

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 автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

Разработка стенда для диагностики лямбда-зонда

кислородных датчиков

Студент

Р.Ю. Пестов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент И.Р. Галиев

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

Консультанты

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

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

д-р экон. наук, профессор Е.Г. Пипко

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

Цель работы: разработка конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

ВКР бакалавра включает в себя пять разделов.

В первом разделе рассмотрен двигатель внутреннего сгорания как источник загрязнения окружающей среды.

Во втором разделе выполнена конструкторская разработка стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

В третьем разделе рассмотрен технологический процесс диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

В пятом разделе определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

Выпускная квалификационная работа состоит из 65 страниц, и включает в себя 18 иллюстраций, 15 таблиц, 28 источников.

Abstract

The topic of the given graduation work is: «The development of a stand for the diagnosis of a lambda-probe of oxygen sensors».

The main content of measures to reduce emissions of harmful substances for people and the environment consists in the creation of technological processes, which ensure minimal emissions of harmful substances, in equipping enterprises with gas-collecting and dust-collecting equipment, and in the installation in vehicles of additional equipment to neutralize the toxic substances emitted with exhaust gases.

At the same time, most attention is paid to automobile engines, because the main kind of transport for inner-city and inter-city transportation is a cars with a diesel or gasoline engines, which are sources of increased pollution with harmful substances of atmospheric air, water sources and soil.

The aim of the work is to develop the stand for the diagnosis of a lambda probe of oxygen sensors.

The graduation work consists of 65 pages, including 18 illustrations, 15 tables and 28 sources of literature.

The key theme of diploma is the explore of necessary operation characteristics and develop of the stand for the diagnosis of a lambda-probe of oxygen sensors.

The thesis of graduation project consists of 5 parts.

In the first part is reviewed the combustion engine as a source of environmental pollution.

In the second part is developed the construction of a stand for the diagnosis of a lambda probe of oxygen sensors.

The third part deals with the technological process of diagnostics of a lambda-probe of oxygen sensors.

The fourth part describes the safety and ecological compatibility of the developed stand.

In the fifth part the economic efficiency of designed stand is confirmed.

The results of the work can be used at the service stations.

Содержание

Введение.....	6
1 Двигатель внутреннего сгорания как источник загрязнения окружающей среды.....	9
2 Конструкторская часть	12
2.1 Назначение датчика концентрации кислорода	12
2.2 Устройство и принцип работы датчика концентрации кислорода	13
2.3 Возможные неисправности датчика концентрации кислорода и их причины.....	16
2.4 Анализ существующих методов диагностики датчиков концентрации кислорода в отработавших газах	21
2.5 Техническое описание стенда оценки состояния кислородных датчиков	24
2.6 Инструкция по эксплуатации стенда ОСКД	27
2.7 Расчётная часть.....	33
3 Технологический процесс	38
3.1 Источники вредных выбросов ДВС	38
3.2 Технологическая карта диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков	42
4 Безопасность и экологичность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.....	43
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков	43
4.2 Определение профессиональных рисков	44
4.3 Способы снижения профессиональных рисков	45
4.4 Пожарная безопасность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков	48

4.5 Экологическая безопасность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков	51
5 Расчет экономической эффективности стенда для диагностики лямбда- зонда кислородных датчиков	53
5.1 Определение себестоимости изготовления	53
5.2 Определение затрат на выплату заработной платы.....	54
5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	56
5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.....	57
Заключение	59
Список используемой литературы и используемых источников.....	60
Приложение А Спецификация.....	64

Введение

В условиях ускоренного развития промышленного и сельскохозяйственного производства, строительства, транспорта и других отраслей народного хозяйства охрана окружающей среды стала одной из важнейших обще- и межгосударственных задач, решение которой неразрывно связано с охраной здоровья человека.

В настоящее время уменьшение загрязнения атмосферного воздуха токсичными веществами, которые выбрасывают промышленные предприятия и автомобильный транспорт, является одной из важнейших проблем как для развитых индустриальных стран, так и для развивающихся. На промышленных предприятиях и транспорте необходимо осуществлять комплекс мероприятий по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу для предотвращения опасных для здоровья человека концентраций этих веществ в атмосферном воздухе.

Загрязняющими (вредными) выбросами в атмосферу считаются выбросы, включающие органические, неорганические, радиоактивные и другие виды соединений, различные газы, пары, частицы твердых и жидких веществ в количестве, превышающем медико-санитарные нормы содержания вредных веществ в атмосферном воздухе, отрицательно влияющие на живые организмы, ухудшающие жизненные условия и наносящие материальный ущерб.

Основное содержание мероприятий по сокращению выбросов вредных для человека и окружающей среды веществ заключается в создании соответствующих технологических процессов, обеспечивающих минимальные выбросы вредных веществ, в оснащении предприятий газо- и пылеулавливающей аппаратурой и в установке на транспортных средствах дополнительного оборудования для нейтрализации и обезвреживания токсичных веществ, выбрасываемых с отработавшими газами (далее – ОГ).

При этом наибольшее внимание уделяется автомобильным двигателям, поскольку основным видом транспорта для внутригородских и междугородных перевозок является автомобиль, на котором в качестве силового агрегата используется дизель или бензиновый двигатель, которые являются источниками повышенного загрязнения атмосферного воздуха, водных источников и почвы вредными веществами.

В связи с возрастающим количеством автомобилей в крупных городах, в местах сосредоточения автомобильного транспорта (крупные перекрестки, дорожные развязки, автомагистрали, места с ограниченным воздухообменом и т. д.) концентрация в воздухе вредных веществ, выбрасываемых с ОГ, превышает санитарные нормы.

Наибольшее загрязнение воздуха ОГ наблюдается в городах с узкими улицами и с интенсивным движением, где вследствие нарушения циркуляции воздуха получается его застой над городом, в результате чего токсичные соединения скапливаются непосредственно над землей в зоне дыхания людей.

В крупных промышленных центрах многих стран выбросы вредных веществ часто во много раз превышают допустимые нормы. Например, в Мехико (город с 20 миллионным населением) выброс вредных веществ в атмосферу значительно превышает допустимые значения. Город занимает ведущее место в десятке наиболее загрязненных городов Мира. Мехико расположено в котловине и, как говорят сами жители, представляет собой "кастрюлю, прикрытую смогом, как крышкой", а сами они "дышат воздухом, который "видят". С целью снижения выброса вредных веществ автотранспортом, муниципальные власти вынуждены принимать административные меры - ограничивать количество машин, находящихся в эксплуатации, например, поочередно запрещать эксплуатацию автомобилей, имеющих различные номерные знаки.

Загрязнение атмосферного воздуха ОГ автотранспортных средств не только влияет на здоровье людей, но и наносит прямой экономический

ущерб. Токсичные вещества ОГ, содержащиеся в воздухе, воздействуют на животный и растительный мир, почву (так называемые кислотные дожди вызывают гибель лесов, фруктовых садов, повышают кислотность почв). Наносится ущерб зданиям, сооружениям, памятникам истории и культуры, различным строительным материалам, причем при этом ускоряются процессы коррозии металлов. Так, например, в промышленных районах скорость коррозии железа и его сплавов возрастает в 20, а алюминия – в 100 раз по сравнению с сельской местностью.

В сочетании с другими факторами воздействие транспорта и других отраслевых комплексов на природную среду, выбросы двигателей вносят заметный вклад в создание напряженной экологической обстановки в стране, которая имеет тенденцию к ухудшению.

Как показывают прогнозы, дальнейшее увеличение количества автомобилей, а также других установок с ДВС без внедрения эффективных природоохранных мероприятий недопустимо с экологической точки зрения. Поэтому перед двигателестроителями и эксплуатационниками стоит задача резкого уменьшения вредных выбросов, выделяемых установками с ДВС.

Снижение загрязнения воздуха выбросами вредных веществ и повышение качества двигателей представляет собой для любого государства единую комплексную задачу.

Целью работы является разработка конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

1 Двигатель внутреннего сгорания как источник загрязнения окружающей среды

Наряду с различными естественными явлениями (извержение вулканов, лесные пожары, выветривание и эрозия почв), ведущими к загрязнению атмосферы, все большее значение в этом процессе приобретает деятельность человека, связанная с освоением природных богатств, развитием и совершенствованием промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспорта и других сфер.

В связи с недостаточностью знаний, несовершенством используемой техники и технологий, отсутствием прогнозирования результатов принимаемых решений или по иным причинам, хозяйственная деятельность человека сопровождается нежелательными процессами, в частности выбросом в атмосферу предприятиями и автотранспортом вредных веществ. Загрязняя атмосферу, они наносят ущерб окружающей среде и здоровью человека.

Соотношения между естественными и промышленными вредными веществами, которые поступают в атмосферу, и соотношения между вредными выбросами от различных источников представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Соотношения вредных выбросов за год

Выбросы	CO	CH	SO ₂	NO _x	Твердые частицы	Всего
В мире:						
– естественные	0,21	300,0	–	–	1700	2000,21
– антропогенные	200,0	50,0	146,0	53,0	20,0	469,0
В США:						
– антропогенные	113,2	31,2	30,2	25,5	13,8	213,8
– автотранспортные	85,1	10,9	0,4	7,4	0,9	104,7
всего транспорта:	94,5	12,7	0,9	10,1	1,2	119,4
стационарных установок	1,3	1,7	24,7	14,3	5,3	47,3
промышленности	12,0	11,9	4,6	0,9	6,4	35,8
Неконтролируемые	5,4	5,0	–	0,1	0,8	11,3

Проблема снижения загрязнения атмосферы давно перешагнула границы отдельных государств и даже целых континентов, приобрела международный характер и стала практически общей для всех стран мира. Вредные вещества, попадающие в атмосферу, разносятся воздушными потоками на огромные пространства, не считаясь с государственными границами.

Применение в промышленной энергетике, на морском, речном, автомобильном транспорте, в сельском хозяйстве, малой авиации силовых установок с ДВС, потребляющих жидкие нефтяные моторные топлива, приводит к значительному загрязнению окружающей среды.

В качестве силовых установок в мире находятся в эксплуатации многие сотни миллионов ДВС, которые потребляют для сжигания топлива более 1 миллиарда тонн кислорода, выбрасывая при этом в атмосферу сотни миллионов тонн оксида углерода и десятки миллионов тонн оксидов азота, серы и несгоревших углеводородов.

В настоящее время ДВС вырабатывают более 85% энергии, потребляемой на Земле, причем основную долю двигателей составляют традиционные поршневые двигатели. И одним из наиболее серьезных источников загрязнения окружающей среды являются ОГ автомобильных двигателей и других передвижных средств, содержащие токсичные вещества.

Суммарная и относительная доли вредных выбросов от автотранспорта в ряде крупных городов России приведены в таблице 2, а в таблице 3 приведены данные выбросов вредных веществ автотранспортом от суммарного выброса этих компонентов различными источниками вредных веществ.

Таблица 2 – Загрязнение атмосферного воздуха вредными выбросами от автотранспорта

Город	Выбросы, тыс. т/год	Вклад в валовой выброс, %	СО	СН	NO _x
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Москва	801,3	72,0	79,0	15,0	5,2
С.-Петербург	280,3	59,4	76,7	17,6	5,7
Омск	150,6	25,1	78,0	16,8	5,2
Уфа	143,7	33,5	78,4	13,9	7,7
Ростов-на-Дону	133,7	73,8	73,3	15,0	11,7
Н. Новгород	130,9	45,7	77,2	16,8	6,0
Екатеринбург	121,0	61,3	79,0	15,6	5,4
Волгоград	116,2	33,8	78,6	16,2	5,2
Самара	111,9	44,9	79,6	16,5	5,4
Красноярск	104,0	88,9	78,0	14,0	8,0

Таблица 3 – Доля выбросов от автотранспорта в общем выбросе вредных веществ

Город	СО, %	СН, %	NO, %
Москва	96,0	64,0	33,0
С.-Петербург	88,0	79,0	32,0
Мадрид	95,0	90,0	35,0
Стокгольм	99,0	93,0	53,0
Нью-Йорк	97,0	63,0	31,0
Токио	99,0	95,0	33,0
Лос-Анджелес	98,0	66,0	72,0

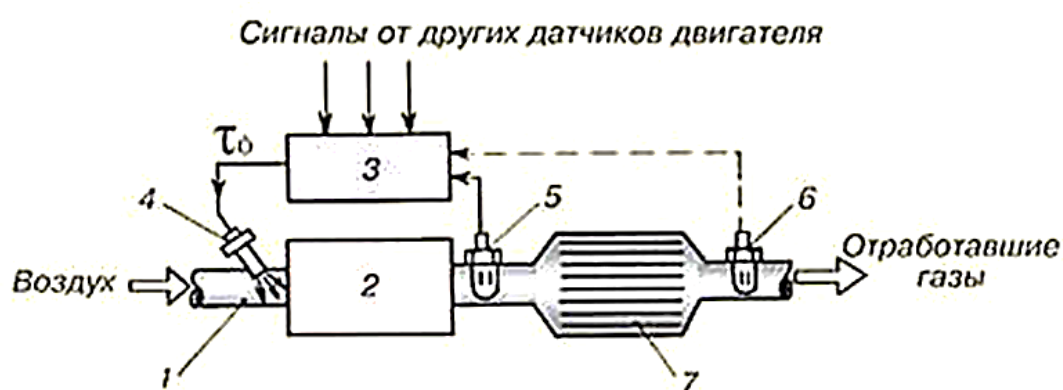
Состав и количество токсичных компонентов в ОГ двигателей зависит от типа двигателя, конструктивных и регулировочных факторов, степени совершенства рабочего процесса, режимов работы двигателя, его технического состояния и других факторов.

2 Конструкторская часть

2.1 Назначение датчика концентрации кислорода

«На современном автомобиле проблемы нейтрализации токсичных веществ в выхлопных отработавших газах решаются с применением специальных газонейтрализаторов. Эти устройства более надежно работают совместно с системой впрыска бензина, которая оснащена датчиком (или двумя датчиками) концентрации кислорода (далее – ДКК) в выпускном тракте двигателя. Аналогичны термины лямбда-зонд, лямбда-датчик, кислородный датчик, O_2 –датчик. Вольный перевод с английского «Oxygen Sensor» породил многообразие названий.

Кислородный датчик вырабатывает сигнал обратной связи для электронного блока управления впрыском, который корректирует состав топливовоздушной смеси по коэффициенту избытка воздуха λ на входе системы. Корректировка реализуется изменением продолжительности впрыска бензина форсункой при которой изменяется длительность управляющего импульса (рисунок 1)» [6].



1 – коллектор впускной; 2 – двигатель; 3 – блок управления двигателем;
4 – форсунка топливная; 5,6 – лямбда-зонд; 7 – каталитический нейтрализатор.

Рисунок 1 – Схема коррекции с одним и двумя датчиками кислорода двигателя

Датчик кислорода для электронной системы автоматического управления двигателем (далее – ЭСАУ-Д) бывает в трех исполнениях:

- как химический источник тока с управляемой электродвижущей силой;
- как хеморезистор, у которого величина электрического сопротивления зависит от парциального давления кислорода в омываемых датчик выхлопных отработавших газах;
- как термопара.

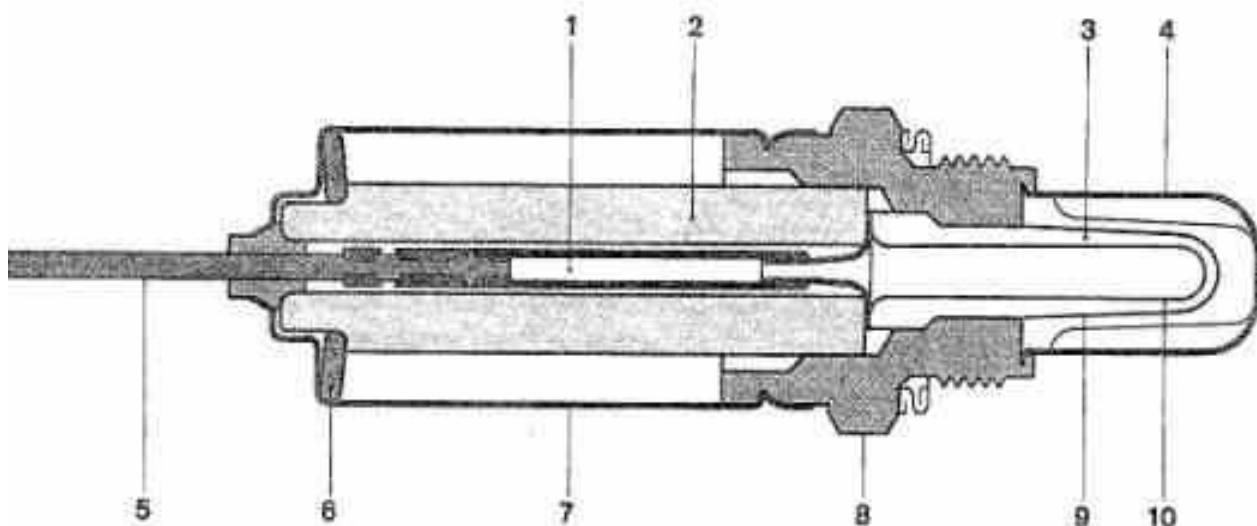
В настоящее время наибольшее распространение получили датчики как химические источники тока как более дешевые в изготовлении.

2.2 Устройство и принцип работы датчика концентрации кислорода

«Датчик кислорода как химический источник тока состоит из двух платиновых электродов и твердого электролита из диоксида циркония между ними (рисунки 2, 3, 4, 5). Диоксид циркония имеет пористую структуру и нанесенные с обеих сторон на его поверхность тонкие пленки платины (электроды), тоже пористые, с микроскопическими отверстиями. По газовым потокам электроды разобщены так, что один из них находится во внешней окружающей атмосферной среде, а другой – омывается выходными отработавшими газами» [6].



Рисунок 2 – Внешний вид датчика концентрации кислорода



- 1 – контактная часть; 2 – керамика, контактирующая с воздухом;
 3 – керамика, контактирующая с отработавшими газами; 4 – защитная труба;
 5 – колодка электрического подключения; 6 – тарельчатая пружина;
 6 – защитная гильза; 8 – корпус (минус); 9 – электрод (минус); 10 – электрод (плюс)

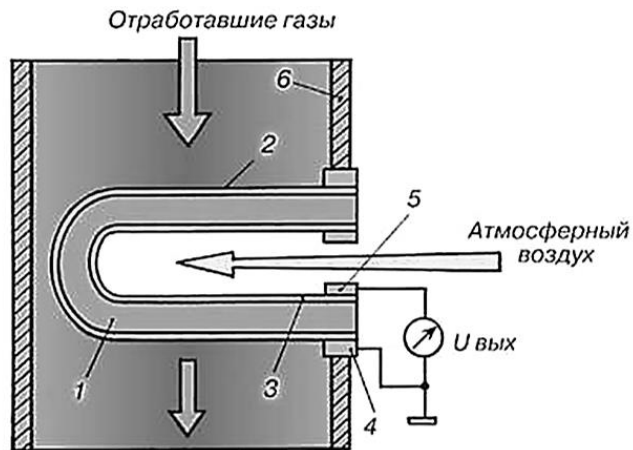
Рисунок 3 – Датчик содержания кислорода

«Возникающая активность связана с высокотемпературным разложением молекул кислорода O_2 на положительные ионы и свободные электроны ($O_2 \rightarrow 2O_+ + 2e$). Такая реакция имеет место в порах твердого электролита за платиновыми пористыми электродами, где в присутствии платинового катализатора и при температуре выше $350\text{ }^\circ\text{C}$ кислород переходит в ионизированное состояние. Вследствие различных концентраций кислорода с обеих сторон твердого циркониевого электролита (количество носителей электрических зарядов в противоположных зонах разное) образуется движение ионов кислорода в электролите и на электродах возникает электродвижущая сила (E_d) датчика» [6].

При коэффициенте λ больше 1 величина электродвижущей силы будет меньше 0,1 В. В случае если λ меньше 1, то величина электродвижущей силы резко меняет величину до 0,95 В.

«Образовавшаяся ступенька имеет средний уровень 0,42-0,48 В, который соответствует коэффициенту избытка воздуха, то есть 1. Таким образом, с помощью кислородного датчика можно легко зафиксировать

момент, когда топливовоздушная смесь становится стехиометрической смеси с погрешностью не более $\pm 0,5\%$. Этим пользуются для создания окна экологической безопасности ($0,95 \leq \lambda \leq 1,05$) при работе системы впрыска, когда выброс токсичных веществ с отработавшими газами становится минимальным» [6].



1 – твердый электролит; 2, 3 – наружный и внутренний электроды; 4 – контакт заземления; 5 – «сигнальный контакт»; 6 – выхлопная труба

Рисунок 4 – Схема датчика кислорода на основе диоксида циркония, расположенного в выхлопной трубе



А – условная точка средних показаний ($U_{\text{вых}}$ равен 0,5 В, при $\lambda=1,0$); обогащение смеси (уменьшение O_2 в выхлопе); обеднение смеси (увеличение O_2 в выхлопе)

Рисунок 5 – Зависимость напряжений лямбда-зонда от коэффициента избытка воздуха (λ) при температуре датчика 500-800 °С

2.3 Возможные неисправности датчика концентрации кислорода и их причины

На рисунке 6 показан вид осциллограммы нормально работающего датчика концентрации кислорода.



Рисунок 6 – Осциллограмма исправного датчика концентрации кислорода

В случае если явная неисправность датчика концентрации кислорода фиксируется электронным блоком управления (далее – ЭБУ), он начинает работать по усредненным параметрам, записанным в его памяти: при этом состав образующейся топливно-воздушной смеси будет отличаться от идеального. В результате появится повышенный расход топлива, неустойчивая работа двигателя на холостом ходу, увеличение содержания оксида углерода в отработавших газах, снижение динамических характеристик, но машина при этом остается на ходу.

Перечень возможных неисправностей датчика концентрации кислорода достаточно большой и некоторые из них (потеря чувствительности, уменьшение быстродействия) самодиагностикой автомобиля не фиксируются. Поэтому окончательное решение о замене датчика можно принять только после его тщательной проверки. Следует особо отметить, что попытки замены неисправного лямбда-зонда имитатором ни к чему не

приведут – ЭБУ не распознает «чужие» сигналы, и не использует их для коррекции состава приготавливаемой горючей смеси, то есть попросту «игнорирует».

«При сгоревшем или отключенном лямбда-зонде содержание оксида углерода в выхлопе возрастает на порядок: от 0,1-0,3 % до 3-7 % и уменьшить его значение не всегда удается, так как запаса хода винта качества смеси может не хватить. В автомобилях, система λ -коррекции которых имеет два кислородных датчика, дело обстоит еще сложнее. В случае отказа второго лямбда-зонда (или «пробивки» секции катализатора) добиться нормальной работы двигателя практически невозможно.

Вообще лямбда-зонд наиболее уязвимый датчик автомобиля с системой впрыска. Его ресурс составляет 40- 80 тыс. км в зависимости от условий эксплуатации и исправности двигателя» [6].

Причины выхода из строя датчиков концентрации кислорода в выхлопных газах:

- отравление октано-повышающими добавками бензинов: тетраэтилсвинцом, железо- или марганец- содержащие добавки;
- отравление силиконовым герметиком (химическое повреждение);
- загрязнение продуктами сгорания насыщенных углеводородов моторного масла (низкая кондиция маслосъёмных колец или сальников клапанов);
- загрязнение чувствительного элемента датчика составными частями охлаждающей жидкости попавшей в выхлопной тракт;
- перегорание подогревателя;
- нарушение герметичности (датчик работает на разнице количества атомарного кислорода снаружи и внутри. Если выхлопные газы попадают внутрь, он перестаёт работать);
- нарушение контактов от элемента на вывод;
- попадание напряжения подогревателя на вывод элемента (через неизвестный токопроводящий слой);

- растрескивание корпуса подогревателя;
- растрескивание чувствительного элемента;
- перегрев датчика.

Основные неисправности датчиков концентрации кислорода.

«На рисунке 7 показан выходной сигнал еще работающего, но изрядно послужившего и практически неисправного датчика концентрации кислорода. Данная осциллограмма зафиксировала падение амплитуды выходного сигнала ниже 0 В, что говорит о неисправности кислородного датчика. Данная неисправность датчика чаще всего фиксируется системой самодиагностики и на приборной панели загорается лампочка «CHECK ENGINE», которая сигнализирует о неисправности» [6].

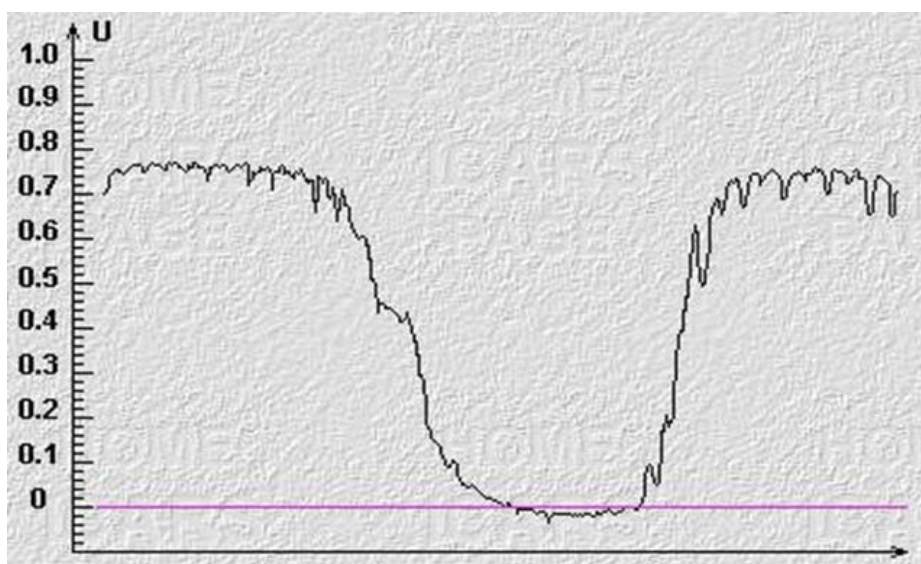


Рисунок 7 – Осциллограмма неисправного датчика

На рисунке 8 представлена наиболее распространенная неисправность датчиков содержания кислорода в выхлопных газах, которая выражена в замедленной его реакции. Время фронта сигнала значительно превышает 120 мс.

Данная неисправность датчика неминуемо вызывает увеличенный расход топлива и заметное снижение динамики автомобиля, а система

самодиагностики ее не фиксирует, так как данный параметр не отслеживается контроллером.

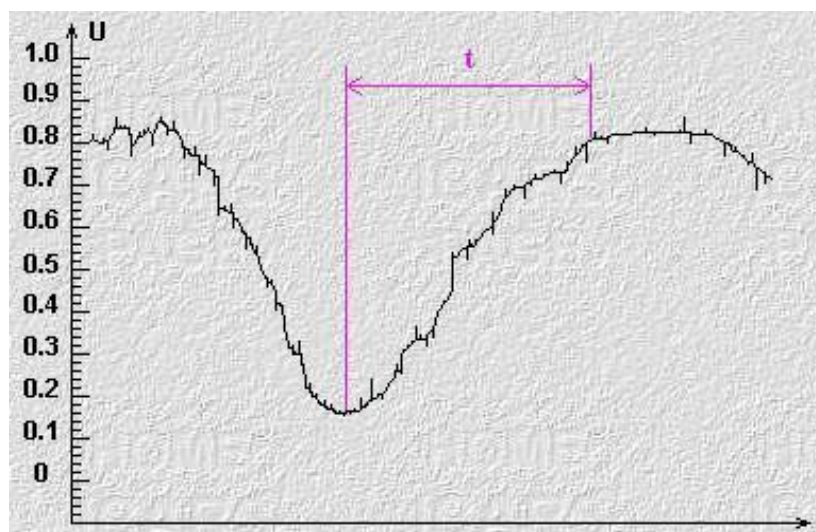


Рисунок 8 – Осциллограмма неисправного датчика

«Неисправности таких датчиков концентрации кислорода не фиксируются контроллером, так как амплитудные значения сигналов не выходят из заданного для них диапазона. В большинстве систем впрыска топлива неисправности датчиков могут быть зафиксированы только при выходе их сигнала из этого заданного диапазона. Чаще всего это 0-1 В.

Таким образом, однозначно фиксируется только полное отсутствие сигнала и его минусовое значение, в этих случаях ошибка индицируется лампой «CHECK ENGINE». Однако следует заметить, что в некоторых ЭБУ предусмотрена возможность диагностики и обнаружения неисправности по косвенным признакам (соотношение показаний датчика скорости автомобиля или датчика положения коленвала, датчика положения дроссельной заслонки, расходомера воздуха и прочего). В этих случаях индикация «CHECK ENGINE» может быть включена» [6].

При анализе выходного напряжения датчика следует помнить, что видимое состояние может быть вызвано не только его неисправностью, но и другими причинами.

Если выходное напряжение постоянно больше 0,45 В, то это может являться признаком обогащённой смеси. Причиной этого зачастую являются неисправности элементов системы питания или управления двигателем. Аналогична ситуация если выходное напряжение постоянно меньше 0,45 В, то это может являться признаком обедненной смеси (рисунок 9).

Если датчик постоянно находится возле среднего значения 0,45 В то это значит, что он полностью неисправен – это напряжение генерируется компьютером на своем высокоомном входе (рисунок 10).

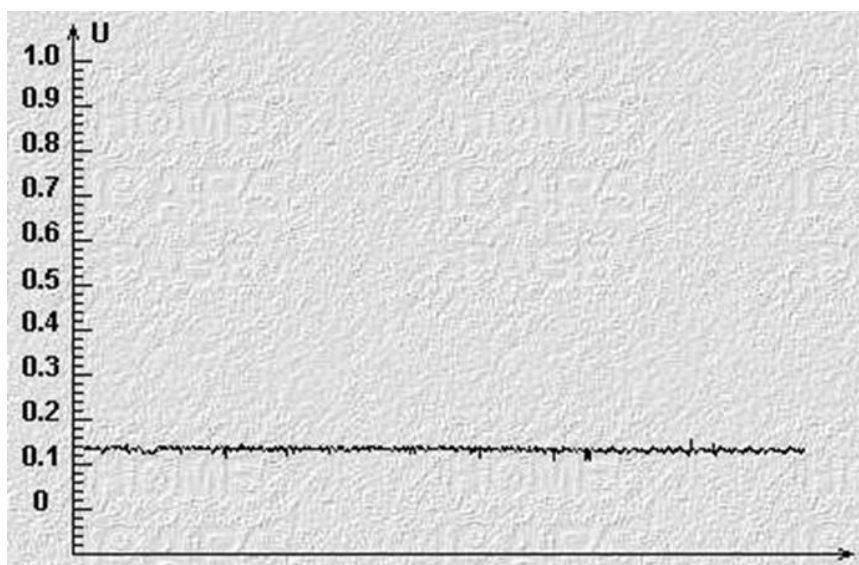


Рисунок 9 – Осциллограмма работы датчика в условиях бедной смеси

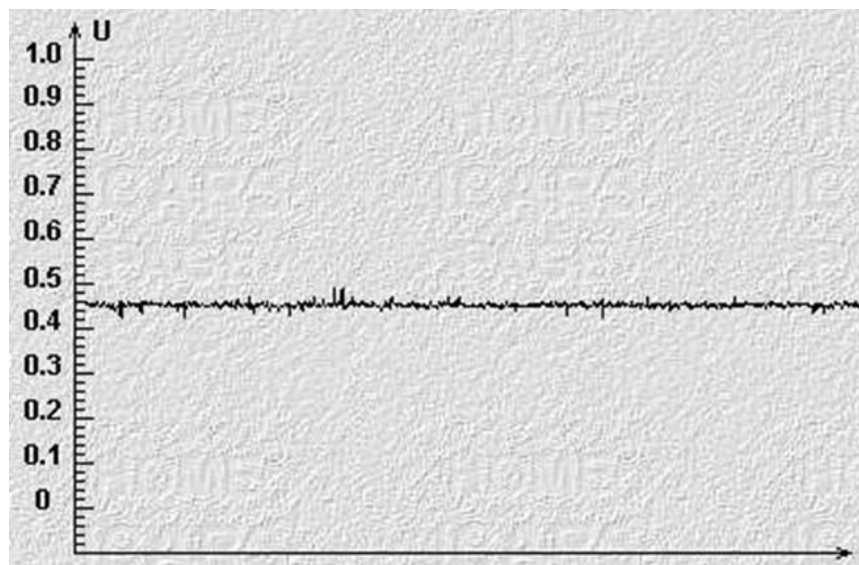


Рисунок 10 – Осциллограмма неработающего датчика

2.4 Анализ существующих методов диагностики датчиков концентрации кислорода в отработавших газах

На первом этапе работы по разработке технологического оборудования для проверки датчиков концентрации кислорода в отработавших газах был проведен поиск по доступным источникам информации и анализ существующих способов диагностики данных датчиков. В результате поиска были выявлены несколько методов, позволяющих в той или иной степени оценить техническое состояние кислородных датчиков. Ниже приведены их краткие характеристики, описания методов и используемых при этом устройств. Для каждого метода указаны достоинства и недостатки.

Проверка при помощи стрелочного тестера.

Большинство датчиков электронных систем автоматического управления двигателя (далее – ЭСАУ-Д) может быть проверено с помощью стрелочного тестера или цифрового мультиметра. Эти приборы позволяют определять такие параметры датчиков, как резистивность электрических цепей, наличие или отсутствие контактного соединения, электрическое напряжение, вырабатываемое им или подаваемое на пассивный датчик. Все эти параметры могут быть определены только в статическом состоянии, когда датчик отключен от системы управления. Такая проверка не даёт объективной информации о всех неисправностях датчика, так как в этом случае он проверяется без воздействия реальных дестабилизирующих факторов.

Следует отметить также, что данные приборы обладают достаточно большой инертностью, что не позволяет оценить реальный диапазон изменения наблюдаемой величины при высокой динамике её изменения.

Проверка при помощи цифрового мультиметра.

Более прогрессивным и очень распространенным в силу своей доступности и простоты является способ проверки при помощи цифрового мультиметра или диагностического сканера. Параметры, контролируемые

при помощи этих приборов, аналогичны предыдущему методу, однако эти приборы не обладают такой инертностью. Диагностика при помощи сканера также позволяет производить контроль параметра при работающем двигателе, то есть отслеживать его динамику. Однако существенным недостатком является большое время дискретизации этих электронных приборов, в большинстве случаев доходит до секунды. Это также не позволяет полноценно оценить динамику изменения оцениваемого параметра.

Диагностирование датчиков ЭСАУ-Д с помощью электронного осциллографа. Для диагностики ЭСАУ-Д и их составных компонентов разрабатываются специальные автомобильные электронно-цифровые (однолучевые или двухлучевые) осциллографы (далее – АЭЦО).

АЭЦО допускаются в составе стационарных мотор-тестеров или как автономные контрольно-измерительные устройства. Как и в обычных аналогах электронных осциллографов, на экране АЭЦО по горизонтали отображается время развёртки, а по вертикали разности потенциалов напряжение или ЭДС. На экране АЭЦО нанесена масштабная сетка (рисунок 11).

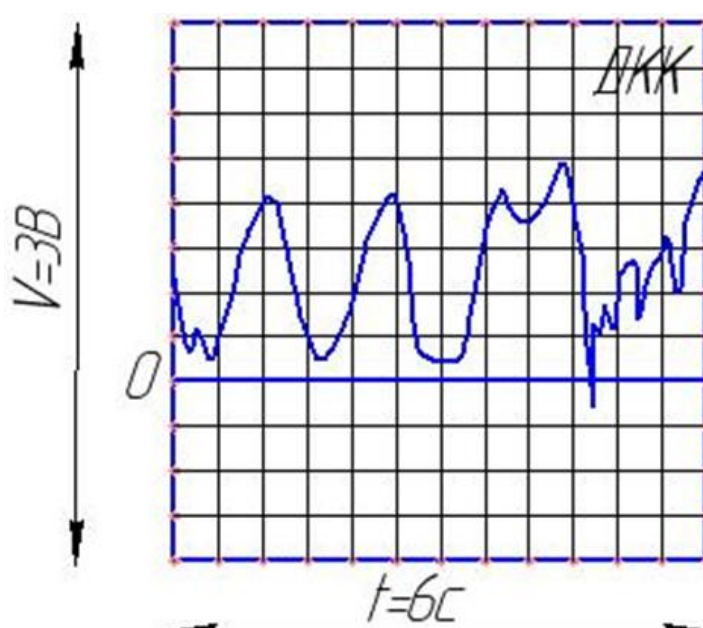


Рисунок 11 – Вид осциллограммы

Время развёртки может быть стабилизировано кварцевым генератором и тогда оно переключается по длительности только дискретно. При этом числу масштабных единиц по горизонтали строго соответствует кратная или дольная единица времени, имеет место число – импульсная интерпретация времени. Это позволяет получать высокую точность при измерении временных интервалов в сигналах датчиков и в других электрических сигналах ЭСАУ-Д. Второй (вертикальной) координатой на экране ЭСАУ-Д является амплитуда «А» проверяемого сигнала, которая, как и время, имеет выражение - импульсное представление.

В отличие от тестовой проверки цифровой осциллограф обеспечивает контроль параметров датчиков на работающем двигателе. Это позволяет обнаруживать не только устойчивые неисправности, но и нерегулярные погрешности датчиков, которые отчётливо проявляются в «динамике».

Основной принцип диагностирования технического состояния датчика с помощью цифрового осциллографа заключается в сравнении формы сигнала с его печатной образцовой формой – шаблоном. Печатные образцовые формы (шаблоны) публикуются в специальных руководствах по проведению осциллографической диагностики.

В связи с проведённым анализом методов диагностики и основных неисправностей датчиков концентрации кислорода можно сделать вывод об актуальности оценки работоспособности датчиков концентрации кислорода не только по диапазону генерируемого напряжения, но и по временным характеристикам рабочего процесса, что невозможно без четкого отслеживания динамики сигнального напряжения. Таким образом, единственным полноценным методом диагностики датчиков кислорода из существующих является метод с применением АЭЦО. Однако малая доступность АЭЦО из-за высокой стоимости рождает потребность в разработке альтернативного, более доступного по стоимости оборудования, которое позволяло бы полноценно оценивать техническое состояние датчиков концентрации кислорода в отработавших газах.

2.5 Техническое описание стенда оценки состояния кислородных датчиков

Введение.

В техническом описании приняты следующие сокращения и условные обозначения:

- стенд ОСКД – стенд оценки состояния кислородных датчиков;
- ТО – техническое обслуживание;
- УГ – углекислый газ;

Документы, которыми дополнительно необходимо руководствоваться при изучении данного изделия:

- ГОСТ Р 52033-2003 «Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния»;
- ГОСТ 12.1.030-80 ССБТ.

Стенд ОСКД предназначен для оценки технического состояния датчиков концентрации кислорода в отработавших газах на основе контроля следующих параметров: время нарастания сигнального напряжения, диапазон изменения сигнального напряжения.

Рекомендуется к использованию при проведении диагностических работ, как самостоятельно, так и в комплексе с другими средствами технического диагностирования.

Стенд ОСКД предназначен для работы в помещениях при температуре от минус 10 до плюс 40 °С и относительной влажности не более 98 % при +25 °С.

В процессе проведения диагностических работ с помощью стенда ОСКД производится эффективное диагностирование работоспособности кислородных датчиков с демонтажем с автомобиля, что исключает вероятность появления наведенных неисправностей, а, следовательно, снижает трудоемкость диагностических работ.

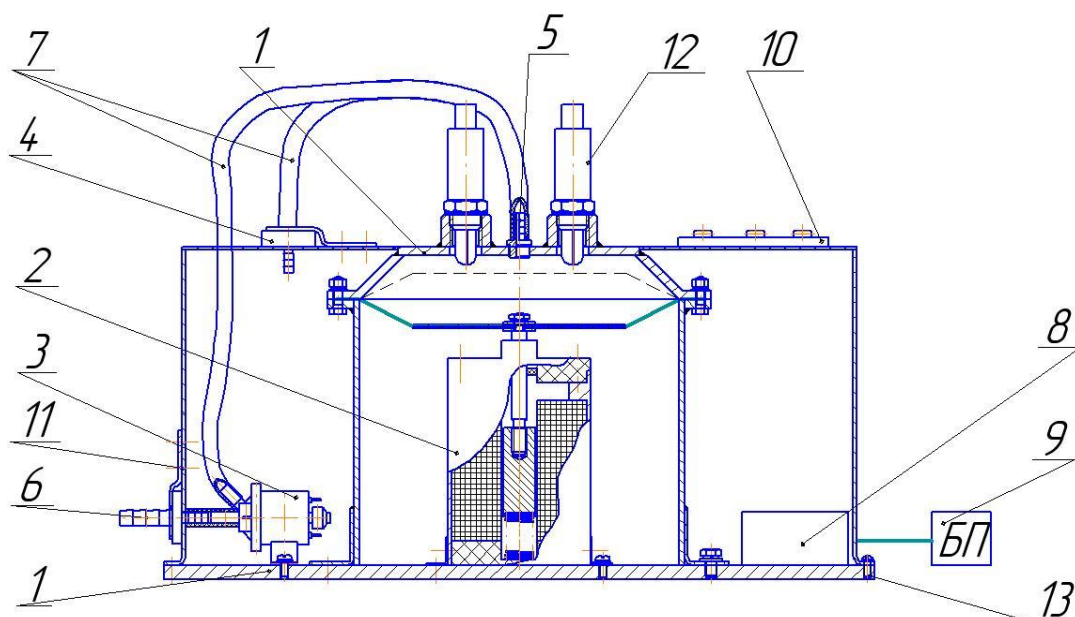
Стенд ОСКД имеет следующие основные технические данные и характеристики:

- напряжение питания, В 220;
- газовое питание технический УГ;
- присоединительный диаметр шланга питания УГ, мм 8;
- давление питания УГ, атм. 1,2;
- объём пневмокамеры при крайних положениях мембраны, м³:
 - верхнее положение $215 \cdot 10^{-6}$;
 - нижнее положение $753 \cdot 10^{-6}$.
- масса, кг 15;
- примерный объём расходуемого УГ за один цикл проверки, м³
..... $260 \cdot 10^{-6}$.

Состав изделия.

Предлагаемый стенд оценки состояния кислородных датчиков состоит из (рисунок 12):

- 1) пневмокамеры переменного объёма мембранного типа;
- 2) электромагнита;
- 3) электропневмоклапана;
- 4) обратного пневмоклапана;
- 5) штуцеров (2 шт.);
- 6) переходника;
- 7) резиновых шлангов (2 шт.);
- 8) электронного блока на базе мультивибратора;
- 9) блока питания 12 В.;
- 10) навигационной панели (3 тумблера и 3 светодиода);
- 11) корпуса;
- 12) эталонный датчик;
- 13) крепёжные элементы.



- 1 – пневматическая камера переменного объема мембранного типа;
 2 – электромагнит; 3 – электропневмоклапан; 4 – обратный пневмоклапан;
 5 – штуцер; 6 – переходник; 7 – резиновый шланг; 8 – электронный блок;
 9 – блок питания 12 В.; 10 – навигационная панель (3 тумблера и 3 светодиода);
 11 – корпус; 12 – эталонный датчик; 13 – крепёжные элементы

Рисунок 12 – Устройство предлагаемого стенда

Сборка осуществляется посредством резьбовых крепёжных элементов и сварки. Элементы 3, 4, 7, 9, 10, 12 – являются покупными изделиями. Остальные элементы изготавливаются под заказ из сортового проката и стандартных деталей.

Принцип работы стенда ОСКД.

В основу принципа работы стенда ОСКД заложена имитация рабочего процесса системы обратной связи управления подачей топлива по параметру изменения парциального давления кислорода в системе выпуска отработавших газов. Конструктивно это реализуется посредством пневмокамеры переменного объема. При изменении объема камеры происходит изменение давления газовой смеси (углекислый газ, воздух) внутри неё, а, следовательно и парциальных давлений компонентов смеси. Изменение парциального давления кислорода преобразуется кислородным датчиком в электрический сигнал, параметры которого (длительность нарастания сигнального напряжения и диапазон изменения сигнального

напряжения) и предлагается контролировать на не превышение предельно допустимых значений. Значения предельных величин взяты из технической документации поставляемой компанией производителем: длительность нарастания сигнального напряжения 120 мс и диапазон изменения сигнального напряжения 0,2-0,8 В. Контроль предлагается осуществлять электронным блоком на базе мультивибратора, который будет фиксировать выход значений параметров из пределов допустимых значений и сопровождая это световой индикацией.

Для конструктивной реализации вышеописанного процесса необходимо создать в пневмокамере условия испытания близкие по концентрации кислорода к отработавшим газам в системе выпуска. С этой целью стенд оснащается эталонным датчиком. По показаниям этого датчика электронный блок, управляя работой электропневмоклапана в режиме создания условий испытаний (тумблер 2 положение вкл.), доводит концентрацию кислорода до необходимого уровня. Через электропневмоклапан в камеру подаётся углекислый газ от внешнего источника под давлением 0,2 атм. Для создания необходимых условий следует учитывать скорость диффузии газов, что должно предусматривать выдержку в течение дополнительного времени для выравнивания концентрации кислорода по объёму камеры.

2.6 Инструкция по эксплуатации стенда ОСКД

Основным требованием при работе со стендом ОСКД является соблюдение мер электробезопасности. Своевременное обнаружение и устранение негерметичности пневмокамеры, что в первую очередь связано с полной потерей работоспособности стенда. Поэтому при работе с данным изделием следует соблюдать следующие меры безопасности:

- а) работы связанные с данным изделием должен осуществлять специально проинструктированный персонал;

- б) во время работы следует уделять особое внимание целостности электроизоляции, качеству сопряжения электроразъемов;
- в) участки, на которых производятся работы с использованием данного изделия, должны быть оборудованы в соответствии с нормами электробезопасности;
- г) запрещается использование изделия при давлении питания УГ отличном от рекомендованного;
- д) запрещается самостоятельный ремонт и разборка стенда ОСКД;
- е) запрещается использовать в качестве газа-разбавителя не УГ;
- ж) при обнаружении потери герметичности пневмокамеры следует немедленно прекратить дальнейшую работу до устранения причины неисправности;
- з) предотвращать попадание внутрь изделия посторонних предметов;
- и) запрещается попадание влаги внутрь изделия и на внешние токопроводящие части;
- к) доступность источников питания должна обеспечивать положение соединительных элементов питания без натяга.

При эксплуатации данного изделия следует регулярно проводить ТО.

Требования к месту, где предполагается использовать изделие. Рабочее место на котором устанавливается изделие должно отвечать требованиям эргономичности и соответствовать требованиям.

Операции по установке изделия:

- стенд ОСКД устанавливается на горизонтальной поверхности вблизи источников электропитания и питания УГ;
- производится монтаж эталонного датчика. Обратить внимание на наличие уплотнительной шайбы. Затяжку датчика производить с усилием 80 Н·м. При сопряжении разъема датчика усилие прикладывается до характерного щелчка;
- присоединить трубопровод питания УГ, предварительно проконтролировав давление питающей магистрали.

При подготовке к работе стенда ОСКД следует:

- убедиться визуально в комплектности стенда;
- убедиться в целостности соединений трубопроводов, проверить затяжку хомутов. При обнаружении расслаблений подтянуть;
- проверить сопряжение разъёма эталонного датчика;
- проверить исходное состояние тумблеров навигационной панели, то есть все тумблеры необходимо установить в положение «выключено»;
- перед работой на установке ознакомиться с правилами безопасности и принципом работы установки.

При ознакомлении с содержанием операций, проводимых с изделием при его использовании в процессе диагностировании технического состояния датчиков кислорода (рисунки 13, 14).

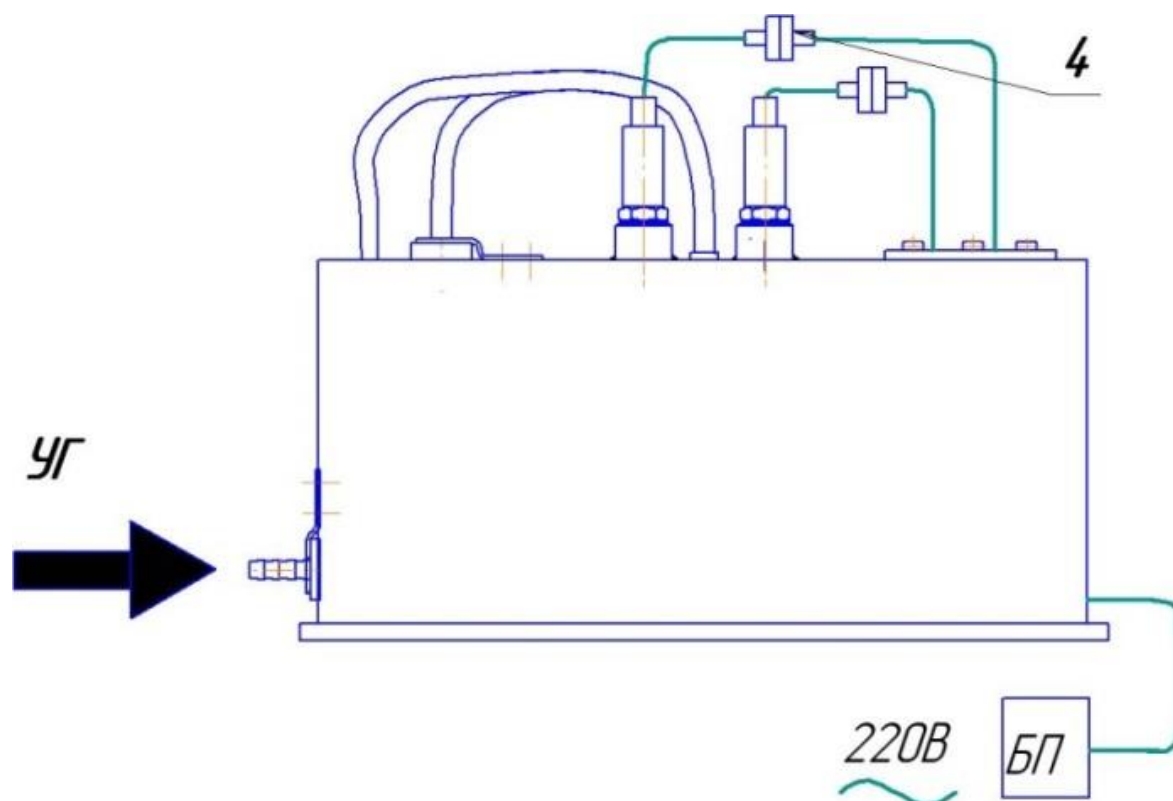


Рисунок 13 – Эскиз стенда ОСКД

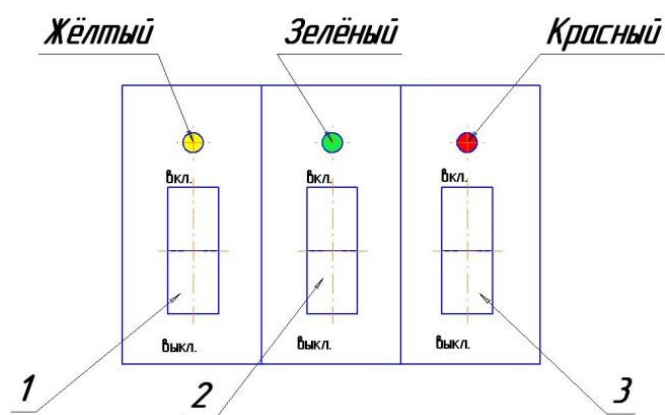


Рисунок 14 – Эскиз навигационной панели стенда ОСКД

Порядок работы:

1. Подключить стенд к сети электропитания 220 В;
2. Монтировать проверяемый датчик: затяжку датчика производить с усилием 80 Н·м, проверить наличие уплотнительной шайбы, при сопряжении разъёма усилие прикладывать до характерного щелчка, свидетельствующего о полноте контакта.
3. Запитать стенд углекислотой: давление УГ в питающей магистрали должно составлять 0,2 атм., отклонение от рекомендуемого давления на величину более 0,2 атм. Может привести к неэффективной работе изделия.
4. Прогреть датчики до рабочей температуры чувствительных элементов: тумблер 1 в положение «вкл.», с последующей выдержкой в течение 20 сек перед следующим переходом.
5. Создать требуемые условия испытаний: заполнить камеру УГ до требуемого содержания кислорода для этого тумблер 2 перевести в положение «вкл.», дождаться постоянного горения зелёного диода. Нарушение времени выдержки необходимого для диффузии газов, дальнейшая работа стенда может оказаться неэффективной.
6. Запустить процесс диагностирования датчика: тумблер 3 перевести в положение «вкл.», о циклическом изменении объема пневмокамеры можно будет судить по характерному звуку.

7. Зафиксировать количество мерцаний красного светодиода в течение проверочного цикла, длительность цикла 1,5 мин. Постоянное мерцание красного диода свидетельствует о постоянном выходе одного или обоих контролируемых параметров из допустимых пределов, что означает непригодность датчика к дальнейшему использованию. Допускается не более чем трехкратное мерцание светодиода в течение проверочного цикла, что может быть связано с не идеальностью процесса. Прекращение свечения зеленого светодиода во время диагностирования индицирует выход условий испытания из допустимых пределов.
8. Завершить процесс диагностирования по истечении 1,5 минут: тумблер 3 вернуть в положение «выкл»;
9. Прекратить контроль условий испытаний: тумблер 2 вернуть в положение «выкл»;
10. Отключить питание нагревательных элементов датчиков: тумблер 1 в положение «выкл».
11. Прекратить питание стенда углекислотой.
12. Демонтировать проверяемый датчик: разъединить разъём проверяемого датчика, вывернуть проверяемый датчик.
13. Продуть камеру для этого тумблер 3 перевести в положение «вкл» на 5-10 сек.
14. Заглушить монтажное отверстие резиновой пробкой во избежание попадания в камеру посторонних предметов, грязи и влаги, что может привести к повреждению мембраны.
15. Отключить электропитание стенда.

Проверка технического состояния:

- разгерметизация объёма пневмокамеры определяется по прекращению свечения зеленого светодиода и по появлению характерного звука выхода газа в процессе проверки;

- осмотр производится визуально определяется: состояние лакокрасочного покрытия, наличие мест коррозионного воздействия, наличие трещин и иных повреждений;
- при разборке изделия проверяют: состояние электроконтактов на предмет окисления и целостность, затяжку крепежных элементов крышки камеры, состояние шлангов и мест сопряжений недоступных без разборки;
- исправность электропневмоклапана проверяется по характерному щелчку при подаче на него управляющего напряжения.

Виды и операции, проводимые при различных видах ТО, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание и виды ТО стенда ОСКД

Содержание работ и методика их проведения	Технические требования	Приборы, инструменты приспособления и материалы, необходимые для выполнения работ
Ежедневное обслуживание, ЕО	По потребности в соответствии с результатом КО	–
ТО-1	Производится через 6 месяцев эксплуатации: проводится подтяжка резьбовых соединений, зачистка электроконтактов по потребности	Набор ключей, универсальная жидкость WD-40
ТО-2	Выполняется через 1 год эксплуатации: включает в себя все работы ТО-1, так же выполняется разборка стенда, замена мембраны, проверка состояния электромагнита, проверка состояния лакокрасочного покрытия	Набор ключей, графитовая смазка, лакокрасочные материалы
Сезонное обслуживание СО	Не производятся	–

При проведении технического обслуживания необходимо соблюдать меры безопасности, необходимо:

- а) ознакомиться с правилами техники безопасности при проведении ремонтных и диагностических работ;

- б) применять средства индивидуальной защиты для глаз, незакрытых участков кожи;
- в) все работы выполнять в спецодежде;
- г) при выполнении электротехнических работ соблюдать правила электробезопасности.

2.7 Расчетная часть

Расчёт объёма пневмокамеры. Расчетные модели для процессов образования продуктов сгорания в цилиндрах бензиновых двигателей основаны на предположении, что бензовоздушная смесь к началу процесса сгорания является гомогенной. Однако и при инжекторной системе топливоподачи топливовоздушная смесь не является однородной. Экспериментальные данные, полученные путём отбора проб газа из цилиндра в конце процесса расширения, показали, что даже при сгорании обогащенной смеси содержание кислорода в отработавших газах больше рассчитываемого по стехиометрии. Это позволяет заключить, что не весь кислород, находящийся в камере сгорания, участвует в процессе сгорания, то есть топливовоздушная смесь неоднородна и продукты сгорания не занимают в конце сгорания весь объём камеры. Также необходимо учитывать, что часть свежего заряда неизбежно выходит с продуктами сгорания во время продувки цилиндра.

Экспериментальные данные, приведенные в таблице 5, были получены при анализе единичных циклов двигателя УД-1 [6].

Таблица 5 – Экспериментальные данные

№ циклов	Коэффициент избытка воздуха	Концентрация кислорода в сухих продуктах сгорания, определенная анализом отработавших газов на хроматографе, %
1	2	3
24	1,1030	6,210

Продолжение таблицы 5

1	2	3
29	0,8590	0,030
30	0,9922	2,492
31	0,9473	1,379
32	1,2310	7,050
33	1,0930	6,020
35	0,9690	2,880
36	0,8580	1,164
39	0,8169	3,612
40	0,7371	3,195
43	0,8050	1,928
47	0,77040	1,383

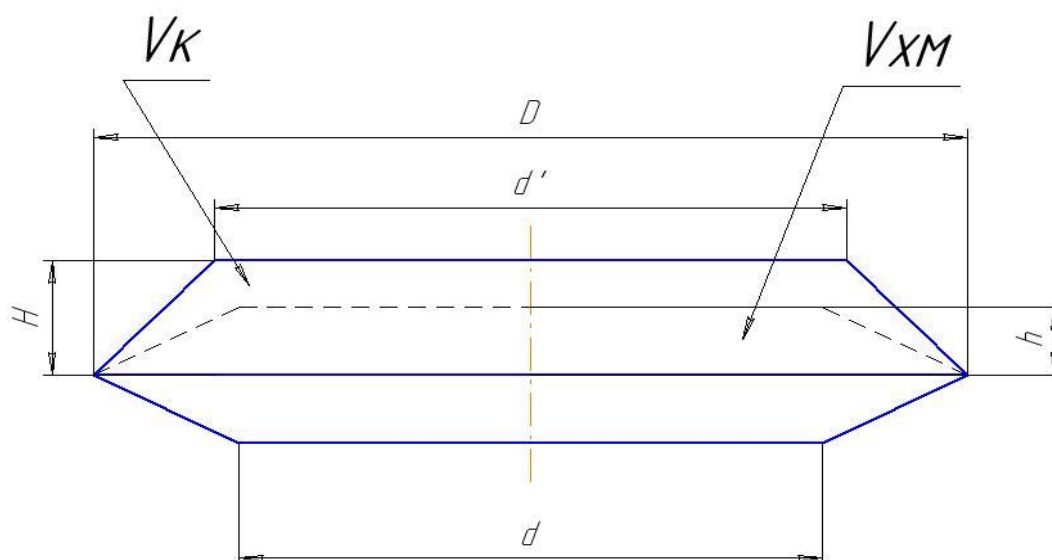
Принимаем для расчёта содержание кислорода:

- обеднённая смесь $\lambda=1,1-7\%$;
- обогащённая смесь $\lambda=0,9-2\%$.

Изменение концентрации, следовательно, парциального давления 1:3,5, таким образом, изменение объёма камеры рассчитываем 1:3,5.

Принимаем: $D=180$ мм; $d=120$ мм; $h=15$ мм.

Для расчета принимаем форму камеры – усеченный конус (рисунок 15).



D – диаметр большого основания усеченного конуса; d – диаметр малого основания усеченного конуса; h – высота усеченного конуса; V_K – объём камеры; V_{XM} – объём хода мембраны

Рисунок 15 – Расчетный эскиз камеры

Объема усеченного конуса рассчитывается по формуле:

$$V = 0,262 \cdot h \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2), \quad (1)$$

Из необходимого соотношения объемов 1:3,5 можно записать:

$$\frac{V_K - 0,5 \cdot V_{XM}}{V_K + 0,5 \cdot V_{XM}} = \frac{1}{3,5}, \quad (2)$$

$$3,5 \cdot (V_K - 0,5V_{XM}) = V_K + 0,5V_{XM}, \quad (3)$$

$$3,5V_K - 1,75V_{XM} = V_K + 0,5V_{XM}, \quad (4)$$

$$2,5V_K = 2,25V_{XM}, \quad (5)$$

$$V_K = 0,9V_{XM}, \quad (6)$$

$$V_{XM} = 0,262 \cdot 15 \cdot (180^2 + 180 \cdot 120 + 120^2) = 537624 \text{ мм}^3, \quad (7)$$

$$V = 0,262 \cdot H \cdot (D^2 + D \cdot d + d^2). \quad (8)$$

Из равенств (6),(7),(8) и задавшись $d'=130$ мм, получаем:

$$0,9 \cdot 537624 = 0,262 \cdot H \cdot (180^2 + 180 \cdot 130 + 130^2). \quad (9)$$

Откуда высота камеры

$$H = \frac{483862}{0,262 \cdot 72700} \approx 25 \text{ мм}. \quad (10)$$

Таким образом, геометрические параметры пневмокамеры переменного объема составят: $D = 180$ мм, $d = 120$ мм, $d' = 130$ мм, $h = 15$ мм, $H = 25$ мм.

Расчёт деталей на прочность:

Анализируя конструкцию разрабатываемого стенда оценки технического состояния датчиков концентрации кислорода с точки зрения обеспечения деталями необходимой прочности, можно сказать, что все составные части стенда удовлетворяют прочностным требованиям к конструкции.

Но вследствие существенной массы стенда существует потребность расчета элементов резьбового крепежа корпуса стенда к плите основания, так как транспортировка стенда предусмотрена в ручную с креплением за корпус. С целью обеспечения норм БЖД при осуществлении процесса транспортировки в корпусе стенда предусмотрены овальные отверстия.

Из графического листа чертежа общего вида стенда видно, что корпус крепится к основанию при помощи 8 винтов (рисунок 16).

Рассчитаем минимально необходимый диаметр резьбы в данном соединении, при этом используем теорию расчета резьбовых соединений, приведенную в источнике [7].

Определим растягивающую силу в сечении резьбового соединения:

$$F = \frac{P}{n}, \quad (11)$$

где P – вес, действующий на элементы резьбового крепежа H ,

n – количество винтов.

Так как масса стенда составляет 15 кг, то в соответствии с формулой (11) получаем:

$$F = \frac{15 \cdot 9,81}{8} = 18,4 \text{ Н.}$$

Запишем условие прочности при растяжении:

$$\sigma_{расм} = \frac{F_p}{\pi \cdot \frac{d_1^2}{4}} \leq [\sigma_{расм}], \quad (12)$$

где $\sigma_{расм}$ – напряжение растяжения, присутствующее в материале;

$[\sigma_{расм}]$ – допускаемое напряжение растяжения, по справочнику [10]

для стали равняется 320 МПа;

d_1 – внутренний диаметр резьбы, м.

Выражаем из формулы (12) искомый диаметр резьбы и получаем:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot [\sigma_{расм}]}} \quad (13)$$

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 18,4}{3,14 \cdot 320 \cdot 10^6}} \approx 0,0027 \text{ м} = 2,7 \text{ мм.}$$

Таким образом, из полученного результата видно, что необходимая прочность резьбового соединения обеспечивается при внутреннем диаметре резьбы 2,7 мм. Учитывая, что при реальном изготовлении разрабатываемого прибора, диаметр резьбы в соединении корпус-основание будет составлять 4 мм, можно утверждать, что прочность данного соединения обеспечивается с запасом.

3 Технологический процесс

3.1 Источники вредных выбросов ДВС

Жидкое моторное топливо, используемое для ДВС, в своем составе содержит углерод, водород и в малых количествах кислород, азот и серу, поэтому при идеальном сгорании топлива с воздухом (состав воздуха: азот - 78,03 %, кислород – 20,99 %, углекислый газ – 0,04 %, аргон, водород и другие инертные газы, примерно 0,94%) в продуктах сгорания должны быть лишь N_2 , CO_2 , H_2O . Однако реальный состав ОГ намного сложнее.

В ДВС имеется несколько источников выбросов вредных веществ, основными из которых являются три: топливные испарения, картерные и отработавшие газы (рисунок 16).

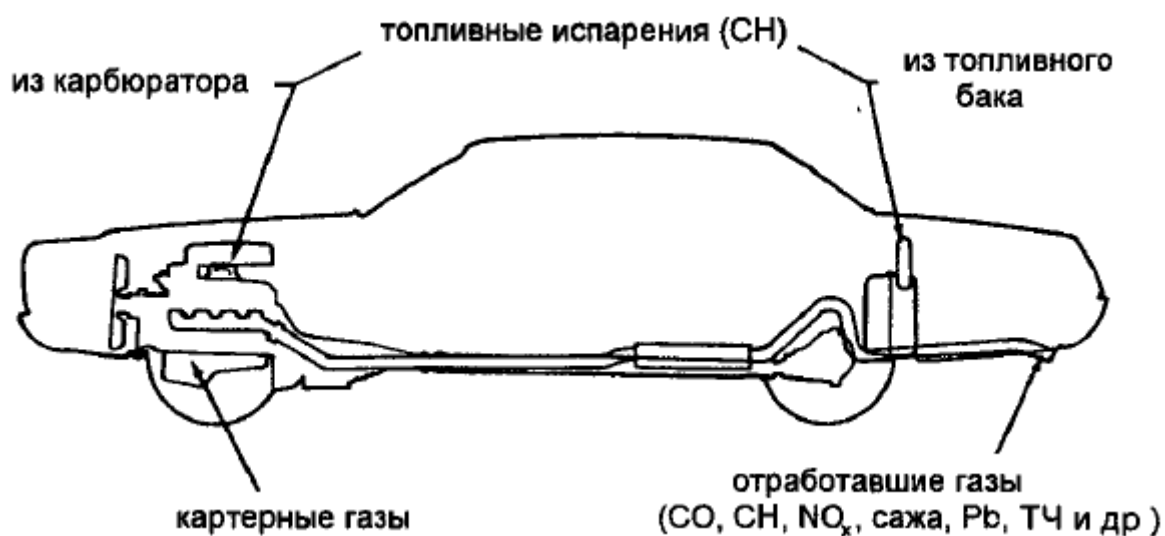


Рисунок 16 – Источники образования токсичных выбросов

Топливные испарения поступают в атмосферу из топливного бака, карбюратора, элементов системы питания и других элементов (например, из топливной системы подогревателя пуска). Они состоят из углеводородов (СН) топлива различного состава. В общем случае выброс СН с топливными

испарениями составляет 15–25%. Источник характерен для бензиновых ДВС, так как для них в качестве топлива используются бензины, представляющие смесь легкоиспаряющихся углеводородов. Дизельное топливо по сравнению с бензинами в своем составе содержит более тяжелые фракции, поэтому установки с дизелями характеризуются меньшими топливными испарениями из-за малой испаряемости топлива и герметичности топливной системы.

К группе испарений можно также отнести испарения смазочного масла, охлаждающих и других технических жидкостей.

Вредные вещества выделяются и в результате сгорания органических веществ (красок, масел, смазок, технических жидкостей и других посторонних материалов), попадающих на горячие поверхности двигателя.

Картерные газы представляют собой смесь газов (продуктов сгорания и несгоревших углеводородов), проникающих через неплотности поршневых колец (цилиндро-поршневую группу) из камеры сгорания в картер, и паров топлива и масла, находящихся в картере. Основными токсичными компонентами картерных газов являются углеводороды и пары бензина (для бензиновых двигателей).

Выброс токсичных компонентов с картерными газами у дизелей незначителен по сравнению с бензиновыми двигателями в связи с различными процессами смесеобразования.

Концентрация токсичных веществ в картерных газах пропорциональна их концентрациям в цилиндре. В картерных газах дизеля основными токсичными компонентами являются: NO_x (45-80 %) и альдегиды (до 30 %). Максимальная токсичность картерных газов ниже, чем ОГ, поэтому доля картерных газов в дизеле не превышает 0,2–0,3% суммарного выброса токсичных веществ. Но, несмотря на это, картерные газы вызывают раздражение слизистой оболочки органов дыхания, вызывая ухудшение самочувствия водителя транспортного средства.

Отработавшие газы – основной источник токсичных веществ ДВС – это гетерогенная смесь различных газообразных веществ с разнообразными

химическими и физическими свойствами, состоящая из продуктов полного и неполного сгорания топлива, избыточного воздуха, аэрозолей и различных микропримесей (как газообразных, так и в виде жидких и твердых частиц), поступающих из цилиндров двигателя в его выпускную систему.

В своем составе они содержат около 300 веществ, большинство из которых токсичны.

Основными нормируемыми токсичными компонентами ОГ двигателей являются оксиды углерода, азота и углеводороды. Кроме того, с ОГ в атмосферу поступают предельные и непредельные углеводороды, альдегиды, канцерогенные вещества, сажа и другие компоненты. Примерный состав ОГ представлен в таблице 6.

При работе двигателя на этилированном бензине в составе ОГ присутствует свинец. В ОГ дизелей, работающих на дизельном топливе, содержится сажа.

Таблица 6 – Состав отработавших газов

Компоненты ОГ	Содержание по объему, %		Примечание
	Двигатели		
	бензиновые	дизели	
Азот	74,0–77,0	76,0–78,0	нетоксичен
Кислород	0,3–8,0	2,0–18,0	нетоксичен
Пары воды	3,0–5,5	0,5–4,0	нетоксичны
Диоксид углерода	5,0–12,0	1,0–10,0	нетоксичен
Оксид углерода	0,1–10,0	0,01–5,0	токсичен
Углеводороды			
неканцерогенные	0,2–3,0	0,009–0,5	токсичны
Альдегиды	0–0,2	0,001–0,009	токсичны
Оксид серы	0–0,002	0–0,03	токсичен
Сажа, г/м ³	0–0,04	0,01–1,1	токсична
Бенз(а)пирен, мг/м ³	0,01–0,02	до 0,01	канцероген

Среднестатистический легковой автомобиль выбрасывает от 0,6 до 1,7 кг/ч СО, а грузовой – от 1,5 до 2,8 кг/ч. При сгорании 1 кг дизельного топлива выделяется около 80–100 г токсичных компонентов: 20–30 г оксида углерода, 20 - 40 г оксидов азота, 4–10 г углеводородов, 10–30 г оксидов

серы, 0,8–1,0 г альдегидов, 3–5 г сажи и других веществ. При сгорании 1 кг бензина при средних скоростях и нагрузках двигателя выделяется примерно 300–310 г токсичных компонентов: 225 г оксида углерода, 55 г оксидов азота, 20 г углеводородов, 1,5–2,0 г оксидов серы, 0,8–1,0 г альдегидов, 1,0–1,5 г сажи и других вредных веществ.

Оксид углерода и углеводороды в ОГ являются продуктом неполного сгорания топлива из-за недостатка кислорода в камере сгорания или представляют собой несгоревшие частицы топлива. Влияние соотношения «воздух/топливо» (коэффициента избытка воздуха α) на выброс вредных веществ с ОГ показано на рисунке 17, где по оси ординат отложена относительная концентрация выбросов CO, NO_x и CH (без шкалы значений величин).

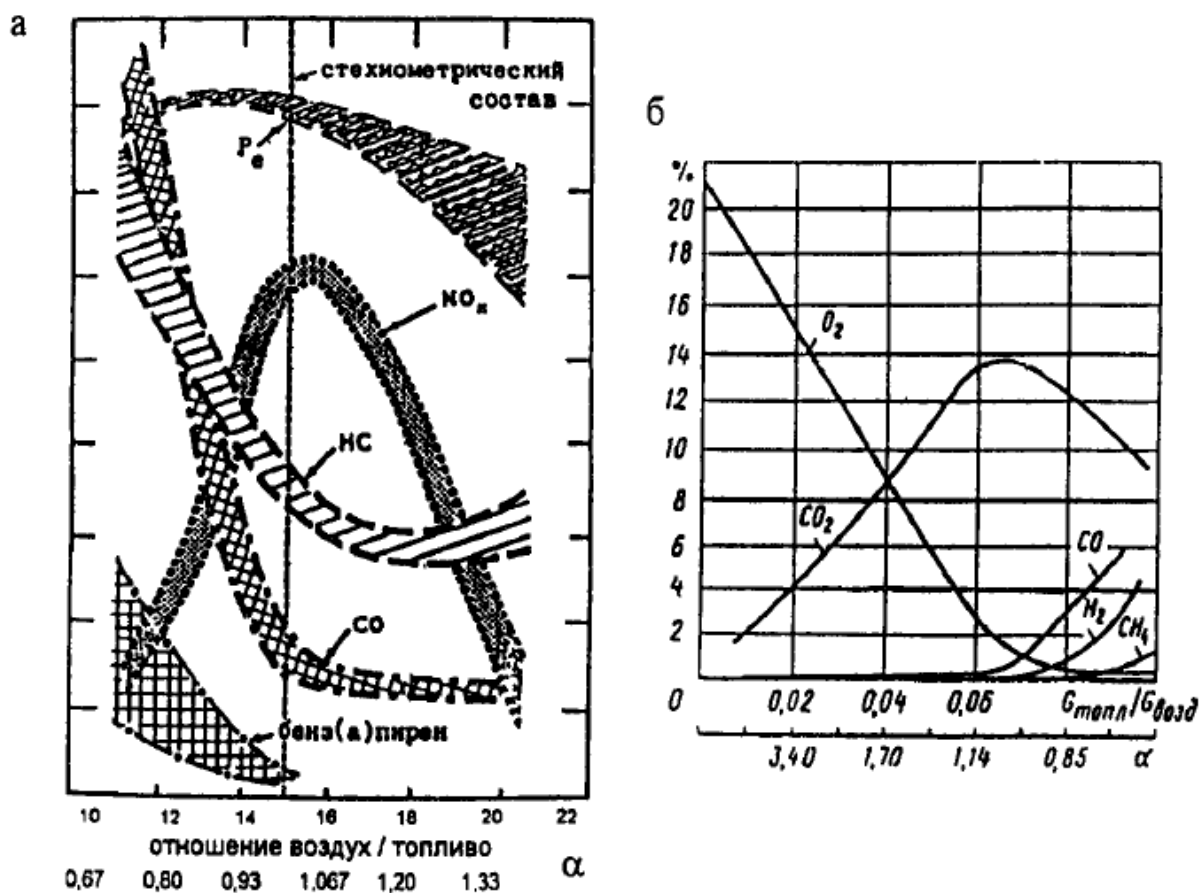


Рисунок 17 – Влияние состава смеси (α) на токсические показатели бензинового двигателя (а) и дизеля (б)

Вещества, содержащиеся в ОГ, по характеру воздействия на организм человека можно разделить на ряд групп.

Нетоксичные вещества – азот, кислород, водород, водяной пар и диоксид углерода (CO_2 , углекислый газ).

Токсичные вещества – оксид углерода (CO), оксиды азота (NO_x), углеводороды (C_nH_m), альдегиды (R_xCHO), оксиды серы (SO_x), сероводород (H_2S) и твердые частицы (в основном сажа).

Особая группа – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), являющиеся канцерогенными веществами.

3.2 Технологическая карта диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Технологический процесс представлен на листе 6 графической части ВКР. Исполнителем является слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда.

4 Безопасность и экологичность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 7 представлен паспорт безопасности на стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

Таблица 7 – Паспорт безопасности на стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
1	2	3	4	5
Диагностика лямбда-зонда кислородных датчиков	1 Подготовка стенда к работе. 2 Проведение испытания. 3 Завершение испытания	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков	Перчатки, защитные очки

4.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1	2	3
1 Подготовка стенда к работе	Возможность поражения электрическим током	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков
2 Монтировать проверяемый датчик	Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
3 Запитать стенд углекислотой	Необнаруживаемые органолептически (газообразные вещества без вкуса, цвета, запаха)	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков, баллон с углекислотой
	Возможность поражения электрическим током	
4 Прогреть датчики рабочей температуры	Монотонность труда, вызывающая монотонию	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков, баллон с углекислотой
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
5 Создать требуемые условия испытаний	Необнаруживаемые органолептически (газообразные вещества без вкуса, цвета, запаха)	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков, баллон с углекислотой
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	

Продолжение таблицы 8

1	2	3
6 Запустить процесс диагностирования датчика	Необнаруживаемые органолептически (газообразные вещества без вкуса, цвета, запаха)	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков, баллон с углекислотой
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
7 Зафиксировать показания прибора	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	
	Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	
8 Завершить процесс диагностирования	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	

4.3 Способы снижения профессиональных рисков

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем

самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:

- информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- б) Обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
- в) Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
- г) Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
- д) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.
- е) Приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами.
- ж) Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах

на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений.

- з) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.
- и) Приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда.
- к) Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
- л) Оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи.
- м) Организация и проведение производственного контроля.
- н) Издание (тиражирование) инструкций по охране труда.

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
1	2	3
Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности,	Индивидуальные защитные и экранирующие

Продолжение таблицы 9

1	2	3
	проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	комплекты для защиты от электрических полей
Необнаруживаемые органолептически (газообразные вещества без вкуса, цвета, запаха)	Использование приточной механической вентиляции	СИЗ органов дыхания
Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	Правильно подобранные светильники в сочетании с естественным светом. Поддержка чистоты оконных стекол и поверхностей светильников	–
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой. Монотонность труда, вызывающая монотонию	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия	–

4.4 Пожарная безопасность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации.

Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

На рисунке 18 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на предприятии.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности

при технологическом процессе диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков представлена в таблице 10.



Рисунок 18 – Правила пожарной безопасности на предприятии

Таблица 10 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
1	2
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать

Продолжение таблицы 10

1	2
создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

4.5 Экологическая безопасность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация экологических факторов технологического процесса диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков	Углекислота	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса

диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Изнюшенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков»:

- составлен паспорт безопасности на стенд для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков (таблица 7);
- определены профессиональные риски при использовании стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков (таблица 8) и способы их снижения (таблица 9);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе испытания диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков (таблица 10, 11);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков (таблица 12).

5 Расчет экономической эффективности стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

5.1 Определение себестоимости изготовления

Определение затрат на покупку сырья и материалов, выполняется по формуле (14):

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

Для удобства сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 13.

Таблица 13 – Информация по затратам на покупку сырья

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Уголок 30x25	3 кг	36	108	самовывоз
Лист 2 мм, Ст3	4 кг	35,3	141,2	самовывоз
Лист 8 мм, Ст3	3 кг	45,6	136,8	самовывоз
Грунтовка	1 кг	48	48	самовывоз
Краска НЦ-132	1 кг	88	88	самовывоз
Растворитель 646	0,5 л	42	21	самовывоз
Итого:	–	–	543	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	68,01	–
Всего:	–	–	611,01	–

Определение затрат на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (15):

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

Для удобства сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 14.

Таблица 14 – Информация по затратам на покупные изделия

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Электропневмоклапан	1 шт.	1300	1300	самовывоз
Пневмоклапан	1 шт.	2500	2500	самовывоз
Электромагнит	1 шт.	2300	2300	самовывоз
Блок электронный	1 шт.	6000	6000	самовывоз
Блок питания	1 шт.	2600	2600	самовывоз
Панель навигационная	1 шт.	3000	3000	самовывоз
Датчик кислородный	1 шт.	2000	2000	самовывоз
Штуцер	2 шт.	65	130	самовывоз
Тарелка	2 шт.	87	174	самовывоз
Переходник	1 шт.	250	250	самовывоз
Крепёж	109 шт.	4	436	самовывоз
Скоба	1 шт.	100	100	самовывоз
Мембрана	1 шт.	1000	1000	самовывоз
Шланг резиновый	2 шт.	150	300	самовывоз
Итого:	–	–	22090	–
Транспортно- заготовительные расходы	–	–	1546,3	–
Всего:	–	–	23636,3	–

5.2 Определение затрат на выплату заработной платы

Для определения затрат на заработную плату воспользуемся формулой (16):

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

Для удобства сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 15.

Таблица 15 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
1 Заготовительная	3	6,0	52,8	316,8
2 Сварочная	5	1,5	61,2	91,8
3 Фрезерная	4	2,0	55,74	111,48
4 Электромонтажные	4	0,5	55,74	27,87
5 Сверлильная	3	1,0	52,8	52,8
6 Сборочная	5	4,0	61,2	244,8
7 Окрасочная	3	2,0	52,8	105,6
8 Отладочная	5	3,0	61,2	183,6
Итого:	–	–	–	1134,75
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	226,95
Основная заработная плата:	–	–	–	1361,7

Для определения затрат на выплату дополнительной заработной платы воспользуемся формулой (17):

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

где K_d – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_d = 1,1 [20].$$

$$Z_d = 1361,7 \cdot 1,1 = 136,17 \text{ р.}$$

Для определения затрат на отчисления единого социального налога воспользуемся формулой (18):

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

где K_c – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_C = 0,26 [19].$$

$$O_C = (1361,7 + 136,17) \cdot 0,26 = 389,44 \text{ р.}$$

5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Для определения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования воспользуемся формулой (19):

$$P_{\text{cod.ob}} = 3_O \cdot K_{\text{ob}}, \quad (19)$$

где K_{ob} – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $K_{\text{ob}} = 1,04 [20]$.

$$P_{\text{cod.ob}} = 1361,7 \cdot 1,04 = 1416,16 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общепроизводственные нужды воспользуемся формулой (20):

$$P_{\text{opr}} = 3_O \cdot K_{\text{opr}}, \quad (20)$$

где K_{opr} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, $K_{\text{opr}} = 1,5$.

$$P_{\text{opr}} = 1361,7 \cdot 1,5 = 2042,55 \text{ р.}$$

Для определения цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости воспользуемся формулой (21):

$$C_{\text{ц}} = M + \Pi_{\text{ц}} + 3_O + 3_{\text{д}} + O_C + P_{\text{cod.ob}} + P_{\text{opr}}. \quad (21)$$

$$C_{\text{ц}} = 611,01 + 23636,3 + 1361,7 + 136,17 + 389,44 + 1416,16 + 2042,55 = 29593,34 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общехозяйственные (общезаводские) расходы воспользуемся формулой (22):

$$P_{охр} = Z_0 \cdot K_{охр}, \quad (22)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы,

$$K_{охр} = 1,6.$$

$$P_{охр} = 1361,7 \cdot 1,6 = 2178,72 \text{ р.}$$

Для определения общих затрат воспользуемся формулой (23):

$$C_{ПР} = C_{Ц} + P_{охр}, \quad (23)$$

$$C_{ПР} = 29593,34 + 2178,72 = 31772,06 \text{ р.}$$

Для определения затрат на внепроизводственные нужды воспользуемся формулой (24):

$$P_{ВН} = C_{ПР} \cdot K_{внепр}, \quad (24)$$

где $K_{внепр}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, $K_{внепр} = 0,05$.

$$P_{ВН} = 31772,06 \cdot 0,05 = 1588,6 \text{ р.}$$

5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков

Для определения общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств воспользуемся формулой (25):

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

$$C_{\text{ОБЩ}} = 31772,06 + 1588,6 = 33360,67 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков составляет 33360,67 р.

Для определения экономического эффекта, необходимо произвести расчёт процента снижения себестоимости по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 100 - \frac{C_{\text{проект}}}{C_{\text{баз}}} \cdot 100\%, \quad (26)$$

где $C_{\text{проект}}$ – полная себестоимость изготовления стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков;

$C_{\text{баз}}$ – себестоимость изготовления стенда на заказ. Проведенный обзор аналогичных конструкций стендов для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков показал, что средняя себестоимость изготовления данного оборудования по чертежам на рынке составляет 37800 р.

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 100 - \frac{33360,67}{37800} \cdot 100\% = 11,74\%.$$

Таким образом, эффект от экономии по статьям, составляет 11,74%.

Из выше рассчитанных данных, можно сделать вывод о том, что экономическая эффективность изготовления стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков силами СТО, является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для сварочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия. Все затраты связаны лишь с закупками материалов, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрен двигатель внутреннего сгорания как источник загрязнения окружающей среды;
- выполнена конструкторская разработка стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков;
- составлена инструкция по эксплуатации стенда;
- проведен расчет элементов конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков;
- определены источники образования токсичных выбросов двигателя внутреннего сгорания;
- рассмотрен технологический процесс диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков;
- рассмотрена безопасность и экологичность стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков. Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков составляет 33360,67 р. Изготовление стенда для диагностики лямбда-зонда кислородных датчиков силами СТО, является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для сварочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия. Все затраты связаны лишь с закупками материалов, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Ходасевич, Александр Геннадьевич. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей / А.Г. Ходасевич, Т.И. Ходасевич. - М. : Антелком, 2001. - 20 см. Ч. 2: Электронные системы зажигания. Катушки зажигания, датчики (датчики-распределители), октан-корректоры, контроллеры. - 2002. - 224 с.

2 Исаенко, П. В. Автотранспортная экология : учебное пособие / П. В. Исаенко, В. Д. Исаенко, В. А. Аметов ; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования Томский гос. архитектурно - строительный ун-т, Ин-т заочного и дистанционного обучения. - Томск : Изд-во Томского гос. архитектурно - строительного ун-та, 2006. - 239 с.

3 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортно-дорожных средств и спецоборудования : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с.

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

5 Литвиненко, В В. Автомобильные датчики, реле и переключатели : [устройство и принцип действия, применяемость, эксплуатация, диагностика, ремонт] : краткий справочник / В. В. Литвиненко, А. П. Майструк. - Москва : За рулем, 2007. - 175 с.

6 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во" / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

7 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А., Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

8 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

9 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

10 Детали машин : учеб. для вузов / Л. А. Андриенко [и др.] ; под ред. О. А. Ряховского. - 2-е изд., перераб. ; Гриф МО. - Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. - 519 с.

11 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

12 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

13 Краткий каталог современного оборудования для обслуживания автомобилей / Всесоюз. объединение "Союзсельхозтехника" Совета Министров СССР. Гос. всесоюз. науч.-исслед. технол. ин-т ремонта и эксплуатации маш.-тракт. парка "ГосНИТИ". - Москва : [б. и.], 1975. - 118 с.

14 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.

15 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

16 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

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

18 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петерб. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

19 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

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

21 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

22 Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с.

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

24 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005. Springer, - p. 903.

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

26 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1963. – p.164.

27 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1976. – p. 134.

28 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А
Спецификация

Формат Запа		Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Приме- чание		
							Формат	Запа
<i>Документация</i>								
A4			20.БР.ПЭА.186.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1			
A1			20.БР.ПЭА.186.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	1			
<i>Сборочные единицы</i>								
		1	20.БР.ПЭА.186.6101.000	Электропневмоклапан	1			
		2	20.БР.ПЭА.186.6102.000	Пневмоклапан	1			
		3	20.БР.ПЭА.186.6103.000	Электромагнит	1			
		4	20.БР.ПЭА.186.6104.000	Блок электронный	1			
		5	20.БР.ПЭА.186.6105.000	Панель навигационная	1			
		6	20.БР.ПЭА.186.6106.000	Крышка	1			
		7	20.БР.ПЭА.186.6107.000	Обечайка	1			
		8	20.БР.ПЭА.186.6108.000	Датчик кислородный	1			
		9	20.БР.ПЭА.186.6109.000	Блок питания	1			
<i>Детали</i>								
		10	20.БР.ПЭА.186.6100.010	Основание	1			
		11	20.БР.ПЭА.186.6100.011	Корпус	1			
		12	20.БР.ПЭА.186.6100.012	Переходник	1			
		13	20.БР.ПЭА.186.6100.013	Штуцер	2			
		14	20.БР.ПЭА.186.6100.014	Скоба	1			
20.БР.ПЭА.186.6100.000								
		Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Пестов Р.Ю.				Лит	Лист	Листов
	Пров.	Галиев И.Р.						
	Т.контр.	Галиев И.Р.				ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-1601а		
	Н.контр.	Галиев И.Р.						
	Утв.	Бодровский А.В.						
Стенд диагностики кислородных датчиков				Копировал				
				Формат А4				

Продолжение Приложения А

	Формат	Экз.	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
			15	20.БР.ПЭА.186.61.00.015	Мембрана	1							
			16	20.БР.ПЭА.186.61.00.016	Тарелка	2							
			17	20.БР.ПЭА.186.61.00.017	Трубка 2 4x2x500 ГОСТ 5496-67	1							
			18	20.БР.ПЭА.186.61.00.018	Трубка 2 4x2x250 ГОСТ 5496-67	1							
			19	20.БР.ПЭА.186.61.00.019	Трубка 2 4x2x30 ГОСТ 5496-67	1							
					Стандартные изделия								
			22		Болт М5х18 ГОСТ 7808-70	16							
			23		Болт М6х12 ГОСТ 15591-70	4							
			24		Винт М4х10 ГОСТ 11644-75	5							
			25		Винт М4х10 ГОСТ 17473-80	8							
			26		Гайка М6 ГОСТ 5916-70	1							
			27		Гайка М5 ГОСТ 5927-70	16							
			28		Шайба 4 Н ГОСТ 6402-70	13							
			29		Шайба 5 Н ГОСТ 6402-70	16							
			30		Шайба 6 Л ГОСТ 6402-70	1							
			31		Шайба 6 Н ГОСТ 6402-70	4							
			32		Шайба 4 ГОСТ 11371-78	5							
			33		Шайба 5 ГОСТ 11371-78	16							
			34		Шайба 6 ГОСТ 11371-78	4							
Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № д.д.л.	Подп. и дата			20.БР.ПЭА.186.61.00.000					Лист		
						Лист	2						
Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Лестов Р.Ю.	Галиев И.Р.				Копировал	Формат А4		