

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)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Установка для промывки и испытания форсунок топливной системы
легковых автомобилей»

Обучающийся

Д.В. Шуньков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент М.В. Прокопьев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.ф-м.н., доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

Аннотация

Тема бакалаврской работы: «Установка для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей». ВКР выполнена на базе транспортного участка, входящего в структуру ООО «Нефтехимремонт».

В первом разделе представлена характеристика топливного участка в ООО «Нефтехимремонт», представлен режим работ, перечень работников, их квалификация, произведен расчет производственных площадей топливного участка.

Во втором разделе проведен анализ существующих реаниматоров форсунок. Выбран аналог «Реаниматор форсунок «Плазма 6000», на основании которого будем разрабатывать оборудование. Выбор аналога произведен по результатам сравнительный характеристик на основе циклограммы.

В третьем разделе разработана конструкция стенда, произведены необходимые расчеты, представлена конструкция стенда, паспорт. Таким образом, выполнен полный комплект документации для изготовления стенда, и, запуска, в том числе, в серийное производство.

В четвертом разделе представлена технологическая карта диагностирования форсунок на стенде. Представлены характерные неисправности, требующие ремонта.

В пятом разделе описаны возможные негативные воздействия на слесарей, осуществляющих работу на топливном участке, разработаны мероприятия по их минимизации.

Содержание

Введение	4
Термины и определения.....	6
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Аналитическая проработка участка по ремонту топливной аппаратуры	8
2 Поиск аналогичных устройств	11
3 Разработка конструкции стенда для промывки форсунок	19
3.1 Расчет и разработка конструкции.....	19
3.2 Паспорт стенда	37
4 Технологический раздел	42
5 Безопасность и экологичность объекта.....	48
Заключение	58
Список используемой литературы	61

Введение

Обслуживание и ремонт топливных систем легковых автомобилей уже в 2020-х годах может стать одной из самых актуальных работ для СТО и специализированных компаний, занимающихся обслуживанием форсунок и ТНВД на постсоветском пространстве. Количество легковых автомобилей растет, а это значит, что вырастет востребованность сервисов их обслуживающих, способных качественно и оперативно отремонтировать элементы дизельного двигателя, особенно форсунок и топливных насосов высокого давления (ТНВД), которые и осуществляют впрыск в форсунки поршней, как ключевых.

В связи с этим тема бакалаврской работы «Установка для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей», актуальна.

Объектом работы является – процесс обслуживания и эксплуатации форсунок топливной системы легковых автомобилей.

Предметом – оборудование для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей.

Цель работы – разработка конструкции оборудования для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей.

Задачи бакалаврской работы:

- представить характеристику топливного участка в ООО «Нефтехимремонт», представлен режим работ, перечень работников, их квалификация, произведен расчет производственных площадей топливного участка;
- провести анализ существующих реаниматоров форсунок, выбрать аналог, на основании которого разработаем конструкцию оборудования;
- выбрать аналог устройства для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей и произвести по результатам сравнительной характеристике на основе циклограммы;

- разработать конструкцию стенда, произвести необходимые расчеты, представить конструкцию стенда, паспорт;
- выполнить полный комплект документации для изготовления стенда, и, запуска, в том числе, в серийное производство;
- представить характерные неисправности топливных форсунок, требующие ремонт;
- предоставить технологическую карту диагностирования форсунок на стенде;
- описать возможные негативные воздействия на слесарей, осуществляющих работу на топливном участке, разработаны мероприятия по их минимизации.

Термины и определения

Топливный участок – участок, предназначенный для проверки, регулировки и мелкого ремонта приборов системы питания.

Топливная форсунка (инжектор) – элемент системы впрыска автомобиля с бензиновым или дизельным двигателем внутреннего сгорания.

Перечень сокращений и обозначений

АТП – автотранспортное предприятие.

КД – конструкторская документация.

КПП – коробка переключения передач.

ОВПФ – опасные и вредные производственные факторы.

ООО – общество с ограниченной ответственностью.

СТО – станция технического обслуживания.

ТНВД – топливный насос высокого давления.

ТС – транспортное средство.

1 Аналитическая проработка участка по ремонту топливной аппаратуры

Участок ремонта топливной аппаратуры предназначен для проведения работ по восстановлению работоспособности различных элементов топливной системы автомобиля, таких как: форсунки, насосы, регуляторы давления и другие компоненты. Основная задача – обеспечение эффективной и надежной работы топливной аппаратуры, что в свою очередь влияет на работу двигателя и общую производительность автомобиля. В процессе ремонта проводится диагностика, очистка, регулировка, и, при необходимости, замена изношенных или поврежденных деталей. Это позволяет продлить срок службы топливной аппаратуры, снизить затраты на ее обслуживание и повысить экологичность автомобиля за счет более точного контроля состава топливной смеси.

Оборудование участка ремонта топливной аппаратуры может включать в себя различные стенды и приборы для диагностики, очистки и тестирования компонентов топливной системы, таких как: стенды для проверки форсунок и насосов, ультразвуковые ванны для очистки деталей, приборы для измерения давления топлива, тестеры для проверки регуляторов давления, различные инструменты и верстаки, оборудование для хранения и транспортировки топлива и специальных жидкостей. Кроме того, на участке ремонта топливной аппаратуры могут использоваться сварочные аппараты, инструменты для механической обработки деталей, а также оборудование для контроля качества выполненных работ.

Режим работы на участке ремонта топливной аппаратуры зависит от конкретной организации и типа обслуживаемых автомобилей. Обычно участок работает в две или три смены, чтобы обеспечить круглосуточное обслуживание техники. В некоторых случаях может потребоваться дополнительное сверхурочное или ночное время для проведения срочных

ремонтных работ или обслуживания крупных автопарков, но, обязательно в соответствии Трудового кодекса РФ [26].

Продолжительность работы участка ремонта топливной аппаратуры определяется объемом работ, наличием запасных частей и другими факторами. В среднем, время выполнения работ может составлять от нескольких часов до нескольких дней, в зависимости от сложности ремонта и наличия необходимых деталей. ООО «Нефтехимремонт» режим работников топливного участка: 2 дня работают, 2 отдыхают. Продолжительность рабочей смены 12 часов, с 08.00 до 20.00, с обеденным перерывом с 12.30 до 13.30.

Помещения для персонала участка ремонта топливной аппаратуры ООО «Нефтехимремонт» соответствуют требованиям охраны труда. В наличии: раздевалка, душевая, комната отдыха, медпункт и другие необходимые помещения для обеспечения комфортных условий работы. Выполняют работы на топливном участке – 5 человек – специалисты по ремонту топливной аппаратуры 5-го разряда.

Определим производственную площадь. Расчет производственной площади участка ремонта топливной аппаратуры производится на основе нормативов площади на одного рабочего, количества рабочих мест, а также требований к размещению оборудования и организации рабочих зон. В общем случае, площадь участка должна быть достаточной для размещения всего необходимого оборудования, обеспечения свободного доступа к рабочим местам и соблюдения правил безопасности [21].

Рассчитаем необходимую производственную площадь подразделения в первом приближении [2]:

$$F_{np} = K_{nl} \cdot \sum F_{обор} \quad (1)$$

где « $\sum F_{обор}$ » – сумма проекций всего технологического оборудования транспортно-технологическом участке;

K_{nl} – коэффициент учета компактности расположения оборудования, в нашем случае: $K_{nl} = 4,0$ » [9].

$$\begin{aligned} F_{пр} &= 3 \cdot (0,5 \cdot 0,6 + 0,4 \cdot 0,5 + 1 \cdot 2 + 0,4 \cdot 0,6 + 0,6 \cdot 0,5 + 0,6 \cdot 0,8 + 1 \cdot 0,5 \\ &\quad + 1 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 1,2 + 1,5 \cdot 0,85 \cdot 2) \\ &= 3 \cdot (0,3 + 0,2 + 2 + 0,24 + 0,3 + 0,48 + 0,5 + 0,96 + 2,55) \\ &= 3 \cdot 5,03 \sim 15 \text{ м}^2 \end{aligned}$$

По итогу расчета, на основе рассчитанной площади производственных площадей в первом приближении, принимаем итоговую площадь равной $F_{ТА} = 18,0 \text{ м}^2$.

Схема производственного участка ремонта топливной аппаратуры представлена на листе 1 графической части ВКР и включает в себя информацию о расположении оборудования, рабочих мест и зон, порядке выполнения работ.

Выводы: в разделе представлена характеристика топливного участка в ООО «Нефтехимремонт», представлен режим работ, перечень работников, их квалификация, произведен расчет производственных площадей топливного участка. Делаем вывод, что площадь участка достаточна для размещения всего необходимого оборудования, обеспечения свободного доступа к рабочим местам и соблюдения правил безопасности.

2 Поиск аналогичных устройств

Цель работы – разработка конструкции оборудования для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей. Соответственно, необходимо провести поиск аналогов, на базе которых будет разработана конструкция.

Реаниматор форсунок (Injector Reanimator v 2.0), производится компанией «Triumph Industry Group», являющаяся одним из лидеров в области производства автомобильной химии и аксессуаров. Компания была основана в 1998 году и имеет представительства в многих странах мира.

Реаниматор форсунок – это устройство, предназначенное для восстановления нормальной работы форсунок в топливной системе автомобиля. Он может использоваться для очистки, регулировки или замены изношенных или загрязненных деталей форсунок, что позволяет улучшить производительность двигателя и снизить расход топлива (рисунок 1).

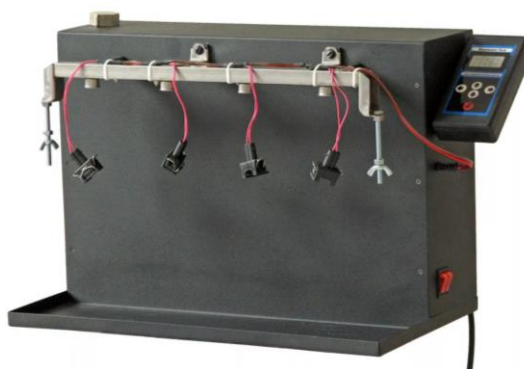


Рисунок 1 – Injector Reanimator v 2.0

Технические характеристики реаниматора форсунок Injector Reanimator v 2.0 в режиме «проверка»:

- напряжение питания: 12-14 Вольт;
- ток потребления: не более 0,5 Ампер;
- рабочая температура: от -5°C до +40°C;

- размеры: 65x55x30 мм;
- вес: 80 г;
- время проверки: 5-10 минут;
- тип форсунок: бензиновые, дизельные, газовые;
- объем очищающей жидкости: 50-100 мл;
- температура очищающей жидкости: от +10°C до +60°C.

«Принцип работы Injector Reanimator в режиме «проверка» заключается в следующем:

- устройство подключается к аккумулятору автомобиля и к форсункам;
- в устройство заливается специальная жидкость для очистки;
- включается режим «проверка», и жидкость начинает циркулировать по системе, очищая форсунки»
- во время очистки форсунок устройство контролирует их работу, измеряя давление, время впрыска и другие параметры» [8].

После окончания проверки устройство выдает результаты, показывающие состояние форсунок и необходимость их ремонта или замены.

«Рекомендуемые для проверки производительности параметры:

- количество импульсов открытия форсунок – 2000;
- время открытия форсунок – 9,9 mS;
- временной интервал между импульсами – 10 mS» [5].

Средняя стоимость на рынке около 80 000 рублей.

Рассмотрим еще один аналог устройства «реаниматор «Триумф 6», которое также производится компанией Triumph Industry Group. Реаниматор форсунок «Триумф-6» является продуктом, предназначенным для восстановления и продления срока службы форсунок в автомобильных двигателях (рисунок 2). Он помогает очистить и защитить форсунки от различных загрязнений, которые могут накапливаться в процессе эксплуатации автомобиля.



Рисунок 2 – «Триумф-6»

Использование реаниматора форсунок «Триумф 6» позволяет улучшить работу двигателя, повысить его мощность и экономичность, а также продлить срок службы форсунок. Однако перед использованием этого продукта необходимо внимательно прочитать инструкцию и следовать всем рекомендациям производителя.

Основное отличие данного устройства от других заключается в том, что оборудование имеет в измерительные колбы и дополнительный бак для проверочной жидкости. Кроме того, «Триумф 6» представляет возможность очистить форсунки без снятия, как на заведенном двигателе, так и на незаведенном двигателе. Дополнительно в «Триумф 6» имеется комплект переходников. Вес устройства – 14 кг, габаритные размеры: 370x295x333 мм. Средняя стоимость на рынке около 80 000 рублей.

Далее рассмотрим еще одно устройство: реаниматор форсунок «Плазма 600 М», который производится отечественной компанией «Экологджик» (рисунок 3).



Рисунок 3 – Реаниматор форсунок «Плазма 600 М»

«Многофункциональный комплекс «Плазма 600 М» предназначен для тестирования и очистки от 1-й до 6-и бензиновых форсунок всех типов. «Плазма 600 М» осуществляет:

- автоматическое определение сопротивления форсунок с выводом данных на экран;
- автоматические циклы тестов форсунок (режим «одной кнопки» для начинающих пользователей);
- визуальный контроль формирования и направления «факела» распыла топлива форсунками впрыска при работе на различных режимах (Комплекс оснащен специальной камерой визуального контроля);
- контроль гомогенности «факела» распыла для форсунок высокого давления (непосредственный впрыск);
- имитацию любых режимов работы форсунок (холостой ход, режим работы двигателя под нагрузкой и т. д.);
- ведение собственной базы данных рабочих параметров форсунок (для сравнительного анализа);
- написание собственных многоуровневых тестирующих программ;

- проверку герметичности клапанов форсунок впрыска всех типов и состояния возвратной пружины клапана форсунок (комплекс оснащен специальной фиксатором для установки форсунок в обратном положении);
- измерение давления открытия клапанов механических форсунок;
- измерение производительности (топливоотдачи) форсунок впрыска в статическом и динамическом режимах;
- обратную промывку форсунок для удаления остатков загрязнений после ультразвуковой очистки (комплекс оснащен комплектом специальных адаптеров и проставок);
- осуществляется ультразвуковая чистка форсунок;
- химическую очистку топливоподачи инжекторных двигателей (камеры сгорания, впускных и выпускных клапанов, поршневых колец, топливной рампы и редукционного клапана) без демонтажа форсунок с двигателя автомобиля» [12].

«Отличительные особенности комплексов «Плазма 600 М» от аналогичного оборудования, представленного на рынке диагностики и очистки топливных систем: измерение сопротивления форсунок и диагностика на КЗ с выводом» [5]. Стоимость устройства около 130 000 рублей.

Стенд очистки и проверки форсунок GrunBaum INJ6000, который производится компанией GrunBaum. (рисунок 4)

«Технические характеристики стенда очистки и проверки форсунок GrunBaum INJ6000: питание: 220 В, 50 Гц, потребляемая мощность: 450 Вт, давление тестирующей жидкости: 0 – 6,5 бар, габаритные размеры: 385x410x500 мм, вес: 35 кг» [5]. Средняя стоимость на рынке около 100 000 рублей.



Рисунок 4 – Стенд очистки и проверки форсунок GrunBaum INJ6000

Анализ существующего оборудования показывает, что рынок оборудования по очистке и проверке форсунок достаточно обширен, стоимость оборудования примерно 100 000 рублей. В данной работе мы разработаем конструкцию стенда, который будет эксплуатироваться в ООО «Нефтехимремонт» на топливном участке, особенность которого: проверка топливных форсунок средней мощности. Это необходимо учитывать при дальнейших расчетах. Подбор деталей и узлов для разработки конструкции показал, что для самостоятельного изготовления стенда подойдет следующие комплектующие: топливная рампа и регулятор давления от двигателя Opel Omega A 2.0i, бачок омывателя ветрового стекла от автомобиля ВАЗ 2106 в качестве ёмкости для бензина, бензонасос Bosch 0 580 453 453 от ВАЗ 2110. Представленные комплектующие выбраны от представленных транспортных средств, поскольку в ООО «Нефтехимремонт» имеется списанное транспортное оборудование данных марок и моделей. С учетом мощностей предприятия, для которого выполняется разработка, рассчитаем количество импульсов открытия форсунок.

$$P_1 = \frac{5000}{2550} = 1,9 \quad (2)$$

$$P_2 = \frac{5000}{3000} = 1,6 \quad (3)$$

«Минимальное время открытия форсунок» [3]:

$$P_1 = \frac{1,5}{1} = 1,5 \quad (4)$$

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

«Минимальный интервал между импульсами» [3]:

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

$$P_2 = \frac{8}{6} = 1,3 \quad (7)$$

«Рабочее давление системы» [3]:

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

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

«Количество форсунок на стенде следует увеличить» [3]:

$$P_1 = \frac{4}{6} = 0,6 \quad (10)$$

$$P_2 = 1 \quad (11)$$

«Стоимость аналога [3]:

$$P_1 = \frac{130500}{5500} = 23,7 \quad (12)$$

$$P_2 = \frac{130500}{67000} = 1,9 \quad (13)$$

По итогам расчета разработаем циклограмму, которая представлена на листе 2 графической части ВКР. Расчетные данные сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчетные данные

Показатель	Injector Reanimator v 2.0	Триумф 6	«Плазма 600 М»
Количество импульсов открытия форсунок	2550	3000	5000
Время открытия форсунок, мС	1,5	1,2	1
Интервал между импульсами, мС	10	8	6
Рабочее давление системы, бар	2,5	4,9	12
Количество форсунок	4	6	6
Стоимость, руб.	80 000	80 000	130 000

По итогам анализа разработана циклограмма, которая представлена на листе 2 графической части ВКР. Стенд «Плазма 600 М» взят за основу разрабатываемой конструкции, с учетом мощностей и потребности ООО «Нефтехимремонт».

Выводы: в разделе проведен анализ существующих реаниматоров форсунок. Выбран аналог «Плазма 600 М», на основании которого будем разрабатывать оборудование. Выбор аналога произведен по результатам сравнительный характеристик на основе циклограммы.

3 Разработка конструкции стенда для промывки форсунок

3.1 Расчет и разработка конструкции

Конструкция стенда для форсунок должна быть разработана с учетом требований к его функциональности и безопасности. Этапы расчета и разработки конструкции включают в себя:

- определение основных параметров стенда: его размеров, массы, грузоподъемности и т.д.;
- выбор материалов для изготовления стенда, которые должны обеспечивать его прочность и долговечность;
- разработка чертежей и схем стенда, включая его основные элементы (стойки, раму, крепления для форсунок и т.д.);
- проведение расчетов на прочность и жесткость всех элементов стенда;
- разработка системы управления стендом, которая должна обеспечивать его безопасную работу и контроль параметров форсунок;
- изготовление опытного образца стенда и его тестирование;
- доработка конструкции стенда по результатам испытаний и подготовка документации для серийного производства.

«Стенд для промывки форсунок относится к ремонтной технике, и может быть использовано при сборочных и разборочных работах на системе питания легковых автомобилей, с системой распределенного впрыска топлива. Оно может быть использовано на АТП и СТО, где проводится ТО и Р легковых автомобилей. Стенд 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» [6].

Разработка выполняется по заданию на выполнение бакалаврской работе.

Цель работы – разработка конструкции оборудования для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей. По итогам анализа разработана циклограмма, которая представлена на листе 2 графической части ВКР. Стенд «Плазма 600 М» взят за основу разрабатываемой конструкции, с учетом мощностей и потребности ООО «Нефтехимремонт». При разработке конструкции стенда, проведен патентный поиск для соблюдения «патентной чистоты».

Поскольку разработка выполняется самостоятельно, необходимо минимизировать количество используемых деталей, выбор унифицированных деталей и комплектующих, снижения сложности технологического процесса изготовления, поскольку разработка проводится с учетом средних мощностей ООО «Нефтехимремонт». Все вышеперечисленное позволит создать экономически и технологически более выгодную конструкцию стенда для использования ее не только на производственных площадях ООО «Нефтехимремонт», но и для использования на АТП и СТО, осуществляющих ремонт топливной аппаратуры, различных мощностей производства.

Необходимые компетенции для осуществления разработки получены из различных источников, в том числе: электронная библиотека «Тольяттинского государственного университета», информационная база патентов Федерального института промышленной собственности, справочная и научная литература.

Конструкция стенда очистки форсунок должна соответствовать следующим требованиям:

- прочность и надежность (стенд должен быть изготовлен из качественных и прочных материалов, способных выдерживать давление и вибрации, возникающие во время работы);
- легкость в использовании (оператор должен иметь легкий доступ ко всем элементам управления и настройкам стенда, это включает в себя простоту подключения форсунок и легкость их замены при необходимости);

- безопасность (оборудование должно быть разработано с учетом требований безопасности, иметь защиту от короткого замыкания, перегрузки и других потенциальных опасностей);
- универсальность (конструкция стенда должна позволять работать с различными типами форсунок, включая те, которые используются в современных автомобилях);
- эффективность очистки (стенд должен обеспечивать качественную очистку форсунок, удаляя все виды загрязнений и нагара);
- автоматизация процесса (некоторые модели стендов могут быть оснащены автоматическими функциями для упрощения работы оператора);
- возможность регулировки параметров очистки (конструкция должна предусматривать возможность настройки параметров очистки, таких как давление и продолжительность процесса);
- эргономичный дизайн (стенд должен обладать эргономичной конструкцией для удобства работы оператора и обеспечения его комфорта).

В разрабатываемой конструкции стенда должны применяться покупные изделия, соответствующие требованиям государственного стандарта – автомобильные запчасти, крепежные изделия и т.д. Рекомендуемые техническая характеристика представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики

Параметр	Показатель
длина стенда, мм	не более 600
ширина стенда, мм	не более 600
высота стенда, мм	не более 2000
масса стенда в сборе, кг	не более 100

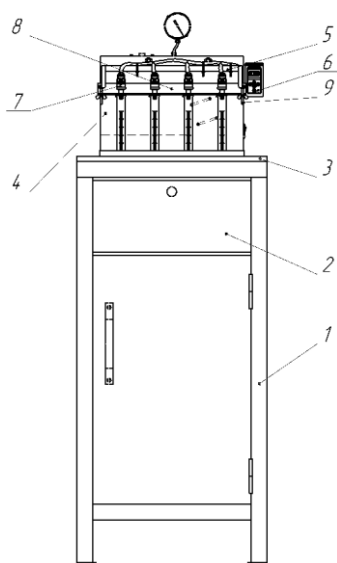
В своей работы мы предлагаем электрический привод стенда. Предполагаемое рабочее давление – 2-5 бар.

Сроки выполнения проекта установим в соответствии с календарным графиком учебного процесса группы ЭТКбд1802а:

- составление технического задания – 10.05.2023г;
- выполнение технического предложения и эскизного проекта – 01.08.2023г;
- разработка общего вида стенда в объеме эскизного проекта – 10.09.2023г.;
- утверждение общего вида стенда – 01.11.2023г.

КД на этапе ТЗ согласовывается с руководителем ВКР, а также преподавателями кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей».

Далее техническое предложение также согласовывается с руководителем ВКР и является основанием для конструкции. Схематично предлагаемая конструкция представлена на рисунке 5.



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

Рисунок 5 - Устройство стенда

Схема стенда разработана на основе аналога, полученного по результатам анализа, в разделе 2.

Фундамент конструкции составляет нижний каркас стола (1). Предлагаем конструкцию стола изготовить из стандартных деталей листа углового профиля. Лист изгибается на прессе (или подручными средствами), и, таким образом, основание стенда укрепляется уголком 15x15 мм. Над нижним каркасом располагаем вспомогательный ящик (2), для необходимых инструментов работника, осуществляющего работу с данным оборудованием.

На фундаменте конструкции располагаем столешница (3). Материал столешницы сверху: лист стали, снизу: фанера. Столешница привинчивается к фундаменту конструкции.

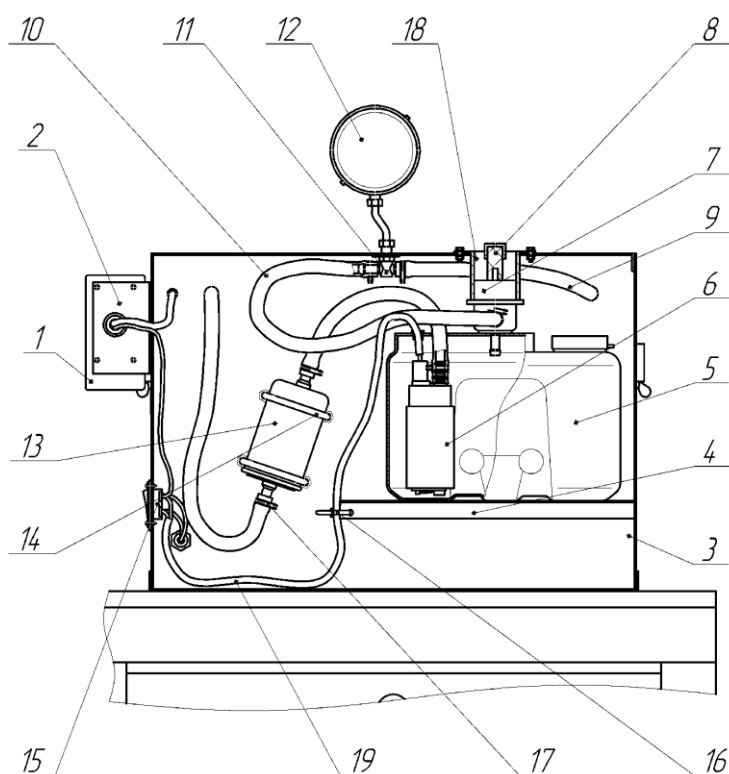
На схеме видно, что сверху столешницы установлено гидравлическое оборудование в корпусе (4). Материал изготовления корпуса: тонколистовая низколегированная сталь.

«Снаружи на корпусе размещаются: топливная рампа от двигателя Opel Omega A 2.0i (5), блок управления реаниматора форсунок (6), катушки промываемых инжекторов (7). Инжекторы (7) 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» [22].

Основным управляющим блоком конструкции является блок (1) «Реаниматор форсунок». Он куплен готовым в магазине автомобильных деталей.

Блок (1) закрепляется «на корпусе через согнутый кронштейн 2. В средней части корпуса закрепляем 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 устанавливаем регулятор давления (7) от двигателя Opel Omega A 2.0i. Один патрубок регулятора выведен в бачок, другой подключен к сливному патрубку (9) топливной рампы. Воздушный патрубок регулятора заглушен пробкой (8) на время

хранения, во время работы пробка снимается, чтобы не мешать работе диафрагмы регулятора (рисунок 6)» [22].



1 – блок «реаниматор», 2 – кронштейн, 3 – корпус стенда, 4 – кронштейн, 5 – бачок, 6 – топливный насос, 7 – регулятор давления от двигателя Opel Omega A 2.0i, 8 – пробка воздушного патрубка регулятора, 9 – сливная магистраль, 10 – трубопроводы стенда, 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 стенда.

Рисунок 6 - Рабочее оборудование стенда для ремонта энергоаккумуляторов

«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 болты М5» [22].

«От насоса 6 напорная магистраль проходит через топливный фильтр (13), и выходит наружу корпуса, на вход топливной рампы. Фильтр прикручивается к стенке корпуса через две U-образные шпильки (14). Электрооборудование состоит из подвода питания через стенку корпуса, питание идет на насос (6), питание катушек инжекторов и блок управления через выключатели (15). Электропроводка закрепляется внутри корпуса пластиковыми хомутами (16)» [22]. Электрическая схема представлена на рисунке 7.

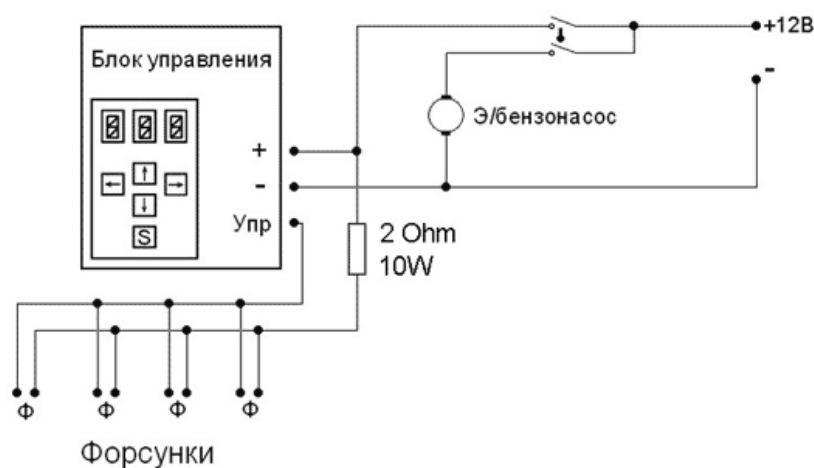


Рисунок 7 - Электрическая схема стенда

Используемый в конструкции топливный фильтр – полнопоточный, крепится рядом с топливным баком (рисунок 8).

Топливный фильтр для автомобиля ВАЗ-2110 имеет следующие характеристики: тип фильтра: бумажный, производительность: 60 л/ч, тонкость фильтрации: 10-20 мкм, давление отсечки: 0,3 бар, присоединительные размеры: М14х1,5. Важно помнить, что топливный фильтр необходимо менять каждые 30 000 км пробега или раз в год, в зависимости от того, что наступит раньше [10].



Рисунок 8 – Топливный фильтр ВАЗ-2110

В конструкции используется мерный цилиндр 1015 из РМР (Polymethylpentene Polymer) представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Мерный цилиндр Sanplatec-1015

Мерный цилиндр объемом 10 мл и высотой 5 см обычно имеет маркировку «10 мл» или «10 mL» на боковой стенке. Он используется для измерения объема жидкостей в лабораторных исследованиях и изготовлен либо из стекла, пластика или нержавеющей стали, имеет объем 200 мл, обладает высокой термической (до 170⁰С) и химической стойкостью.

Этапы работы на стенде:

- подключение форсунки к стенду (форсунка подключается к соответствующим разъемам на стенде, обеспечивая ее электрическое и механическое соединение);

- настройка параметров очистки (настройка параметров очистки: давление, продолжительность процесса и тип чистящей жидкости)
- заполнение емкости чистящей жидкостью (ёмкость станда заполняется специальной чистящей жидкостью, которая будет использоваться для очистки форсунок);
- запуск процесса очистки (процесс очистки, который может занимать от нескольких минут до нескольких часов, в зависимости от степени загрязнения форсунки);
- контроль процесса очистки (в течение всего процесса очистки оператор контролирует параметры работы станда и состояние форсунки);
- завершение процесса очистки (по окончании процесса очистки форсунка отключается от станда, а чистящая жидкость сливается из емкости);
- проверка качества очистки (форсунка проверяется на качество очистки, ее производительность и соответствие техническим требованиям);
- очистка и сушка форсунки (форсунка очищается от остатков чистящей жидкости и сушится перед установкой на автомобиль);
- установка форсунки на автомобиль (после проверки и очистки форсунка устанавливается на место на автомобиле).

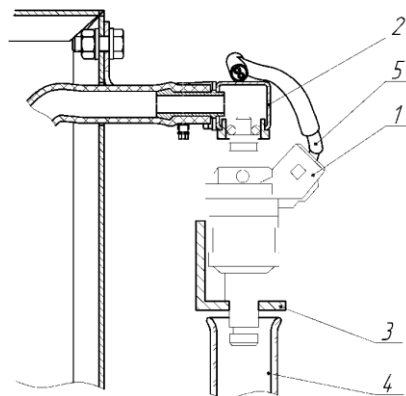
При разработке конструкции были использованы покупные изделия, комплектующие и расходный материал: «манометр МТИ-К 1216 (технические характеристики: диаметр корпуса 80 мм, класс точности 0,6, диапазон давления: от 1 до 5 кгс/см²), блок «реаниматор форсунок» позволяет проверить производительность форсунок, а затем очистить их благодаря специальному режиму работы» [13].

Технические характеристики «Реаниматора форсунок» в режиме «проверка»:

- «количество импульсов открытия форсунок – 10...2550;

- время открытия форсунок – 1,5...9,9 mS;
- временной интервал между импульсами – 10...100 mS» [12].

Установку форсунок на стенд следует производить в определенной технологической последовательности (рисунок 10).



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

Рисунок 10 – Установка форсунки на стенд

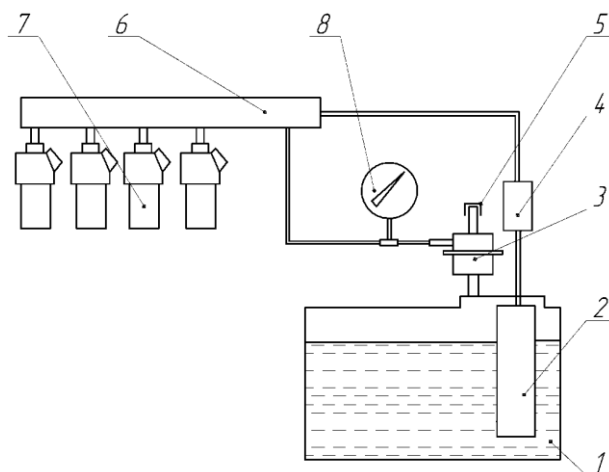
Этапы установки форсунок на стенд могут различаться в зависимости от конкретной модели стенда и типа форсунок, но обычно включают следующие шаги:

- подготовка стенда к работе (проверка соединений, кабелей, шлангов и других компонентов на наличие повреждений и корректность установки);
- выбор форсунок для очистки: определить тип форсунок, их размеры и характеристики, а также степень загрязнения;
- подключение форсунок к стенду: форсунки подключаются к соответствующим разъемам стенда, используя специальные адаптеры или переходники, если это необходимо;
- настройка параметров очистки;
- заполнение емкости стенда чистящей жидкостью;

- запуск процесса очистки;
- контроль процесса очистки.

«Форсунку 1 вставляют входным штуцером в гнездо топливной рампы

2. При установки японских форсунок нужно использовать специальные уплотнители. После установки всех 4-х форсунок, они фиксируются и притягиваются уголком 3. Далее под выходной штуцер (с иглой) подставляется измерительный цилиндр 4. В конце к разьему форсунки подключается электропроводка стенда 5. После установки форсунок нужно включить питание, сначала включается питание насоса, потом питание блока управления» (рисунок 11) [22].



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 11 – Схема работы гидрооборудования

«После подачи питания можно работать с гидрооборудованием на стенде. 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, т. е. продолжительность впрыска топлива, регулируется электронным блоком. Программа электронного блока на каждом режиме работы стенда обеспечивает оптимальную подачу топлива. Из бачка топливо поступает под давлением от топливного насоса, проходит по магистрали через проточный топливный фильтр и попадает в топливную рампу 6 (рампу инжекторов), общую для всех электромагнитных форсунок. Давление в этой рампе регулируется с помощью регулятора, который в зависимости от разрежения во впускном патрубке (закрытом на время простоя пробкой) направляет часть топлива из рампы обратно в бак. Понятно, что все форсунки 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» [11].

«Результаты замеров записываются в журнале следующей форме:

- дата проведения измерений;
- каталожный номер форсунок;
- производительность каждой форсунки до очистки;
- производительность каждой форсунки после очистки» [25].

По результатам записей в журнале можно составить общую картину производительности форсунок по записанным значениям, и, в дальнейшем сравнивать измеренную производительность форсунок с эталонным значением. Это необходимо для оценки степени загрязнённости форсунок, нуждающихся в очистке.

В режиме «очистка» стенд 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 уставлена вертикально на 5...10 мин. Это необходимо для того, чтобы промывочная жидкость внутри форсунки смогла растворить отложения. После этого форсунку еще раз прокачивают в течении 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» [22].

«После очистки, форсунки устанавливаются на стенд, где измеряется их производительность. Показания производительности очищенных форсунок также должны быть записаны в журнал» [25].

Окрасить стенд предлагаем в светло-серый цвет, так хорошо впишется в производственный участок топливной аппаратуры ООО «Нефтехимремонт».

«Конструкция отвечает эргономическим требованиям. Топливная рампа, электропроводка, блок управления легко доступны и находятся на уровне согнутых в локте руках оператора» [8].

Рассчитаем конструкцию стенда. «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» [20].

$$d \geq \frac{R_e \cdot \nu}{V}, \quad (14)$$

где: « R_e – число Рейнольдса (рекомендуется назначать R_e равным 1000...1500, принимаем $R_e = 1300$);

ν - кинематическая вязкость топливной жидкости (принимаем $\nu = 0,9 \cdot 10^{-6}$ м²/с);

V – скорость истечения жидкости (для сохранения ламинарного движения скорость V должна превышать 6000 см/с, принимаем $V = 8000$ см/с» [20].

Тогда:

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

«Принимаем диаметр открытой форсунки $d = 1$ мм и находим расход жидкости» [1]:

$$Q = \alpha \cdot n \cdot \mu \cdot \omega \sqrt{(2g \cdot H)}, \quad (15)$$

где: « α - коэффициент запаса;

$\alpha = 1,1 \dots 1,3$ (принимаем $\alpha = 1,1$);

n – количество форсунок (принимаем $n = 70$);

μ - коэффициент расхода ($\mu = 0,45 \dots 0,62$, принимаем $\mu = 0,45$);

ω - площадь поперечного сечения отверстия насадка» [20].

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4 \cdot 1000^2} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \quad (16)$$

где: $g = 9,81$ м/с²;

H – напор перед форсункой (принимаем $H = 60$ м» [20].

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

«Определим среднюю скорость течения жидкости в трубопроводе» [20].

$$V_{\text{cp}} = \frac{4Q}{\pi \cdot d^2}, \quad (16)$$

где: d – диаметр трубопровода;

$$d = 15 \text{ мм.}$$

$$V_{\text{cp}} = \frac{4 \cdot 0,0047}{3,14 \cdot 0,025} = 0,24453 \text{ м/с.}$$

«Определим потери напора прямолинейного участка трубопровода»
[20].

$$H_L = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{V_{\text{cp}}^2}{2g}, \quad (17)$$

где: « λ - коэффициент сопротивления трубопроводов;

$$\lambda = 0,02284 \dots 0,03665 \text{ (принимаем } \lambda = 0,03);$$

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

d – внутренний диаметр трубопровода (принимаем $d = 0,025$ м);

V_{cp} – средняя скорость движения жидкости в трубопроводе (принимаем $V_{\text{cp}} = 0,2445$ м/с);

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2 \text{» [20].}$$

Тогда:

$$H_L = 0,03 \cdot \frac{20}{0,025} \cdot \frac{0,2445}{2 \cdot 9,81} = 0,149 \text{ м.}$$

Определим потери напора местного сопротивления.

$$H_A = \xi \cdot \frac{V_{\text{cp}}^2}{2g}, \quad (18)$$

где: ξ - коэффициент потерь местного сопротивления;

$$\xi = 0,18...12.$$

Принимаем $\xi = 3$.

Тогда:

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

Напор насоса:

$$H = H + H_L + H_{\Gamma} = 60 + 0,149 + 0,01 = 60,159 \text{ см.}$$

«Подбираем тип насоса по рассчитанной производительности и давлению промывки в стендах-аналогах сети. Окончательно принимается бензонасос Bosch 0 580 453 453 от ВАЗ 2110, давление насоса 3,5 бар. Электродвигатель подбирать не нужно, т.к. он выполнен в одном корпусе бензонасоса» [20].

«Уголок испытывает изгиб нижней полки от действия силы F затяжки крепежных винтов (рисунок 12). При работе стенда для расчета принимается наиболее нагруженный случай, когда барашковая гайка затянута на максимальное усилие, при котором гайка самостопорится. Усилие затяжки гайки – от руки» [23].

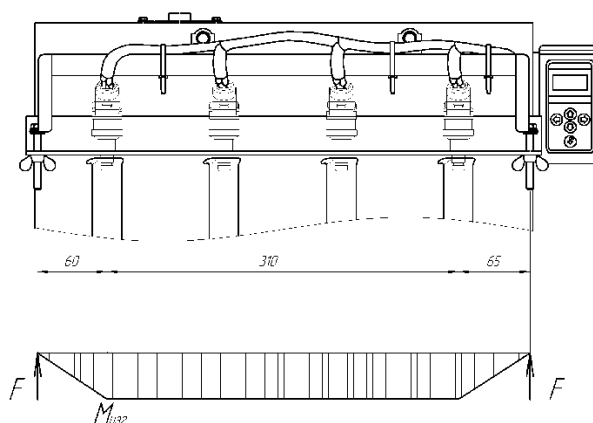


Рисунок 12 – Схема сил в прижимном уголке

Материал уголка: алюминий размерами – 35x35, толщина стенки 3,5 мм.
«Проверим уголок на прочность при изгибе. При таком расчете требуется выполнить условие» [23]:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{и}}}{W} \leq [\sigma_{\text{изг}}], \quad (19)$$

где: « $M_{\text{и}}$ – изгибающий момент,

W – момент сопротивления в расчетном сечении уголка» [20]:

Для расчета находим максимальный изгибающий момент:

$$M_{\text{э}} = P \cdot (385 - 110 - 5).$$

где: $P = 10$ кг – усилие винта-барашка.

Плечо действия силы:

$$F = (385 - 110 - 5) = 310 \text{ мм.}$$

Тогда:

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

$W = 80,75 \text{ см}^3$ – «момент сопротивления для выбранного уголка 35x35x3,5, согласно справочнику» [1].

Получаем:

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

В итоге: $\sigma_{изг} = 167,18 \leq [\sigma_{изг}] = 350 \text{ кг/мм}^2$ – для марки материала АД1.

Условие выполняется.

«Определим силу R, которую необходимо приложить к винту при его завинчивании. Плечо приложения силы» [20]:

$$L=15d \quad (20)$$

«Осевая сила F при которой напряжение в стержне болта достигает предела текучести» [20]:

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot \delta_T}{4} \quad (21)$$

где: « d_1 – внутренний диаметр резьбы, $d_1 = 0,016 \text{ м}$;

δ_T – предел текучести материала, $\delta_T = 100 \text{ МПа}$ » [20].

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

Максимально допускаемый момент при затяжке:

$$M \approx 0,15 \cdot F \cdot d_0 \quad (22)$$

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

«Определим максимальную силу R, которую допускается приложить к винту» [20]:

$$R = \frac{M}{L}, \quad (23)$$

$$R = \frac{54,27}{0,18} = 301,5Н.$$

3.2 Паспорт стенда

Разработан стенд для промывки и диагностирования форсунок бензиновых двигателей. В конструкции стенда возможны усовершенствования в процессе изготовления.

Стенд предназначен как для диагностики, так и для проведения процесса промывки. Технические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики

Наименование	Показатель
длина стенда, мм	720
ширина стенда, мм	500
высота стенда, мм	1581
масса стенда в сборе, кг	62
марка очищающей жидкости	WYNN'S

Привода стенда электрический, с необходимым напряжением питания 12 В и рабочим давлением – 2,5 бар.

Характеристика блока управления:

- «количество импульсов открытия форсунок – 10-2550;
- время открытия форсунок – 1,5-9,9 мС;
- временной интервал между импульсами – 10-100 мС» [8].

Комплектация стенда представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектация

Наименование	Количество
корпус	1 шт

метизы	1 комплект
вспомогательный ящик	1 шт.
прижимная планка	1 комплект
мерные цилиндры	1 шт.
блок «реаниматор форсунок»	1 шт.
бачок омывателя ВАЗ-2106	1 шт.
манометр МТИ-К 1216	1 комплект
электрожгут	1 шт
поддон корпуса	1 экз

Устройство и принцип работы стенда. Общий вид стенда показан на рисунке 5.

Указание мер безопасности. «При подготовке агрегатов к транспортировке и выполнении разборочно-сборочных работ на стенде, необходимо соблюдать требования следующих документов:

- типовая инструкция по охране труда для лиц, управляющих грузоподъемными машинами с пола;
- типовая инструкция для слесарей механосборочных работ» [24], [25].

«Работа допускается только на исправном стенде, рабочим, ознакомленным с устройством установки и действующими на предприятии инструкциями по технике безопасности» [25].

Подготовка стенда к работе и порядок работы

Подготовка к работе:

- «перед началом работы проверяется затяжка болтов зажимной планки, надежность крепления форсунок, отсутствие подтекания в топливных гидропроводах;
- запрещается эксплуатация стенда с неисправной электрической и гидравлической схемой;
- в рабочей области оператора не должно быть посторонних деталей, мусора» [25].

Первичный монтаж стенда. Монтаж стенда выполняется согласно сборочному чертежу в следующей последовательности:

- «установить раму стенда: выставить горизонтальность подкладками под опоры рамы, проверить крепление столешницы;
- установить корпус на столешницу, закрепить болтами;
- установить топливную рампу на корпус, зафиксировать болтовыми соединениями;
- соединить все компоненты гидросхемы трубопроводами в одну ветвь, хомутами;
- установить электрический жгут в корпусе, подключить выключатель и блок управления;
- установить все компоненты гидросхемы в корпусе, фиксировать топливный регулятор стаканом;
- установить манометр, подключить трубки гидросистемы к топливной рампе;
- выставить мерные цилиндры, прокачать гидросистему» [25].

Этапы работы на стенде:

- подключение форсунки к стенду (форсунка подключается к соответствующим разъемам на стенде, обеспечивая ее электрическое и механическое соединение);
- настройка параметров очистки (настройка параметров очистки: давление, продолжительность процесса и тип чистящей жидкости)
- заполнение емкости чистящей жидкостью (ёмкость стенда заполняется специальной чистящей жидкостью, которая будет использоваться для очистки форсунок);
- запуск процесса очистки (процесс очистки, который может занимать от нескольких минут до нескольких часов, в зависимости от степени загрязнения форсунки);
- контроль процесса очистки (в течение всего процесса очистки оператор контролирует параметры работы стенда и состояние форсунки);

- завершение процесса очистки (по окончании процесса очистки форсунка отключается от стенда, а чистящая жидкость сливается из емкости);
- проверка качества очистки (форсунка проверяется на качество очистки, ее производительность и соответствие техническим требованиям);
- очистка и сушка форсунки (форсунка очищается от остатков чистящей жидкости и сушится перед установкой на автомобиль);
- установка форсунки на автомобиль (после проверки и очистки форсунка устанавливается на место на автомобиле).

Техническое обслуживание:

- «в процессе эксплуатации необходимо систематически осматривать трубопроводы, контролировать затяжку всех гаек и болтов;
- периодически проверять состояние контактов электрического жгута;
- производить смену топлива для проверки каждые 50 ч работы;
- при появлении усилия или заедания механизма реечного домкрата и осей колес требуется разборка и ремонт установки;
- в течение гарантийного срока не допускается разборка гидравлической системы и узлов электрооборудования работниками предприятия;
- стенд следует хранить в закрытых помещениях с естественной вентиляцией (условия хранения II ГОСТ 15150-69)» [25].

Неисправности стенда для очистки форсунок могут быть различными, вот некоторые из них:

- неисправность насоса высокого давления, которая может привести к низкому давлению в системе и некачественной очистке форсунок;
- проблемы с блоком управления, которые могут вызвать сбои в работе стенда или невозможность запуска процесса очистки;

- повреждение электрических кабелей или разъемов, что может привести к короткому замыканию или неправильной работе стенда;
- загрязнение форсунок или фильтров, что может ухудшить качество очистки или привести к выходу из строя стенда.

Чтобы избежать этих проблем, необходимо регулярно проверять и обслуживать стенд, а также использовать качественные комплектующие и чистящие жидкости.

Гарантийные обязательства:

- «изготовитель гарантирует соответствие стенда техническим требованиям, а также замену деталей или ремонт оборудования в течение гарантийного срока при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования, хранения и упаковки;
- гарантия 1 год, начало гарантийного срока исчисляется со дня пуска стенда в эксплуатацию, но не позднее шести месяцев с момента прибытия стенда на станцию назначения» [10].

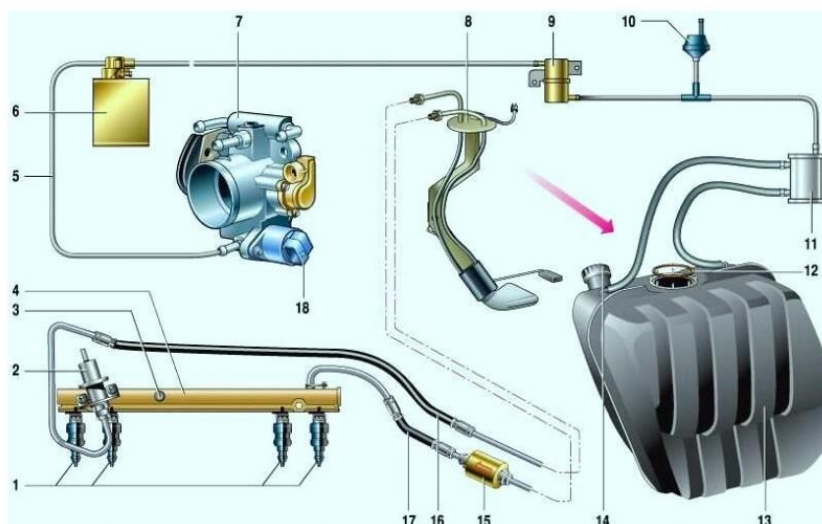
Выводы: в разделе разработана конструкция стенда, произведены необходимые расчеты, представлена конструкция стенда, паспорт. Таким образом, выполнен полный комплект документации для изготовления стенда, и, запуска, в том числе, в серийное производство.

4 Технологический раздел

Система подачи топлива состоит из следующих элементов:

- топливный бак – емкость для хранения топлива;
- топливные насосы – обеспечивают подачу топлива под давлением к двигателю;
- фильтры – очищают топливо от механических примесей и воды;
- форсунки – распыляют топливо в цилиндры двигателя;
- регулятор давления топлива - поддерживает постоянное давление в топливной системе;
- датчики – контролируют параметры работы системы подачи топлива [4].

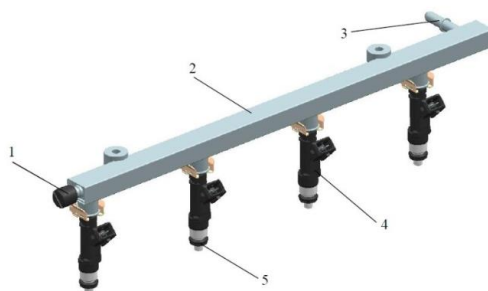
Топливная система автомобиля является сложным механизмом, без которой не сможет функционировать не один двигатель (рисунок 13).



1 - форсунки; 2 – регулятор давления топлива; 3 – колпачок штуцера давления топлива; 4 – топливная рампа; 5 – шланг подвода паров бензина к корпусной заслонки; 6 – адсорбер; 7 – корпус дроссельной заслонки; 8 – узел электробензонасоса; 9 – гравитационный клапан; 10 – двухходовой клапан, 11 – перепускной клапан, 12 – резиновая прокладка; 13 – топливный бак; 14 - пробка заливной горловины; 15 – топливный фильтр; 16 – сливной трубопровод; 17 – подающий трубопровод.

Рисунок 13 – Топливная система автомобиля

«Главной задачей любой инжекторной топливной системы автомобиля является обеспечение подачи нужного количества горючего в силовую установку на всех рабочих режимах. Подача топлива в системе осуществляется при помощи специальных форсунок, которые устанавливаются во впускной трубе. Топливная рампа с форсунками: представляет из себя металлическую трубку с отверстиями, по которой топливо равномерно курсирует, а затем распределяется на все форсунки. Кроме форсунок на топливной рампе зачастую располагаются штуцер контроля давления в системе и регулятор давления горючего. Благодаря определенным размерам и конструкции, топливная рампа позволяет устранить локальные колебания давления горючего из-за возникающих в нем резонансов при функционировании форсунок (рисунок 14)» [14].



1 – защитный колпачок резьбового штуцера; 2 – топливная рампа; 3 – штуцер подвода топлива; 4 – форсунка; 5 – уплотнительное кольцо форсунки.

Рисунок 14 – Топливная рампа с форсунками

«Регулятор давления топлива отвечает за количество впрыскиваемого топлива в камеры сгорания цилиндров. Заметим, что количество подаваемого горючего регулятором давления зависит от длительности впрыска, то есть от периода времени открытого состояния инжекторной форсунки. Исходя из этого давление топлива в рампе и показатель давления во впускной трубе, то есть перепад на форсунках, должен всегда быть постоянным. Вот именно для этого и нужен специальный регулятор, который поддерживает необходимое

давление в системе. Кроме того, образующиеся излишки топлива, регулятор направляет снова в бензобак» [22].

«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 рампы. Давление топлива, подаваемого на форсунки, находится в пределах 284...325 кПа при включенном зажигании и неработающем двигателе. В системе подачи топлива с распределенным последовательным впрыском (рисунок 14) ЭБУ включает топливные форсунки последовательно (1-3-4-2). Каждая из форсунок включается через каждые 720° угла поворота коленчатого вала, т.е. 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» [8].

Неисправности форсунок в топливной системе могут включать в себя:

- забивание форсунок (например, при использовании некачественного топлива или при попадании в топливо посторонних частиц, форсунки могут забиваться, что приводит к снижению производительности двигателя);
- неправильная работа форсунок (форсунки могут работать неправильно из-за износа или повреждения их деталей, что также

может приводить к снижению мощности двигателя и увеличению расхода топлива);

- утечка топлива (форсунки могут пропускать топливо, что приводит к его потере и увеличению расхода);
- повреждение электрической части форсунок (неисправность электрической части форсунки может привести к неправильному впрыску топлива или к полному отсутствию впрыска);
- закоксовывание форсунок (в результате использования некачественного топлива форсунки могут закоксовываться, что приводит к их неправильному функционированию).

«Решения для устранения неисправностей инжектора двигателя: очистка, регулярная очистка форсунок поможет предотвратить их засорение и другие проблемы, ремонт или замена, ремонт электрики, профилактическое обслуживание» [22].

Технологический процесс испытания представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Технологическая карта диагностирования форсунок на стенде

Наименование операции	Кол-во точек воздействия	Место выполнения	Оборудование и инструмент	Трудоемкость чел.-мин.	Технические требования
1 подготовка стенда к работе				4,5	
1.1 заполнить стенд жидкостью для тестирования	1	заливная горловина бака стенда	воронка, канистра с жидкостью	2,0	объем жидкости примерно 3,5 л.
1.2 заполнить ультразвуковую ванну жидкостью	1	ультразвуковая ванна	канистра с жидкостью	2,0	объем жидкости примерно 2,5 л.
1.3 подключить питающий кабель в сеть	1	кабель	кабель, розетка	0,5	должны загореться индикаторы.
2 подготовка автомобиля				6,0	

2.1 установка	1	рабочий пост	-	1,0	рычаг КПП
---------------	---	--------------	---	-----	-----------

Продолжение таблицы 5

Наименование операции	Кол-во точек воздействия	Место выполнения	Оборудование и инструмент	Трудоемкость чел.-мин.	Технические требования
автомобиля на пост					оставить в нейтральном положении
2.2 положить упоры под колеса	4	рабочий пост	ключ гаечный	2,0	-
2.3 снять крышку клапанов.	4	рабочий пост	ключ гаечный	2,0	отвернуть крепежные винты. открыть крышку.
2.4 отсоединить трубопровод высокого давления от форсунки	1	рабочий пост	ключ гаечный	1,0	-
3 установка на стенд диагностики				3,0	
3.1 установить форсунки на стенд	4	рампа стенда	-	2,0	-
3.2 зафиксировать форсунки стопорными кольцами	4	рампа стенда	-	1,0	форсунки должны располагаться точно по центру мерных цилиндров
4 диагностирование форсунок				17,5	
4.1 проверка герметичность системы	-	стенд	стенд	2,0	производится визуальный контроль герметичности системы.
4.2 проверить форсунки на обрыв и короткое замыкание	-	стенд	стенд	3,5	последовательно проверяется каждая цепь форсунки

4.3 проверка факела распыла	4	измерительные колбы	визуально	2,0	визуальная оценка
-----------------------------	---	---------------------	-----------	-----	-------------------

Продолжение таблицы 5

Наименование операции	Кол-во точек воздействия	Место выполнения	Оборудование и инструмент	Трудоемкость чел.-мин.	Технические требования
4.4 проверить баланс форсунок (3 режима)	-	измерительные колбы	измерительные колбы	10,0	-
общее оперативное время				31,0	

Общая трудоемкость – 0,43 чел.-ч. Выполняют ремонтно-диагностические работы – слесарь по ремонту топливной аппаратуры 5-го разряда.

Выводы: в разделе представлена технологическая карта диагностирования форсунок на стенде. Представлены характерные неисправности, требующие ремонта.

5 Безопасность и экологичность объекта

Объектом работы является – процесс обслуживания и эксплуатации форсунок топливной системы легковых автомобилей. Предметом – оборудование для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей. Система подачи топлива состоит из следующих элементов:

- топливный бак – емкость для хранения топлива;
- топливные насосы – обеспечивают подачу топлива под давлением к двигателю;
- фильтры – очищают топливо от механических примесей и воды;
- форсунки – распыляют топливо в цилиндры двигателя;
- регулятор давления топлива - поддерживает постоянное давление в топливной системе;
- датчики – контролируют параметры работы системы подачи топлива.

Технологический процесс диагностирования форсунок на стенде представлен в таблице 5 раздела 4. Разработаем технологический паспорт безопасности технического объекта – стенд для промывки и испытания форсунок топливной системы легковых автомобилей (таблица 6).

Таблица 6 - Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
диагностика форсунок	1 подготовка стенда к работе	слесарь по ремонту топливной аппаратуры 5-го разряда	воронка, канистра с жидкостью, кабель, розетка	вода дистиллированная

Продолжение таблицы 6

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
диагностика форсунок	2 подготовка автомобиля к проведению диагностики	слесарь по ремонту топливной аппаратуры 5-го разряда	рабочий пост, ключ гаечный	вода дистиллированная, ветошь
диагностика форсунок	3 установка автомобиля на стенд диагностики	слесарь по ремонту топливной аппаратуры 5-го разряда	рампа стенда	ветошь
диагностика форсунок	4 диагностирование форсунок	слесарь по ремонту топливной аппаратуры 5-го разряда	стенд для проверки испытания форсунок, измерительные колбы	вода дистиллированная, ветошь

Проведем идентификацию профессиональных рисков (таблица 7) [7].

Таблица 7 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ	ОВПФ	Источник ОВПФ
1 подготовка стенда к работе	«ОВПФ, обладающие свойствами физического воздействия: действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, жидких объектов на работающего; действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего, стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность; неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при	воронка, канистра с жидкостью, кабель, розетка
2 подготовка автомобиля к проведению диагностики		рабочий пост, ключ гаечный
3 установка автомобиля на стенд диагностики		рампа стенда
4 диагностирование форсунок		стенд для проверки испытания форсунок, измерительные колбы

Продолжение таблицы 7

Производственно-технологическая операция, вид выполняемых работ	ОВПФ	Источник ОВПФ
	<p>«соприкосновении с ним; факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха, повышенный источник шума» [15].</p> <p>«ОВПФ, обладающие свойствами психофизиологического воздействия: физические перегрузки: статические, связанные с рабочей позой; динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза» [15].</p>	

Подберем и обоснуем эффективность и достаточность используемых в проекте организационно-технических методов и технических средств защиты, частичного снижения или полного устранения ОВПФ (таблица 8)

Таблица 8 – Организационно-технические методы и технические средства устранения (снижения) негативного воздействия ОВПФ

ОВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения ОВПФ	СИЗ работника (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 июня 2009 г. № 357н)
«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, жидких объектов на работающего» [15], [16].	инструктаж о безопасном выполнении работ, проведение обучения безопасным методам выполнения работ, использование СИЗ, контроль за использованием СИЗ [17].	«костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, очки защитные» [19].
«действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение работающего» [15], [16].	инструктаж о безопасном выполнении работ, проведение обучения безопасным методам выполнения работ [17].	«ботинки кожаные с жестким подноском» [19].

Продолжение таблицы 8

ОВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения ОВПФ	СИЗ работника (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 июня 2009 г. № 357н)
«стоящего на опорной поверхности, на эту же опорную поверхность» [15], [16].		
«неподвижные режущие, колющие, обдирающие, части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним» [15], [16].	инструктаж о безопасном выполнении работ, проведение обучения безопасным методам выполнения работ, использование СИЗ, контроль за использованием СИЗ [17].	«костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, очки защитные» [19].
«факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего» [15], [16].	проведение специальной оценки условий труда, осуществление производственного контроля [17].	«костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий» [19].
«факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха» [15], [16].	проведение специальной оценки условий труда, осуществление производственного контроля, внедрение систем автоматического контроля уровней опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах [17].	«респиратор» [19].
«повышенный источник шума» [15], [16].	использование штучных звукопоглотителей для снижения шума на рабочем месте слесаря [17].	«вкладыши противозумные» [19].
«физические перегрузки: статические, связанные с рабочей позой; динамические нагрузки, связанные с массой поднимаемого и перемещаемого вручную груза» [15], [16].	обеспечение оптимального режима труда и отдыха, организация комнаты отдыха, проведение обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) [17].	-

Рекомендации по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков указаны в Приказе №926 от 28.12.2021г. [18].

Выполнение работ осуществляется на СТО. Рассмотрим пожарную безопасность объекта (таблица 9).

Таблица 9 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
топливный участок СТО	стенд для проверки испытания форсунок, измерительные колбы, воронка, канистра с жидкостью, кабель, розетка, рабочий пост, ключ гаечный	класс пожара F – пожары, связанные с легковоспламеняющимися жидкостями и сжиженными углеводородными газами. Они характеризуются высокой температурой, большим количеством пара и сильным излучением.	пламя и искры, повышенная концентрация токсичных продуктов горения, пониженная концентрация кислорода, высокая температура окружающей среды, падающие строительные конструкции и части оборудования, опасные факторы, возникающие при взрыве.	взрывы, выбросы опасных веществ, распространение пламени, выделение токсичных газов и паров, образование облаков топливовоздушных смесей.

Для тушения пожаров класса F используются специальные огнетушащие порошки и пены, а также водяные струи с низкой температурой. Подберем эффективные организационно-технические методы и технические средства, предпринятые для защиты от пожара (таблица 10).

В целях предотвращения ЧС, связанных с пожарами, на СТО осуществляются следующие мероприятия: разрабатываются инструкции по действиям персонала в случае аварийной и чрезвычайной ситуации; проводится инструктаж по ПБ [24]. Каждый работник, зафиксировавший

негативную ситуацию, которая может привести к возникновению пожаров, обязан уведомить об этом своего непосредственного руководителя работ.

Таблица 10 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
огнетушители, пожарные краны, ящики с песком, лопаты, покрывала для изоляции очага пожара.	пожарные автомобили, автоцистерны.	автоматические системы пожаротушения	датчики (извещатели), пульт управления, оповещатели (сирены, световые табло), системы пожаротушения, системы дымоудаления	мотопомпы, пожарные лестницы, пожарный инвентарь (ведра, лопаты, топоры), оборудование для проведения спасательных работ	противогазы, респираторы, костюмы, сапоги	механизированный пожарный инструмент - пожарная мотопомпа, которая используется для подачи воды на место пожара; немеханизированный пожарный инструмент - пожарные топоры, которые используются для разрушения конструкций и доступа к очагу пожара.	системы оповещения и управления эвакуацией

Поскольку на СТО используются легко воспламеняющиеся и горючие вещества и материалы, особое внимание руководством уделено обеспечению ПБ. В цехах и складских помещениях имеются огнетушители, иные средства

пожаротушения. Помещения оборудованы системами противопожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.

Ежегодно проводится организация тренировок по эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре. План эвакуации вывешен в доступном для работников месте, в соответствии с требованиями к планам эвакуации. Система пожарной сигнализации представляет собой совокупность технических средств. Ручные пожарные извещатели запроектированы в коридорах и у входов из здания. Все извещатели, объединенные в шлейфы пожарной сигнализации, подключаются к ПКУ через контролеры двухпроводной линии связи С200-КДЛ. К С200-КДЛ допускается подключать до 10 извещателей. Приборы СПС соединены интерфейсом RS-485. Базовое оборудование размещается в помещении руководителя. При срабатывании не менее двух пожарных извещателей, включенных по логической схеме «И» ПКУ автоматически формирует и выдает сообщение «Пожар» в виде светового и звукового сигналов. При этом, формирование сигналов на СОУЭ и инженерным оборудованием объекта осуществляется за время, не превышающее разности между минимальным значением времени блокирования путей эвакуации и временем эвакуации после оповещения о пожаре. По результатам анализа оформим таблицу организационных мероприятия по обеспечению пожарной безопасности (таблица 11).

Таблица 11 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
диагностика форсунок. используемое оборудование: стенд для проверки испытания форсунок, измерительные колбы	разработка и внедрение системы мер по предотвращению пожаров и противопожарной защите объектов	ФЗ №123 от 22.07.2008 (ред. от 14.07.2022). Реализуемый эффект – предотвращение возникновения пожаров и возгораний
	организация обучения и инструктажа работников	ФЗ №123 от 22.07.2008 (ред. от 14.07.2022), Приказ МЧС

	по вопросам пожарной безопасности	России от 05.09.2021 № 596 (ред. от 06.06.2022)
--	-----------------------------------	---

Продолжение таблицы 11

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
	организация обучения и инструктажа работников по вопросам пожарной безопасности	«Об утверждении типовых дополнительных профессиональных программ в области пожарной безопасности». Реализуемый эффект – обучение работников противопожарным действиям при выполнении технологического процесса.
	обеспечение контроля за соблюдением требований пожарной безопасности на предприятии	ФЗ № 69-ФЗ от 21.12.1994 (ред. от 19.10.2023) «О пожарной безопасности», ФЗ №123 от 22.07.2008 (ред. от 14.07.2022). Реализуемый эффект – обеспечение пожарной безопасности.
	проведение регулярных проверок и испытаний систем противопожарной защиты	ФЗ № 69-ФЗ от 21.12.1994 (ред. от 19.10.2023) «О пожарной безопасности», ФЗ №123 от 22.07.2008 (ред. от 14.07.2022). Реализуемый эффект – обеспечение пожарной безопасности СТО.
	своевременное проведение технического обслуживания и ремонта оборудования	
	создание условий для безопасной эвакуации людей в случае пожара	ФЗ №123 от 22.07.2008 (ред. от 14.07.2022), Постановление Правительства РФ от 01.09.2021 № 1464 «Об утверждении требований к оснащению объектов защиты автоматическими установками пожаротушения, системой пожарной сигнализации, системой оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре». Реализуемый эффект – снижение риска от опасных факторов пожара.

Деятельность транспортных участков и автомобильный транспорт в целом, оказывают негативное воздействие на окружающую среду. Антропогенная нагрузка деятельности АТП, СТО и автомобильного транспорта представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
диагностика форсунок. используемое оборудование: стенд для проверки испытания форсунок, измерительные колбы	1 подготовка стенда к работе 2 подготовка автомобиля к проведению диагностики 3 установка автомобиля на стенд диагностики 4 диагностирование форсунок	выхлопные газы (оксид углерода, оксид азота, оксид серы, углеводороды, альдегиды, соединения свинца), сажа, некачественное топливо, испарения при заправке, ТОиТР.	бензин; дизельное топливо; керосин; сжиженный природный, нефтяной газ, токсичные стоки с дорог и автомоек, нефтепродукты, фосфаты, смазочные материалы.	продукты износа шин, тормозных колодок, лом металла, аккумуляторные батареи

Автомобильный транспорт оказывает негативное воздействие на окружающую среду оказывает в виде: шумового загрязнения, вибрация и инфразвук также негативно влияют на биосферу.

Транспортно-технологический участок является негативным фактором не только для экологии. Процесс производственной деятельности оказывает негативное воздействие на работников СТО и АТП. По результатам разработки мероприятий оформим таблицу 13.

Таблица 13 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	стенд для проверки испытания форсунок
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	улучшение качества топлива с целью достижения оптимальных экологических характеристик автомобилей; уменьшение вредных выбросов путем очистки отработавших газов в каталитических нейтрализаторах; создание систем рециркуляции картерных газов для снижения содержания в них углеводородов; разработка систем рекуперации топливных паров.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	снижение объема сточных вод, за счет развития безотходных технологий; внедрение систем замкнутого оборотного водоснабжения; очистка сточных вод от собственных им загрязнителей.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	переработка отходов, своевременный вывоз отходов на полигоны

Выводы: в разделе описаны возможные негативные воздействия на слесарей, осуществляющих работу на топливном участке, разработаны организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, рассмотрен экологический аспект воздействия топливного участка СТО на окружающую среду, предложены меры по ее защите и разработаны мероприятия по минимизации негативного воздействия.

Заключение

В первом разделе представлена характеристика топливного участка в ООО «Нефтехимремонт», представлен режим работ, перечень работников, их квалификация, произведен расчет производственных площадей топливного участка.

Расчет производственной площади участка ремонта топливной аппаратуры производится на основе нормативов площади на одного рабочего, количества рабочих мест, а также требований к размещению оборудования и организации рабочих зон.

Оборудование участка ремонта топливной аппаратуры может включать в себя различные стенды и приборы для диагностики, очистки и тестирования компонентов топливной системы, таких как: стенды для проверки форсунок и насосов, ультразвуковые ванны для очистки деталей, приборы для измерения давления топлива, тестеры для проверки регуляторов давления, различные инструменты и верстаки, оборудование для хранения и транспортировки топлива и специальных жидкостей.

Кроме того, на участке ремонта топливной аппаратуры могут использоваться сварочные аппараты, инструменты для механической обработки деталей, а также оборудование для контроля качества выполненных работ. Делаем вывод, что площадь участка достаточна для размещения всего необходимого оборудования, обеспечения свободного доступа к рабочим местам и соблюдения правил безопасности.

Во втором разделе проведен анализ существующих реаниматоров форсунок. Количество легковых автомобилей растет, а это значит, что вырастет востребованность сервисов их обслуживающих, способных качественно и оперативно отремонтировать элементы дизельного двигателя, особенно форсунок.

По итогам анализа разработана циклограмма, которая представлена на листе 2 графической части ВКР. Стенд «Плазма 600 М» взят за основу

разрабатываемой конструкции, с учетом мощностей и потребности ООО «Нефтехимремонт» - аналог, на основании которого разработано оборудование. Выбор аналога произведен по результатам сравнительный характеристик на основе циклограммы.

В третьем разделе разработана конструкция стенда, произведены необходимые расчеты, представлена конструкция стенда, паспорт. Таким образом, выполнен полный комплект документации для изготовления стенда, и, запуска, в том числе, в серийное производство.

При разработке конструкции стенда, проведен патентный поиск для соблюдения «патентной чистоты». В конструкции стенда мы предлагаем электрический привод и предполагаемое рабочее давление – 2-5 бар. Конструкция стенда очистки форсунок соответствует требованиям: прочности и надежности, т.к. стенд изготовлен из качественных и прочных материалов, способных выдерживать давление и вибрации, возникающие во время работы; легкость в использовании; универсальность – представленная конструкция стенда позволяет работать с различными типами форсунок, включая те, которые используются в современных автомобилях; эффективность очистки; возможность регулировки параметров очистки и эргономичный дизайн. Конструкторская документация стенда: сборочный чертеж, детализовка и спецификация, представлены в графической части работы.

В четвертом разделе представлена технологическая карта диагностирования форсунок на стенде. Основная задача – обеспечение эффективной и надежной работы топливной аппаратуры, что в свою очередь влияет на работу двигателя и общую производительность автомобиля.

В процессе ремонта проводится диагностика, очистка, регулировка, и, при необходимости, замена изношенных или поврежденных деталей. Это позволяет продлить срок службы топливной аппаратуры, снизить затраты на ее обслуживание и повысить экологичность автомобиля за счет более точного контроля состава топливной смеси. В разделе представлены характерные неисправности, требующие ремонта.

В пятом разделе описаны возможные негативные воздействия на слесарей, осуществляющих работу на топливном участке, разработаны организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, рассмотрен экологический аспект воздействия топливного участка СТО на окружающую среду, предложены меры по ее защите и разработаны мероприятия по минимизации негативного воздействия.

Таким образом, использование разработанного стенда на транспортно-технологических участках АТП или СТО, позволит улучшить работу двигателя, повысить его мощность и экономичность, а также продлить срок службы форсунок.

Разработана экономически и технологически более выгодная конструкция стенда для использования ее не только на производственных площадях ООО «Нефтехимремонт», но и для использования на АТП и СТО, осуществляющих ремонт топливной аппаратуры, различных мощностей производства.

Список используемой литературы

- 1 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя в 3 томах под ред. И. Н. Жестковой. 8-е изд., перераб. и доп. Москва : Машиностроение, 1999. 875 с.
- 2 Болбас М.М. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие М. : Издательский центр «Академия», Москва, 2007. 596 с.
- 3 Бондаренко Е.В., Фаскиев Р. Р. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учебник. М. : Академия, 2012. - 304 с.
- 4 ВАЗ-2110, ВАЗ-21102i, ВАЗ-21103i, ВАЗ-211i, ВАЗ-2112i. Бензиновый двигатель 1,5 л. : руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту: каталог запасных частей. Москва : Третий Рим, 2006. - 320 с.
- 5 Васильев Б. С. Автомобильный справочник (под общ. ред. В. М. Приходько): справочник. Москва : Машиностроение, 2004. 704 с.
- 6 Волгин С.Н. Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию автомобилей ВАЗ-2110, ВАЗ-2111, ВАЗ-2112. справочное издание. Москва : Третий Рим, 2002. 157 с.
- 7 Горина Л. Н., Фесина М. И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : учебно-методическое пособие. Тольятти : ТГУ, 2019. 22 с.
- 8 Григорченко П. С., Гуревич Ю. Д., Кац А. М. Оборудование для ремонта автомобилей: справочник 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1978. 384 с.
- 9 Епишкин В. Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей : учебно-методическое пособие / В. Е. Епишкин, А. П. Караченцев, В. Г. Остапец. Тольятти : ТГУ, 2012. 195 с. [Электронный

ресурс]: Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140022> (дата обращения: 07.10.2023).

10 Епишкин В.Е., Турбин И.В. 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»). Тольятти : ТГУ, 2016. 130 с.

11 Живоглядов Н. И. Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования : учеб. Пособие в 2 ч. Ч. 1. Тольятти : ТГУ, 2002. 145 с.

12 Куликов А. В., Христов П. Н., Климов В. Е., Прудских Д. А., Боюр В. С., Самохин С. Н. Автомобили LADA. Технология ремонта узлов и агрегатов: учебное пособие. Тольятти, 2009. 176 с.

13 Малкин В. С. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : учебно-методическое пособие / В. С. Малкин. Тольятти : ТГУ, 2019. 61 с. ISBN 978-5-8259-1379-7. [Электронный ресурс]: Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/139974> (дата обращения: 07.09.2023).

14 Масуев М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие. М. : Издательский центр «Академия», Москва, 2007. 224 с.

15 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. [Электронный ресурс] : ГОСТ 12.0.003-2015 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200136071> (дата обращения 10.09.2023 года).

16 Об утверждении Примерного перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровней [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 771н URL:

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402380/ (дата обращения 30.09.2023 года).

17 Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 29.10.2021 № 776н (Зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2021 № 66318). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_403335/ (дата обращения 01.10.2023 года).

18 Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс] : Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_406016/ (дата обращения 02.10.2023 года).

19 Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] : Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 22 июня 2009 г. № 357н. URL: <https://base.garant.ru/196271/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/?ysclid=ln3m1nifka755920815> (дата обращения 28.09.2023 года).

20 Орлов П. И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие в 2-х кн. (под ред. П. И. Усачева) 3-е изд., исправл. М.: Машиностроение, 1988. 89 с.

21 Петин Ю. П. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта : учебно-методическое пособие / Ю. П. Петин, Г. В. Мураткин, Е. Е. Андреева. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 103 с. [Электронный ресурс]: Лань : электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/140114> (дата обращения: 07.10.2023).

22 Пивин И.Ф. Стенд для промывки форсунок / И.Ф. Пивин. Транспортное дело России. №2(11). С.28-31.

23 Справочник технолога-машиностроителя в 2-х томах под ред. А.К. Косиловой; Р.К. Мещерякова, 4-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1986. 269 с.

24 Типовая инструкция по охране труда [Электронный ресурс] : Тип по ОТ для лиц, пользующихся грузоподъемными машинами управляемыми с пола. URL: <https://stroiteh-msk.ru/obzory/typovaya-instrukciya-po-ohrane-truda-dlya-lic-polzuyuschih-sya-gruzopodemnymi-mashinami-upravlyaemymi-s-pola.html> (дата обращения 10.10.2023 года).

25 Типовая инструкция по охране труда [Электронный ресурс] : Тип по ОТ для слесарей механосборочных работ URL: <https://xn-----7cdbxfuat6afkbbmmhefunjo4bs9u.xn--p1ai/%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D1%81%D0%BB%D0%B5%D1%81%D0%B0%D1%80%D1%8F-%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82.html?ysclid=loeaat73u6792379560> (дата обращения 10.10.2023 года).

26 Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 197 от 30.12.2001 № 197-ФЗ(ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683 (дата обращения 29.09.2023 года).