

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование кафедры)

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и тракторы

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)**

на тему Разработка конструкции стенда для имитации датчиков системы
управления двигателем

Студент

О.О. Семочкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук, доцент Л.А. Угарова

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

Консультанты

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

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

канд. экон. наук, доцент О.М. Сярдова

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

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

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

Тольятти 2021

Аннотация

Дипломный проект выполнен на тему: «Разработка конструкции стенда для имитации датчиков системы управления двигателем».

Пояснительная записка содержит пять разделов, введение и заключение, список используемой литературы и используемых источников, всего 99 страниц. Графическая часть содержит 8 листов формата А1, выполненных в универсальной системе автоматизированного проектирования Компас 3D. Проект полностью соответствует выданному заданию.

В качестве конструкторской разработки предложена конструкция стенда для имитации датчиков системы управления двигателем.

В первом разделе приведены общие сведения о типах датчиков, приведена классификация автомобильных датчиков электронной системы управления двигателем, рассмотрены виды датчиков и их назначение.

Во втором разделе проведен анализ оборудования для диагностики датчиков на автомобилях с инжекторной системой подачи топлива, выполнена конструкторская разработка стенда для имитации датчиков системы управления двигателем, разработаны требования к технической эксплуатации и безопасности при работе на стенде для имитации датчиков системы управления двигателем.

В третьем разделе разработана технология работы на спроектированном стенде.

В четвертом разделе рассмотрены вопросы безопасности и экологичности проекта.

В последнем разделе ВКР приведена технико-экономическая эффективность проекта.

В заключении сделаны выводы по ВКР.

Abstract

The title of the graduation project is: «The design development of a stand for imitation sensors of an engine control system».

The explanatory note consists of 5 parts, introduction and conclusion, list of references, totally 99 pages. The graphic part is on 8A1 sheets, which executed in the computer-aided modeling system KOMPAS-3D. The senior thesis is fully consistent with the issued assignment.

In the graduation project much attention is given to the construction development of a stand for imitation sensors of an engine control system.

The first part of project provides general information on the types of sensors, the automotive sensors classification of an electronic control system, types of sensors and their purpose is reviewed.

In the second part an analysis of the equipment for diagnosing sensors on vehicles with an injection fuel supply system is carried out. The design of a stand for imitation sensors of an engine control system is developed. The requirements for technical operation and safety in the process of work at the stand for imitating the sensors of the engine control system are presented.

The third part gives details about the technology of work at the developed stand.

In the fourth part the safety and ecological properties of the project are considered.

The last section of the graduation project shows the technical and economic efficiency of the project.

In the conclusion the results of the study are reported.

Содержание

Введение.....	5
1 Классификация датчиков автомобильных ЭСУ	8
1.1 Общие сведения о типах датчиков	8
1.2 Классификация датчиков	10
1.3 Виды датчиков и их назначение	12
2 Конструкторская часть	29
2.1 Анализ оборудования для диагностики автомобилей с непосредственным впрыском топлива.....	29
2.2 Принципиальная схема работы МТ-4 с приставкой КР4М	42
2.3 Разработка стенда имитации датчиков системы электронного управления двигателем.....	47
2.4 Требования к технической эксплуатации и ТО МТ-4 и стенда имитации неисправностей.....	63
2.5 Требования безопасности при работе мотор-тестера и стенда имитации неисправностей.....	64
3 Разработка технологического процесса работы на стенде	66
4 Производственная и экологическая безопасность проекта	72
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля	72
4.2 Определение профессиональных рисков.....	74
4.3 Мероприятия по снижению профессиональных рисков.....	75
4.4 Пожарная безопасность	80
4.5 Экологическая безопасность технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля	83
4.6 Расчет вентиляции.....	85
5 Экономическая эффективность проекта.....	89
Заключение	96
Список используемой литературы и используемых источников.....	97

Введение

«Автомобильный транспорт развивается качественно и количественно бурными темпами. В настоящее время ежегодный прирост мирового парка автомобилей равен 10-15 млн. единиц, а его численность – более 550 млн. единиц. Каждые четыре из пяти автомобилей общего мирового парка – легковые и на их долю приходится более 60% пассажиров, перевозимых всеми видами транспорта» [1].

«Предельный уровень автомобилизации для любой страны прогнозировать сложно, но степень моторизации растет вслед за ростом благосостояния населения, и это – объективная реальность.

Помимо тех неоспоримых удобств, которые легковой автомобиль создает в жизни человека, очевидно общественное значение массового пользования личными автомобилями: увеличивается скорость сообщения при поездках; сокращается число штатных водителей; облегчается доставка городского населения в места массового отдыха, на работу и так далее» [2].

«Нужно понимать, что процесс автомобилизации не ограничивается только увеличением парка автомобилей. Быстрые темпы развития автотранспорта обусловили определенные проблемы, для решения которых требуется научный подход и значительные материальные затраты. Основными из них являются: увеличение пропускной способности улиц, строительство дорог и их благоустройство, организация стоянок и гаражей, торговых предприятий по продаже автомобилей и запасных частей, обеспечение безопасности движения и охраны окружающей среды, строительство станций технического обслуживания автомобилей, складов, автозаправочных станций и других предприятий» [35].

«В последние годы, под влиянием высокого уровня глобальных компьютерных технологий, развивается автомобильная электроника. Она быстро и эффективно проникает в функциональные системы автомобильных двигателей.

Применение электроники обеспечивает повышение точности дозирования топлива по сравнению с карбюраторным принципом смесеобразования, повышение надежности систем управления двигателем, упрощение обслуживания и разгрузку водителя, получающего необходимую информацию для эффективного управления автомобилем» [4].

«Современные адаптивные программы управления двигателем обеспечивают рациональные режимы его работы в соответствии с изменяющимися параметрами внешней среды.

Оснащение автомобильных двигателей средствами автоматического регулирования подачи топлива и воспламенения горючей смеси, обеспечивает эффективную и экономичную их работу. Большинство современных автомобилей с бензиновыми двигателями оборудуют системами впрыска топлива с электронным управлением λ -зондом, Оснащение их средствами автоматического регулирования подачи топлива и воспламенения горючей смеси обеспечивает эффективную и экономичную работу автомобилей. Жесткие современные и перспективные экологические нормы «Евро-4» и «Евро-5» могут быть обеспечены путем реализации распределенного впрыска топлива. Одновременно с этим сохраняются высокие динамические качества автомобиля, а также снижается расход топлива и выброс вредных веществ.

Наибольшее распространение на автомобилях зарубежного производства (ФРГ, Швеции, Японии, Франции, Италии) получила топливная аппаратура фирмы «Bosch», являющаяся лидером в разработке и производстве электронных систем питания» [12].

«Отечественной промышленностью совместно с ведущими зарубежными фирмами «GM», «Bosch», «Siemens» и «Renault» для автомобилей типа «ГАЗ», «LADA» разработаны микропроцессорные системы управления двигателем (МКСУД), содержащие автоматические системы управления процессами подачи топлива и воспламенения горючей смеси. Подобные системы обеспечивают также управление кондиционером,

вентилятором системы охлаждения и эффективной работой автоматической коробки передач» [12].

«В процессе эксплуатации автомобилей с электронной системой впрыска топлива возникает необходимость их технического обслуживания, для чего требуется соответствующая квалификация и оборудование.

Высокие темпы роста парка автомобилей, принадлежащих гражданам, ввоз автомобилей иностранных марок довольно сложной конструкции, увеличение числа лиц, некомпетентных в вопросах обслуживания принадлежащих им транспортных средств, интенсификация движения на дорогах и другие факторы обусловили создание новой отрасли промышленности - автотехобслуживания» [1].

«Отрасль автотехобслуживания в настоящее время имеет достаточно мощный производственный потенциал. Дальнейшее ее укрепление должно предусматривать не только ввод в эксплуатацию новых объектов, но и реконструкцию старых объектов, интенсификацию производства, рост производительности труда и фондоотдачи, улучшение качества услуг за счет широкого внедрения новой техники и передовой технологии, рациональных форм и методов организации производства и труда» [3].

На основании указанного выше можно сделать вывод, о необходимости проведения диагностики автомобиля, а в частности двигателя автомобиля. Для этих целей можно использовать стенд для имитации датчиков системы управления двигателем.

Задачей дипломного проекта служит получение сбалансированной, надежной конструкции стенда для имитации датчиков системы управления двигателем, обеспечивающий длительный срок гарантированной безотказной работы двигателя и автомобиля в целом.

1 Классификация датчиков автомобильных ЭСУ

1.1 Общие сведения о типах датчиков

«Датчики, используемые для преобразования физических величин в электрические сигналы, подразделяются по энергетическому признаку, принципу работы и физическому явлению, лежащему в основе их функционирования, а также по назначению, уровню интеграции и возможностей в обработке информации» [4].

«Датчики одного и того же принципа действия могут использоваться в различных механизмах и конструктивных элементах машины, и для специалиста, усвоившего принцип их работы и методику диагностики, не составит труда проверить работоспособность любого из них.

Например, датчик уровня топлива или другой жидкости, датчик расхода воздуха флюгерного типа, датчик положения клапана рециркуляции отработанных газов, датчик положения дроссельной заслонки и педали акселератора, несмотря на кажущуюся несхожесть, диагностируются абсолютно одинаково, по одному и тому же принципу. Поэтому проще рассматривать не наборы датчиков для той или иной системы управления, а их типы, исходя из физического принципа функционирования.

По типу энергетического преобразования все датчики подразделяются на две большие группы – датчики, преобразующие в процессе функционирования энергию, и датчики, измеряющие какой-либо параметр при изменении окружающей внешней среды» [33].

«Датчики, преобразующие в процессе работы один вид энергии в другой, называют генераторными датчиками. Для работы таких датчиков в составе автоматической электронной системы управления не требуется внешний источник питания, поэтому такие датчики еще называют активными» [5].

«К активным (генераторным) относятся следующие типы датчиков:

- термоэлектрические,
- электромагнитные,
- фотоэлектрические,
- пьезоэлектрические,
- датчики Холла» [5].

«В активных датчиках выходной электрический сигнал является следствием входного неэлектрического воздействия без приложения внешней электрической энергии за счет внутреннего физического эффекта (например, фотоэффект или пьезоэффект).

Датчики, изменяющие в процессе работы какой либо параметр (электрическое сопротивление, емкость и тому подобное) с изменением какого-либо физического параметра окружающей среды называют параметрическими датчиками. Для функционирования параметрических датчиков необходим внешний источник питания, поэтому такие датчики иногда называют пассивными» [32].

«К параметрическим (пассивным) можно отнести следующие типы датчиков:

- потенциометрические (резистивные), в том числе механорезистивные, терморезистивные,
- фоторезистивные,
- индуктивные,
- емкостные» [32].

«Пассивным датчикам для генерации выходного электрического сигнала требуется внешняя электрическая энергия. Например, потенциометрический датчик является пассивным преобразователем угла поворота оси потенциометра (чувствительного элемента) в электрический сигнал, который появится на выходе потенциометра только после того, как на резистивную дорожку (преобразователь) будет подано внешнее напряжение» [5].

«Посредством чувствительного элемента происходит внутреннее преобразование внешнего неэлектрического воздействия в промежуточный неэлектрический сигнал. Угловое положение оси потенциометра является неэлектрическим сигналом на выходе чувствительного элемента, которому соответствует выходной электрический сигнал датчика, если поданное по резистивную дорожку (преобразователь) внешнее напряжение постоянно. Характеристика преобразования может быть как линейной, так и любой другой, что достигается подбором конструктивных размеров (длины, ширины, толщины) резистивной дорожки.

Классифицируют датчики и по измеряемому параметру – температуры, давления, расхода, уровня, концентрации, радиоактивности, перемещения, положения, освещенности (фотодатчики), вибрации, влажности и тому подобное. По этому признаку их так и называют – датчик температуры охлаждающей жидкости, датчик уровня топлива, датчик положения дроссельной заслонки и так далее.

Практически любой измеряемый датчиками физический параметр объекта можно измерить с помощью различных принципов. Например, датчики расхода могут быть механические, ультразвуковые, электромагнитные, кариолисовые, вихревые и так далее» [5].

1.2 Классификация датчиков

«В общем случае датчики автомобильных электронных систем управления можно классифицировать по следующим признакам:

- а) по типу энергетического преобразования:
 - 1) активные,
 - 2) пассивные
- б) по принципу действия:
 - 1) электроконтактные (потенциометрические),
 - 2) оптические, оптоэлектронные (фотоэлектрические),

- 3) электромагнитные (индуктивные, магниторезистивные, магнитострикционные),
 - 4) пьезоэлектрические,
 - 5) на эффектах Холла, Доплера, Кармана, Зеебека, Виганда;
- в) по основному назначению (по типу управляющего неэлектрического воздействия):
- 1) краевых положений,
 - 2) угловых и линейных перемещений,
 - 3) частоты вращения и числа оборотов,
 - 4) относительного или фиксированного положения,
 - 5) механического воздействия,
 - 6) давления,
 - 7) температуры,
 - 8) влажности,
 - 9) концентрации кислорода,
 - 10) радиации;
- г) по уровню интеграции:
- 1) уровень 0 (обычный),
 - 2) уровень 1 (с аналоговой обработкой сигнала),
 - 3) уровень 2 (с аналоговой обработкой и аналого-цифровым преобразованием);
 - 4) уровень 3 (с аналоговой обработкой, аналого-цифровым преобразователем и микропроцессором)» [5].

«В автомобильных электронных системах автоматического управления (ЭСАУ) наблюдается тенденция интеграции датчиков и увеличения их возможностей по переработке информации.

Так, в обычных датчиках 0-го (нулевого) уровня интеграции аналоговый сигнал передается по проводам в ЭБУ, где и производится вся обработка. Такой метод наименее защищен от помех.

В датчиках 1-го уровня интеграции имеются цепи предварительной аналоговой обработки сигнала, поэтому помехозащищенность сигнала улучшена.

Датчики 2-го уровня интеграции помимо аналоговой обработки сигнала имеют аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Такие датчики могут быть подключены к цифровой коммуникационной шине, например CAN и их сигналы становятся доступны для локальной сети ЭБУ.

Датчики 3-го уровня интеграции имеют собственный микропроцессор, их цифровой сигнал хорошо помехозащищен, имеются возможности программной установки параметров датчиков под конкретную модель автомобиля, расширены диагностические возможности.

Например, датчик положения дроссельной заслонки соответствует обычному уровню, интегральный датчик разрежения во впускном коллекторе соответствует первому уровню интеграции, а радарный датчик скорости и расстояния адаптивного круиз-контроля соответствует третьему уровню» [3].

«Следует четко понимать, что «масса» автомобиля (кузов, шасси, двигатель) не может быть использована в качестве измерительной земли для подключения датчиков к ЭБУ, из-за того, что между точкой подключения ЭБУ к «массе» и датчиком напряжение может падать примерно до 1 В за счет токов силовых элементов, что недопустимо при работе датчика. Особенно это актуально для датчиков с низким уровнем интеграции» [5, 7].

1.3 Виды датчиков и их назначение

«Микропроцессорная система управления корректирует состав горючей смеси, поступающей в цилиндры двигателя и процессы ее поджигания на основании информации, поступающей от многочисленных датчиков, расположенных в разных местах двигателя и его систем. Эти датчики позволяют процессору сформировать команды продолжительности

впрыска топлива форсунками, а также момент подачи напряжения искрообразования на свечи зажигания.

Благодаря этой сложной информационной сети, поставляющей в «мозговой центр» управления двигателем данные о количестве поступившего в цилиндры воздуха, его температуре, температуре двигателя, положению педали акселератора и дроссельной заслонки, углом перемещении коленчатого и распределительного валов, а также о составе отработавших газов, достигается высокая экономичность и динамическая эффективность работы двигателя» [7].

Структурную схему микропроцессорной системы управления двигателем внутреннего сгорания можно представить в виде рисунка 1.



Рисунок 1 – Структурная схема микропроцессорной системы управления ДВС

«Датчик массового расхода воздуха (ДМРВ) преобразует значение массы воздуха, поступающего в цилиндры, в электрический сигнал. Контроллер использует информацию от датчика массового расхода топлива воздуха для определения длительности импульса открытия форсунок. Чаще всего этот датчик расположен между воздушным фильтром и шлангом впускной трубы.

В зависимости от устройства и принципа действия можно выделить несколько типов датчиков массового расхода воздуха, которые наиболее часто применяются на автомобилях:

- механические (флюгерные),
- ультразвуковые,
- термоанемометрические» [7].

Общий вид ДМРВ представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Датчик массового расхода воздуха

«Термоанемометрический датчик массового расхода воздуха применяется на автомобилях ВАЗ и состоит из корпуса, проточного канала с размещенной на входе решеткой-стабилизатором и диффузора. В обводном канале размещены измерительные и термический компенсационные элементы, а также соединительная электрическая колодка.

Датчик установлен во впускном тракте между воздушным фильтром и корпусом дроссельной заслонки.

Через сетку из тонких платиновых нитей (измерительных элементов), нагретых электрическим током до температуры 170°C проходит весь поступающий в цилиндры двигателя воздух. Чем больше поток, тем выше должна быть сила тока, чтобы поддерживать температуру нитей на постоянном уровне. Входящий поток воздуха охлаждает чувствительный элемент, следовательно, для поддержания его температуры необходим

большой ток. По тому, насколько увеличился ток, блок управления определяет какое количество воздуха поступает в двигатель» [8].

«Обобщенная электрическая схема соединений датчика содержит измерительные элементы, термические компенсационные резисторы и блок усиления сигналов, соединенный с контроллером. Выходной сигнал датчика – частотный.

Загрязнение нити может привести к неточному определению параметров горючей смеси. Функция прокаливания нити включается, когда система отключена. В этом случае происходит нагревание нити до 1000°C, что позволяет удалить скопившиеся на ней отложения» [22].

«Современные датчики массового расхода воздуха имеют более сложное устройство. Вместо проволоки или сетки, в качестве чувствительного элемента используется тонкая пленка, на которой размещены температурные датчики и нагревательный элемент. В центре пленки находится зона подогрева, степень ее нагрева контролируют температурные датчики.

По обе стороны пленки расположены два дополнительных температурных датчика, то есть один находится прямо на пути воздушного потока, а второй скрыт за пленкой. Когда автомобиль стоит на месте, температура обоих датчиков одинакова, при движении первый датчик охлаждается входящим потоком воздуха, а второй имеет практически неизменную температуру. Разница температур температурных датчиков пропорциональна массе всасываемого воздуха.

При отказе датчика массового расхода воздуха блок управления переходит в аварийный режим работы, используя для формирования команд длительности впрыска только информацию о положении дроссельной заслонки. В результате возрастает расход топлива, а частота вращения коленчатого вала не опускается ниже 1500 об/мин.

Чтобы проверить исправность датчика, его следует отключить от электрического разъема. Если автомобиль при отключении датчика становится резвее, значит, ДМРВ неисправен» [4, 6].

«Датчик скорости автомобиля (ДСА) преобразует значение скорости автомобиля в электрический сигнал. Он предназначен для формирования импульсов, количество которых в единицу времени пропорционально скорости автомобиля. Датчик скорости установлен на коробке передач (сверху), информирует контроллер о скорости автомобиля и имеет средний уровень надежности. Вблизи датчика часто происходит окисление разъемов и проводов» [34].

Общий вид ДСА представлен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Датчик скорости

«Выход из строя датчика скорости приводит к тому, что двигатель глохнет при движении в режиме холостого хода, то есть при закрытой дроссельной заслонке.

Этот датчик при неисправности передает ошибочные данные, что и приводит к нарушению работы не только двигателя, но и других узлов автомобиля. Измеритель скорости автомобиля ШСА отправляет сигналы на датчик, который контролирует работу мотора на холостых оборотах, а также управляет потоком воздуха, который обходит дроссельную заслонку. Чем больше скорость машины, тем больше частота этих сигналов.

Основные признаки неисправности датчика скорости:

- отсутствует стабильность холостого хода,
- неправильно функционирует или вообще не функционирует спидометр,
- увеличенный расход топлива,
- снижение приемистости двигателя.

Также блок управления может выдавать ошибку об отсутствии сигналов на ДСА. Чаще всего неисправность вызывается разрывом цепи, поэтому, прежде всего, нужно проверить ее целостность» [5].

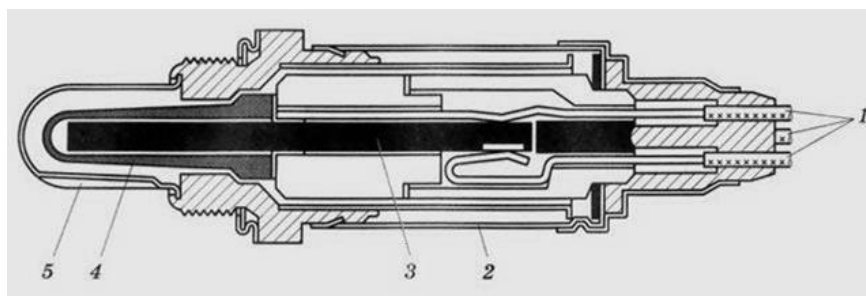
«Кислородный датчик или, как его еще называют – λ -зонд (лямбда-зонд) – служит для определения концентрации кислорода в отработавших газах. Благодаря информации, поставляемой электронному блоку управления (ЭБУ) этим датчиком, «мозговой центр» автомобиля может корректировать состав горючей смеси, добавляя или убавляя топливо при необходимости. В системе питания современного автомобиля, как правило, два λ -зонда – диагностический и управляющий.

Датчик кислорода диагностический преобразует значение концентрации кислорода в отработавших газах после нейтрализатора в электрический сигнал» [29].

Общий вид и устройство кислородного датчика представлены на рисунках 4, 5.



Рисунок 4 – Датчик кислорода общий вид



1 – соединительные провода; 2 – корпус; 3 – нагревательный элемент; 4 – керамический наконечник; 5 – защитный кожух

Рисунок 5 – Устройство датчика кислорода

«Датчик кислорода управляющий преобразует значение концентрации кислорода в отработавших газах до нейтрализатора в электрический сигнал.

Кислородный датчик представляет собой своеобразный гальванический элемент (источник электрического тока), размещенный в системе выпуска отработавших газов перед нейтрализатором (в среду горячих газов).

Внешне кислородный датчик напоминает свечу зажигания, имеет резьбовую часть с резьбой $18 \times 1,5$ мм, которая вворачивается в трубу системы выпуска отработавших газов, и несколько отходящих от наружного хвостовика проводов» [6].

«Чувствительным элементом кислородного датчика является омываемый отработавшими газами керамический наконечник 4, защищенный от механических повреждений металлическим кожухом 5 с прорезями для свободного прохода отработавших газов. Внутренняя часть керамического наконечника омывается атмосферным воздухом, проникающим через щели в корпусе датчика» [6].

«Кислородные датчики бывают двух типов: циркониевые и титановые. Циркониевые кислородные датчики используют керамический элемент на основе оксида циркония ZrO , покрытый платиной – гальванический элемент меняющий напряжение в зависимости от температуры и наличия кислорода в окружающей среде. Циркониевые датчики наиболее распространены.

Титановые кислородные датчики используют керамический элемент на основе диоксида титана TiO_2 и представляют собой резистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от температуры и наличия кислорода в окружающей среде. Принцип работы титановых кислородных датчиков напоминает принцип работы датчиков температуры охлаждающей жидкости» [6].

«Для эффективной работы датчика он должен быть достаточно прогрет (но не перегрет), а также не должен быть загрязнен свинцом и кремнием, содержащимися в выхлопных газах. Для ускорения прогрева датчиков кислорода большинство современных датчиков кислорода оснащаются специальными электрическими подогревательными устройствами.

По сигналам кислородных датчиков контроллер корректирует длительность впрыска, изменяя тем самым состав горючей смеси в цилиндрах двигателя» [6].

«Датчик фаз или, как его еще называют – датчик положения распределительного вала (ДПРВ), выдает на контроллер сигнал о том, что поршень первого цилиндра находится в верхней мертвой точке (ВМТ) на такте сжатия топливовоздушной смеси. Датчик фаз применяют в системе с последовательным впрыском топлива и устанавливают с левой передней стороны головки цилиндров» [5].

Общий вид ДПРВ представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Датчик фаз

«Принцип его действия основан на эффекте Холла. В пазу датчика находится обод стального диска с прорезью. Этот диск закреплен на шкиве впускного распределительного вала. Когда прорезь диска проходит через паз датчика фаз он выдает на контроллер электрический импульс, соответствующий положению поршня первого цилиндра в ВМТ в конце такта сжатия.

Наиболее характерные признаки неисправности датчика фаз:

- во время запуска двигателя, стартер крутится от 3 до 5 сек, потом двигатель запускается и загорается чек на панели приборов, то есть во время запуска, блок управления дожидается показания с датчика фаз;
- повышенный расход бензина;
- сбой режима самодиагностики при работе двигателя автомобиля;
- снижение динамики (приемистости) двигателя автомобиля;
- двигатель не заводится» [29].

«Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) преобразует в электрический сигнал значение температуры охлаждающей жидкости и представляет собой термический резистор, размещенный в латунном корпусе» [7].

Общий вид ДТОЖ представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Датчик температуры охлаждающей жидкости

«Сопротивление термического резистора изменяется в зависимости от его температуры – чем выше температура датчика (то есть чем выше температура охлаждающей жидкости в системе охлаждения), тем ниже его сопротивление.

Контроллер, принимая сигнал от датчика температуры охлаждающей жидкости, корректирует продолжительность впрыска и угол опережения зажигания. Датчик температуры охлаждающей жидкости выполняет функцию, аналогичную системе пуска и прогрева в карбюраторном двигателе, обогащая горючую смесь при низкой температуре двигателя.

Кроме того, по сигналу ДТОЖ контроллер управляет включением и выключением электродвигателя вентилятора системы охлаждения.

Датчик температуры охлаждающей жидкости влияет на важнейшие динамические, пусковые и экономические характеристики двигателя.

Основными признаками его неисправности являются:

- включение электродвигателя вентилятора системы охлаждения при низкой температуре и их непрерывная работа,
- затрудненный пуск двигателя,
- неустойчивая работа и остановка двигателя на холостом ходу,
- детонация двигателя,
- повышенный расход топлива» [7].

«Проверить работоспособность датчика температуры охлаждающей жидкости достаточно просто.

Для этого снятый датчик помещают в емкость с водой так, чтобы он не касался стенок и дна емкости.

Далее подключают к контактам датчика омметр и начинают нагревать воду, контролируя температуру по термометру.

В таблице 1 приведены контрольные показания.

Таблица 1 – Контрольные показания для проверки датчика температуры

Температура жидкости в сосуде, °С	Сопротивление, Ом
0	9,42
20	3,51
40	1,46
60	0,67
80	0,33
100	0» [8].

«Датчик положения коленчатого вала (ДПКВ) преобразует угловое положение коленчатого вала двигателя в импульсный электрический сигнал, на основании которого контроллер определяет положение коленчатого вала двигателя относительно ВМТ и частоту его вращения. По результатам измерения этих параметров контроллер формирует сигналы управления форсунками и системой зажигания, а также показания тахометра. Датчик положения коленчатого вала – единственный из всех датчиков, подающих информацию контроллеру, при отказе которого работа двигателя невозможна» [8].

Общий вид ДПКВ представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Датчик положения коленчатого вала

«Также этот датчик выполняет функцию прерывателя, сигнализируя контроллеру о времени подачи искры и формирует сигнал о начале впрыска топлива форсунками» [8].

«Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) преобразует значение угла открытия дроссельной заслонки в электрический сигнал. Этот датчик работает совместно с датчиком положения педали акселератора, так как контроллер, обрабатывая сигнал от датчика педали, сравнивает его с текущим положением дроссельной заслонки» [9].

«ДПДЗ представляет собой потенциометрический датчик и связан с осью дроссельной заслонки. Снаружи его не видно, так как он расположен внутри дроссельного блока и при отказе его заменяют вместе с блоком. В этом случае, а также при замене контроллера, потребуется выполнить обучение контроллера закрытому положению дроссельной заслонки.

Оно заключается в следующем:

- убедитесь, что педаль акселератора полностью отпущена,
- установите ключ зажигания в положение «ON»,
- верните ключ зажигания в положение «OFF» и выждите не менее 10 секунд,
- убедитесь по звуку, что в течение этого времени дроссельная заслонка перемещается» [9].

Общий вид ДПДЗ представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Датчик положения дроссельной заслонки

«Датчик детонации жестко закреплен на корпусе двигателя и преобразует величину механических шумов двигателя в электрический сигнал. Контроллер по сигналу датчика детонации производит уменьшение угла опережения зажигания, устраняя при этом детонацию» [7].

Датчик детонации представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Датчик детонации

«Чувствительным элементом датчика детонации является пьезокерамический элемент. Он формирует электрический сигнал, амплитуда и частота которого соответствует амплитуде и частоте вибрации двигателя. Моменту детонации соответствует узкий диапазон сигнала определенной частоты и амплитуды, который обрабатывается контроллером, после чего он корректирует угол опережения зажигания до исчезновения детонации.

Для проверки датчика детонации следует подключить к его контактам мультиметр (тестер) и ударить по корпусу датчика каким-либо предметом (например, рукояткой отвертки). Тестер должен зафиксировать скачок напряжения. Отказ датчика детонации контроллером не парируется. При управлении автомобилем при заведомо неисправном датчике детонации следует избегать резких увеличений нагрузки на двигатель, своевременно переходить на пониженные передачи при преодолении препятствий, не

допуская возникновения звонких детонационных стуков, которые хорошо различимы на слух» [7].

«Датчики давления масла – достаточно надежные устройства (хотя механический выходит из строя чаще, поскольку в его конструкции есть движущиеся электрические контакты, которые со временем выходят из строя), но случаются неисправности в их проводке (обрыв проводов, повреждение изоляции). Признаками выхода датчика из строя будут проблемы с индикацией давления и/или уровня масла в двигателе.

Существует два типа датчиков давления масла (или сокращенно ДДМ) – механические (считаются устаревшими и устанавливаются, соответственно, на старые машины) и электронные (современные, устанавливаются на большинство современных автомобилей). Вне зависимости от его типа ДДМ обычно положение датчика давления масла находится в районе масляного фильтра в подкапотном пространстве» [11].

Датчик давления масла представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Датчик давления масла

«Обратите внимание, что при возникновении проблем в работе датчика давления масла диагностику нужно выполнять как можно быстрее, поскольку низкий уровень смазывающей жидкости в картере мотора является критическим показателем, и его обязательно нужно держать на нормальном значении постоянно.

Проверка датчика давления масла возможна лишь при демонтаже с посадочного места. Для проверки автолюбителю понадобится электронный мультиметр (его может заменить лампочка-контролька) и воздушный компрессор» [12].

«Датчик давления топлива предназначен непосредственно для того, чтобы ЭБУ, собственно, получал информацию о значении этого давления. Эти устройства устанавливаются как на бензиновые двигатели, оборудованные инжекторами, так и на современные дизельные моторы с топливной системой Common Rail. Эти датчики устанавливаются в топливной рампе двигателя.

И в бензиновых и в дизельных двигателях задача датчика давления топлива одинакова, и состоит в том, чтобы обеспечивать значение давления в определенных рамках, необходимых для нормального функционирования мотора, обеспечения его номинальной мощности, нормализации шума при его работе. В некоторых системах предусмотрена установка двух датчиков — в системах высокого и низкого давления» [14].

Общий вид датчика давления топлива представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Датчик давления топлива

«Конструктивно датчик представляет собой сенсорный элемент, состоящий из металлической мембраны и тензорезисторов. Чем толще будет мембрана – тем на большее давление рассчитан датчик. Задача

тензорезисторов состоит в превращение механического изгиба мембраны в электрический сигнал. Выходное значение напряжения при этом составляет от 0 до 80 мВ.

Если значение давления выходит за заданные рамки (эти значения заложены в память электронного блока управления), то в системе срабатывает регулирующий клапан в топливной рампе, и давление соответствующим образом корректируется. В случае выхода датчика из строя ЭБУ активирует сигнальную лампу Check Engine на приборной панели, и начинает использовать стандартные (нерегулируемые) значения расхода топлива. Это приводит к работе двигателя в неоптимальном режиме, что выражается в перерасходе топлива и потере мощности двигателя (динамических характеристик машины)» [14].

«Датчик температуры всасываемого воздуха сокращенно называется ДТВВ или в английской аббревиатуре IAT. Он необходим для того, чтобы топливовоздушная смесь имела оптимальный для работы двигателя состав.

Как правило, датчик температуры всасываемого воздуха устанавливают на корпусе воздушного фильтра или же за ним, то есть, в местах, где происходит непосредственный забор воздуха в двигатель. В некоторых случаях он может являться частью датчика массового расхода воздуха. Выход из строя указанного элемента грозит нестабильной работой мотора, «плавающими» холостыми оборотами (они будут или слишком высокими или слишком низкими), потерей динамики и мощности автомобиля. Также при неисправном узле будут проблемы с запуском двигателя, а также значительный перерасход топлива, особенно при сильных морозах» [14].

Общий вид ДТВВ представлен на рисунке 13.



Рисунок 13 – Датчик температуры всасываемого воздуха

«Неисправность датчика может быть вызвана по причине повреждения его электрических контактов, выхода из строя его сигнальной проводки, малое напряжение в электрической автомобильной сети, короткое замыкание внутри датчика, загрязнение контактов. Справедливости ради надо отметить, что у этого датчика, в отличие от многих других, можно восстановить его работоспособность, то есть, не выполнять замену. Иногда помогает и элементарная очистка (нужно делать осторожно).

Проверка работы датчика температуры всасываемого воздуха производится с помощью электронного мультиметра» [13].

Выводы по разделу:

Анализ источников технической литературы позволил узнать подробную информацию о датчиках, используемых на автомобилях, их классификации и виды, что в дальнейшем позволит нам составить грамотное техническое задание для разработки стенда для имитации датчиков системы управления двигателем.

2 Конструкторская часть

2.1 Анализ оборудования для диагностики автомобилей с непосредственным впрыском топлива

Проверка исправности узлов двигателя современного автомобиля – серьезный и сложный процесс. Для повышения уровня обслуживания автомобилей требуется индивидуальная информация об их техническом состоянии. Средством получения такой информации является техническая диагностика.

«Технической диагностикой называется отрасль знаний, изучающая признаки неисправностей автомобиля, методы, средства, и алгоритмы определения его технического состояния без разборки, а также технологию и организацию использования систем диагностирования в процессах технической эксплуатации подвижного состава.

Диагностированием называют процесс определения технического состояния объекта без его разборки, по внешним признакам путем измерения величин, характеризующих его состояние и сопоставление их с нормативами» [16].

Эффективность выявления неисправностей и метод диагностики в значительной степени зависит от имеющегося в наличии оборудования и опыта персонала.

Методы диагностирования классифицируются по диагностическим параметрам, технологическому назначению и глубине, виду применяемых средств и способу применения.

По видам диагностических параметров методы диагностирования делятся на функциональные и локальные.

К функциональным параметрам относятся параметры рабочих процессов: мощность, тормозной путь, расход топлива, к локальным – параметры процессов, которые сопутствуют функционированию объекта

(нагрев, вибрация, шум и так далее). К локальным также относятся структурные или геометрические параметры (зазоры, люфты, смещения и другое).

По функциональным параметрам определяется работоспособность всего автомобиля в целом. В случае если рабочие параметры объекта не соответствуют нормам, то переходят к диагностированию при помощи локальных параметров.

«Средства диагностирования представляют собой технические устройства, предназначены для измерения диагностических параметров тем или иным методом. Они включают: устройства, задающие тестовый режим; датчики; воспринимающие диагностические параметры в виде, удобном для обработки или непосредственного использования (как правило, в виде электрического сигнала); устройства для обработки для обработки сигнала (усиление, анализа, фильтрации), для постановки диагноза, индикации результатов, их хранения или передачи в органы управления» [10].

Средства диагностирования бывают внешними и встроенными, являющимися элементом его конструкции.

По виду применяемых средств различают стендовые и портативные диагностические средства.

Стенды применяются для диагностирования тяговых качеств автомобиля, тормозной системы, ходовой части.

К портативным диагностическим средствам относятся различные приборы, которые позволяют провести диагностирование виброакустических параметров повторяющихся процессов или циклов, теплового состояния, герметичности, параметров масла, топлива, отработавших газов, геометрических параметров.

Диагностирование виброакустических параметров необходимо для проверки двигателя, агрегатов трансмиссии, топливной аппаратуры дизелей.

По периодически повторяющимся процессам или циклам проверяются угол установки зажигания (при, помощи стробоскопической лампы),

приборы зажигания (при помощи осциллографа), амортизаторы по тепловому состоянию – подшипники и редукторы; по герметичности – техническое состояние цилиндро-поршневой группы двигателя, воздухопроводы, топливоприводы; по параметрам масла, топлива, отработавших газов – техническое состояние двигателя и его систем; по геометрическим параметрам – техническое состояние переднего моста, трансмиссии, рулевого управления.

Технологическое назначение общего диагностирования состоит в проверке систем и механизмов, обеспечивающих безопасность движения. Поэлементное диагностирование, совмещенное с ТО, предназначено для проверки технического состояния автомобилей.

По способу применения средств диагностики различают: стационарное и ходовое (при помощи встроенных датчиков и переносных приборов) диагностирование.

Стационарное диагностирование проводится непосредственно на специально оборудованных постах, участках, станциях, АТП, ходовое – при движении автомобиля.

Методы и средства диагностирования должны обеспечивать достоверность измерений, надежность, технологичность и экономичность.

Под достоверностью измерений следует понимать точность, чувствительность и воспроизводимость измерений. Надежность характеризуется безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью диагностических средств. Технологичность определяется прежде всего трудоемкостью диагностирования, экономичность – стоимостью диагностирования и полученным эффектом.

На рынке существует множество изготовителей, продающих диагностическое оборудование, подключаемое к диагностическому выходу системы управления двигателем и работающих самостоятельно, без подключения к автомобилю. К самому простейшему оборудованию можно отнести пробники, амперметры, вольтметры и другие средства измерения

электрических величин и проверки электроприборов автомобиля – стробоскопа, компрессометра, газоанализатора. Закончить ряд диагностических приборов можно мотор-тестерами, работающими с персональными компьютерами. Мотор-тестеры при соответствующем программном обеспечении, работая в автоматическом режиме, практически могут протестировать сам двигатель и все элементы электронной системы управления двигателем.

Промежуточное положение, если так можно сказать, занимают мультиметры и следующие за ними сканирующие тестеры. В настоящее время получают распространение универсальные диагностические приборы, объединяющие до пяти и более обычных приборов, тестеров датчиков электронной системы управления двигателем, приборов, контролирующих давление топлива и производящих анализ отработавших газов. Информация в современных диагностических приборах может выводиться на дисплей в цифровом, аналоговом или в квазианалоговом виде. Под цифровой информацией понимается не только информация в виде числа (цифры), но и информация графическая в виде ломаной линии с прямоугольными выступами впадинами (прямоугольные импульсы). Аналоговая информация это форма сигнала (функция), а квазианалоговая – условное изображение величины параметра (сигнала).

Часто приборы одинакового значения имеют различные названия: тестеры, мотор – тестеры, (модульные, портативные), сканеры (дилерский, системный, универсальный, программный) или тестеры сигналов датчиков ЭСУД.

Общий вид мультиметра представлен на рисунке 14.

«В настоящее время мультиметры выпускаются, как правило, в цифровом варианте и должны быть приспособлены для работы с электрическими цепями электронного оборудования. Аналоговый измеритель или даже тестовая лампа также могут быть использованы, если они соответствуют тем же требованиям, что и цифровой мультиметр. В

зависимости от сложности устройства прибора, цифровой мультиметр можно использовать для проверки основного напряжения (переменный и постоянный ток), сопротивления, частоты, скорости вращения, рабочего цикла, температуры и так далее» [15].



Рисунок 14 – Мультиметр цифровой

Осциллограф (рисунок 15) – это, по существу, графический вольтметр. Напряжение редко остается постоянным и имеет тенденцию повышаться и падать в течение какого-то промежутка времени. Осциллограф измеряет напряжение, и отображает на дисплее динамику его изменений в виде кривой. Даже когда изменение напряжения происходит очень быстро, осциллограф обычно успевает зафиксировать это. Сбои в электроцепях часто выявляются с помощью этого прибора намного быстрее, чем при использовании контрольно-измерительных устройств другого типа.

Общий вид осциллографа представлен на рисунке 15.



Рисунок 15 – Осциллограф

Традиционно осциллограф использовался для диагностики неисправностей в первичных и вторичных обмотках системы зажигания обычных автомобилей, неоснащенных электронным оборудованием. С появлением электроники, осциллограф стал играть даже более важную роль, и когда в его возможности входит функция лабораторного мониторинга, с помощью этого прибора можно выполнять анализ сложных форм электрических волн. Этот прибор зачастую используется в сочетании с другими устройствами, что позволяет выполнять быструю диагностику широкого диапазона проблем.

Общий вид устройства считывания кодов неисправностей (FCR) представлен на рисунке 16.

«Эти устройства позволяют вывести из памяти данные на широком диапазоне автомобилей и систем. FCR могут использоваться не только для получения кодов неисправностей и удаления их из памяти системы, но и для отображения текущих данных относительно состояния различных датчиков и исполнительных механизмов, подачи напряжение на отдельные приводы системы, чтобы проверить их исправность, перекодирования электронного модуля управления, корректировки момента опережения зажигания и/или

состава смеси холостого хода, кроме того, они могут осуществлять функцию «черного ящика» [15].

Однако не все существующие FCR могут выполнять все эти функции. Следует также учесть, что даже если в возможности данного FCR входит та или иная функция, но она не запрограммирована в самой системе самодиагностики, ее осуществление невозможно.



Рисунок 16 – Устройство считывания кодов неисправностей (FCR)

«Более дорогие устройства считывания кодов неисправностей обладают более широкими возможностями, чем просто воспроизводство кодов, и точнее будет назвать их электронными тестерами системы. Эти приборы могут работать с самым широким диапазоном автомобилей и часто позволяют интерфейс со специализированным электронным оборудованием. Программное обеспечение этих устройств предусматривает возможность проведения многих дополнительных тестовых процедур, а прилагаемые к ним документация и системные данные весьма обширны» [15].

Некоторые изготовители или поставщики устройств считывания кодов неисправностей могут также предоставлять так называемую горячую линию технической поддержки и организовывать курсы обучения.

Наибольшее распространение получили тестеры ДСТ-2М и АСКАН-10. В тестере ДСТ-2М параметры обозначены латинскими буквами, а в тестере АСКАН-8 они приведены на русском языке.

Общий вид диагностического прибора ДСТ-2М представлен на рисунке 17.

«Определение технического состояния систем впрыска на автомобиле осуществляют с помощью специализированных приборов, представляющих собой мотор-тестер, мультиметр и сканер. Наиболее распространенным является сканер. Он представляет собой классический специализированный микрокомпьютер. В нем реализованы вычислительные возможности электронных средств, а также управляющие и отображающие устройства для считывания диагностической информации» [17].



Рисунок 17 – Диагностический прибор ДСТ-2М

«В конструкции сканера отсутствуют датчики. Поэтому он не измеряет, а считывает результаты измерений и проводит их сопоставительный анализ. Сканер получает информацию не в аналоговой форме, а в виде цифрового кода на языке электронного устройства. Его способности ограничены возможностями программы, заложенной в ЭБУ.

Сканер не дает сведений о параметрах высоковольтной части системы зажигания и состоянии механических агрегатов» [17].

«ДСТ-2М представляет собой портативный компьютер специального исполнения, предназначенный для обслуживания автомобилей с электронными системами управления двигателем. Прибор включает аппарат, сменный картридж и соединительные кабели. Каждый картридж предназначен для конкретного типа ЭБУ. В комплекте два типа кабелей для автомобилей Волжского и Горьковского автозаводов. Сканер оснащен сменным программным обеспечением, выполненным на картриджах.

При помощи этого прибора можно проверять выходные цепи лампы диагностики, реле ЭБН, топливных ЭМФ (на работающем двигателе), регулятора ХХ (на работающем двигателе), вентилятора системы охлаждения (для части автомобилей), реле муфты кондиционера (для части автомобилей)» [17].

«ЭБУ может передавать различную информацию через контакт «М» колодки диагностики. Данные передаются с высокой частотой, требующей применения считывающего прибора ДСТ-2М для обработки данных. Прибор можно подключить и наблюдать за его показаниями при кратковременном включении лампы «Check Engine» или ухудшении ездовых качеств во время движения. Если предполагается, что дефект связан с определенными параметрами, которые могут быть проконтролированы с помощью прибора ДСТ-2М, они должны проверяться при движении автомобиля. По команде оператора прибор обеспечивает сканирование, опрашивая ЭБУ и используя понятный ему язык. Можно прочесть сообщение ЭБУ о неисправностях, а также проверить параметры элементов системы. При отсутствии очевидной связи между дефектом и какой-либо конкретной цепью прибор можно использовать для контроля всех параметров в течение определенного периода времени для выявления изменений, его указывающих наличие непостоянной неисправности» [17].

«Прибор ДСТ-2М имеет несколько ограничений. Если он отображает команду ЭБУ, то это не означает, что необходимые действия произошли, поскольку команда выполняется соответствующим исполнительным устройством. Прибор использует диагностические карты. Он может указать на точное местонахождение неисправности в цепи» [18].

«Диагностический прибор ДСТ2М также способен выдавать ЭБУ команды на выполнение различных функций или задач. Это обеспечивает возможность быстрой проверки работоспособности элементов системы. Имеется также команда для стирания всех кодов неисправностей, хранящихся в памяти ЭБУ. В режиме «Ошибки» высвечиваются цифровые коды неисправности, заложенные в памяти. Режим «Параметры» позволяет оценить работу двигателя и при движении автомобиля. Прибор ДСТ2М позволяет проводить тестирование заданных режимов работы двигателя (пуск, холостой ход, режим полной мощности, проверка работы выходных цепей, выполнение специальных тестов для оценки работы двигателя, задача списков параметров для считывания их с ЭБУ в рабочем режиме системы управления.

Прибор ДСТ-2М позволяет проводить проверку работы выходных цепей (от ЭБУ до исполнительных устройств). Эта функция позволяет запитывать или отключать цепи исполнительных устройств, напрямую вмешиваясь в работу ЭБУ. Эта функция позволяет оценить работоспособность цепи по факту включения-выключения исполнительных устройств. Прибор ДСТ-2М обеспечивает управление диагностической лампой, включая или выключая ее» [17].

«Управление реле электробензонасоса при помощи тестера позволяет включать или выключать ЭБН. Выключение ЭБН при работающем двигателе приведет к его остановке. Режим включения-выключения ЭБН используется при тестировании системы топливоподачи: герметичность, проверки регулятора давления, форсунки.

Управление РВД связано с изменением заданного числа шагов (шаговый двигатель) или запитывание электрическими импульсами с частотой 100 Гц (моментный двигатель) меняет частоту вращения КВ двигателя.

Управление топливными форсунками производят на работающем двигателе. При этом включение или выключение любой из форсунок приводит к ощутимым изменениям в работе двигателя» [19].

Общий вид диагностического тестера «АСКАН 10» представлен на рисунке 20.



Рисунок 20 – Диагностический тестер «АСКАН 10»

«Диагностический тестер «АСКАН 10» предназначен для диагностики системы управления рабочим процессом бензинового двигателя.

Он позволяет считывать параметры ЭБУ в виде выходных сигналов датчиков или в нормализованном виде, выводить на дисплей графики параметров в реальном масштабе времени, записывать в память тестера параметры блока управления с дискретностью 0,2 секунды с последующим отображением их в цифровом и графическом виде, считывать коды неисправностей из блока управления, как существующие в настоящий момент, так и занесенные в память, стирать из памяти ЭБУ коды неисправностей, считывать содержащуюся в памяти ЭБУ информацию о

комплектации системы управления, идентификационную информацию об автомобиле и ЭБУ, управлять исполнительными механизмами, диагностической лампой. Тестер содержит дисплей, снабжен функцией выдачи информации в графическом или текстовом виде. Выведенная информация сопровождается подсветкой и изменяемой контрастностью. Он содержит клавиатуру, диагностические разъемы и соединительные жгуты» [20].

«Два светодиода предназначены для сигнализации о наличии или отсутствии связи с ЭБУ. Зеленый светодиод 1.1 МК свидетельствует о наличии связи с ЭБУ, а красный – отсутствие связи. Нажатие клавиши сопровождается звуковым сигналом.

Нажатие клавиш сопровождается звуковым сигналом. Подготовка тестера к работе включает его соединение с помощью жгута с диагностической колодкой автомобиля. При диагностировании автомобилей семейства «ВАЗ» следует подключить разъем «крокодил» к плюсовой клемме аккумуляторной батареи автомобиля.

После подачи питающего напряжения происходит включение подсветки дисплея тестера и осуществляет самотестирование, сопровождающееся сообщением и подачей звукового сигнала с одновременным включением обоих светодиодов. Продолжительность процесса самотестирования достигает 3 с.

Перед проведением проверки включите зажигание автомобиля. После установления связи с ЭБУ на тестере загорается зеленый светодиод. При отсутствии связи тестера с блоком управления автомобиля загорается красный светодиод «Error». Причиной отсутствия связи может быть выключенное зажигание, отсутствие контакта в диагностическом разьеме, отсутствие питания на соответствующих клеммах, неисправность блока управления и так далее» [19].

«Основные технические параметры и характеристики (напряжение питания постоянного тока):

- номинальное, В 12;
- максимально допустимое, В 18;
- минимальное рабочее, В 6» [19].

«Программа мотор-тестер представляет собой прибор для измерения и отображения аналоговых параметров в различных электрических цепях автомобиля. Программа «Мотор-тестер» обеспечивает считывание и обработку данных, получаемых с ЭБУ автомобиля через адаптер. Программа обеспечивает возможность сохранения, просмотра и распечатки, полученной информации, а также управление исполнительными механизмами.

Программа позволяет: отображать в динамике все контролируемые параметры. ЭБУ позволяет просматривать как в цифровом, так и графическом виде до 7 параметров одновременно» [19].

Интерфейс программы «Мотор-тестер» представлен на рисунке 21.

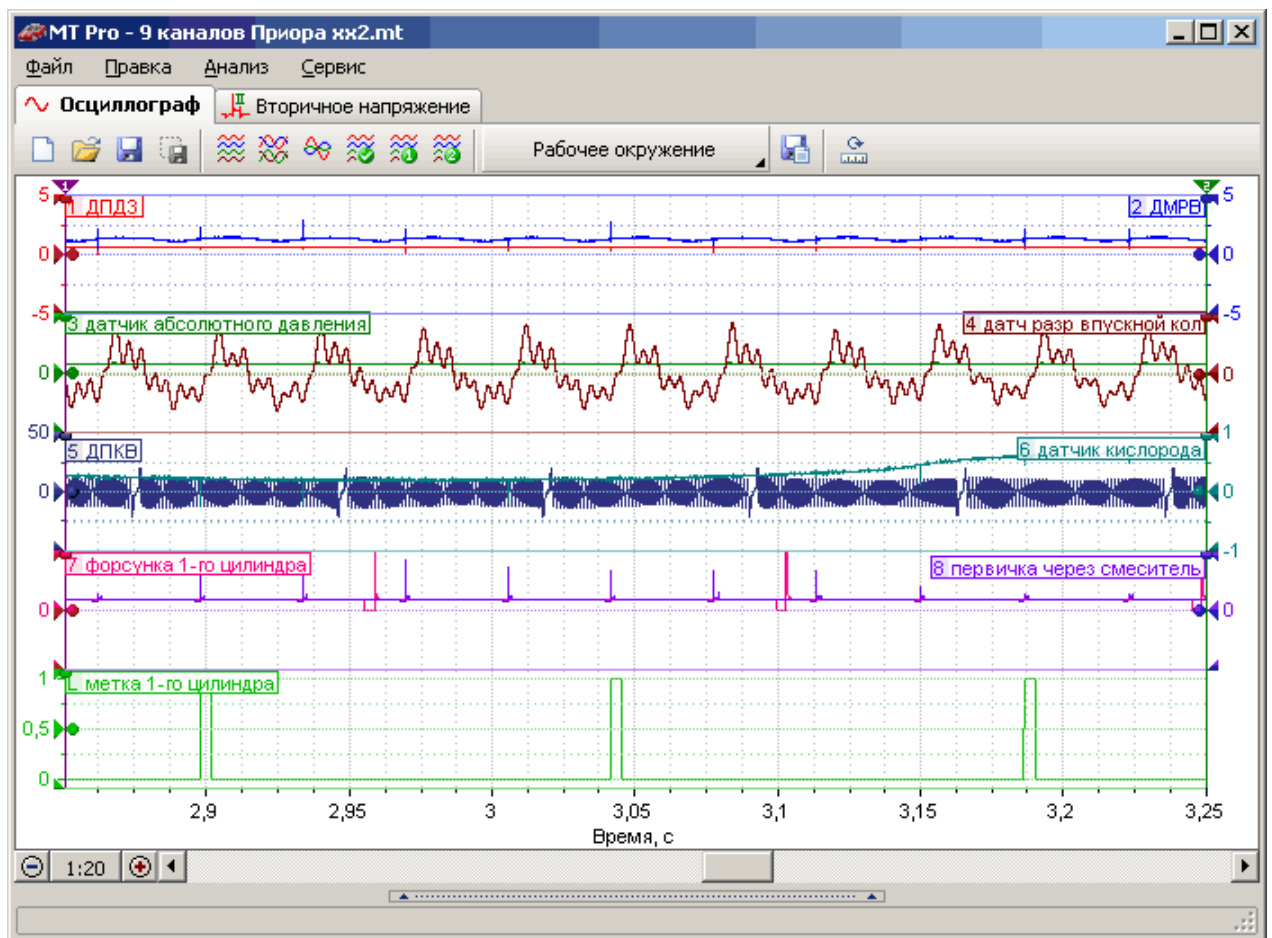


Рисунок 8 – Интерфейс программы «Мотор-тестер»

Программа «Мотор-тестер» поддерживает диагностику систем впрыска автомобилей семейства «ВАЗ» «Январь-4», «Январь-5.1», «Bosch M1.5.4», «Bosch M1.5.4M», «СМ 13P1-25» (распределенный впрыск), «СМ EP1-4» (центральный впрыск) и «Bosch MP-7,0».

2.2 Принципиальная схема работы МТ-4 с приставкой КР4М

«Программа «Мотор-тестер МТ-4» представляет собой развитие «Мотор-тестера МТ-2». Программа «Мотор-тестер МТ-4» предназначена для диагностики двигателей внутреннего сгорания автомобилей, оснащенных системами электронного управления впрыском топлива и карбюраторами.

«Мотор-тестер МТ-4» используется для проведения технического обслуживания, на станциях технического автосервиса, владельцем автомобиля при наличии компьютера типа IBM PC. «Мотор-тестер МТ-4» считывает, показывает и записывает данные с электронного блока управления (ЭБУ) автомобиля через адаптер KR-4, а также с произвольных электрических цепей автомобиля через приставку KRP-4M» [21].

«При подключении KRP-4M пользователь получает многоканальный цифровой осциллограф для отображения данных на экране компьютера. Это позволяет производить углубленную диагностику систем зажигания (классических, электронных, микропроцессорных) с механическим и статическим распределением энергии, электронных систем управления двигателем отечественного и импортного производства. «Мотор-тестер МТ-4» позволяет:

- отображать в динамике параметры ЭБУ и параметры устройств ЭСУД, просматривать как в цифровом, так и в графическом виде до 16 параметров одновременно. Возможен одновременный просмотр информации с ЭБУ и с устройств ЭСУД;
- автоматически определять тип ЭБУ (только для автомобилей ВАЗ и ГАЗ);

- управлять исполнительными механизмами двигателя в процессе отображения параметров;
- вести запись информации на диск с дискретизацией от 5 мкс. Вести долговременную запись поступающей информации. Запись может быть включена в любой момент во время просмотра. Время записи ограничено только свободным местом на жестком диске компьютера;
- получать сведения об ошибках ЭБУ, паспортах ЭБУ, двигателя, калибровках, таблицах коэффициентов топливоподачи;
- проводить испытания для определения механических потерь, скорости прогрева двигателя, цилиндрического баланса и другие;
- вести базу данных о клиентах, обнаруженных неисправностях; сохранять в базе графики параметров;
- просматривать параметры, записанные тестерами ДСТ-2М, ДСТ-10, ДСТ-4М, в виде графиков» [21].

Базовый комплект программы МТ-4 поддерживает диагностику автомобилей, оборудованных блоками АВТРОН, МКД. Отдельно предоставляются коды-дополнения программы Мотор-Тестер МТ-4 для диагностики следующих систем:

- МИКАС - М1.5.4 - ГАЗ МИКАС - М1.5.4, МИКАС-М1.5.4-КЗ АВТРОН М 1.5.4 СО;
- МИКАС 7.1-ГАЗ МИКАС 7.1, МИКАС 7.1 КЗ, МИКАС 7.2 (УАЗ);
- ЯНВАРЬ 4-ВАЗ Январь 3.0, Январь 3.1, Январь 4.0, Январь 4.1;
- BOSCH М1.5.4 -ВАЗ Bosch - М1.5.4, Январь 5.1.x P83, VS 5.1 P83;
- BOSCH М1.5.4N -ВАЗ ЯНВАРЬ 5.1 -ВАЗ Bosch -М1.5.4N E2,Январь 5.1 E2 VS 5.1 E2;
- BOSCH MP 7.0 E2 -ВАЗ Bosch MP 7.0 Euro2;
- BOSCH MP 7.0 E3 -ВАЗ Bosch MP 7.0 Euro3;
- GM ISFI-2S - ВАЗ GM ISFI-2S;

- GM EFI-4 -BA3 GM EFI-4, ITMS-6F поставляются как один код-дополнение.
- STEYR -ГАЗ для автомобилей AUDI, VW, SKODA, SEAT;
- DAEWOO для автомобилей DAEWOO CIELO NEXIA, NEXIA UzDaewoo, UZ-Daewoo Matiz, ESPERO, LANOS, LEGANZA, LEMAN RACER, MAGNUS, NUBIRA, NUBIRA-II, PRINCE, REZZO.
- ABS Delphi; поставляются как один код-дополнение.
- VAG для автомобилей AUDI, VW, SKODA, SEAT.

Приставка KRP-4M КДНР.468161.002 необходима для работы в режиме осциллографа.

«Приставка KRP-4M предназначена для сопряжения аналоговых цепей, измерительных клещей, датчиков, стробоскопа и других дополнительных устройств с адаптером KR-4 в составе комплекса МТ-4 и позволяет использовать его в качестве Мотор-Тестера или многоканального X10 X9 X8 X7 X6 X5 X4 X3 X2 X1 цифрового осциллографа с возможностью синхронизации от любого из каналов или от специальных каналов синхронизации (датчика положения коленчатого вала (ДПКВ), датчика верхней мертвой точки (ДВМТ) или индуктивных клещей в качестве датчика первого цилиндра). Это позволяет производить углубленную диагностику систем зажигания (классических, электронных, микропроцессорных) с механическим либо статическим распределением энергии, электронных систем управления двигателем (ЭСУД) как отечественного, так и импортного производства. Приставка также имеет дополнительный выходной канал синхронизации для подключения внешнего осциллографа» [16].

«Приставка KRP-4M совместно с адаптером KR-4 обеспечивает наблюдение (измерение) следующих сигналов:

- формы напряжения и тока в первичной цепи зажигания (с измерением длительностей и углов);

- формы напряжения во вторичной цепи зажигания (с измерением длительностей и углов);
- напряжения на датчиках и исполнительных механизмах ЭСУД (датчик кислорода, датчик положения дроссельной заслонки, датчик расхода воздуха, форсунки, регулятор холостого хода и т.д.);
- выходное напряжение и ток генератора;
- ток аккумуляторной батареи;
- форма пульсаций давления во впускном коллекторе;
- измерение угла замкнутого состояния контактов прерывателя;
- измерение угла опережения зажигания, как при помощи стробоскопа, так и с использованием датчика ВМТ;
- при помощи дополнительных токовых клещей;
- при помощи дополнительных емкостных клещей;
- на автомобилях с датчиком абсолютного давления или при помощи внешнего дополнительного датчика давления;
- при помощи дополнительного стробоскопа;
- на автомобилях с датчиком ВМТ или датчиком положения коленчатого вала (синхронизации)» [16].

«Использование КРР-4М позволяет производить оценку работоспособности следующих систем:

- а) система зажигания:
 - 1) определение состояния свечей и свечных проводов (нагары, обрывы, пробой);
 - 2) определение режима работы и исправности катушки зажигания (межвитковые замыкания, пробой);
 - 3) диагностика коммутатора и датчика Холла;
 - 4) просмотр характеристики работы центробежного регулятора (угол опережения в зависимости от оборотов, дефекты центробежного регулятора);

- 5) правильное определение углов опережения зажигания (без помощи стробоскопа);
- б) система топливоподачи:
- 1) электрическая проверка топливных форсунок (межвитковое замыкание форсунок, длительность впрыска и так далее);
 - 2) проверка работы датчиков (температуры, положения дроссельной заслонки, лямбда зонда и так далее);
 - 3) проверка работы исполнительных механизмов (регулятор холостых оборотов и так далее);
- в) другие системы:
- 1) проверка работы генератора и системы зарядки аккумулятора (выходное напряжение и ток генератора с возможностью определения неисправностей выпрямительных диодов, реле-регулятора, зависания щеток и так далее);
 - 2) оценка относительной компрессии по цилиндрам в режиме стартерной прокрутки;
 - 3) определение правильности установки ремня газораспределения и оценка работы впускных клапанов (по форме пульсаций давления во впускном коллекторе)» [16].

Приставка KRP-4M может работать только совместно со специализированным адаптером KR-4.

Для подключения компьютера к автомобилю необходимо:

- вынуть поставляемый с программой адаптер KR-4 из упаковки;
- подсоединить соединительный кабель «Витая пара» (кроссовер, входит в комплект поставки KR-4) к разъему 10-BASE-T сетевой платы;
- подсоединить второй конец кабеля «Витая пара» к разъему 10-BASE-T адаптера KR-4;
- подсоединить диагностический кабель к разъему KR-4;
- подсоединить диагностический кабель к цепям автомобиля;

- подсоединить соответствующие контакты к аккумулятору (только ВАЗ);
- при подключении адаптера к бортовой сети автомобиля источник питания не нужен.

Примечание:

В связи с тем, что в последнее время в комплектацию автомобилей, оборудованных системой управления двигателем с контроллерами Bosch или Январь 5.1.x, включен разъем для подключения иммобилизатора, связь между «МТ-4» и ЭБУ может быть нарушена.

В случае отсутствия связи необходимо проверить наличие в системе иммобилизатора.

Если иммобилизатор отсутствует, необходимо проверить наличие электрического соединения между контактами 9-1 и 18 колодки подключения иммобилизатора. Если соединение отсутствует, следует его обеспечить установкой перемычки между упомянутыми контактами колодки либо между подключенными к ним проводами.

2.3 Разработка стенда имитации датчиков системы электронного управления двигателем

При диагностике исправной системы управления программой диагностики МТ-4 или другим оборудованием, имеется возможность снимать показания при работе автомобиля в режимах холостого хода, а также с частичным изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя. Это позволяет лишь проводить ознакомление с работой программы МТ-4 и диагностированию в целом. Для более углубленного изучения возможностей программы МТ-4 и работы системы ЭСУД при характерных и постоянных неисправностях, конструируется стенд имитации неисправностей. Стенд позволит диагностировать систему автомобиля с действительными неисправностями электронной системы управления. Стенд заменит

имеющиеся в продаже имитаторы неисправностей ИД-2 и ИД-4, а также в комплексе с программой мотор-тестер МТ-4 способен заменить стенд-тренажер УНИС-2 предназначенный для проведения комплекса теоретических занятий и лабораторных работ по изучению систем управления двигателем. Стенд-тренажер выпускается в городе Челябинске УФ РНПО «РОСУЧПРИБОР» на базе Южно-Уральского государственного университета.

С помощью разрабатываемого стенда можно имитировать следующие датчики:

- датчик положения дроссельной заслонки,
- потенциометр регулировки СО,
- датчик давления в коллекторе,
- датчик атмосферного давления,
- датчик массового расхода воздуха,
- датчик температуры охлаждающей жидкости,
- датчик температуры окружающего воздуха,
- датчик температуры впускного трубопровода,
- другие датчики температуры и давления.

В стенде предусматривается выход +12 В для включения бензонасоса через диагностический разъем системы управления.

Зная принцип работы датчиков, изменяющих уровень сигнала, поступающего на блок управления, и датчиков, подающих сигнал, можно собрать электрическую схему для изменения выходных параметров датчиков. Для этого достаточно применить регуляторы с изменяемым сопротивлением, предварительно рассчитав выходное напряжение для имитируемого датчика.

В управляющей программе электронного блока присутствует подсистема самодиагностики, позволяющая выявлять неисправности в работе цепей управления элементов ЭСУД и определять аварийные отклонения режимных параметров при работе двигателя. Резервные режимы

работы призваны сохранить работоспособность двигателя и возможность движения автомобиля при отказах элементов ЭСУД:

- резервный режим работы при неисправном датчике температуры охлаждающей жидкости предполагает включение в системе вентилятора, установку начальной температуры при запуске двигателя «0» градусов, а также автоматическое увеличение температуры двигателя до 85 градусов по времени работы двигателя после запуска;
- резервный режим работы при неисправности датчика положения дросселя определяет повышенные обороты холостого хода. В этом случае система отказывается от регулирования оборотов холостого хода, шаговый мотор устанавливается в постоянное положение 120 шагов. Топливоподача рассчитывается по показаниям датчика массового расхода воздуха с параметром обогащенного состава топливной смеси;
- резервный режим работы при неисправности датчика массового расхода воздуха ведет себя точно также как и при отказе датчика положения дросселя;
- резервный режим работы при неисправности датчика детонации заключается в изменении режимных углов опережения зажигания. Система использует аварийную таблицу (пониженных углов) опережения зажигания;
- при выходе из строя датчиков массового расхода и датчика положения дросселя двигатель способен заводиться и работать, но передвигаться на таком автомобиле очень нелегко.

Для имитации неисправности в системе управления и переходе ее на аварийный режим работы, достаточно установить в стенде по одному тумблеру на каждый имитатор датчика. Обрывая или замыкая цепь на «+» или «-» с помощью тумблеров, в зависимости от принципа действия датчика,

можно получать высокий или низкий уровень сигнала датчика, имитировать появление ошибки в системе самодиагностики.

2.3.1 Принцип действия датчиков электронной системы управления двигателем. Способ имитации датчиков

Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ).

Датчик температуры охлаждающей жидкости получает напряжение 5 В от блока управления. Внутри датчика расположен термический резистор с отрицательным коэффициентом, то есть при нагреве его сопротивление уменьшается. Высокая температура вызывает низкое сопротивление, а низкая температура охлаждающей жидкости – высокое сопротивление [3]. При прогреве двигателя, напряжение от блока управления падает, проходя через датчик температуры, в зависимости от нагрева чувствительного элемента.

Способ имитации датчика температуры охлаждающей жидкости.

Для имитации температуры необходимо изменять напряжения блока питания путем изменения сопротивления. Блок управления воспринимает уровень сигнала в диапазонах от 0,31 до 5 В. Для изменения напряжения необходимо собрать делитель. При температуре охлаждающей жидкости 100 С сопротивление термистора $R^{temp}=177$ Ом (таблица 8) [3] Для этого из ряда нормальных сопротивлений подбираем резистор $R_{12}=160$ Ом. При 0°С сопротивление терморезистора $R_{temp}=10177$ Ом, поэтому в качестве регулятора выбираем переменный резистор $R_{11}=10$ кОм. При вращении регулятора между крайними положениями происходит имитация температуры от 0°С до 100°С.

В верхнем положении движка переменного резистора R_{11} напряжение на выходе имитатора датчика температуры +5 В, то есть ток через делитель напряжения по закону Ома будет:

$$R = \frac{U}{I}, \quad (1)$$

где R – сопротивление в цепи, Ом;

U – напряжение в цепи, В;

I – сила тока в цепи, А.

$$I = \frac{5}{10160} = 0,49 \text{ мА. ,}$$

Мощность резисторов определяется по формуле (2):

$$P = U \cdot I, \quad (2)$$

где I – сила тока в цепи, А;

P – мощность, Вт.

$$P \cdot R_{11} = U \cdot R_{11} \cdot I,$$

$$P \cdot R_{11} = 0,39 \cdot 0,0049 = 0,0019 \text{ Вт,}$$

$$P \cdot R_{12} = U \cdot R_{12} \cdot I,$$

$$P \cdot R_{12} = 4,9 \cdot 7 \cdot 0,0049 = 0,024 \text{ Вт.}$$

Выбираем мощность резисторов $P=0,125$ Вт.

В стенде предусматривается имитация ошибки «высокий уровень датчика» и «низкий уровень датчика». Для этого устанавливается тумблер SB6, отключающий сигнал с блока управления, и SB7, замыкающий вывод сигнала с блока управления на массу. При отключении сигнала блок управления воспринимает высокий уровень сигнала, а при замыкании его на массу – низкий. Получив ошибку в системе самодиагностики блок управления переходит на управление двигателем по аварийному режиму.

Для контроля выходного сигнала датчика температуры охлаждающей жидкости в схеме предусматривается вольтметр с пределами измерения от 0 до 5 В.

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ).

«Датчик положения дроссельной заслонки автомобилей «семейства» ВАЗ представляет собой резистор потенциометрического типа, один из выводов которого соединен с опорным напряжением 5 В электронного блока управления, а второй – с массой. Третий провод соединяет подвижный контакт ДПДЗ с ЭБУ. При повороте дроссельной заслонки изменяется выходной сигнал ДПДЗ. При закрытом положении дроссельной заслонки выходной сигнал ниже 0,5 В. При открытии дроссельной заслонки выходной сигнал возрастает, и при полном ее открытии выходное напряжение должно быть выше 4 В» [23].

Способ имитации датчика положения дроссельной заслонки.

Для имитации датчика положения заслонки собирается делитель напряжения с регулятором (переменным резистором), который изменяет сигнал блока управления в пределах от 0,2 до 4,8 В. При вращении регулятора по часовой стрелке напряжение должно плавно изменяться от 0,2 до 4,8 В. Это имитирует изменение угла поворота дроссельной заслонки.

Расчет делителя имитатора ДПДЗ.

В стенд поступает напряжение с аккумуляторной батареи $U_{АКБ}=12В$, задаемся током в цепи 1 мА, общее сопротивление находим по формуле (1):

$$R_{общ} = \frac{12}{0,001} = 12000 \text{ Ом} = 12 \text{ кОм}.$$

Для получения напряжения $U=0,2 \text{ В}$ в цепи с силой тока 1 мА, предварительно рассчитываем сопротивление по формуле (1).

$$R_7 = \frac{0,22}{0,001} = 200 \text{ Ом}.$$

Из ряда нормальных сопротивлений ГОСТ 2885-67, выбираем резистор $R_7=200 \text{ Ом}$.

Выходное напряжение при таком сопротивлении в цепи будет равно:

$$U = 200 \cdot 0,001 = 0,2 \text{ В.}$$

Для получения напряжения от $U=0,2\text{В}$ до $U=4,8 \text{ В}$ в цепи с силой тока 1 мА необходимо подобрать переменный резистор с учетом резистора R_6 .

Расчетное значение R_6 :

$$R_6 = \frac{(U_2 - U_1)}{I}, \quad (3)$$
$$R_6 = \frac{(4,8 - 0,2)}{0,01} = 4600 \text{ Ом.}$$

Из ряда нормальных сопротивлений подбираем переменный резистор $R_6=4,7 \text{ кОм}$.

Так как общее сопротивление делителя напряжения равно 12 кОм, можно найти величину сопротивления резистора R_5 :

$$R_5 = R_{\text{общ}} - R_7 - R_6, \quad (4)$$
$$R_5 = 12 - 4,7 - 0,2 = 7,1 \text{ кОм.}$$

Из ряда нормальных сопротивлений подбираем переменный резистор $R_5=6,8 \text{ кОм}$.

Вращая регулятор по часовой стрелке мы получаем плавное изменение напряжение в пределах от 0,2 до 5,0 В.

Мощность резисторов определяется по формуле (1):

$$I = \frac{12}{11700} = 0,001 \text{ мА,}$$
$$P \cdot R_2 = U \cdot R_2 \cdot I,$$

$$P \cdot R_2 = 0,2 \cdot 0,001 = 0,0002 \text{ Вт},$$

$$P \cdot R_1 = U \cdot R_1 \cdot I,$$

$$P \cdot R_1 = 4,9 \cdot 0,001 = 0,0049 \text{ Вт},$$

$$P \cdot R_3 = U \cdot R_3 \cdot I,$$

$$P \cdot R_3 = 6,8 \cdot 0,001 = 0,0068 \text{ Вт}.$$

Выбираем мощность резисторов $P=0,125$ Вт.

В стенде предусматривается имитация ошибки «высокий уровень датчика». Для этого устанавливается тумблер SB2, замыкающий вход сигнала на блок управления с массой. При включении тумблера в верхнее положение на блок управления поступает напряжение более 4,97 В, тем самым вызывая переход на резервный режим работы системы управления двигателем.

Для контроля входного сигнала с имитатора датчика положения дроссельной заслонки в схеме предусматривается вольтметр с пределами измерения от 0 до 5 В.

Датчик массового расхода воздуха.

Принцип действия датчика массового расхода воздуха аналогичен принципу действия датчика положения дроссельных заслонок. Выходные сигналы с датчиков совпадают по значению напряжения, оба датчика являются потенциометрическими и поэтому делитель имитатора датчика расхода воздуха рассчитывается также как и делитель датчика положения дроссельной заслонки. При вращении регулятора выходное напряжение изменяется от 0,2 до 4,8 В.

В стенде предусматривается имитация ошибки «высокий уровень датчика». Для этого устанавливается тумблер SB4, замыкающий вывод сигнала с блока управления на массу.

При включении тумблера в верхнее положение на блок управления поступает напряжение более 4,97 В, тем самым вызывая переход на резервный режим работы системы управления двигателем.

Для контроля входного сигнала с имитатора датчика массового расхода воздуха в схеме предусматривается вольтметр с пределами измерения от 0 до 5 В.

Датчик детонации.

«Чувствительным элементом датчика детонации является пьезокерамический элемент, закрепленный на блоке цилиндров, который во время вибрации генерирует сигнал виде напряжений переменного тока. Амплитуда и частота сигнала датчика детонации зависят от амплитуды и частоты вибрации блока цилиндров. При возникновении детонации амплитуда определенной частоты резко возрастает. Обычно максимальная чувствительность датчика достигается на частотах 58 кГц» [24].

Неисправность датчика определяется системой самодиагностики и переводит управление двигателем в аварийный режим работы.

В качестве имитатора датчика детонации в стенде предусматривается установка генератора прямоугольных импульсов частотой 58 кГц и регулировкой амплитуды импульсов во всем рабочем диапазоне датчика детонации, то есть от 0 до 5 В.

Генератор выполнен по стандартной схеме мультивибратора на двух элементах цифровой микросхемы ИМС К561 ЛН2 [5]. Микросхемы этой серии работают при изменении питающего напряжения от 3 до 15 В.

Расчет элементов для генератора.

Принимаем $R_2 < R_3$, тогда период переключения в схеме находится по формуле (5):

$$T = -2 \cdot R \cdot C \cdot \ln 2 = 1,38 \cdot RC, \quad (5)$$

где R – значение резистора;

C – значение конденсатора.

Для ограничения токов в диодах инвертора до безопасного уровня минимальное значение резистора R_2 принимается из условия:

$$R_2 \cdot > \frac{U_{шт}}{5},$$

$$R_2 \cdot > \frac{14,6}{5} \approx 3 \text{ кОм.}$$

$R_3 > R_2$, выбираем $R_3 = 47 \text{ кОм}$.

$$F_{ген} = 58 \cdot 10^3 \text{ Гц.}$$

$$T_{ген} = \frac{1}{F}, \quad (6)$$

$$T_{ген} = \frac{1}{58 \cdot 10^3} = 17,2 \cdot 10^{-6} \text{ с,}$$

$$C = \frac{T}{1,38 \cdot R_3},$$

$$C = \frac{17,2 \cdot 10^{-6}}{1,38 \cdot 47 \cdot 10^3} = 0,265 \cdot 10^{-9} \approx 270 \text{ пФ.}$$

Для регулирования уровня детонации предусматривается переменный резистор $R_4 = 4,7 \text{ кОм}$. При вращении его по часовой стрелке происходит увеличение периода сигнала, что в свою очередь имитирует увеличение детонации двигателя, а вращение против часовой стрелки – снижения уровня детонации. Также в стенде имеется тумблер SB1, отключающий подачу питания на мультивибратор.

Один вывод генератора импульсов соединяется с выходным напряжением аккумулятора, а второй, через регулятор, с выходом разъема датчика детонации.

В стенде предусматривается установка двух регуляторов резистивных датчиков с диапазоном от 75 до 10 кОм и от 75 до 100 кОм. Для этого собираются два делителя. Один собран на регуляторе с сопротивлением $R_{14} = 10 \text{ кОм}$, второй на регуляторе с сопротивлением $R_{16} = 100 \text{ кОм}$.

Регуляторы предусматриваются для возможного диагностирования и имитации резистивных датчиков с различной точностью.

Для диагностики топливной системы двигателя с электронной системой управления, а также проведения лабораторных работ, в стенде предусматривается кнопка включения электробензонасоса. Один из контактов кнопки соединен с аккумуляторной батареей, а второй, при тестировании бензонасоса или проведении лабораторных работ, соединяется с контактом «G» колодки диагностики электронной системы управления. Кнопка устанавливается не фиксирующая. Через контакт колодки диагностики, при нажатии кнопки, напряжении +12 В подается прямо на электробензонасос. Включение бензонасоса возможно без запуска двигателя, питание будет поступать через стенд имитации от аккумуляторной батареи.

2.3.2 Конструкция стенда

Стенд выполняется в виде переносного прибора настольного типа в металлическом корпусе со съемной лицевой панелью. Рабочее положение стенда – горизонтальное. Корпус стенда представляет собой коробку, изготовленную путем соединения прямоугольного кожуха с основанием.

Кожух изготавливается из листовой стали толщиной 1 мм методом гибки по чертежу развертки и сварки швов в среде углекислого газа.

К кожуху снизу приваривается основание из листовой стали толщиной 1 мм, в котором имеются четыре отверстия для крепления текстолитовых амортизаторов.

Для крепления лицевой панели по периметру изнутри в верхней части кожуха привариваются уголки шириной 10 мм и толщиной 1 мм. В уголках делаются отверстия М4-6Н для крепления лицевой панели к корпусу с помощью винтов.

Панель изготавливается из листа Д16АТ-2 ГОСТ 21631-76 толщиной 4 мм. Для крепления к корпусу на панели предусматриваются отверстия диаметром 4,5 мм. Панель покрывается эмалью МЛ-12, светло-серой ГОСТ 9754-76. Размеры стенда определяются размерами лицевой панели.

На лицевой панели располагаются:

- регуляторы режимов работы ДД, ДТОЖ, ДМРВ, ДПДЗ,
- тумблеры включения имитаторов датчиков,
- тумблеры включения ошибки «высокий уровень» для датчиков ДТОЖ, ДМРВ, ДПДЗ,
- тумблер включения ошибки «низкий уровень» для датчика ДТОЖ,
- индикатор включения стенда имитации,
- кнопка управления реле бензонасоса,
- вольтметры для контроля выходных сигналов,
- регуляторы резистивных датчиков,
- гнезда для штекеров,
- предохранитель,
- разъем для подсоединения жгута проводов.

Тумблеры располагаются на панели так, чтобы положение переключающего рычага «вверх» соответствовало состоянию «включено». Расстояние между тумблерами и регуляторами принимается из условия удобной работы со стендом, а также размеров самих тумблеров и регуляторов. Размеры лицевой панели представлены в приложении к пояснительной записке. Компоновка представлена в графической части проекта.

На основании корпуса на кронштейне устанавливается плата резисторов и плата имитатора датчика детонации. Плата имитатора датчика детонации изготавливается с применением печатного монтажа и закрепляется с помощью втулок на плате резисторов. Плата резисторов выполнена методом объемного монтажа. Под выводы резисторов и конденсаторов установлены контакты АЛ7.732.631, представляющие собой пустотелые заклепки, развальцованные в отверстиях платы. Резисторы и конденсаторы устанавливаются в эти контакты и паяются припоем ПОС-61 ГОСТ 21930-76. Электромонтаж стенда выполняется проводом МТШВ-0,2 ТУ 16-505.437-82

согласно схеме электрической принципиальной лист (6). На жгут проводов надета трубка 305ТВ-50 2,0 ГОСТ 19034-82 длиной 2000 мм.

На лицевой стороне стенда предусматривается отверстие диаметром 22 мм под вилку ХР1 для подключения к стенду жгута выводов проводов. Учитывая количество задействованных контактов блока управления, выбираем стандартную вилку РС–Э АВО 364.047.ТУ с 10 контактами. Вилка крепится к корпусу четырьмя винтами с гайками. В корпусе сверлятся отверстия диаметром 2,7 мм под винты. Также в лицевой панели предусматривается место для крепления предохранителя FU1 0,5А. Предохранитель устанавливается для защиты стенда имитации и датчиков системы управления от возможных перегрузок и коротких замыканий.

Стенд соединяется с датчиками при помощи жгута проводов (лист 5). Провода жгута марки МПО-2,0. Один вывод жгута, подсоединяющийся к стенду имитации, имеет розетку РС–Э с кожухом ТУ АВО.364.047, обозначенной на чертеже XS1. Жгут проводов одевается в трубку, обвязывается нитками х/б 10 «Экстра» в месте контакта с вилкой и в месте разветвления проводов. Провода маркируются бирками с наименованиями датчиков, к которым они подключаются для имитации.

Надписи на лицевой панели располагаются симметрично относительно соответствующих отверстий, гравировются шрифтом 3 – Пр3 ГОСТ 26.008 – 85. Гравировка заполняется черной эмалью ПФ – 115 ГОСТ 6465 – 76.

2.3.3 Работа стенда имитации

Для работы стенда его необходимо подключить к аккумуляторной батарее с помощью проводов с зажимами типа «крокодил». После подключения проводов питания перевести тумблер включения стенда в верхнее положение. Рядом с тумблером должен загореться индикатор питания.

Для имитации датчика температуры охлаждающей жидкости необходимо отсоединить колодку от датчика и подключить провод стенда с биркой «ДТОЖ» к контакту разъема датчика «В». Для имитации изменения

температуры охлаждающей жидкости вращать регулятор. При вращении регулятора изменяется выходной сигнал блока управления. Изменение сигнала фиксирует вольтметр. Действительную температуру охлаждающей жидкости можно узнать по таблице 1, снимая показания сигнала по вольтметру или по МТ-4. Имитация увеличения температуры двигателя происходит при вращении ручки регулятора стенда по часовой стрелке.

Для получения ошибки «высокий уровень» или «низкий уровень» в системе самодиагностики необходимо перевести соответствующий тумблер с наименованием ошибки в верхнее положение. После работы с имитатором датчика перевести тумблеры в исходное положение и стереть ошибки электронной системы самодиагностики после подключения разъема датчика температуры охлаждающей жидкости. При имитации датчика положения дроссельной заслонки необходимо отсоединить колодку от датчика и подключить провод стенда с биркой «ДПДЗ» к контакту разъема датчика «С».

Для имитации изменения угла поворота заслонки вращать регулятор. При вращении регулятора изменяется входной сигнал на блок управления. Изменение сигнала фиксирует вольтметр. Увеличение выходного напряжения сигнала соответствует увеличению угла открытия дроссельной заслонки.

Таблица 1 – Таблица зависимости напряжения датчика температуры от температуры двигателя

Температура, °С	Напряжение, В	Температура, °С	Напряжение, В	Температура, °С	Напряжение, В	Температура, °С	Напряжение, В
-20	–	34	2,34	62	1,13	91	0,51
-10	–	35	2,32	63	1,11	92	0,50
0	4,97	36	2,29	64	1,07	93	0,49
4	3,89	37	2,23	65	1,04	94	0,47
6	3,81	38	2,17	66	1,00	95	0,45
7	3,77	39	2,13	67	0,98	96	0,45
9	3,66	40	2,07	68	0,96	97	0,43
10	3,63	41	2,01	69	0,92	98	0,41

Продолжение таблицы 1

Температура, °С	Напряжение, В	Температура, °С	Напряжение, В	Температура, °С	Напряжение, В	Температура, °С	Напряжение, В
11	3,57	42	1,97	70	0,90	99	0,41
13	3,50	43	1,91	71	0,88	100	0,39
14	3,46	44	1,86	72	0,86	101	0,37
15	3,40	45	1,82	73	0,84	102	0,37
17	3,32	46	1,76	74	0,82	103	0,35
18	3,26	47	1,70	75	0,80	104	0,33
20	3,17	48	1,66	76	0,76	105	0,31
21	3,11	49	1,62	77	0,74	–	–
22	3,07	50	1,58	78	0,72	–	–
23	3,01	51	1,54	79	0,70	–	–
24	2,95	52	1,50	80	0,68	–	–
25	2,87	53	1,46	81	0,66	–	–
26	2,79	54	1,43	82	0,64	–	–
27	2,73	55	1,37	83	0,61	–	–
28	2,68	56	1,35	84	0,61	–	–
29	2,64	57	1,29	85	0,59	–	–
30	2,60	58	1,25	86	0,57	–	–
31	2,54	59	1,23	87	0,57	–	–
32	2,48	60	1,21	88	0,55	–	–
33	2,42	61	1,17	90	0,53	–	–

Для получения кода ошибки «высокий уровень» достаточно перевести тумблер имитации ошибки в верхнее положение. Имитация ошибки «низкий уровень датчика положения дроссельной заслонки» в стенде не предусматривается, так как этот код появляется при отключении разъема с датчика.

Для имитации датчика массового расхода воздуха необходимо отсоединить колодку от датчика и подключить провод стенда с биркой «ДМРВ» к контакту разъема датчика «5». Для имитации изменения расхода воздуха вращать регулятор. При вращении регулятора изменяется входной сигнал на блок управления. Изменение сигнала фиксирует вольтметр. Увеличение выходного напряжения сигнала соответствует увеличению потребляемого воздуха.

Для получения кода ошибки «высокий уровень» достаточно перевести тумблер имитации ошибки в верхнее положение. Имитация ошибки «низкий

уровень датчика положения дроссельной заслонки» в стенде не предусматривается, так как этот код появляется при отключении разъема с датчика.

Для включения электробензонасоса необходимо провод с биркой «ЭБН» подключить к контакту «G» колодки диагностики системы управления. Колодка находится в салоне автомобиля. После подключения провода нажать на стенде кнопку «ЭБН». При нажатии кнопки подается питание +12В непосредственно на электробензонасос. После нажатие кнопки должно произойти включение ЭБН.

Для имитации резистивных датчиков подключить к входу XS6, XS7, расположенному рядом с регуляторами сопротивления, провод. Этот провод подключить к выходу сигнала с блока управления на имитируемый датчик. Изменение сопротивления, а соответственно и выходного напряжения контроллера, происходит путем вращения регулятора по часовой стрелке. Для имитации резистивных датчиков стенд должен быть подключен к минусовой клемме аккумуляторной батареи. Подключение плюсовой клеммы не обязательно.

При работе со стендом необходимо стирать ошибки из системы самодиагностики, если отключение разъемов датчиков и подключения провода имитатора происходит на работающем двигателе или при включенном зажигании. Стирание ошибок возможно имеющимся тестером DST-2M или программой MT-4. Для стирания ошибок необходимо подключить прибор к диагностическому разъему и выполнить последовательность действий согласно инструкции по эксплуатации.

Применение стенда позволяет имитировать работу сразу нескольких датчиков. Имитация работы датчиков необходима для определения неисправности при диагностике электронной системы управления двигателем. Имитация позволяет определить, что является причиной неисправности: датчик, жгут или блок управления. Также стенд позволит

изучать работу двигателя на различных режимах, снимать показания МТ-4 и проводить ознакомление с электронной системой управления.

2.4 Требования к технической эксплуатации и ТО МТ-4 и стенда имитации неисправностей

Программа МТ-4 установлена на персональном компьютере, поэтому основные требования по технической эксплуатации схожи с требованиями для персональных компьютеров.

При использовании программы мотор-тестер необходимо соблюдать следующие требования:

- токоведущие части корпуса должны быть изолированы от возможного контакта;
- розетка питания стенда должна иметь заземляющий контакт;
- соединение проводов системного блока с монитором надежно соединяются с монитором;
- поверхность, на которой устанавливается системный блок компьютера и монитор, должна обеспечивать устойчивое положение стенда;
- периодически проводить уборку поверхности от пыли;
- при подключении необходимо соблюдать последовательность (выводы кабелей сначала подключаются к приставке КРР-4М, а затем к автомобилю. Во избежание поражения электрическим током клещи, подключаемые к высоковольтным цепям зажигания, также сначала подключаются к приставке, а затем к автомобилю. Отключение проводится в обратной последовательности);

При использовании стенда имитации неисправностей необходимо соблюдать следующие требования:

- токоведущие части корпуса должны быть изолированы от возможного контакта;

- соединение проводов стенда надежно соединяются с контактами разъемов датчиков;
- поверхность, на которой устанавливается системный стенд, должна обеспечивать устойчивое положение;
- при подключении проводов питания стенда имитации к аккумуляторной батарее соблюдать полярность;
- избегать попадания проводов стенда на массу автомобиля, а также на питание внешних источников +12 В при включенных имитаторах;
- избегать замыкания проводов стенда между собой при включенных имитаторах;
- не располагать жгут проводов в местах прохода обслуживающего персонала.

2.5 Требования безопасности при работе мотор-тестера и стенда имитации неисправностей

Работа с программой «Мотор-тестер» или стенда имитации неисправностей предусматривает использование персонального компьютера и автомобиля. При диагностике автомобиля программой мотор-тестер, а также совместном или отдельном использовании стенда имитации, необходимо соблюдать следующие требования:

- исключить касание токоведущих частей;
- подключение компьютера производить в строгой последовательности (выводы кабелей сначала подключаются к приставке KRP-4M, а затем к автомобилю, токовые клещи, подключаемые к высоковольтным цепям зажигания, сначала подключать к приставке, а затем к автомобилю);
- подключать стенд имитации к блоку управления двигателем только после отключения питания аккумуляторной батареи;

- избегать касания вращающихся частей двигателя, а также нагретых частей системы охлаждения и системы выпуска отработавших газов;
- располагать стенд МТ-4 и стенд имитации таким образом, чтобы исключить натяжение проводов питания и проводов, соединяющих автомобиль со стендами;
- не устанавливать стенды в местах прохода обслуживающего персонала;
- при диагностике работающего автомобиля, обеспечить его неподвижное состояние;
- применять местный отсос для отработавших газов.

Запрещается:

- работать с МТ-4 с нарушением изоляции токоведущих частей и проводов;
- находиться в помещении с работающим двигателем без применения местной вентиляции с закрытыми воротами;
- оставлять без присмотра работающий автомобиль при диагностике двигателя.

При работе на персонально-вычислительных машинах необходимо предусмотреть соблюдение санитарно-гигиенических норм в соответствии с Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 02.12.2020 № 40 «Об утверждении санитарных правил СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда», которые обеспечивают безопасное обращение.

Выводы по разделу.

В ходе выполнения конструкторского раздела работы был проведен анализ оборудования, предназначенного для диагностики автомобилей, составлена компоновочная схема стенда, подобраны все необходимые датчики для полноценной работы стенда и рассмотрен вопрос безопасности работы на разработанном стенде и мотор-тестере.

3 Разработка технологического процесса работы на стенде

Широкое внедрение электронных систем управления двигателем ЭСУД в автомобилестроении поставило задачу подготовки специалистов по обслуживанию, диагностике и ремонту ЭСУД.

Для выполнения диагностики электронной системы управления двигателем, разработан стенд, имитирующий характерные неисправности датчиков и нарушение целостности контакта, а также изменение параметров сигналов, выходящих и входящих в электронный блок управления.

Для проведения работы необходимо следующее:

- автомобиль (в рамках данной работы использовался автомобиль Lada GRANTA),
- программа «мотор-тестер» МТ-4,
- стенд для имитации неисправностей датчиков.

Перед началом работы необходимо убедиться в наличии топлива в баке автомобиля так как запуск двигателя без наличия топлива может вывести из строя электробензонасос. Аккумуляторная батарея должна быть полностью заряжена. Автомобиль заторможен ручным тормозом и установлены противооткатные упоры под колеса.

Ход работы:

- надеть шланг местного отсоса отработавших газов на выхлопную трубу двигателя;
- открыть капот и подсоединить провода питания стенда к аккумуляторной батарее;
- отсоединить разъемы с датчиков ДПДЗ, ДТОЖ, ДД;
- подсоединить к разъемам датчиков соответствующие провода стенда с бирками (провод «ДПДЗ» к контакту «С», провод «ДТОЖ» к контакту «В», провод «ДД» к контакту разъема). При желании имитировать работу только одного датчика, остальные разъемы не снимать;

- перевести тумблер включения стенда в верхнее положение (включение стенда сопровождается загоранием светодиода на лицевой панели стенда);
- подключить мотор-тестер к автомобилю через адаптер согласно инструкции;
- перевести переключатели стенда имитации ошибок в нижнее положение, а регуляторов в крайнее левое положение. Такое положение обеспечивает работу двигателя в исправном режиме, без отсутствия каких-либо ошибок;
- запустить двигатель автомобиля и по мере прогрева оценивать показания мотор-тестера;
- выбрать в программе мотор-тестер набор «Датчик детонации»;
- на стенде имитации, вращая регулятор уровня детонации, расположенный в окне с надписью «Датчик детонации», изменять уровень детонации;
- изменяя уровень детонации оценивать работу двигателя по показаниям МТ-4. Провести сравнение показаний полученных до, и после имитации для величин, входящий в набор «Датчик детонации» группы «Проверка датчиков»;
- оформить краткий отчет о возникающих ошибках при характерных неисправностях, а так же параметрах, измененных при увеличении или уменьшении детонации;
- изменяя положение регулятора установки температуры, происходит имитация работы двигателя на различных тепловых режимах. Снимать показания набора «ДТОЖ» для «холодного двигателя», для двигателя с рабочей температурой охлаждающей жидкости и на промежуточных режимах;
- включить тумблер «Высокий уровень»;

- при возникновении ошибки произойдет переход системы на работу в аварийном режиме. Заглушить двигатель и запустить вновь. Снимать показания набора «ДТОЖ»;
- проверить ошибки системы самодиагностики и при наличии удалить;
- сделать выводы о причине изменений в показаниях;
- включить тумблер «Низкий уровень» и повторить операции, проведенные при включении тумблера «Высокий уровень»;

Возможные характерные неисправности при получении ошибки «Низкий уровень датчика температуры охлаждающей жидкости»:

- неисправность датчика,
- обрыв или нарушение контакта провода, соединяющего контакт «А» датчика и блок управления,
- обрыв или нарушение контакта провода, соединяющего контакт «В» датчика и блок управления,
- неисправность блока управления.

Возможные характерные неисправности при получении ошибки «Высокий уровень датчика температуры охлаждающей жидкости»:

- неисправность датчика,
- неисправность блока управления,
- замыкание проводов датчика между собой,
- замыкание провода, соединяющего контакт «В» с блоком управления на «массу».

В процессе снятия показаний МТ-4, при изменении положения регулятора температуры охлаждающей жидкости, температуру определять по таблице. Снимая показания выходного напряжения датчика в наборе «ДТОЖ» (ADC TW) и сравнивая с табличными значениями, можно безошибочно определять действительную температуру охлаждающей жидкости. В стенде предусмотрена возможность снятия показаний выходного сигнала с помощью встроенного вольтметра.

- выбрать в программе МТ-4 набор «ДПДЗ»;
- изменяя положение регулятора уровня сигнала ДПДЗ, следить за параметрами набора;
- перевести в верхнее положение тумблер «Высокий уровень»;
- снять показания с МТ-4 на разных режимах работы;
- вернуть тумблер в начальное положение. При появлении ошибок в системе самодиагностики, блок управления переходит в аварийный режим работы. Сравнить показания с нормальным режимом;
- удалить появившиеся ошибки в системе самодиагностики.

Возможные характерные неисправности при получении ошибки «Низкий уровень датчика положения дроссельной заслонки»:

- неисправность датчика,
- неисправность блока управления,
- обрыв или замыкание цепи, соединяющей контакт «А» датчика и блок управления на «минус»,
- замыкание цепи, соединяющей контакт «С» датчика и блок управления на «минус»,

Возможные характерные неисправности при получении ошибки «Высокий уровень датчика положения дроссельной заслонки»:

- неисправность датчика,
- неисправность блока управления,
- замыкание цепи, соединяющей контакт «С» датчика и блок управления на источник питания,
- обрыв цепи, соединяющей контакт «С» датчика и блок управления,
- обрыв цепи, соединяющей контакт «В» датчика и блок управления,
- снять разъем с датчика ДМРВ,
- подсоединить провод стенда с биркой ДМРВ к контакту разъема «5»,

- изменяя положение регулятора уровня ДМРВ следить за показаниями МТ-4,
- выключить зажигание,
- перевести регулятор, в крайнее правое положение, вращая его по часовой стрелке,
- включить зажигание и прокручивать двигатель в течение 5с одновременно, наблюдая за работой форсунок на МТ-4,
- перевести тумблер «Высокий уровень» в верхнее положение;
- при появлении ошибок в системе самодиагностики, блок управления переходит в аварийный режим работы. Сравнить показания с нормальным режимом,
- вернуть переключатели в нижнее положение,
- удалить появившиеся ошибки в системе самодиагностики,
- выключить питание компьютера с программой МТ-4 и отсоединить питание адаптера от аккумуляторной батареи,
- подсоединить снятые разъемы с датчиками, предварительно убрав провода стенда имитации.

Регулятор имитирует открытие дроссельной заслонки. При открытии заслонки более 75% происходит продувка двигателя с отключением управляющего сигнала на топливные форсунки. На мотор-тестере при таком положении можно наблюдать прямую, неизменяющуюся по времени. Форсунки в режиме продувки не работают.

Возможные характерные неисправности при получении ошибки «Высокий уровень датчика массового расхода воздуха»:

- неисправность датчика,
- неисправность блока управления,
- замыкание цепи, соединяющей контакт «5» датчика и блок управления, на источник питания,
- обрыв цепи, соединяющей контакт «3» датчика и блок управления.

Возможные характерные неисправности при получении ошибки «Низкий уровень датчика массового расхода воздуха»:

- неисправность датчика,
- неисправность блока управления,
- замыкание цепи, соединяющей контакт «5» датчика и блок управления, на «массу»,
- обрыв цепи, соединяющей контакт «5» датчика и блок управления.

Выводы по разделу.

Имитируя различные неисправности датчиков системы управления, можно ознакомиться с показаниями диагностических приборов при аварийных режимах работы контроллера, определить неисправности по ошибкам системы самодиагностики, а так же отслеживать работу двигателя при наличии неисправностей в электронной системе управления.

Дополнительно в данном разделе проработан алгоритм технологического процесса работы на разработанном стенде и разработана технологическая карта.

4 Производственная и экологическая безопасность проекта

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля

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

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

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

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

Здоровые условия труда на предприятиях автомобильной промышленности нельзя обеспечить без учета особенностей производства, так как для осуществления эффективных оздоровительных мероприятий необходимо исходить из санитарно-гигиенической характеристики каждого отдельного производства. При эксплуатации предприятий и отдельных производственных помещений большое значение имеют условия их содержания. В гигиенически чистых, хорошо освещаемых цехах профессиональные заболевания и травматизм обычно снижаются» [32].

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

В таблице 2 представлен паспорт безопасности на технологический процесс диагностики ЭСУД автомобиля

Таблица 2 – Паспорт безопасности на технологический процесс диагностики ЭСУД автомобиля

Технологический процесс/операция	Содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс (ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий)	Технологическое оборудование, приспособления, необходимые для обеспечения технологического процесса	Наименование материалов, веществ, средств защиты (Приказ Минтруда России от 09.12.2014 N 997н), необходимых для обеспечения технологического процесса
Диагностика ЭСУД автомобиля	1. Надеть шланг местного отсоса отработавших газов на выхлопную трубу двигателя. 2. Открыть капот и подсоединить провода питания стенда к аккумуляторной батарее. 3. Отсоединить разъемы с датчиков ДПДЗ, ДТОЖ, ДД. 4. Подсоединить к разъемам	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Стенд для имитации датчиков системы управления двигателем, ПК с программой «мотор-тестер» МТ-4	Защитные хлопчатобумажные перчатки, спецодежда, спецобувь

Продолжение таблицы 2

Технологический процесс/операция	Содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс (ОК 010-2014 (МСКЗ-08). Общероссийский классификатор занятий)	Технологическое оборудование, приспособления, необходимые для обеспечения технологического процесса	Наименование материалов, веществ, средств защиты (Приказ Минтруда России от 09.12.2014 N 997н), необходимых для обеспечения технологического процесса
	<p>датчиков соответствующие провода стенда с бирками.</p> <p>5. Перевести тумблер включения стенда в верхнее положение.</p> <p>6. Подключить мотор-тестер к автомобилю через адаптер согласно инструкции;</p> <p>7. Перевести переключатели стенда имитации ошибок в нижнее положение, а регуляторов в крайнее левое положение.</p> <p>8. Запустить двигатель автомобиля и по мере прогрева оценивать показания мотор-тестера.</p> <p>9. Имитировать неисправности датчиков системы управления</p>			

4.2 Определение профессиональных рисков

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

других характеристик, в целях разработки комплекса предупреждающих мероприятий в целях обеспечения безопасности труда» [27].

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при технологическом процессе диагностики ЭСУД автомобиля представлена в таблице 6.

Таблица 3 – Идентификация профессиональных рисков

Выполняемая работа	О и ВПФ	Источник возникновения О и ВПФ
1. Надеть шланг местного отсоса отработавших газов на выхлопную трубу двигателя. 2. Открыть капот и подсоединить провода питания стенда к аккумуляторной батарее. 3. Отсоединить разъемы с датчиков ДПДЗ, ДТОЖ, ДД. 4. Подсоединить к разъемам датчиков соответствующие провода стенда с бирками. 5. Перевести тумблер включения стенда в верхнее положение. 6. Подключить мотор-тестер к автомобилю через адаптер согласно инструкции; 7. Перевести переключатели стенда имитации ошибок в нижнее положение, а регуляторов в крайнее левое положение. 8. Запустить двигатель автомобиля и по мере прогрева оценивать показания мотор-тестера; 9. Имитировать неисправности датчиков системы управления	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей, узлов, агрегатов	Детали, узлы, агрегаты автомобиля
	«Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Агрегаты автомобиля
	Повышенный уровень шума	Автомобиль
	Запыленность и загазованность воздуха	Пыль, поднимающаяся от транспорта
	Возможность поражения электрическим током	ПК
	Отсутствие или недостаток естественного света	Недостаточное количество окон, световых колодцев в помещении, где производится технологический процесс» [27].
	«Монотонность труда, вызывающая монотонию	Однообразно повторяющиеся технологические операции при диагностике» [31].
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	

4.3 Мероприятия по снижению профессиональных рисков

В обязанности работодателя входит обеспечение мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда (Федеральный закон «О

специальной оценке условий труда» от 28.12.2013 № 426-ФЗ). Работодатель должен направлять на эти цели, согласно статье 226 «Финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда» Трудового кодекса РФ, не менее 0,2% суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

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

Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем за счет указанных средств мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда. Перечень утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н.

Основные мероприятия:

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

- 2) разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;
 - 3) установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда» [27];
- 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 соответствии 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» [26].

Мероприятия по снижению профессиональных рисков представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Мероприятия по снижению профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях деталей, узлов, агрегатов	Выполнение на регулярной основе планово-предупредительного обслуживания. Эксплуатация технологического оборудования в строгом соответствии с инструкцией. Санитарно-гигиенические	Спецодежда, соответствующая выполняемой работе (спецобувь, спецодежда, средства защиты органов дыхания, зрения, слуха)

Продолжение таблицы 4

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	<p>мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечение работника СИЗ, смывающими средствами; – предохранительные устройства для предупреждения перегрузки оборудования; – знаки безопасности, цвета, разметка по ГОСТ 12.4.026-2015; <p>обеспечение дистанционного управления оборудованием» [27].</p>	
«Повышенный уровень шума	<p>Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных);</p> <ul style="list-style-type: none"> – группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами; <p>введение регламентированных дополнительных перерывов;</p> <ul style="list-style-type: none"> – проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров 	Защитные противозумные наушники, беруши противозумные» [27].
«Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей» [27].
Отсутствие или недостаток естественного света	Устройство дополнительных световых проемов в стенах, фонарей на крыше здания	–
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	<p>Оздоровительно-профилактические мероприятия:</p> <ul style="list-style-type: none"> – медицинские осмотры (предварительный (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) и других медицинских осмотров согласно ст. 212 ТК РФ; 	–

Продолжение таблицы 4

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
	<ul style="list-style-type: none"> – правильное оборудование рабочих мест, обеспечение технологической и организационной оснащённости средствами комплексной и малой механизации; – используемые в работе оборудование и предметы должны быть удобно и рационально расположены на столе 	
Монотонность труда, вызывающая монотонию	<ul style="list-style-type: none"> – «автоматизация однообразного ручного труда; – оптимизация содержания трудовой деятельности, темпа и ритма работы; – совмещение профессий и чередование операций; – внедрение рациональных режимов труда и отдыха с введением пяти минутных регламентированных перерывов через каждый час работы; рациональная организация рабочего места; введение в режим рабочего дня комплексов производственной гимнастики, прослушивание функциональной музыки и организация отдыха в специальных комнатах психологической разгрузки» [27]. 	–

4.4 Пожарная безопасность

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

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

Любое здание в зависимости от степени огнестойкости должно быть оборудовано:

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

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

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

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

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

На рисунке 9 представлены правила по соблюдению пожарной безопасности при работе на предприятии.



Рисунок 9 – Правила пожарной безопасности

Перечень мероприятий по пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики ЭСУД автомобиля представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень мероприятий, направленных на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики ЭСУД автомобиля

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия

Продолжение таблицы 5

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

4.5 Экологическая безопасность технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация экологических факторов технологического процесса сборки диагностики ЭСУД автомобиля

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
Диагностика подвески грузового автомобиля на вибрационном стенде	Мелкодисперсные частицы пыли в окружающем воздухе, испарения смазочно-охлаждающей жидкости с поверхности новых деталей, а также в результате ее пролива, утечки, в процессе утилизации	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (коммунальный мусор), металлический лом, стружка» [28].

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля

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

4.6 Расчет вентиляции

Правильно спроектированная и выполненная вентиляция улучшает условия эффективной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда и качества проведённых работ, благоприятно влияет на производственную среду, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, повышает безопасность труда и снижает производственный травматизм.

Для обеспечения требуемых условий воздушной среды в помещениях лаборатории диагностики легковых автомобилей предусмотрена приточно-вытяжная естественная вентиляция. Приток свежего воздуха (неорганизованный) – через неплотности в оконных рамах, открывающиеся фрамуги и форточки, через ворота. Отработанный воздух удаляется через вытяжные решетки под потолком помещений, установленные в вентиляционных воздуховодах. Такой воздухообмен происходит за счёт гравитационного давления вследствие разности температур наружного и внутреннего воздуха, а также под действием ветра.

Для систем естественной вентиляции необходимо сбалансировать сопротивление системы с располагаемым гравитационным давлением.

Сопротивление системы воздуховодов ΔP определяется по формуле (7):

$$\Delta P = R \cdot \beta_{uz} \cdot l + z, \quad (7)$$

где R – значение удельных потерь давления на трение, Па/м;

β_{uz} – коэффициент учёта шероховатости стенок короба, $\beta_{uz} = 1$ для воздуховодов из оцинкованной стали;

l – длина воздуховодов, м;

z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Потери давления в местных сопротивлениях рассчитываются по формуле (8):

$$z = \sum \xi \cdot P_d, \quad (8)$$

где $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке;
 P_d – динамическое давление, Па.

Для надежности сопротивления системы должно быть несколько меньше располагаемого гравитационного давления. Рассчитывается по формуле (9):

$$\Delta P = 0,9 \cdot \Delta P_{грав}. \quad (9)$$

«Расчётное гравитационное давление определяем по формуле (10):

$$\Delta P_{грав} = h \cdot (\rho_{нар} - \rho_{вн}) \cdot g, \quad (10)$$

где h – высота воздушного столба, м;

$\rho_{нар}$ – плотность наружного воздуха, кг/м³ при $t = 5^\circ \text{C}$, [10];

$\rho_{вн}$ – плотность внутреннего воздуха, кг/м³ при $t = 18^\circ \text{C}$, [10];

g – ускорение свободного падения м/с²» [8].

Согласно рекомендациям [8] высота воздушного столба, для вытяжных воздуховодов, принимается от середины вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты.

$$\Delta P_{грав} = 2 \cdot (1,27 - 1,213) \cdot 9,8 = 1,12 \text{ Па.}$$

«Аэродинамический расчёт системы вентиляции выполняется после расчёта воздухообмена в помещениях и решения по трассировке воздуховодов и каналов. Для проведения аэродинамического расчета на

основе архитектурно-строительной части проекта вычерчивают аксонометрическую схему системы вентиляции, по которой определяют протяженность отдельных ее ветвей и размещают элементы сети» [28].

Расчетный участок характеризуется постоянным расходом воздуха.

Количество вентиляционного воздуха определяется для каждого помещения на основании выделяющихся в помещении вредностей или задается на основании исследований. Если характер и количество вредностей не поддаются учету, вентиляционный воздухообмен определяют по кратностям.

Расход удаляемого воздуха определяется по формуле (11):

$$L_p = K_p \cdot V_n, \quad (11)$$

где K_p – кратность воздухообмена для административных помещений

(отношение расхода вытяжного воздуха за 1 час к объёму обслуживаемого помещения, 1/ч), принимается равной 1;

V_n – внутренний объём помещения.

Объём помещений:

$V_1 = 45 \text{ м}^3$ – помещение для персонала, $V_2 = 150 \text{ м}^3$ – помещение для проведения регулировки «сход-развал», $V_3 = 180 \text{ м}^3$ – помещение для проведения лабораторных работ и диагностики автомобилей.

$$L_{p1} = 1 \cdot 45 = 45 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{p2} = 1 \cdot 150 = 150 \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$L_{p3} = 1 \cdot 180 = 180 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Заключение по разделу «Производственная и экологическая безопасность проекта».

В разделе «Производственная и экологическая безопасность проекта»:

- разработан паспорт безопасности на технологический процесс диагностики ЭСУД автомобиля (таблица 2);
- выявлены профессиональные риски при технологическом процессе диагностики ЭСУД автомобиля (таблица 3) и определены пути их снижения (таблица 4);
- рассмотрены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики ЭСУД автомобиля (таблицы 5, 6);
- определены мероприятия, способствующие снижению негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики ЭСУД автомобиля (таблица 7).

Дополнительно в данном разделе проведен расчет вентиляции для дальнейшего проектирования участка.

5 Экономическая эффективность проекта

«Затраты на изготовление конструкции стенда для имитации датчиков системы управления двигателем определяются по формуле:

$$C_{\text{кон}} = C_{\text{к.д}} + C_{\text{о.д}} + C_{\text{п.д}} + C_{\text{сб.п}} + C_{\text{о.н}}, \quad (12)$$

где $C_{\text{к.д}}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, р.;

$C_{\text{о.д}}$ – затраты на изготовление оригинальных деталей, р.;

$C_{\text{п.д}}$ – цена покупных деталей, изделий, агрегатов, р.;

$C_{\text{о.н}}$ – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, р.» [27].

«Стоимость изготовления корпусных деталей определяется по формуле:

$$C_{\text{к.д}} = Q_{\text{к}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (13)$$

где $Q_{\text{к}}$ – масса материала, израсходованного на изготовление корпусных деталей, кг;

$C_{\text{к}}$ – средняя стоимость 1 кг готовых деталей» [27].

В таблице 8 представлена стоимость изготовления корпусных деталей.

Таблица 8 – Стоимость изготовления корпусных деталей

Наименование детали	Марка металла	Масса материала заготовок, кг	Масса деталей, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Корпус	Нержавеющая сталь лист	2	1,8	152	304
Лицевая панель	Д16АТ-2 ГОСТ 21631-76 лист	1	0,7	310	310
Итого:	–	–	–	–	614

$$C_{к.д} = 2 \cdot 152 + 310 = 614 \text{ р.}$$

«Рассчитываем затраты на изготовление оригинальных деталей по формуле (14):

$$C_{о.д} = C_{п.р.н} \cdot C_M, \quad (14)$$

где $C_{п.р.н}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовление оригинальных деталей, с учетом дополнительной зарплаты и отчислений, р.;

C_M – стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей, р. [27].

$$C_{п.р.н} = t \cdot C_ч \cdot k_t, \quad (15)$$

где t – средняя трудоемкость на изготовление отдельных деталей, чел.-ч. (в данном случае изготавливаем ребра жесткости для станда – 4 шт.)»

$$t = 4 \cdot 0,15 = 0,6 \text{ чел. - ч.}$$

$C_ч$ – часовая ставка рабочих, отчисляемая по среднему разряду;

k_t – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, «1,025...1,03» [27].

Тарифную ставку считаем из расчёта минимального размера заработной платы по Самарской области на 2021 год, которая составляет 12792 р. в соответствии с законом № 82-ФЗ.

Принимаем тарифную ставку из учета минимальной заработной платы по Самарской области для первого разряда: $12792/(7 \cdot 21) = 87,02$ р./ч. Для остальных разрядов с учётом тарифной сетки: I – 1,0; II – 1,12; III – 1,26; IV – 1,42; V – 1,60; VI – 1,80. Дальнейшие расчёты ведём по IV разряду: $87,02 \cdot 1,42 = 123,56$ р./ч.

$$C_{\text{ПРН}} = 0,6 \cdot 123,56 \cdot 1,03 = 76,36 \text{ р.}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату по формуле (16):

$$C_{\text{д}} = \frac{(5...12) \cdot C_{\text{нр}}}{100}, \quad (16)$$

$$C_{\text{д}} = \frac{10 \cdot 76,36}{100} = 7,64 \text{ р.}$$

Рассчитываем начисления на заработную плату по формуле (17):

$$C_{\text{соц}} = \frac{30 \cdot (C_{\text{нр}} + C_{\text{д}})}{100} \quad (17)$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{30 \cdot (76,36 + 7,64)}{100} = 25,2 \text{ р.}$$

«Рассчитываем стоимость материала заготовок для изготовления оригинальных деталей по формуле (18):

$$C_{\text{м}} = Ц \cdot Q_{\text{з}}, \quad (18)$$

где $Ц$ – цена 1 кг материала заготовок, р./кг;

$Q_{\text{з}}$ – масса заготовки, кг» [27].

В таблице 9 представлена стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей.

Таблица 9 – Стоимость материала заготовок на изготовление оригинальных деталей

Наименование детали	Марка материала	Количество, шт.	Общая масса материала, кг	Цена за 1 кг, руб.	Сумма, руб.
Ребро жесткости	Сталь Ст3	4	4	25,0	100,0
Итого:	–	–	–	–	100

$$C_M = 4 \cdot 25 = 100 \text{ р.}$$

Тогда затраты на изготовление оригинальных деталей составят:

$$C_{о.д} = 76,36 + 7,64 + 25,2 + 100 = 209,19 \text{ р.}$$

Рассчитываем полную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке по формуле (19):

$$C_{сб.п} = C_{сб} + C_{д.сб} + C_{соц.сб}, \quad (19)$$

где « $C_{сб}$ – основная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{д.сб}$ – дополнительная заработная плата рабочих, занятых на сборке, р.;

$C_{соц.сб}$ – отчисления соцстраху рабочих, р.» [27].

«Рассчитываем основную заработную плату рабочих, занятых на сборке по формуле (20):

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot k_t, \quad (20)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоемкость на сборку конструкции, чел.-ч.

$$T_{сб} = k_c \cdot \sum t_{с.б}, \quad (21)$$

где $t_{с.б}$ – трудоемкость сборки составных частей, чел.-ч., по справочным данным принимаем равным 17 чел.-ч.

k_c – коэффициент, учитывающий непредусмотренные работы, принимаем равным 1,25» [27].

$$T_{сб} = 1,25 \cdot 17 = 21,25 \text{ чел.} \cdot \text{ч.},$$

$$C_{CB} = 21,25 \cdot 123,56 \cdot 1,03 = 2704,42 \text{ р.},$$

$$C_{д.сб} = 0,1 \cdot 2704,42 = 270,44 \text{ р.},$$

$$C_{соц.сб} = 0,3 \cdot (2704,42 + 270,44) = 892,46 \text{ р.},$$

$$C_{сб.л} = 2704,42 + 270,44 + 892,46 = 3867,32 \text{ р.}$$

«Рассчитываем общепроизводственные накладные расходы на изготовление стенда по формуле (22):

$$C_{OH} = \frac{C'_{пр} \cdot R_{оп}}{100}, \quad (22)$$

где $C'_{пр}$ – основная заработная плата производственных рабочих, участвующих в изготовлении аппарата, р.;

$R_{оп}$ – процент общепроизводственных накладных расходов, %» [27].

$$C'_{пр} = C_{прн} + C_{сб.л}. \quad (23)$$

$$C'_{пр} = 76,36 + 3867,32 = 3943,68 \text{ р.}$$

$$C_{OH} = \frac{3943,68 \cdot 40}{100} = 1577,47 \text{ р.}$$

Стоимость покупных деталей, изделий, агрегатов представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты по статье «Материалы» на конструкторскую разработку

Наименование материала	Единица измерения	Цена за единицу измерения, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Печатная плата в сборе	шт.	1400	1	1400
Регуляторы режимов работы ДД, ДТОЖ, ДМРВ, ДПДЗ	шт.	240	6	1440
Тумблеры включения имитаторов датчиков	шт.	100	8	800
Индикатор включения стенда имитации	шт.	120	1	120

Продолжение таблицы 10

Наименование материала	Единица измерения	Цена за единицу измерения, руб.	Норма расхода	Сумма, руб.
Кнопка управления реле бензонасоса	шт.	300	1	300
Вольтметры для контроля выходных сигналов	шт.	410	3	1230
Гнезда для штекеров	шт.	105	2	210
Предохранитель	шт.	360	1	360
Разъем для подсоединения жгута проводов	шт.	1	550	550
Эмаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76	л	1	180	180
Грунт	л	0,5	110	110
Итого:	–	–	–	6700

$$C_{п.д} = 1400 + 1440 + 800 + 120 + 300 + 1230 + 210 + 360 + 550 + 180 + 110 = 6700 \text{ р.}$$

Далее рассчитываем годовую экономию, годовой экономический эффект и срок окупаемости конструкторской разработки.

Рассчитываем затраты на изготовление конструкции стенда по формуле (12):

$$C_{кон} = 614 + 209,19 + 6700 + 867,32 + 1577,47 = 12967,99 \text{ р.}$$

Как видно из расчетов, общие затраты на изготовление конструкции стенда равны 12967,99 р.

Рассчитываем годовую экономию от снижения себестоимости при внедрении конструкции по формуле (24):

$$\mathcal{E}_Г = C_{пр} - C_{кон}, \quad (24)$$

где $C_{пр}$ – стоимость прототипа, р. [25]. Изучив представленные на рынке аналогичные конструкции стендов для испытания датчиков двигателей принимаем стоимость прототипа равную 16000 р.

$$\mathcal{E}_Г = 16000 - 12967,99 = 3032,01 \text{ р.}$$

Рассчитываем срок окупаемости по формуле (25):

$$O_{OK} = \frac{C_{KOH}}{\mathcal{E}_Г}, \quad (25)$$

$$O_{OK} = \frac{12967,99}{3032,01} = 4,18 \text{ года.}$$

Рассчитываем годовой экономический эффект от внедрения конструкции по формуле (26):

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = \mathcal{E}_Г - 0,15 \cdot C_{KOH}, \quad (26)$$

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 3032,01 - 0,15 \cdot 12967,99 = 1086,82 \text{ р.}$$

Все полученные результаты сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Результаты расчета

Показатель	Единица измерения	Значение	
		До внедрения	После внедрения
Годовая экономия от снижения трудоемкости при внедрении конструкции	руб.	–	3032,01
Годовой экономический эффект	руб.	–	1086,82
Срок окупаемости	год.	–	4,28

Выводы по разделу:

Анализируя экономическую эффективность проекта, можно сделать вывод, что годовая экономия, достигаемая за счёт меньшей стоимости составляет 3032,01 р., а срок окупаемости равен 4,28 года, что допустимо для данной конструкции стенда для имитации датчиков системы управления двигателем.

Заключение

В данном дипломном проекте на тему: «Разработка конструкции стенда для имитации датчиков системы управления двигателем» приводится анализ существующих на рынке диагностических приборов, представлена принципиальная схема работы мотор-тестера с приставкой КР4М.

Разработан стенд имитации датчиков электронной системы управления двигателем, выполняющий те же функции, что и «Стенд имитации ИС», предлагаемый Южно-Уральским государственным университетом и предназначенный для проведения лабораторных занятий по изучению инжекторных систем.

Приведено описание устройства и принцип работы стенда, разработана конструкция корпуса стенда.

Проработан алгоритм технологического процесса работы на разработанном стенде и разработана технологическая карта.

Рассмотрена безопасность и экологичность проекта, произведён анализ опасных и вредных факторов при проведении работ на агрегатном участке, а также описаны основные опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении работ, приведены требования к инструментам и технологическому оборудованию, описаны меры по обеспечению безопасных и здоровых условий труда, меры по обеспечению устойчивости работы объекта в условиях чрезвычайных ситуаций и меры по охране окружающей среды, выполнен расчёт системы вентиляции в результате которого подобраны вентиляционные короба и дефлектор для увеличения силы тяги.

Проведен расчет затрат на изготовление стенда имитации датчиков электронной системы управления двигателем, а также сравнение спроектированного стенда с имеющимся на рынке аналогом, стендом «Инжекторная система ИС».

Список используемой литературы и используемых источников

1. Башта Т.М., Руднев С.С, Некрасов Б.Б. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы, учебник для вузов, 1982, 280с.
2. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства: учебник для студ. высш. учеб. заведений/В.К. Вахламов. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 240 с.
3. Вахламов В.К. Автомобили конструкция и элементы расчета. – М.: Издательский центр «Академия», 2006 - 480 с.
4. Вахламов В.К. Конструкция, расчет и эксплуатационные свойства автомобилей: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведения / В.К. Вахламов. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 560 с.
5. Гавриленко Г.А.; Рымаренко Л.И. Гидродинамические передачи - М: Машиностроение, 1998, 346 с.
6. Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 254 с.
7. 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.
8. Горлатов С.Е. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: Методические указания к курсовой работе. – Оренбург: ОГУ, 2002 – 28 с.
9. Гришкевич А. И. Автомобили. Теория. Учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Мн.: Высш. шк., 1986. – 208 с.
10. Инженерная экология и экологический менеджмент : учебник / М. В. Буторина [и др.] ; под ред. Н. И. Иванова [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2004. - 518 с.
11. Коган Э.И., Хайкин В.А. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1984. -327с.: ил.

12. Колосков М.М., Долбенко Ю.В. Марочник сталей и сплавов. - М.: Машиностроение, 2004. - 672 с.
13. Луковников А.В., Шкрабак В.С. Охрана труда: Учебники для вузов. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2007. - 517 с.: ил.
14. Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 351 с.
15. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов.-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
16. Напольский Г.М., Солнцев А.А. Технологический расчет и планировка станций технического обслуживания автомобилей, - М., 2003. – 53 с.
17. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП-01-91). – М.: Минавтотранс РСФСР, 1991. – 105 с.
18. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта/М-во автомоб. трансп. РСФСР. - М.: Транспорт, 1988. – 78 с.
19. Проектирование и расчёт подъёмно-транспортных машин общего назначения. Под ред. М.Н. Ерохина и А.В. Карпа.- М.: Колос, 1999.-288с.
20. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2т. Т.2. учебник для вузов; Под общей редакцией А. А. Полунгяна.- М:Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 640 с.
21. Сарбаев В.И., Селиванов С.С., Коноплев В.Н., Демин Ю.Н. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. – Ростов., 2004. – 448с.
22. Сметанин, В. И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления : Учеб. пособие / В. И. Сметанин. - Москва : КолосС, 2003. - 230 с.
23. Справочник автомобилиста. Учебник для студ. учреждений проф. образования. - М.: Издательский центр “Академия”, 2004. - 480с.

24. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей. М.: Россельхозиздат, 1978. - 270 с.: ил.
25. Судницын В.И. Оценка основных эксплуатационных свойств трактора и автомобиля / Учебно-методическое пособие для студентов факультета механизации сельского хозяйства при курсовом и дипломном проектировании. Киров, сельхозакадемия, 2002 - 89 с.
26. Техническая эксплуатация автомобилей /Под ред. Кузнецова Е.С. – М.: Наука, 2004 – 535с.
27. Черемисинов В.И. Расчет деталей машин. - Киров: РИО ВГСХА, 2001.-233 с.
28. Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.
29. Щинов П.Е. Проектирование автотранспортных предприятий: Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. – 4-е изд., переработанное и дополненное. – Киров: Вятская ГСХА, 2011. – 83 с.
30. Экология транспорта : учебник. / Е.И.Павлова. - М. : Высш. шк., 2010. - 366, [2] с.
31. D.T. Cooke, D.T. Clarkson Transport and receptor proteins of plant membranes : Molecular structure a. function: held Sept. 17-20, 1991, in Bristol, United Kingdom / Ed. by. - New York; London : Plenum press, Cop. 1992. - VIII, 213 с.
32. David A. Hensher, Kenneth J. Button / Handbook of transport modeling. - [2. impr.]. - Amsterdam [etc.] : Pergamon, 2002 [1] с. - 165 с.
33. Improving reliability on surface transport networks [Текст] / OECD, Intern. transport forum. - Paris : OECD, cop. 2010. - 165 с.
34. Konstadinos G. Goulias Transport science and technology: [Transport science technology Congr, 1-5 September 2004 - Amsterdam: Elsevier, 2007, 496.
35. Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.