
5.2	Определение профессиональных рисков при проведении ремонтно-диагностических работ	44
5.3	Мероприятия по уменьшению и устранению влияния вредных и опасных факторов на рабочий персонал	45
5.4	Система обеспечения пожарной безопасности на технологическом участке.....	46
5.4.1	Определение опасных факторов пожара	46
5.4.2	Необходимые средства для обеспечения пожарной безопасности на технологическом участке	46
5.4.3	Меры пожарной безопасности на технологическом участке	47

5.5 Система обеспечения экологической безопасности на технологическом участке	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	54

ВВЕДЕНИЕ

За последнее время на территории России наблюдается повышение роста продаж на рынке легковых автомобилей, которое обусловлено продолжительным планомерным развитием данного сектора экономики страны. Основными факторами повышения числа автомобилей у населения России стали увеличение покупательной способности, большое количество выгодных предложений со стороны банков, выдающих автокредиты, повышение конкуренции российских и зарубежных автопроизводителей, предложение ими выгодных акций и скидок в борьбе за привлечение клиентов [1].

По данным на 2019 год в России насчитывается около 43,5 млн. легковых автомобилей, за последние 10 лет парк легковых автомобилей увеличился на 41,2 %. В настоящее время около 70% легковых автомобилей на территории России имеют электронные системы управления двигателем, назначением которых является своевременное поступление необходимого количества топлива через форсунки в камеры сгорания двигателя.

Задача по разработке технологического оборудования для промывки и очистки форсунок актуальна, так как в процессе эксплуатации автомобиля форсунки могут совершать отказ в работе, вследствие их засорения от использования некачественного топлива.

1 Детальная разработка участка для обслуживания и ремонта элементов топливной системы легкового автомобиля

1.1 Назначение участка

Данный участок специализирован на выполнении восстановительных и ремонтных работ с топливными системами инжекторных бензиновых ДВС.

1.2 Виды работ, проводимые на участке

На данном участке проводятся такие виды восстановительных и ремонтных работ, как:

- проведение детальной диагностики топливных форсунок с применением специализированного оборудования;
- промывка и очистка форсунок;
- проведение исследования на герметичность топливного бака;
- восстановление герметичности топливного бака;
- прочистка или замена топливного фильтра;
- диагностика бензонасоса, проведение ремонта или замены;
- диагностика топливных магистралей на герметичность, проведение ремонта.

Данные восстановительные и ремонтные работы проводятся непосредственно на участке для обслуживания и ремонта топливных агрегатов автомобиля, демонтаж агрегатов с автомобиля выполняется на специализированных постах в зонах текущего ремонта (ТР) и ежедневного технического обслуживания (ЕТО) [3 – 6].

1.3 Штат работников и трудовой распорядок

От того, насколько качественно проведены работы по диагностике, восстановлению и ремонту элементов топливной аппаратуры, зависит длительность последующей безотказной работы агрегатов автомобиля. Поэтому

нужно нанимать работников, имеющих соответствующие профессиональные навыки и опыт работ на используемом технологическом оборудовании. В частности, для выполнения данных работ следует привлекать исключительно автослесарей 4-го разряда и выше.

В результате проведённых расчётов было установлено, что весь спектр работ на участке выполняет один работник, который является слесарем по восстановлению и ремонту топливной системы 5-го разряда.

Рабочий день на участке проходит в одну смену с 8:00 до 17:00.

Распорядок дня:

- начало рабочего дня – 8:00;
- технический перерыв: с 10:00 до 10:10;
- обед: с 12:00 до 13:00;
- технический перерыв: с 15:00 до 15:10;
- конец рабочего дня – 17:00.

Также за 15 минут перед окончанием рабочего дня следует проводить уборку рабочего места.

1.4 Технологическое оснащение участка

Так как на данном участке проводятся восстановительные и ремонтные работы на легковых автомобилях различных марок, то участок следует оснастить таким технологическим оборудованием, которое будет рекомендовано для выполнения работ заводами-изготовителями автомобилей. Поставщиков данного оборудования рекомендуется выбирать из числа российских компаний, занимающихся продажей специализированного оборудования для проведения технологических работ на участках ремонта автомобилей [3 – 6].

Полный список нужного технологического оборудования изложен в перечне технологического оборудования (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Перечень технологического оборудования

Наименование технологического оборудования	Модель	Количество, шт.	Размеры, мм*мм*мм
1	2	3	4
Диагностический стенд для очистки и промывки форсунок бензиновых ДВС легковых автомобилей	соб. изг.	1	605*520*850
Ящик для обтирочного материала	-	1	400*510*800
Слесарный верстак для выполнения ремонта топливных агрегатов	ДД-5100	2	1500*850*850
Ванна для промывки и исследования на герметичность топливных баков	-	1	2000*1000*800
Ящик для утильных материалов	-	1	400*600*900
Стеллаж для инструментов	-	1	600*500*1500
Слесарный верстак	ВС-1	1	1200*800*900
Стеллаж для уборочного инвентаря	-	1	1000*500*2000
Стеллаж для хранения мелких и запасных деталей	-	1	1000*500*2000
Ванна моечная передвижная	ОМ-1316	1	1015*500*1000
Слесарный верстак	ВС-2	1	600*800*900

1.5 Расчёт площади технологического участка

Площадь технологического участка вычисляется исходя из коэффициента плотности расстановки технологического оборудования и общей площади данного оборудования:

$$F_{np} = K_{nl} * \sum F_{обор}, \quad (1.1)$$

где K_{nl} - коэффициент плотности расстановки оборудования.

Для участка по ремонту топливной аппаратуры таксомоторного парка принимаем $K_{nl} = 3,0$

$\sum F_{обор}$ – общая площадь занимаемая оборудованием [1, табл. 3.14, стр. 46].

$$F_{np} = 3,0 * (0,5*0,6+0,4*0,5+1,0*2,0+0,4*0,6+0,6*0,5+0,6*0,8+1,0*0,5+1,0*0,5+0,8*1,2+1,5*0,85*2) =$$

$$= 3,0 * (0,3+0,2+2,0+0,24+0,3+0,48+0,5+0,5+0,96+2,55) = 3,0*5,03 \approx 15 \text{ м}^2$$

При определении итоговой площади технологического участка нужно учесть расстановку оборудования относительно друг друга, а также расстояния между краями каждого оборудования и элементами отделки помещения.

Исходя из норм размещения всех видов оборудования, устанавливаем окончательную площадь технологического участка:

$$F_{ТА} = 18,0 \text{ м}^2.$$

1.6 Конструктивные и пространственно-планировочные решения

Участок для обслуживания и ремонта топливных агрегатов автомобиля следует располагать в зоне ежедневного технического обслуживания (ЕТО) около участка по выполнению электротехнических и аккумуляторных работ и участка по обслуживанию и ремонту радиоаппаратуры рядом с внешней стеной производственного корпуса на одной линии с постами ЕТО, где проводятся операции по установке и снятию автомобильных агрегатов. Соблюдая технику безопасности, данный технологический участок должен иметь выход непосредственно на улицу.

При расположении используемого технологического оборудования были учтены соответствующие нормы его расположения.

На чертеже данного участка, выполненном в масштабе 1:15, присутствуют указания стен, опор, дверных проёмов и окон, а также находящихся в непосредственной близости помещения, учитывая привязку к плану производственного корпуса с использованием координатной сетки. Технологическое оборудование отмечено условными графическими обозначениями, также указаны рабочие места персонала, расстояния от технологического оборудования до ближайших стен и опор здания. Присутствуют обозначения вентиляционных вытяжек, потребителей электроэнергии и т. д.

2 Поиск и исследование аналогов разрабатываемого технологического оборудования

2.1 Выбор аналогов технологического оборудования

При определении темы выпускной квалификационной работы, было установлено, что необходимо провести разработку новой конструкции стенда для промывки и очистки форсунок бензинового ДВС легкового автомобиля. При этом необходимо учитывать, что разработанное технологическое оборудование должно соответствовать всем экономическим и экологическим показателям и нормам безопасности труда [1 – 6].

В результате поиска устройств, аналогичных разрабатываемому оборудованию, были отобраны три устройства для их дальнейшего исследования:

- Тестер/реаниматор форсунок Reanimator V2.0;
- Стенд для диагностики и промывки форсунок Триумф 6М;
- Стенд для диагностики и промывки форсунок Плазма 600 серии М.

2.2 Тестер/реаниматор форсунок Reanimator V2.0

Тестер/реаниматор форсунок (Reanimator V2.0) (рис. 2.1) совмещает в себе несколько функций. С его помощью можно исследовать форсунки на их производительность, а также провести процесс их очистки от загрязнений.



Рисунок 2.1 – Тестер/реаниматор форсунок Reanimator V2.0

Для исследования на производительность форсунок у данного устройства присутствует режим работы «Проверка», который имеет следующие технические данные:

- продолжительность открытия форсунки: от 1,5 до 10 мс;
- промежуток времени между двумя последовательными импульсами: от 10 до 100 мс;
- число открытия форсунок: от 10 до 2550.

Так как для диагностики и промывки форсунок необходимо установить их на специальный стенд (рис. 2.2), необходимо его изготовить, что можно сделать из подручных деталей, в качестве которых нам потребуются:

- рампа топливная от бензинового ДВС автомобиля Opel Omega A 2.0i;
- регулятор давления топлива от бензинового ДВС автомобиля Opel Omega A 2.0i;
- электробензонасос фирмы Bosch 0 580 453 453 с автомобиля ВАЗ-2110.

Также в качестве ёмкости для бензина будем использовать бачок омывателя ветрового стекла с автомобиля ВАЗ-2106.

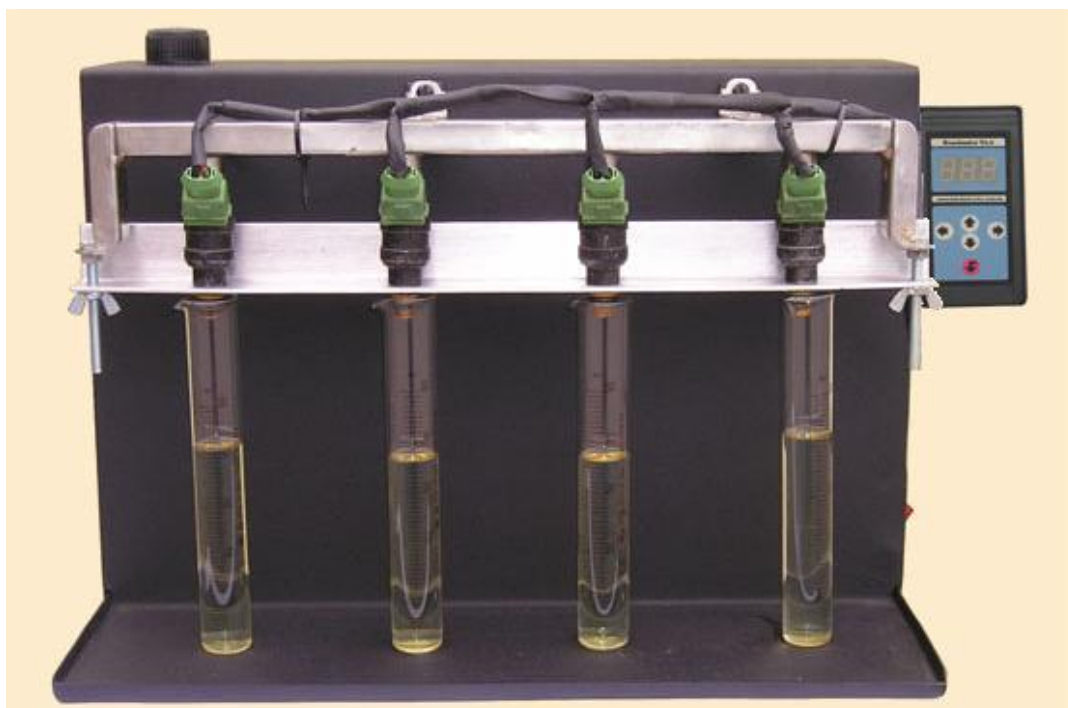


Рисунок 2.2 – Стенд для диагностики и промывки форсунок с применением тестера/реаниматора форсунок Reanimator V2.0

Принцип работы данной установки в режиме тестера «Проверка»: на форсунки, установленные на стенде и обмотки которых подключены параллельно, отправляются равные управляющие импульсы, а также в зависимости от вида используемого регулятора давления топлива выбирается необходимое давление, под которым топливо будет поступать в форсунки (в данном случае устанавливаем давление $\approx 2,5$ бар).

Во время такой проверки следует устанавливать следующие параметры:

- продолжительность открытия форсунки: 10 мс;
- промежуток времени между двумя последовательными импульсами: 10 мс;
- число открытия форсунок: 2000.

2.3 Стенд для диагностики и промывки форсунок Триумф 6М

Стенд Триумф 6М (рис. 2.3) сочетает в себе функции диагностики и промывки топливных форсунок бензинового двигателя и может работать с форсунками европейских, американских и японских производителей. Он способен производить эти операции на шести форсунках одновременно. В нём присутствуют такие диагностические функции, как групповая проверка сопротивления форсунок, диагностика качества работы пружины форсунки, измерение расхода топлива в динамике и исследование форсунок на их герметичность.

Промывка и очистка форсунок от загрязнений может производиться на выбор в одном из трёх различных режимов: ручной, автоматический, турборежим. При этом данная установка позволяет производить промывку форсунок как с продольной, так и с боковой подачей топлива, присутствует возможность очистки регулятора и клапана холостого хода. Также дополнительно имеется возможность, не снимая форсунки с двигателя, производить их промывку на незапущенном двигателе, применяя метод гидродинамической кавитации.

Характеристики стенда Триумф 6М приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Характеристики стенда Триумф 6М

Наименование характеристики	Значение
1	2
Сопротивление, подаваемое на форсунки, Ом	2 – 25
Время, затрачиваемое на промывку, мин	30
Напряжение в электросети, В	220
Частота тока, Гц	50
Потребляемая мощность, Вт	140
Число мест для установки форсунок, шт	6
Объём бачка для промывочной/тестовой жидкости, мл	754
Расход промывочной жидкости, мл	100 – 180
Давление, создаваемое установкой на диагностическом режиме, атм.	До 5
Давление, создаваемое установкой на режиме промывки, атм.	До 5
Размеры стенда (Д*Ш*В), мм	370*295*333
Вес стенда, кг	14
Гарантийный срок, мес	24



Рисунок 2.3 – Стенд для диагностики и промывки форсунок Триумф 6М

2.4 Стенд для диагностики и промывки форсунок Плазма 600 М

Стенд Плазма 600 серии М (рис. 2.4) – это многофункциональная установка, предназначенная для диагностики и промывки топливных форсунок бензинового двигателя. Он способен работать с форсунками любого вида, одновременно можно производить операции с шестью форсунками.

Данный комплекс способен выполнять широкий спектр диагностических функций:

- измерение количества подачи бензина на форсунки в динамическом и статистическом режимах;
- проверка тонкости и однородности струи впрыскиваемого топлива;
- визуальное исследование точности направления и формирования распыления топлива;
- проверка сопротивления на форсунках;
- исследование форсунок на их герметичность;
- анализ качества работы пружины клапана форсунки и т.д.

При диагностике форсунок стенд способен имитировать различные режимы работы двигателя (режим максимальной мощности, режим ускорения, холостой ход и т.д.). Для возможности проведения последующего сравнительного анализа данная установка ведёт запись рабочих параметров форсунок в свою базу данных. Также здесь предусмотрена возможность проведения автоматических циклов тестов, используя режим для начинающих и неопытных пользователей. Для более опытных пользователей присутствует функция программирования личных многоступенчатых тестов, основываясь на собственных предпочтениях.

Кроме диагностики на данном стенде имеется возможность выполнять ультразвуковую очистку топливных форсунок от загрязнений, а по окончании основной очистки дополнительно можно провести обратную промывку для полного удаления из форсунок остатков загрязнения. Данные операции можно производить как на стенде, так и на двигателе, не снимая форсунки с

автомобиля. В этом случае также возможно проведение промывки системы подачи топлива (топливной рампы, клапанов головки блока цилиндров, камер сгорания, колец поршней и т.д.).

Характеристики стенда Плазма 600 серии М приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Характеристики стенда Плазма 600 серии М

Наименование характеристики	Значения
Напряжение в электросети, В	230
Частота тока, Гц	50
Потребляемая мощность, Вт	800
Мощность ультразвуковой ванны, Вт	150
Частота ультразвукового излучателя, кГц	35
Число мест для установки форсунок, шт	6
Давление, создаваемое установкой, бар	До 28
Диапазон частоты, об/мин	От 10 до 10000
Шаг частоты, об/мин	10
Продолжительность открытия форсунки, мс	До 30
Временной интервал между импульсами, мс	0,1
Длительность процессов диагностики/промывки, мин	От 15 до 35
Объём бака для промывочной/тестовой жидкости, мл	3200
Размеры стенда (Ш*В*Г) мм.	525*540*640
Масса, кг	39



Рисунок 2.4 – Стенд для диагностики и промывки форсунок Плазма 600 М

Поскольку данный стенд планируется для его использования на специализированных станциях технического обслуживания, либо на предприятиях автомобильного транспорта, необходимо выполнить все расчёты для разработки стенда, работающего с бензиновыми форсунками средней мощности и без повышенных нагрузок.

1) Предельное число импульсов, подаваемых на форсунки:

$$P_1 = \frac{5000}{2550} = 1,9 \quad (2.1)$$

$$P_2 = \frac{5000}{3000} = 1,6 \quad (2.2)$$

2) Минимальная продолжительность открытия форсунок:

$$P_1 = \frac{1,5}{1} = 1,5 \quad (2.3)$$

$$P_2 = \frac{1,5}{1,2} = 1,25 \quad (2.4)$$

3) Минимальный промежуток времени между двумя последовательными импульсами:

$$P_1 = \frac{10}{60} = 1,6 \quad (2.5)$$

$$P_2 = \frac{8}{6} = 1,3 \quad (2.6)$$

4) Рабочее давление в системе:

$$P_1 = \frac{12}{2,5} = 4,8 \quad (2.7)$$

$$P_2 = \frac{12}{4,9} = 2,4 \quad (2.8)$$

5) Необходимо увеличить число форсунок, используемых на установке:

$$P_1 = \frac{4}{6} = 0,6 \quad (2.9)$$

$$P_2 = 1 \quad (2.10)$$

6) При выборе аналога разрабатываемого стенда стоит также обратить внимание на стоимость:

$$P_1 = \frac{130500}{5500} = 23,7 \quad (2.11)$$

$$P_2 = \frac{130500}{67000} = 1,9 \quad (2.12)$$

Исходя из полученных данных, выполняется построение циклограммы.

Основная техническая информация о стендах занесена в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Основная техническая информация о стендах

Параметры	Стенд с применением тестера/реаниматора форсунок Reanimator V2.0	Стенд Триумф 6М	Стенд Плазма 600 серии М
Число импульсов открытия форсунок	2550	3000	5000
Продолжительность открытия форсунок, мс	1,5	1,2	1
Промежуток между импульсами, мс	10	8	6
Рабочее давление системы, бар	2,5	4,9	12
Число мест для установки форсунок	4	6	6
Стоимость оборудования, руб.	5500	67000	130500

В результате проведения поиска аналогов разрабатываемого оборудования, сбора информации о нём и построения циклограммы, было решено, что в качестве лучшего аналога следует выбрать стенд для диагностики и промывки форсунок с применением тестера/реаниматора форсунок Reanimator V2.0, конструкция которого подлежит дальнейшей доработке.

3 Разработка стенда для диагностики и промывки форсунок бензиновых ДВС

3.1 Техническое предложение

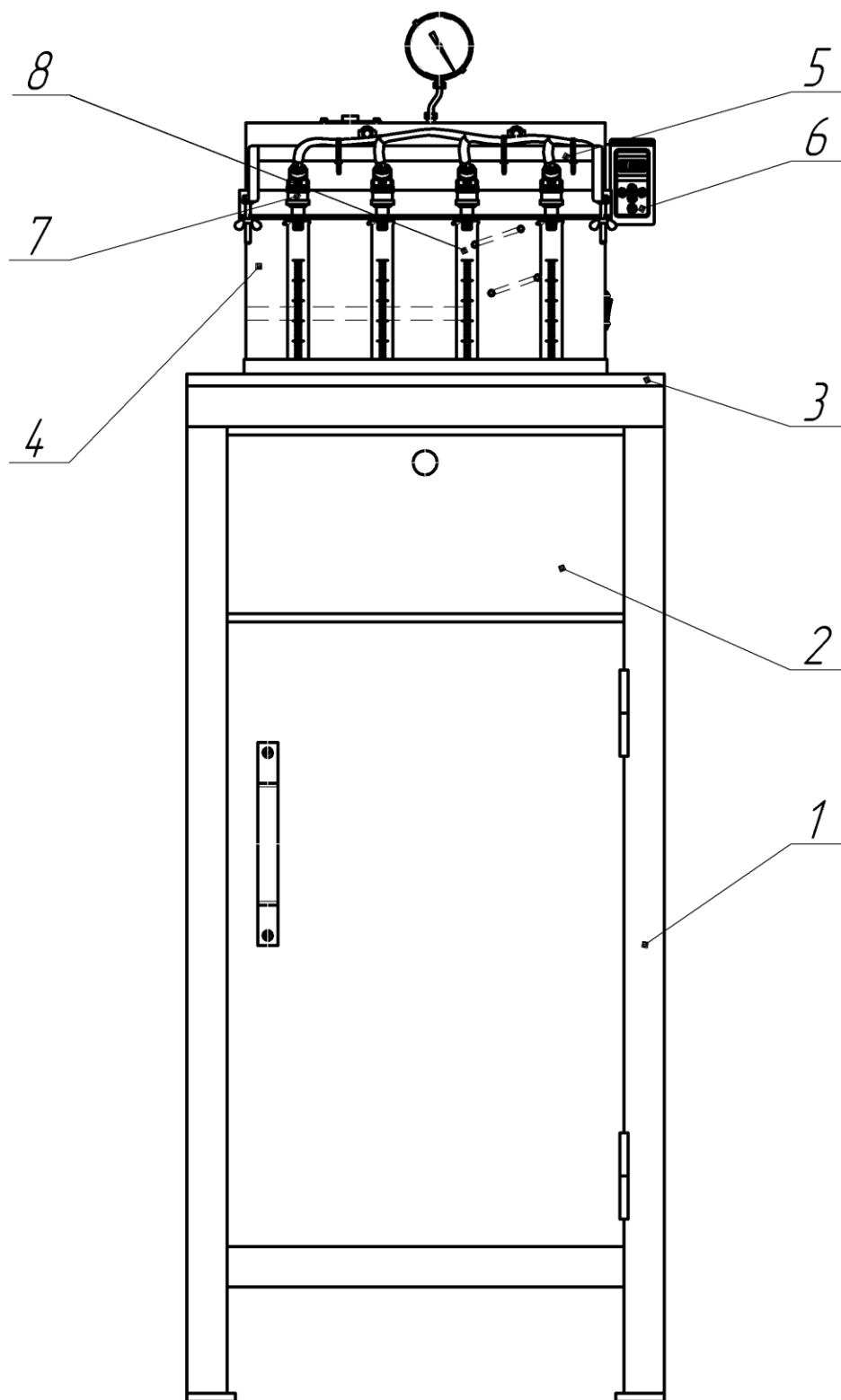
3.1.1 Сбор необходимых материалов

В процессе разработки стенда применяются данные, полученные в результате поиска и исследования аналогов разрабатываемого оборудования, лекционный материал с кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей», а также литературные источники, рекомендованные на кафедре.

3.1.2 Разработка конструкции стенда и выбор оборудования

3.1.2.1 Разработка конструкции стенда

Основой конструкции стенда (рис. 3.1) является рама 1, собранная из угловых профилей с применением сварки. В верхней части рамы винтами закреплена столешница 3, которая является основанием установки для диагностики и промывки форсунок 4. Спереди установки закреплена рампа топливная 5, на которую устанавливаются форсунки 7. Для всех форсунок на стенде присутствуют мерные цилиндры 8. Все процессы диагностики и промывки на данном стенде осуществляются за счёт управляющего блока 6.



1 – основание станда, 2 – отсек для хранения инструментов, 3 – столешница станда, 4 – установка для диагностики и промывки форсунок, 5 – рампа топливная, 6 – блок управления работой форсунок, 7 – форсунка, 8 – мерный цилиндр

Рисунок 3.1 – Конструкция станда для диагностики и промывки форсунок

3.1.2.2 Оборудование, применяемое на стенде

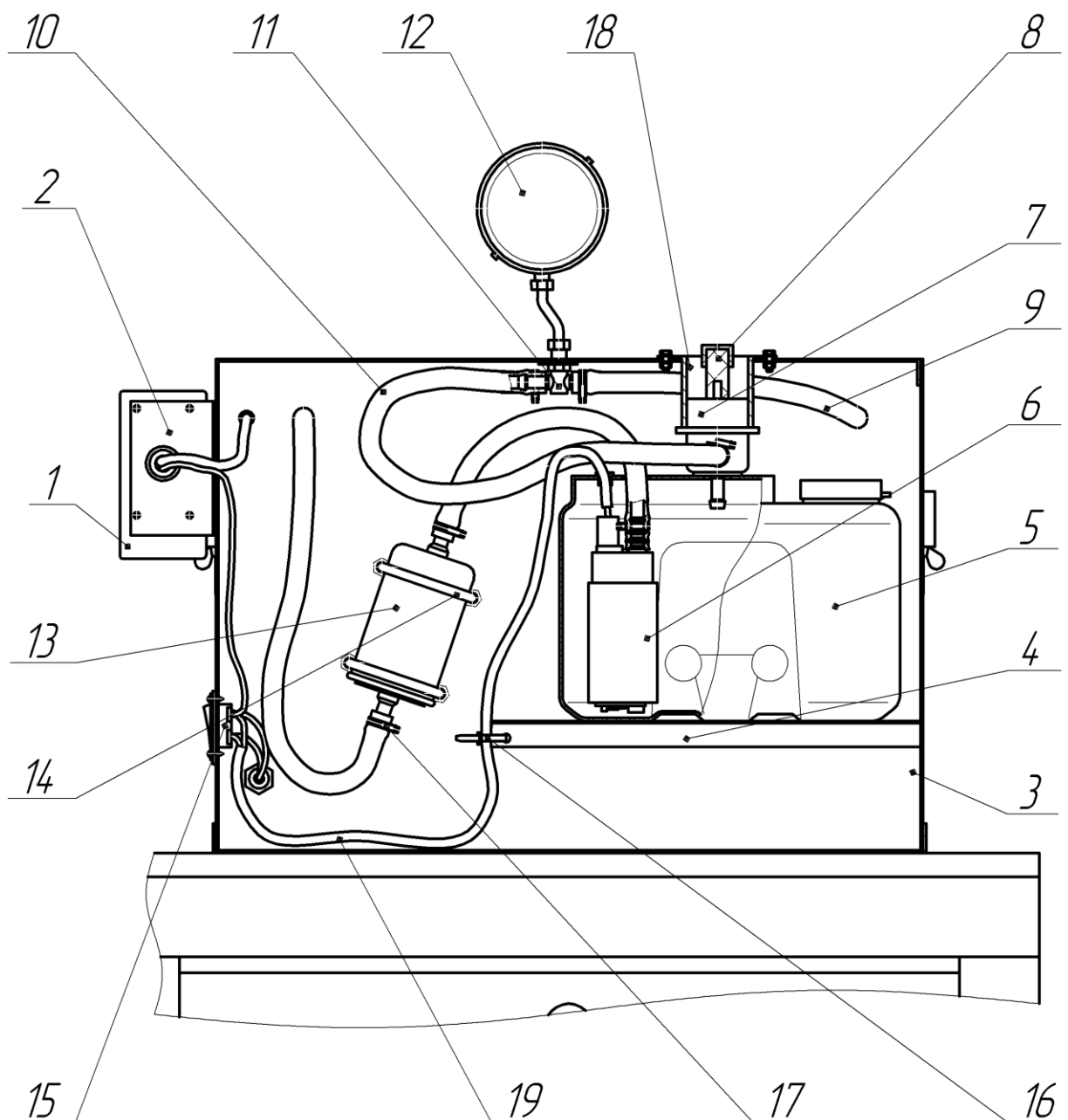
Главным элементом разрабатываемого стенда (рис. 3.2) является тестер/реаниматор форсунок Reanimator V2.0, который выполняет функции блока управления 1. Он установлен на угловом кронштейне 2, который прикреплён к корпусу установки 3. Тарой для топлива служит бачок омывателя 5, используемый на автомобиле ВАЗ-2106. Бачок установлен на кронштейн 4, который дополнительно выполняет функцию усиления жёсткости конструкции. Над бачком омывателя закрепляется регулятор давления топлива (РДТ) 7, применяемый на автомобиле Opel Omega A 2.0i.

От РДТ отходят две магистрали: одна подведена к бачку омывателя, вторая подсоединяется к отводящей магистрали 9 ramпы форсунок. В случае необходимости демонтажа какого-либо элемента топливной системы на стенде применён стакан 18, задачей которого является фиксация положения РДТ.

В данной системе предусмотрено наличие фильтра топлива 13, закреплённого парой шпилек 14. Через этот фильтр топливо проходит по магистрали от топливного насоса 6 до ramпы.

Для подключения топливных элементов друг к другу используются топливные магистрали 10, надёжные соединения которых обеспечивают хомуты 17.

Для предотвращения загрязнения системы во время простоя стенда используется заглушка 8, которую необходимо извлекать перед началом проведения работ на стенде. Для осуществления проверки исправной работы топливного насоса и РДТ в системе при помощи Т-образного фитинга 11 установлен манометр 12.



- 1 – блок управления работой форсунок, 2 – угловой кронштейн,
 3 – корпус установки, 4 – кронштейн для установки бачка омывателя,
 5 – бачок омывателя, 6 – бензонасос, 7 – регулятор давления топлива,
 8 – заглушка, 9 – отводящая магистраль, 10 – топливные магистрали,
 11 – фитинг Т-образный, 12 – манометр, 13 – фильтр топлива,
 14 – шпилька крепления фильтра топлива, 15 – блок электрических выключателей,
 16 – нейлоновые стяжки, 17 – хомут, 18 – стакан прижимной,
 19 – сеть электропитания установки.

Рисунок 3.2 – Рабочее оборудование стенда для проверки форсунок

Система электропитания установки (рис. 3.3) включает в себя блок управления работой форсунок 1, электробензонасос 6 и набор электрических кабелей 19, по которым напряжение подаётся на форсунки. В роли размыкателя цепи выступает блок электрических выключателей 15.

Электрическая часть стенда 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.

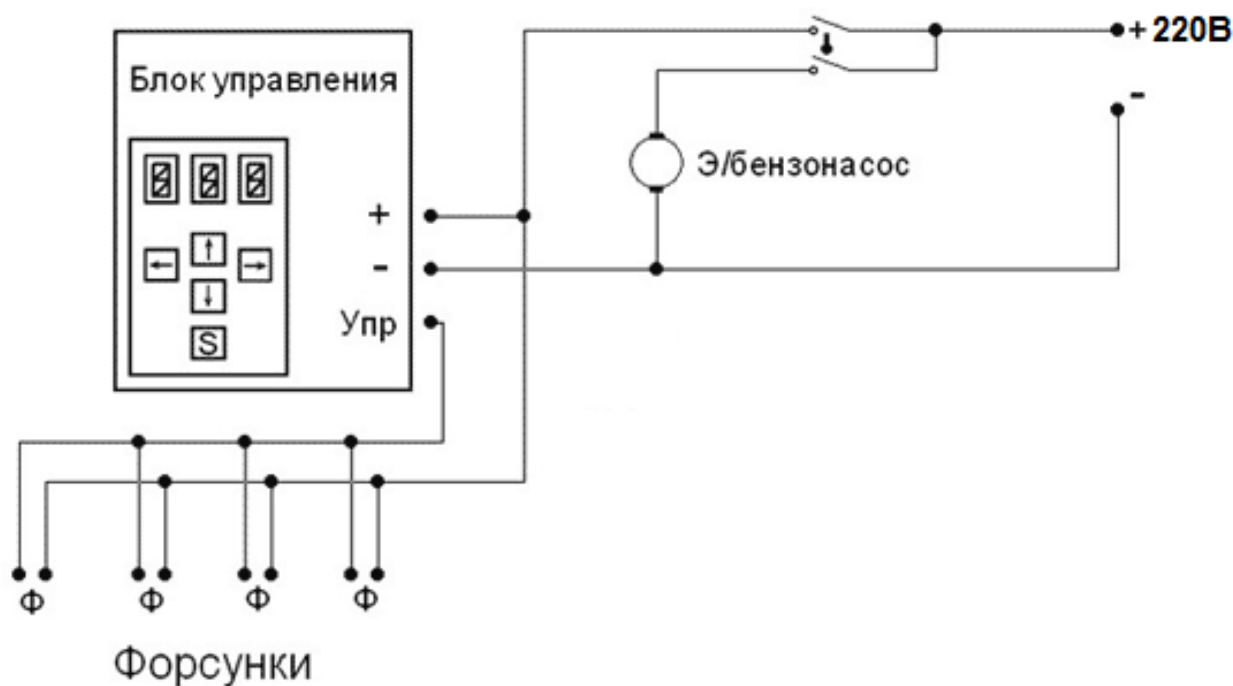


Рисунок 3.3 – Схема электрооборудования стенда

В качестве блока управления применяется тестер/реаниматор форсунок Reanimator V2.0 (рис. 3.4). С его помощью проводится диагностика работы форсунок, а также процесс их очистки от загрязнений.



Рисунок 3.4 – Тестер/реаниматор форсунок Reanimator V2.0

Для диагностики работы форсунок у данного устройства присутствует режим работы «Проверка», который имеет следующие технические данные:

- продолжительность открытия форсунки: от 1,5 до 10 мс;
- промежуток времени между двумя последовательными импульсами: от 10 до 100 мс;
- число открытия форсунок: от 10 до 2550.

В данном стенде используются четыре мерных цилиндры Sanplatec 1015 (рис. 3.5) от компании Sanplatec. Их объём составляет 200 мл.



Рисунок 3.5 – Мерные цилиндры компании Sanplatec

В качестве основного фильтрующего элемента в конструкции стенда используется топливный фильтр GB-320 компании Big Filter (рис. 3.6).

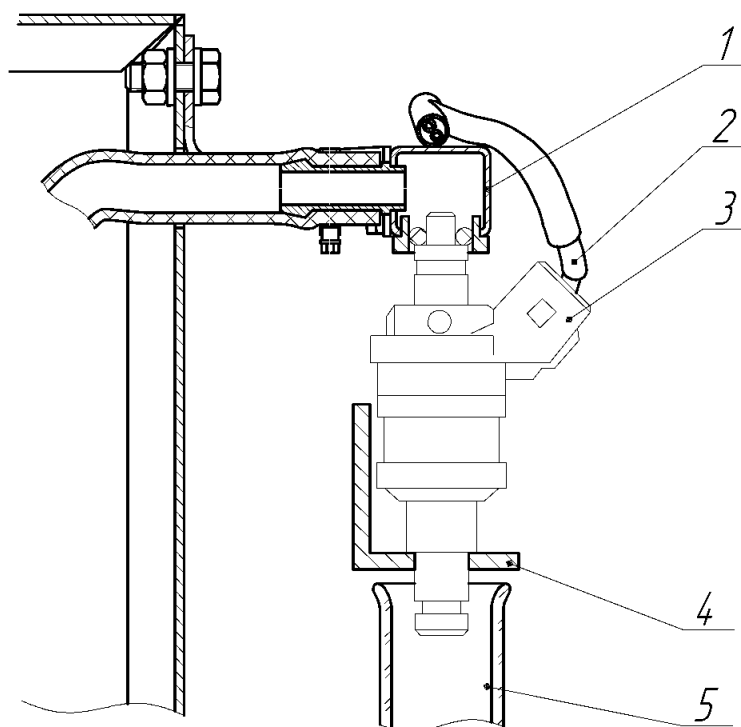


Рисунок 3.6 - Топливный фильтр GB-320

В конструкции разрабатываемого стенда присутствует манометр марки МТИ-1216, выпущенный предприятием ООО «Манометр». Данный манометр обладает классом точности 0,6 и имеет диапазон измерения давления от -0,1 до 1,6 МПа.

3.1.3 Подготовка стенда к работе

Перед началом проведения процессов проверки и очистки необходимо закрепить форсунки на стенде, как показано на рисунке 3.7.



1 – рампа топливная, 2 – топливная рампа стенда, 3 – прижимной уголок, 4 – измерительный цилиндр, 5 – электропроводка стенда

Рисунок 3.7 – Положение форсунок при выполнении работ на стенде

В отверстия топливной ramпы 1, закреплённой на стенде, устанавливаются форсунки 3. В процессе их закрепления необходимо применять уплотнительные кольца во избежание протекания жидкости из топливной ramпы. Дополнительно все форсунки закрепляются в нижней части прижимным уголком 4. Для каждой форсунки устанавливается мерный цилиндр 5.

Затем на форсунки необходимо подать электропитание, для этого сначала к штекерам форсунок подсоединяются электрические кабели 2. Затем при помощи блока выключателей на стенде запускается топливный насос, а после блок управления работой форсунок.

После выполнения данных операций стенд готов к проведению проверки и очистки форсунок.

3.1.4 Проведение проверки и очистки форсунок

3.1.4.1 Проведение проверки форсунок

Для проведения проверки работы форсунок блок управления оснащён режимом работы «Проверка». Принцип работы на данном режиме заключается в следующем: на форсунки, установленные на стенде и обмотки которых подключены параллельно, отправляются равные управляющие импульсы, а также в зависимости от вида используемого регулятора давления топлива выбирается необходимое давление, под которым топливо будет поступать в форсунки (в данном случае устанавливаем давление $\approx 2,5$ бар).

Во время проведения проверки следует устанавливать следующие параметры:

- продолжительность открытия форсунки: 10 мс;
- промежуток времени между двумя последовательными импульсами: 10 мс;
- число открытия форсунок: 2000.

После проведения проверки необходимо провести замеры топлива, поступившего в мерные цилиндры под каждой форсункой.

Чтобы иметь возможность проанализировать уровень загрязнения форсунок и выявить необходимость проведения их последующей промывки, после каждого процесса проверки нужно заносить полученные данные в специальную таблицу в журнале проведения диагностик (табл. 3.1):

Таблица 3.1 – Форма для таблицы результатов выполнения проверки

Исследуемая форсунка	Дата выполнения проверки	Производительность форсунки по результатам проверки	Производительность форсунки после проведения её очистки

3.1.4.2 Проведение очистки форсунок

Для проведения очистки блок управления оснащён режимом работы «Очистка». Блок управления подаёт на форсунки электромагнитные импульсы. На протяжении 30 секунд происходит интенсивное поступление промывочной жидкости через форсунки. Далее систему оставляют в покое на 10 минут для того, чтобы оставшаяся в форсунках промывочная жидкость вступала в химические реакции с оставшимися накопленными загрязнениями и устраняла их. Затем необходимо повторить процесс очистки форсунок в течение 1 минуты, что должно окончательно вывести из них оставшиеся отложения.

По окончании каждого процесса очистки необходимо провести проверку форсунки и по журналу проведения проверок сравнить её показатели с полученными ранее данными.

Если после проведения всех выше перечисленных процедур было установлено недостаточное устранение загрязнений, то дополнительно проводится очистка форсунок в ультразвуковой ванне. Для этого её необходимо наполнить специальной жидкостью для очистки форсунок в УЗ ваннах, а затем поместить туда форсунки. На проведение данного метода очистки нужно затратить 10 минут.

3.2 Расчёт элементов конструкции стенда

3.2.1. Расчёт параметров топливного насоса

Данный расчёт проводится с целью проверки правильности подбора бензонасоса для обеспечения отлаженной работы топливной системы стенда.

1. Определение диаметра потока жидкости, движущегося по топливным магистралям системы:

$$d \geq \frac{R_e \cdot \nu}{V}, \quad (3.1)$$

где R_e – критерий Рейнольдса; так как нам необходимо установить в системе ламинарное течение потока жидкости, то это значение не должно превышать 1500; в данном случае принимаем его равным 1300;

ν – кинематическая вязкость бензина; данное значение принимаем равным $0,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ или $0,009 \text{ см}^2/\text{с}$;

V – скорость потока в системе; для установления ламинарного режима течения жидкости скорость потока должна быть более 6000 см/с; в данном случае принимаем значение скорости равным 8000 см/с.

$$d \geq \frac{1300 \cdot 0,009}{8000} = 0,0015 \text{ см}$$

Так как разрабатываемый стенд предназначается для проведения большого количества процессов диагностики и промывки в течение длительного времени его эксплуатации, то давление жидкости в системе следует уменьшить, а её расход увеличить.

2. Определение объёмного расхода жидкости в системе:

$$Q = \alpha \cdot n \cdot \mu \cdot \omega \sqrt{(2g \cdot H)}, \quad (3.2)$$

где α – коэффициент запаса, его следует выбирать в интервале от 1,1 до 1,3; в данном случае $\alpha = 1,1$;

n – количество форсунок, $n = 70$;

μ – коэффициент расхода истечения жидкости; его следует выбирать в интервале от 0,45 до 0,62; в данном случае $\mu = 0,45$;

ω – площадь сечения насадка:

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4 \cdot 1000^2} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2;$$

H – напор жидкости; в данном случае $H = 60$ м.

$$Q = 1,1 \cdot 70 \cdot 0,45 \cdot 7 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 60} = 0,0083 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

3. Нахождение скорости течения жидкости по магистралям топливной системы:

$$V_{\text{cp}} = \frac{4Q}{\pi \cdot d^2}, \quad (3.3)$$

где d – диаметр топливной магистрали, принимаем значение d равным 0,025 м.

$$V_{\text{cp}} = \frac{4 \cdot 0,0083}{3,14 \cdot 0,025^2} = 0,42 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

4. Нахождение потерь напора жидкости на прямолинейном участке топливной магистрали:

$$H_L = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V_{\text{cp}}^2}{2g}, \quad (3.4)$$

где λ – коэффициент потерь на трение по длине топливной магистрали; в данном случае $\lambda = 0,03$;

L – длина части топливной магистрали, принимаем значение $L = 1$ м;

d – внутренний диаметр топливной магистрали; в данном случае $d = 0,025$ м;

V_{cp} – средняя скорость течения жидкости по магистралям топливной системы, следует принять значение $V_{\text{cp}} = 0,42$ м/с;

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

$$H_L = 0,03 \cdot \frac{1}{0,025} \cdot \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,81} = 0,011 \text{ м}$$

5. Нахождение потерь напора на местных сопротивлениях по формуле Вейсбаха:

$$H_{\bar{A}} = \xi \cdot \frac{V_{cp}^2}{2g}, \quad (3.5)$$

где ξ - коэффициент местных потерь напора; исходя из вида местных потерь напора, выбираем значение ξ равное 3.

$$H_{\Gamma} = 3 \cdot \frac{0,42^2}{2 \cdot 9,81} = 0,03 \text{ м}$$

6. Определение напора топливного насоса:

$$H = H + H_L + H_{\Gamma} = 60 + 0,011 + 0,03 = 60,041 \text{ м}$$

На основе проведённых расчётов, делаем вывод о том, что топливный насос фирмы BOSCH 0 580 453 453 полностью соответствует заданным параметрам, и будем использовать его в конструкции стенда.

3.3 Руководство по эксплуатации стенда

3.3.1 Техническое назначение

Данный стенд предназначен для его использования автомобильными предприятиями, а также фирмами в сфере автомобильных услуг по проведению процессов диагностики и промывки форсунок бензиновых ДВС.

3.3.2 Характеристики стенда

Основные технические характеристики данного стенда приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Основные технические характеристики стенда

Наименование характеристики	Значение
1	2
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	720×500×1581
Вес стенда, кг	62
Число мест установки форсунок	4
Напряжение электропитания, В	12
Давление, создаваемое установкой, бар	2,5

Продолжение таблицы 3.2 – Основные технические характеристики стенда

1	2
Объём бачка для промывочной/тестовой жидкости, мл	2000
Продолжительность открытия форсунки, мс	От 1,5 до 10
Интервал времени между импульсами открытия, мс	От 10 до 100
Число импульсов открытия	От 10 до 2550

3.3.3 Комплектация стенда

В таблице 3.3 приведён список комплекта поставки данного стенда.

Таблица 3.3 – Комплект поставки стенда

Наименование элемента комплектации	Количество, шт.
1	2
Корпус стенда в сборе	1
Ящик для хранения инструментов	1
Блок управления работой форсунок	1
Бачок для промывочной/тестовой жидкости	1
Измерительный цилиндр	4
Манометр	1
Бензонасос	1
Топливная рампа	1
Топливный фильтр	1
Регулятор давления топлива	1
Прижимной уголок	1
Комплект топливных трубок	1
Комплект крепёжных метизов	1
Комплект электрических кабелей	1
Блок электрических выключателей	1
Руководство по эксплуатации	1

3.3.4 Порядок выполнения работ

1. Последовательность сборки стенда:

- 1) расположить корпус стенда в зоне выполнения работ;
- 2) закрепить все элементы топливной системы на корпусе согласно сборочному чертежу стенда и соединить их топливными трубками;
- 3) расположить измерительные цилиндры под посадочными местами форсунок;

4) закрепить на корпусе стенда блок управления работой форсунок и блок электрических выключателей, соединить электрические компоненты системы кабелями.

2. Проверка стенда:

1) до начала проведения работы на стенде необходимо убедиться в том, что топливная система стенда полностью герметична, в соединениях топливных трубок отсутствуют протекания, проверить надёжность подсоединения форсунок к топливной рампе, а также при необходимости произвести подтяжку болтов крепления прижимного уголка;

2) в случае выявления каких-либо неполадок в топливной системе или сети электропитания работать на стенде запрещено до момента устранения неисправностей.

3. Последовательность проведения работ:

1) перед началом проведения работ рекомендуется произвести прокачку топливной системы стенда для предотвращения возникновения воздушной пробки в системе;

2) закрепить форсунки в посадочные места на топливной рампе, в случае необходимости использовать переходные уплотнительные кольца;

3) зафиксировать прижимную планку стенда двумя прижимными болтами;

4) произвести необходимый технологический процесс, следуя пунктам в технологической карте процесса;

5) после выполнения всех запланированных работ необходимо установить заглушки на отверстия в топливной системе, удалить остатки жидкости из мерных цилиндров и произвести уборку рабочего места.

3.3.5 Рекомендации по техническому обслуживанию оборудования:

- 1) регулярно проверять герметичность соединений в топливной системе станда;
- 2) проверять отсутствие разрывов в сети электропитания станда;
- 3) контролировать усилие затяжки болтов крепления прижимной планки;
- 4) рекомендуемая периодичность замены топлива в системе – 50 часов работы на станде.

3.3.6 Распространённые неисправности оборудования (табл. 3.4)

Таблица 3.4 – Наиболее распространённые неисправности оборудования

Признаки неисправности	Неисправность	Способ устранения
Топливо вытекает из соединения топливных трубок	Хомут соединения топливных трубок ослаблен	Произвести затяжку болта хомута
	Хомут соединения топливных трубок неисправен	Заменить неисправный хомут
Оборудование станда не реагирует на электрические сигналы от блока управления	Ослаблены соединения электрических проводов с контактами на форсунке	Провести процедуру повторного соединения
	Ослаблены соединения электрических проводов с контактами на бензонасосе	Провести процедуру повторного соединения

3.3.7 Меры предосторожности при операциях с оборудованием:

- 1) проведение процессов сборки/разборки оборудования, а также его перемещение по рабочей территории допускается только при выполнении надлежащих требований по технике безопасности;
- 2) перед началом проведения работ станд должен быть проверен на наличие неисправностей, в случае их выявления запрещается производить любые операции до устранения неполадок оборудования специалистом;
- 3) перед началом проведения работ оператор станда должен быть ознакомлен с руководством по его эксплуатации, а также с требованиями техники безопасности при работе на данном оборудовании.

4 Разработка технологического процесса диагностирования форсунок бензинового двигателя на стенде

4.1 Принципы работы системы топливоподачи в бензиновых двигателях с применением электронных систем управления

Основной функцией системы питания топливом является обеспечение непрерывного поступления нужного объёма топлива в цилиндры двигателя на всём протяжении его работы [7 – 10].

В данный момент в автомобильной сфере производители в большой степени отдают предпочтение двум системам топливоподачи:

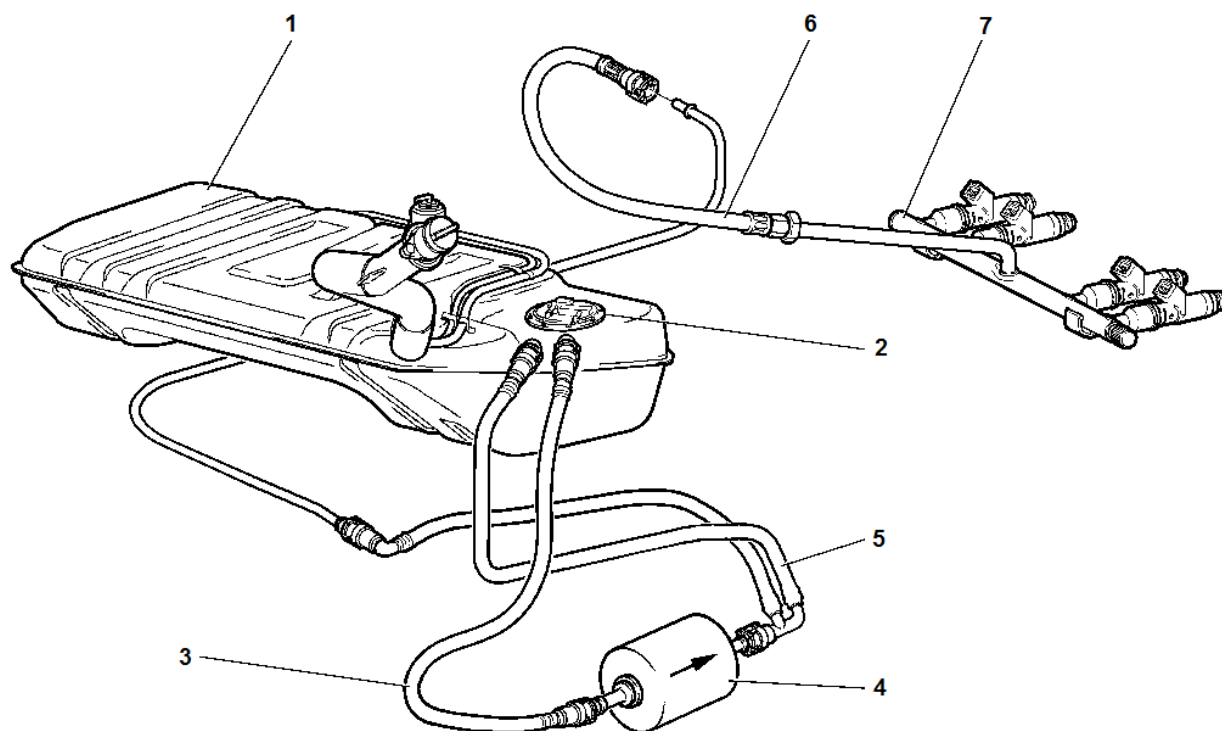
- последовательный распределенный впрыск;
- попарно параллельный впрыск.

Отличия данных систем заключаются в организации процесса топливоподачи, а также местом в системе, где устанавливается регулятор топливного давления (РДТ).

Рассмотрим систему питания с последовательным впрыском топлива (рис. 4.1). В данной системе электронный блок управления задействует форсунки в соответствии порядка работы цилиндров. На четырёхтактном двигателе со схемой работы 1-3-4-2 включение форсунок происходит 1 раз за каждый рабочий цикл или через каждые 2 полных оборота коленвала двигателя. Это позволяет обеспечить одинаковые условия образования смеси для её дальнейшего поступления в цилиндры двигателя на такте впуска. Данная система питания положительно влияет на динамические характеристики автомобиля, улучшает экономические показатели, а также снижает уровень выброса отработавших газов в атмосферу.

РДТ в данной системе установлен непосредственно в бензонасосе. Его задачей является регулирование давления в топливной рампе в диапазоне от 364 до 400 кПа. Выбор необходимого давления зависит от режима, на котором двигатель работает в данный момент времени. Также в этой системе предусмотрено наличие дополнительной магистрали, установленной от

фильтра тонкой очистки до РДТ, для отвода лишнего количества топлива в топливный бак автомобиля.



- 1 – бензобак; 2 – электрический бензонасос с регулятором давления топлива;
3 – топливная магистраль к фильтру очистки топлива; 4 – фильтр тонкой
очистки топлива; 5 – магистраль отвода излишков топлива от фильтра;
6 – магистраль подвода топлива к топливной рампе; 7 – топливная рампа

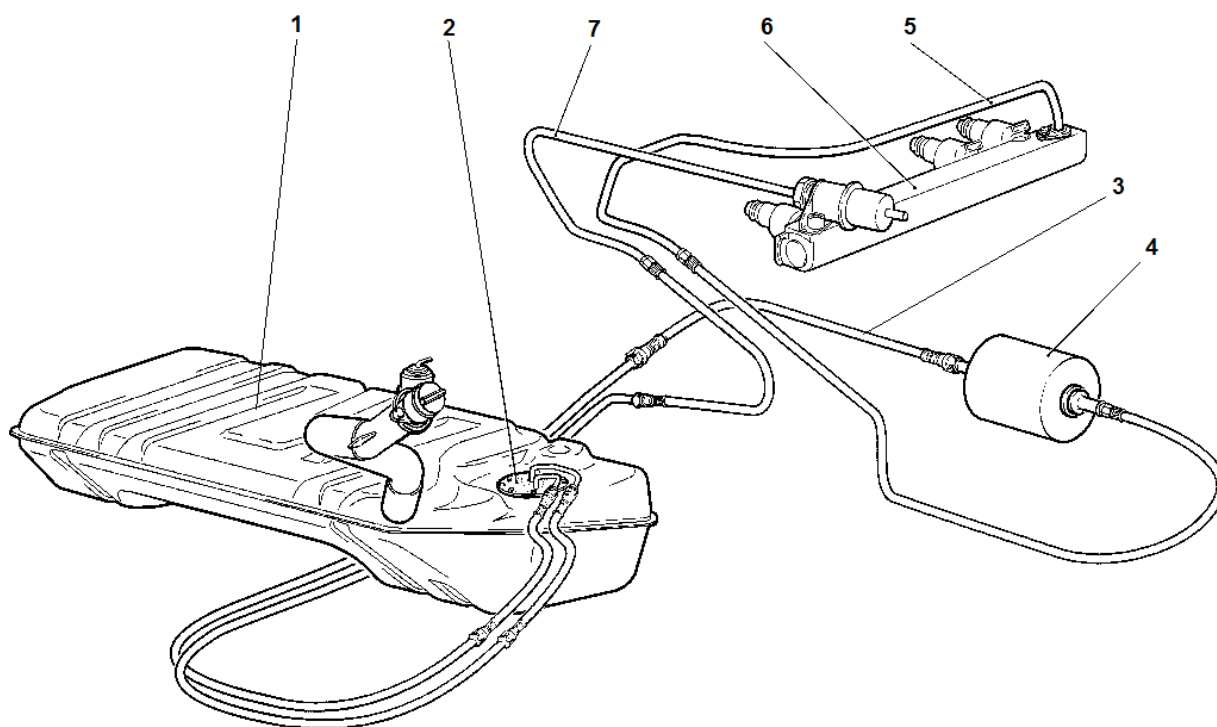
Рисунок 4.1 – Схема питания топливом двигателя с системой последовательного распределённого впрыска

Далее рассмотрим систему подачи топлива с попарно параллельным впрыском (рис. 4.2). В данной системе электронный блок управления задействует форсунки парами. На четырёхтактном двигателе со схемой работы 1-3-4-2 форсунки вступают в работу через каждые пол-оборота коленвала, сначала открываются 1 и 4 форсунки, затем 2 и 3, и парами меняют друг друга.

Впрыск форсунками топлива происходит сначала на такте рабочего хода во впускной коллектор на закрытые впускные клапаны головки блока цилиндров, а также на такте впуска.

Топливо при помощи электрического бензонасоса, размещённого непосредственно в топливном баке автомобиля, поступает сначала к фильтру очистки, а затем из него к топливной рампе и на форсунки. За счёт подачи на форсунки электрических импульсов, происходит их открытие и впрыск необходимого количества топлива, которое моментально испаряясь, смешивается с воздухом, и далее рабочая смесь попадает в камеру сгорания цилиндра. Излишки топлива отводятся по специальной магистрали обратно в топливный бак.

Задачей РДТ является регулирование давления в топливной рампе в диапазоне от 284 до 325 кПа. При этом он должен устанавливать перепад в давлении между трубопроводом топливной рампы и впускным коллектором.



- 1 – бензобак; 2 – электрический бензонасос с регулятором давления топлива;
3 – топливная магистраль к фильтру очистки топлива; 4 – фильтр тонкой
очистки топлива; 5 – магистраль подвода топлива к топливной рампе;
6 – топливная рампа; 7 – магистраль отвода излишков топлива

Рисунок 4.2 – Схема питания топливом двигателя с системой попарно параллельного впрыска

4.2 Выявление распространённых неисправностей системы

питания

В ходе рассмотрения системы питания двигателя была составлена таблица (табл. 4.1), в которой отражены наиболее распространённые неисправности в системе питания, определяющие их признаки при диагностике системы, а также методы решения данных неисправностей.

Таблица 4.1 – Характерные неисправности системы топливоподачи и методы их устранения

Признаки неисправностей	Неисправности	Способы устранения
1	2	3
Запуск двигателя происходит слабо или двигатель сразу прекращает работу	Форсунки загрязнены	Промывка форсунок или их замена
	Сбои в работе регулятора давления топлива	Замена регулятора
Проблемы с запуском двигателя	Отказ электрического реле топливного насоса	Замена электрического реле топливного насоса
	Выход из строя топливного насоса	Замена топливного насоса
	Эксплуатация автомобиля на некачественном топливе	Пользоваться услугами проверенных АЗС
Кратковременное снижение мощности двигателя	Отсутствие герметичности в магистралях системы питания	Подтяжка соединений магистралей, замена неисправных магистралей
	Сбои в работе регулятора давления топлива	Замена регулятора
Повышенная вибрация в работе двигателя	Сбои в работе регулятора давления топлива	Замена регулятора
	Засорение фильтра очистки топлива	Замена фильтра очистки топлива
Увеличенный расход топлива в процессе эксплуатации	Заклинивание запорного клапана форсунки в открытом положении	Замена форсунки
	Сбои в работе регулятора давления топлива	Замена регулятора
	Отсутствие герметичности в магистралях системы питания	Подтяжка соединений магистралей, замена неисправных магистралей

4.3 Технологический процесс диагностики форсунок на стенде

При разработке технологического процесса диагностики форсунок на стенде была сформирована технологическая карта, оформленная в виде таблицы 4.2.

Выполнением данного технологического процесса занимается слесарь по восстановлению и ремонту топливной системы 5-го разряда, трудоёмкость составляет 0,42 чел-ч.

Таблица 4.2 – Технологическая карта диагностирования форсунок на стенде

№ п/п	Порядок выполнения операций	Число мест обслуживания	Место проведения операции	Используемое технологическое оборудование и инструменты	Трудоёмкость, чел-мин	Инструктивные указания и технические условия
1	2	3	4	5	6	7
1	Выполнение подготовительных операций со стендом перед диагностикой				4,5	
1.1	Налить в бачок стенда жидкость для тестирования форсунок	1	Горловина бачка	Канистра с жидкостью для тестирования форсунок LAVR Inject Tester	2,0	При выполнении данной операции необходимо использовать около 3,5 литров жидкости для тестирования форсунок. Во время процесса наполнения нужно проверять уровень жидкости в бачке. Он не должен оказаться выше обратной магистрали
1.2	Налить в УЗ ванну жидкость для промывки форсунок	1	УЗ ванна	Канистра с жидкостью для промывки форсунок в УЗ ваннах LAVR Ultra-Sonic Cleaner	2,0	При выполнении данной операции необходимо использовать около 2,5 литров жидкости для промывки форсунок

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7
1.3	Подсоединить к электрической сети 220 В кабель питания стенда	1	Электрическая розетка	Кабель электропитания	0,5	При подключении стенда к электросети должны включиться индикаторы
2	Закрепление форсунок на стенде				3,0	
2.1	Поставить форсунки в места их крепления на стенде	4	Топливная рампа на стенде	–	2,0	Топливная рампа должна быть прикреплена к стенду двумя болтами
2.2	Закрепить форсунки на стенде при помощи стопорных колец	4	Топливная рампа на стенде	–	1,0	При креплении форсунок необходимо провести проверку их расположения по центру соответствующих мерных цилиндров. В случае нарушения центрирования нужно изменить положение цилиндров
3	Проведение диагностики форсунок				17,5	
3.1	Обследовать систему на герметичность	–	Диагностический стенд	–	2,0	Обследование герметичности системы выполняется при помощи визуального осмотра. Выполняется запуск топливного насоса (кнопка ПУСК на стенде) на 1 минуту. Система считается герметичной, если за данное время не произошло вытекание жидкости из форсунок

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4	5	6	7
3.2	Протестировать форсунки на наличие обрывов и короткого замыкания в цепи	–	Диагностический стенд	–	3,5	Необходимо провести серию тестов электроцепей всех форсунок. На стенде присутствуют индикаторы короткого замыкания и обрыва цепи. Данные индикаторы должны погаснуть в случае исправной работы электроцепи форсунки. При наличии обрыва электроцепи загорается индикатор «ОБРЫВ», а при наличии короткого замыкания – индикатор «КЗ».
3.3	Проанализировать форму распыла топлива	4	Диагностический стенд	Мерные цилиндры	2,0	Проводится визуальный осмотр формы и длины струи распыляемого топлива. Отклонения от нормы свидетельствуют о загрязнении форсунки. В таком случае следует провести промывку форсунки
3.4	Проконтролировать сбалансированность работы форсунок при 3-х различных режимах работы	–	Диагностический стенд	Мерные цилиндры, манометр	10,0	В ходе проведения серии тестов определяются показания изменения давления в топливной системе. При сбалансированной работе системы показания давления на каждой форсунке не будут отклоняться на ± 20 % от среднего показания давления на всех форсунках. При превышении данных показателей следует произвести повторную проверку. В случае подтверждения полученных ранее результатов следует выполнить полную замену комплекта форсунок
Затраченное время					25,0	

5 Безопасность и экологичность участка по обслуживанию и ремонту элементов топливной системы

5.1 Характеристика технологического участка

Таблица 5.1 – Паспорт технологического участка по обслуживанию и ремонту элементов топливной системы

Процесс	Операция, вид работы	Должность сотрудника, осуществляющего работу	Оборудование, применяемое при осуществлении работы	Необходимые ресурсы
Проведение диагностики, восстановления и промывки форсунок	Проведение детальной диагностики форсунок на специализированном оборудовании	Слесарь по восстановлению и ремонту топливной системы	Установка для проведения диагностики и промывки топливных форсунок бензиновых ДВС	Канистра с жидкостью для тестирования форсунок
	Проведение промывки форсунок на специализированном оборудовании	Слесарь по восстановлению и ремонту топливной системы	Установка для проведения диагностики и промывки топливных форсунок, УЗ ванна	Канистра с жидкостью для промывки форсунок
Исследование на герметичность и восстановление герметичности топливных баков	Исследование на герметичность	Слесарь по восстановлению и ремонту топливной системы	Резервуар с водой для исследования на герметичность, пневмонасос	Раствор моющего средства с водой, баллон с воздухом
	Восстановление герметичности и ремонт	Слесарь по восстановлению и ремонту топливной системы	Паяльное оборудование, слесарный стол для проведения паяльных работ	Раствор моющего средства с водой, наждачная бумага, флюс, припой
Проведение диагностики и ремонта топливного насоса	Диагностика и ремонт топливного насоса	Слесарь по восстановлению и ремонту топливной системы	Манометр, мерная ёмкость, инструментальный набор	Ремонтный комплект бензонасоса
Проведение диагностики и ремонта топливных магистралей	Диагностика и ремонт топливных магистралей	Слесарь по восстановлению и ремонту топливной системы	Паяльное оборудование, слесарный стол для проведения паяльных работ, инструментальный набор	Припой, флюс, штуцера, медные трубки, хомуты

5.2 Определение профессиональных рисков при проведении ремонтно-диагностических работ

Таблица 5.2 – Определение профессиональных рисков при проведении ремонтно-диагностических работ

Операция, вид работы	Вредные и опасные факторы, сопровождающие проведение работ	Источник возникновения вредных и опасных факторов при проведении работ
Проведение диагностики, восстановления и промывки форсунок	Ядовитые пары бензина и диагностических жидкостей, острые края и заусенцы на оборудовании, повышенные зрительные нагрузки, недостаток естественного или искусственного освещения рабочего места, монотонность выполняемых работ	Установка для проведения диагностики и промывки топливных форсунок бензиновых ДВС, УЗ ванна, жидкости для тестирования и промывки форсунок
Исследование на герметичность и восстановление герметичности топливных баков	Ядовитые пары диагностических жидкостей, острые края и заусенцы на оборудовании и инструментах, повышенные зрительные нагрузки, термические поражения участков кожи, недостаток естественного или искусственного освещения рабочего места, монотонность выполняемых работ	Резервуар для исследования на герметичность, паяльное оборудование, слесарный стол для проведения паяльных работ, инструменты
Проведение диагностики и ремонта топливного насоса и топливных магистралей	Ядовитые пары диагностических жидкостей, острые края и заусенцы на оборудовании и инструментах, повышенные зрительные нагрузки, термические поражения участков кожи, недостаток естественного или искусственного освещения рабочего места, монотонность выполняемых работ	Паяльное оборудование, слесарный стол для проведения паяльных работ, инструменты

5.3 Мероприятия по уменьшению и устранению влияния вредных и опасных факторов на рабочий персонал

Таблица 5.3 – Мероприятия по уменьшению и устранению влияния вредных и опасных факторов на рабочий персонал

Вредные и опасные факторы, сопровождающие проведение работ	Мероприятия по уменьшению и устранению влияния вредных и опасных факторов	Индивидуальные средства защиты для рабочего персонала
Ядовитые пары бензина и диагностических жидкостей	Допускать персонал к работе следует только после проведения с ним инструктажа по охране труда при выполнении работ на данном оборудовании, следует использовать наиболее экологичные и сертифицированные жидкости для тестирования и промывки форсунок, в процессе работы ёмкости с химическими жидкостями должны быть плотно закрыты	Хлопчатобумажный костюм с влагоотталкивающей пропиткой, полимерный фартук с нагрудником, полимерные нарукавники, нитриловые перчатки, кожаные полуботинки с металлическим подноском, респиратор для защиты органов дыхания
Острые края и заусенцы на оборудовании и инструментах	Регулярное проведение инструктажа с персоналом по технике безопасности при работе с используемым оборудованием и инструментами, рациональная планировка ремонтного участка и расстановка используемого оборудования по его территории, применение на рабочем месте инструмента высокого качества изготовления, размещение предупреждающих знаков и табличек	Хлопчатобумажный костюм с влагоотталкивающей пропиткой, полимерный фартук с нагрудником, полимерные нарукавники, нитриловые перчатки, кожаные полуботинки с металлическим подноском
Термические поражения участков кожи	Регулярное проведение инструктажа с персоналом по технике безопасности при работе с используемым оборудованием и инструментами	Хлопчатобумажный костюм с влагоотталкивающей пропиткой, полимерный фартук с нагрудником, полимерные нарукавники, нитриловые перчатки, кожаные полуботинки с металлическим подноском
Повышенные зрительные нагрузки	Рациональный выбор искусственных осветительных приборов на территории участка, наличие в расписании персонала перерывов на отдых, наличие комнаты отдыха	Лупа на подставке с гибкой стойкой и подсветкой
Недостаток естественного или искусственного освещения рабочего места	Рабочее оборудование следует располагать на рациональном расстоянии от источников естественного освещения, применение искусственных осветительных приборов на территории участка	Штатные лампы освещения, фонари, переносные светильники

5.4 Система обеспечения пожарной безопасности на технологическом участке

5.4.1 Определение опасных факторов пожара

Таблица 5.4 – Определение класса пожара и опасных факторов, сопровождающих его образование

Место	Используемое оборудование	Класс пожара	Опасные факторы, сопровождающие образование пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок для обслуживания и ремонта элементов топливной системы легкового автомобиля	Установка для проведения диагностики и промывки топливных форсунок, паяльное оборудование, слесарный стол для проведения ремонтных работ	В	Искры и открытый огонь, высокая температура в месте проведения работ, высокое содержание ядовитых и едких газов и дыма, снижение количества кислорода в помещении	Образующиеся при пожаре осколки и части разрушенного производственного помещения, а также технологического оборудования и установок; опасность возникновения взрыва, вследствие образования пожара

5.4.2 Необходимые средства для обеспечения пожарной безопасности на технологическом участке

Таблица 5.5 – Средства для обеспечения пожарной безопасности на технологическом участке

Средства первой необходимости при возгорании в помещении	Передвижные средства тушения пожаров	Автоматические системы тушения пожара	Системы пожарной сигнализации	Оборудование для тушения пожара	Средства защиты органов дыхания и зрения	Пожарный инвентарь
1 универсальный порошковый огнетушитель 10 л – ОП-10, 1 огнетушитель водный ОВ-10, 1 углекислотный огнетушитель – УО-5, асбестовое одеяло 2 на 2 м, ящик с песком для присыпания разлитых легковоспламеняющихся жидкостей	Специализированная автомобильная техника пожарной станции	По нормативам не предусмотрено	Автономный тепловой и дымовой пожарные извещатели	По нормативам не предусмотрено	По нормативам не предусмотрено	Песок, ведро, лопата, топор, лом

5.4.3 Меры пожарной безопасности на технологическом участке

Таблица 5.6 – Меры пожарной безопасности на технологическом участке

Название технического отделения	Применяемые меры для обеспечения пожарной безопасности	Список предъявляемых нормативов и требований
Участок для обслуживания и ремонта элементов топливной системы легкового автомобиля	Должен быть оборудован выход на улицу для персонала прямо с территории данного технологического участка	Согласно ОНТП 01-91, «Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 № 4734)
	Перед выполнением диагностики или ремонта элементов топливной системы они должны быть очищены от остатков топлива и грязи	
	Не допускается содержать на территории участка такое количество огнеопасных технологических жидкостей, которое превышает их необходимое количество для одной смены	
	Необходимо проводить регулярное техническое обслуживание и ремонт используемого оборудования на территории участка	Техническое обслуживание следует проводить по расписанию и под личную ответственность проверяющего
	Применяемое технологическое оборудование и инвентарь должны иметь сертификаты соответствия нормам пожарной безопасности	Следует приобретать оборудование и инвентарь, имеющие сертификаты соответствия нормам пожарной безопасности
	Регулярное проведение инструктажа персонала по работе с применяемым оборудованием и инвентарём	Персонал должен расписываться в журнале после каждого проведения с ним инструктажа
	Оборудование на участке должно быть расставлено так, чтобы у работников был свободный доступ к первичным средствам тушения пожара, а также чтобы провести незамедлительную эвакуацию всех работников	Первичные средства тушения пожара должны быть легкодоступны, а пути к эвакуационным выходам должны быть свободны
	Разработка плана эвакуации в случае возникновения пожара	Наличие плана эвакуации
	Регулярный контроль работоспособности и срока годности средств тушения пожара	При выявлении технических неисправностей, а также по истечении срока годности следует производить замену
	Размещение на территории участка наглядной агитации для персонала для обеспечения пожарной безопасности	Следует обеспечить специальный уголок, в котором будут размещены стенды по пожарной безопасности и охране труда

5.5 Система обеспечения экологической безопасности на технологическом участке

Таблица 5.7 – Определение основных экологических факторов на технологическом участке

Название технологического участка	Структурные компоненты технологического участка	Влияние на атмосферу	Влияние на гидросферу	Влияние на литосферу
Участок для обслуживания и ремонта элементов топливной системы легкового автомобиля	Установка для проведения диагностики и промывки топливных форсунок, паяльное оборудование, слесарный стол для проведения ремонтных работ	Испарение бензина, диагностических и промывочных жидкостей, моющих средств	Растворы моющих и чистящих средств, бензин, попадающие в сточные воды	Обтирочная ветошь, наждачная бумага, упаковки от запасных деталей, вышедшие из строя люминесцентные и ртутьсодержащие лампы, изношенные костюмы работников

Таблица 5.8 – Список мероприятий с целью уменьшения негативного антропогенного влияния технологического участка на окружающую среду

Название	Описание
Меры по уменьшению негативного влияния на атмосферу	Применение вентиляционных систем (зонты) на территории проведения процессов диагностики и промывки форсунок, ремонта элементов топливной системы. Вентиляционные системы должны быть оборудованы фильтрами для очистки удаляемого воздуха
Меры по уменьшению негативного влияния на литосферу	Для хранения отходов следует использовать специализированные контейнеры и тары, которые необходимо расположить в специальных местах. После того как была произведена замена люминесцентных и ртутьсодержащих ламп, их следует передать на специальные предприятия для их дальнейшей переработки. Изношенные костюмы работников следует перерабатывать повторно и использовать для производства обтирочного материала
Меры по уменьшению негативного влияния на гидросферу	Для предотвращения попадания сточных вод в водоёмы или канализацию следует применить замкнутую систему оборотного водоснабжения. Также необходимо использовать установки по очистке сточных вод от бензиновых и масляных фракций.

Данный раздел содержит характеристику технологических процессов и операций участка для обслуживания и ремонта элементов топливной системы легкового автомобиля, используемое технологическое оборудование и ресурсы, должности персонала [11 – 13].

Определены профессиональные риски при проведении ремонтно-диагностических работ. Ими являются: ядовитые пары бензина и диагностических жидкостей, острые края и заусенцы на оборудовании и инструментах, повышенные зрительные нагрузки, термические поражения участков кожи, недостаток естественного или искусственного освещения рабочего места, монотонность выполняемых работ. Создан перечень мероприятий по уменьшению и устранению влияния вредных и опасных факторов на рабочий персонал, для которого также были выбраны средства индивидуальной защиты.

Для обеспечения пожарной безопасности на территории технологического участка были сформированы специальные мероприятия, составлен список необходимых средств, а также рассмотрены меры безопасности для предотвращения чрезвычайных ситуаций.

Выполнен анализ факторов, влияющих на экологическую безопасность на технологическом участке. Составлен список мероприятий, целью которых является снижение негативного антропогенного влияния на окружающую среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой выпускной квалификационной работе подробно изучен участок по обслуживанию и ремонту топливной аппаратуры, был разработан список работ, проводимых на участке.

Проведён поиск аналогов разрабатываемого технологического оборудования и на основе результатов построения циклограмм был выбран аналог. Осуществлена разработка стенда для диагностики и промывки форсунок бензиновых ДВС легковых автомобилей. Составлено руководство по его эксплуатации.

При разработке стенда сформирован технологический процесс диагностики и промывки форсунок бензиновых двигателей, который составлен в виде технологической карты.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Епишкин, В.Е. Выпускная квалификационная работа бакалавра: учебно-методическое пособие для студентов направлений подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профиль «Автомобили и автомобильное хозяйство») / В.Е. Епишкин, И.В. Турбин. - Тольятти : ТГУ, 2016. – 130 с.

2 Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста : учеб.-метод. пособие / А. Г. Егоров [и др.] ; ТГУ ; Архитектурно-строительный ин-т ; каф. "Дизайн и инженерная графика". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 98 с.

3 Тахтамышев, Х.М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий : учеб. пособие для вузов / Х. М. Тахтамышев. - Гриф УМО. - Москва : Академия, 2011. - 351 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 346-347. - Прил.: с. 323-345.

4 Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта»: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец - Тольятти: ТГУ, 2012. - 285 с.

5 Малкин, В.С. Методические указания по дипломному проектированию: для студентов специальности 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.С. Малкин, В.Е. Епишкин, Тол.гос. ун-т. – Тольятти. : ТГУ, 2008. - 59 с.

6 Петин, Ю. П. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию / Ю. П. Петин, Е. Е. Андреева; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Проектирование и эксплуатация автомобилей". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 116 с.

7 Выпуск 132. Электрооборудование и ЭСУД бюджетных легковых автомобилей [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М.:

СОЛОН-Пресс, 2015. — 112 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64948 (дата обращения: 20.04.2019).

8 Выпуск 123. Электроника в автомобиле [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2012. — 128 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64967 (дата обращения: 20.04.2019).

9 Ерохов, В.И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика) [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М.: Горячая линия-Телеком, 2011. — 552 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63247 (дата обращения: 20.04.2019).

10 Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию автомобилей Шевроле-Нива : ил. издание / С. Н. Волгин [и др.]. - Москва : Третий Рим, 2009. - 390 с..

11 Горина, Л.Н. Управление безопасностью труда: учеб. пособие / Л. Н. Горина, Т.Ю. Фрезе. – Тольятти: ТГУ, 2010. – 186 с.

12 Горина, Л.Н. Инженерные расчеты уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах : учеб. пособие / Л. Н. Горина, В. Е. Ульянова, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф. управления промышленной и экологической безопасностью. - Гриф УМО. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 134 с.

13 Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебно-методическое пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; каф. управления промышленной и экологической безопасностью. - Тольятти : ТГУ, 2016. - 22 с.

14 Автомобильный справочник / Б. С. Васильев [и др.] ; под общ. ред. В. М. Приходько. – Москва : Машиностроение, 2004. - 704 с.

15 Автомобильный справочник = Automotive Handbook : пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : За рулем, 2004. - 991 с.

16 Rajput, R. K. A Textbook of Automobile Engineering / R.K. Rajput // Laxmi Publications (P) Ltd. – 2015. – 960 p.

17 Zhao, H. Advanced Direct Injection Combustion Engine Technologies and Development: Gasoline and Gas Engines / H. Zhao // CRC Press. – 2010. – Vol. 1. – 324 p.

18 Banish, G. Designing and Tuning High-Performance Fuel Injection Systems / G. Banish // CarTech, Inc. – 2009. – 128 p.

19 Maden, N. Fuel Injection Systems Handbook / N. Maden // Clanrye International. – 2015. – 132 p.

20 Halderman, J. D. Automotive Fuel and Emissions Control Systems (4th Edition) / J. D. Halderman // Pearson Publishing. – 2015. – 480 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			19.БР.ПЭА.290.61.00.000 СБ	Сборочный чертеж	3	
<u>Сборочные единицы</u>						
		1	19.БР.ПЭА.290.61.01.000	Рама стенда	1	
		2	19.БР.ПЭА.290.61.02.000	Дверь	1	
		3	19.БР.ПЭА.290.61.03.000	Ящик	1	
		4	19.БР.ПЭА.290.61.04.000	Корпус	1	
		5	19.БР.ПЭА.290.61.05.000	Фитинг Т-образный	1	
<u>Детали</u>						
		6	19.БР.ПЭА.290.61.03.006	Ручка ящика	1	
		7	19.БР.ПЭА.290.61.00.007	Уголок прижимной	1	
		8	19.БР.ПЭА.290.61.01.008	Настил каркаса	1	
		9	19.БР.ПЭА.290.61.01.009	Столешница	1	
		10	19.БР.ПЭА.290.61.04.010	Поддон	1	
		11	19.БР.ПЭА.290.61.00.011	Стакан прижимной	1	
		12	19.БР.ПЭА.290.61.04.012	Крышка корпуса	2	
		13	19.БР.ПЭА.290.61.00.013	Пробка	1	
		14	19.БР.ПЭА.290.61.00.014	Крышка пробки	1	
		15	19.БР.ПЭА.290.61.04.015	Кронштейн	1	
		16	19.БР.ПЭА.290.61.00.016	Шпилька	2	
		17	19.БР.ПЭА.290.61.00.017	Шайба	1	
		18	19.БР.ПЭА.290.61.02.018	Ручка двери	1	
19.БР.ПЭА.290.61.00.000 СБ						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Манджгаровили Р.Э.				
Пров.		Кравцова Е.А.				
Н.контр.		Егоров А.Г.				
Утв.		Бобровский А.В.				
				Стенд для проверки и очистки топливных форсунок		
				Сборочный чертеж		
		Лит.	Лист	Листов		
			1	2		
						ТГУ ИМ, гр. ЭТКД-1501
Копировал						Формат А4

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Зона	Поз.							
					<i>Стандартные изделия</i>			
			19		Болт М5х15 ГОСТ 7798-70	3		
			20		Шайба 5Н ГОСТ 6402-70	3		
			21		Шайба 5 ГОСТ 11371-78	6		
			22		Гайка М5 ГОСТ 5915-70	3		
			23		Болт М10х25 ГОСТ 7798-70	2		
			24		Шайба 10Н ГОСТ 6402-70	2		
			25		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	10		
			26		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	8		
			27		Гайка М6 ГОСТ 5915-70	2		
			28		Болт М6х55 ГОСТ 7798-70	2		
			29		Гайка М6 ГОСТ 3304-78	2		
			30		Винт М10х40 ГОСТ 17474-80	8		
			31		Винт М3,2х10 ГОСТ 17473-80	4		
			32		Винт М5х10 ГОСТ 17473-80	12		
					<i>Покупные изделия</i>			
			33		Мерный цилиндр SANPLATEC 1014	4		
			34		Манометр МТИ-К	2		
			35		Топливная рампа ДВС	1		
					Opel Omega A 2.0i			
			36		Рукав напорный ВГ-20 ТУ 38-105998-91	1	длина 3,6 м	
			37		Регулятор давления ДВС	1		
					Opel Omega A 2.0i			
			38		Бачок омывателя ветрового стекла ВАЗ-2106	1		
			39		Бензонасос Bosch 0 580 453 453	1		
			40		Хомут STR 37802-22	12		
			41		Блок "Реаниматор форсунок"	1		
Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	19.БР.ПЭА.290.61.00.000 СБ			Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				2

Копировал

Формат А4