

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ**

На правах рукописи

УДК 621.433.052

ИСЛАМОВ САРВАР ХАЙДАР УГЛИ

**Разработка мехатронных систем управления двигателем
(на примере двигателя Нексия)**

**5А310605 – Испытание и эксплуатация
двигателей внутреннего сгорания**

**ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание академической
степени магистра**

**Научный руководитель:
д.т.н, доц. М.М. Арипджанов**

Ташкент 2013

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ

Факультет - АТФ

Студент магистратуры - Исламов С.Х.

Кафедра - АТДиТЭ

Научный руководитель - Арипджанов М.М.

Годы обучения- 2011-2013

Специальность - ИиЭДВС

АННОТАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ на тему:

**«Разработка мехатронной системы управления двигателем
(на примере двигателя «Нексия»)»**

Актуальность темы: На сегодняшний день требования к топливной экономичности и к экологическим качествам двигателя является одной из важнейших задач, которое пытаются решить различным изменением и оптимизированием конструктивных параметров двигателя, его систем и применением мехатронного управления двигателя. Особенно, в городских условиях при разгоне автомобилей из-за не оптимальности угла опережения зажигания дроссельная заслонка должна поддерживать работу двигателя и находиться открытым на минимальный угол. На этом режиме двигатель расходует больше топливо и увеличивается выброс вредных отработавших газов. В этой связи регулирование УОЗ на холостом режиме и при разгоне оптимизирующий расход топлива и вредные выбросы является весьма актуальной научной задачей.

Цель и задачи работы: Повышение экономических и экологических показателей автомобильных двигателей на холостом ходу и при разгоне с использованием мехатронных систем управления. Задачами работы являются:

1. Анализ мехатронных систем двигателей;
2. Анализ топливной экономичности и режима эксплуатации ДВС.
3. методика экспериментальных испытаний двигателей;
4. Определение экологических и экономических показателей тюнингового двигателя.

Объект и предмет исследования: автомобильный двигатель снабженный мехатронной системой управления.

Методы и методика исследования: воздействие на параметры характеристик и получение показателей.

Научная новизна исследования: научная новизна заключается в подборе оптимального угла опережения зажигания на режима холостого хода и при разгоне при применении мехатронной системы управления.

Практическая и теоретическая значимость исследования: Улучшение топливной экономичности, а следовательно и снижение выброса токсичных газов в режиме холостого хода и при разгоне двигателя. Его правильное управление за счет мехатронной системы, обеспечит получения лучших характеристик двигателя.

Порядок составления диссертационной работы: она состоит из вводной части, анализа текущего состояния проблемы, целей и задач выбранного направления исследований, анализа методов исследования сравнения расчетных и экспериментальных данных, экономической оценки разработки и общих выводов, рекомендаций.

Основные результаты выполненной работы: По подсчетам в день автомобиль в среднем на холостой ход и на разгон расходует около 3,5 литра. Из-за оптимальных УОЗ – экономия составляет 20% из 3,5 литров получается 0,7 литра. То есть мы с каждой машины в день экономим около 0,7 литра топлива, а если это число умножить на количество автомобилей этой модификации, эксплуатируемых в городе, можно получить значительную экономию топлива. Это означает большая экономия топлива.

Короткое изложение выводов и предложений: Повышение экономических и экологических показателей автомобильных двигателей при использовании мехатронных систем управления, то есть при оптимизации УОЗ двигателя. Этот способ позволяет с экономить с одного литра топлива приблизительно 10,5%. Если это число умножить на количество топлива расходуемого в день автомобильным транспортом передвигающегося в городских условия, можно получить значительную экономию топлива. Автоматическое регулирование УОЗ двигателя позволяет улучшить топливную экономичность и снизить выбросы токсичных газов во всех работы режима.

Научный руководитель: _____

Студент магистратуры: _____

**MINISTRY OF HIGHER AND SECONDARY SPECIAL
EDUCATION OF UZBEKISTAN**

Tashkent Automobile and Road Institute

Faculty-ATP	Graduate student-Islamov S.H.
Chair-ATDiTE	Scientific advisor- Aripdjanov M.M.
Years of education, 2011-2013	Specialty-IiECIE

Annotated ON graduate theses

Relevance of the topic: These days there is much need in fuel efficiency and the environmental safety of the engine which are one of the major problems that are going to be solved through a variety of changes and optimization of design parameters of the engine, its use of mechatronic systems and engine control. Especially in urban areas of Uzbekistan when the vehicle has to constantly stop at traffic lights or in traffic jams sometimes, the engine more often has to maintain the engine at idle. At idle the engine throttles to maintain the operation of the engine and to be open for a minimum angle. In this mode, the engine's fuel consumption and exhaust gas is emitted in a certain amount. In this regard, the throttle control in idle mode and selection of the optimum angle of his position, optimizing fuel consumption is a very urgent task.

The purpose and work problems: Increase of economic and ecological indicators of automobile engines idling is at use for mechatronic control systems. Work problems are:

1. The analysis of ecological indicators of serial engines;
2. The analysis of fuel profitability and a mode of operation CIE.
3. Studying mechatronic control systems of engines;
4. Definition of ecological and economic indicators of the tuning engine.

An object of study: automotive engine equipped mechatronic control system.

Methods and research technique: influence on parameters of characteristics and reception of indicators.

Scientific novelty of the research: scientific innovation is the development of an optimal mode of idling when applying the mechatronic control systems.

The practical and theoretical significance of the research: Improving fuel economy and, consequently, reduce the release of toxic gases in the idle control is

achieved at an angle of the throttle valve. Its proper management is conducted through the mechatronic system, and the correct calculation of no-load and the system. For best performance, you also need to pay attention for the proper optimization of parameters in this mode, etc.

Order of a condition of dissertational work: it consists of the prologue, the analysis of a current condition of a problem, the purposes and problems of the chosen direction of researches, the analysis of theoretical methods of research and practical methods of research, comparison theoretical and experimental data, an economic estimation of working out and the general conclusions, recommendations.

The basic results of the work performed: As a result of calculations a day the car on the average requires fuel of about 3,5 liters. 20 % from 3,5 liters turn out to have reduced for 0,7 liters. That means in this way we may save about 0,7 liters of fuel a day and if this number is to increase by increasing quantity of cars of this updating maintained in a city, we can get great efficiency of fuel utilization. It is meant by the big economy of fuel.

Short statement of conclusions and offers: Increase of economic and ecological indicators of automobile engines at use мехатронных control systems, that is by optimization of idling of the engine with variable geometry the inlet collector is applied to more effective and fast enrichment of fuel by air at reduction of a corner of opening of a throttle idling the engine. This kind of a collector gives the chance to regulate air submission through a throttle and possibility not to decay to the engine at the minimum turns and the minimum position of a throttle. The average economy from one liter of fuel approximately will measure about 10,5 %. If this number to increase by quantity of fuel spent in day motor transport moving in city conditions, the big figure will be obvious here. That is the big economy of fuel and reduction big quantity of emissions of the fulfilled gases in environment. Fuel profitability and consequently emissions of toxic gases in a mode of idling of an internal combustion engine will be decreased and it will improve.

Scientific advisor: _____

Graduate student: _____

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	7
Глава 1. Анализ выполненных работ. Выбор цели и задач исследования	11
1.1. Анализ датчиков мехатронных систем управления двигателем	11
1.2. Выбор конструкции системы управления двигателем ..	32
Выводы по главе 1.....	37
Глава 2. Теоретическое исследование системы управления двигателем	38
2.1. Методика исследования.....	38
2.2. Проектирование и изготовление мехатронной системы управления двигателем «Нексия»	41
Выводы по главе 2.....	45
Глава 3. Экспериментальное исследование системы управления двигателем	46
3.1. Объект испытаний.....	46
3.2. Результаты экспериментальных исследований.....	50
3.3. Анализ экспериментальных данных.....	58
3.4. Экономические показатели.....	61
Выводы по главе 3.....	65
Общие выводы и рекомендации.....	66
Список использованной литературы.....	68
Приложение.....	74

Введение

Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов в своем докладе на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2012 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2013 год, 18 января 2013 году и в своем постановлении №ПП-1446 от 21.12.2010 «Об ускорении развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011-2015 годах», основное значение придает развитию транспортной инфраструктуры, в первую очередь, развитию автомобилестроения. [5,6]

Самыми крупными предприятиями являются СП GM Uzbekistan, выпускающее легковые автомобили, СП GM Powertrain Uzbekistan по выпуску двигателей и ООО "Самаркандский автомобильный завод", которое производит автобусы и грузовики.

Производство автомобилей и расширение модельного ряда – лишь одна из главных задач, решаемых Узбекским автопромом. С каждым годом в Республике растет количество предприятий, работающих на автомобильную промышленность. В рамках программы локализации открыты и продолжают создаваться производства по выпуску узлов и комплектующих деталей для Асакинского и Самаркандского автозаводов: аккумуляторов, автостекол, сидений, бамперов, глушителей, топливных баков, деталей внутренней отделки, автоэмалей и многого другого.

Доказательством выше перечисленных действий является то, что не так давно в Зангиатинском районе Ташкентской области был построен завода по производству двигателей «General Motors Powertrain Uzbekistan», торжественная церемония открытия которого состоялась 15 ноября 2011г.

На совместном предприятии GM Powertrain Uzbekistan выпускаются бензиновые двигатели объемом 1,2 и 1,5 литра. Проектная мощность СП – 225 тысяч двигателей в год. Стоит отметить, что на этом заводе создано

первое и единственное производство по литью алюминиевых головок блока цилиндра GM в Европе и Центральной Азии. [53]

Актуальность темы: На сегодняшний день требования к топливной экономичности и к экологическим качествам двигателя является одной из важнейших задач, которое пытаются решить различным изменением и оптимизированием конструктивных параметров двигателя, его систем и применением мехатронного управления двигателя. Особенно, в городских условиях при разгоне автомобилей из-за не оптимальности угла опережения зажигания дроссельная заслонка должна поддерживать работу двигателя и находиться открытым на минимальный угол. На этом режиме двигатель расходует больше топливо и увеличивается выброс вредных отработавших газов. В этой связи регулирование УОЗ на холостом режиме и при разгоне оптимизирующий расход топлива и вредные выбросы является весьма актуальной научной задачей.

Цель и задачи работы: Повышение экономических и экологических показателей автомобильных двигателей на холостом ходу и при разгоне с использованием мехатронных систем управления. Задачами работы являются:

1. Анализ мехатронных систем двигателей;
2. Анализ топливной экономичности и режима эксплуатации ДВС.
3. методика экспериментальных испытаний двигателей;
4. Определение экологических и экономических показателей тюнингового двигателя.

Объект и предмет исследования: автомобильный двигатель снабженный мехатронной системой управления.

Методы и методика исследования: воздействие на параметры характеристик и получение показателей.

Научная новизна исследования: научная новизна заключается в подборе оптимального угла опережения зажигания на режима холостого хода и при разгоне при применении мехатронной системы управления.

Практическая и теоретическая значимость исследования: Улучшение топливной экономичности, а следовательно и снижение выброса токсичных газов в режиме холостого хода и при разгоне двигателя. Его правильное управление за счет мехатронной системы, обеспечит получения лучших характеристик двигателя.

Короткий литературный обзор по теме: В данной выбранной диссертационной теме используются литературы, изданные в Республике Узбекистан, в странах СНГ и за рубежом, технические журналы, нормативные документы и документации, вестники сборников статей, а также сайты интернета.

Структура и содержание диссертации: состоит из введения, анализа текущего состояния проблемы, целей и задач выбранного направления исследований, анализа методов исследования сравнения расчетных и экспериментальных данных, экономической оценки разработки и общих выводов, рекомендаций и списка использованной литературы.

Основные результаты выполненной работы: По подсчетам в день автомобиль в среднем на холостой ход и на разгон расходует около 3,5 литра. Из-за оптимальных УОЗ – экономия составляет 20% из 3,5 литров получается 0,7 литра. То есть мы с каждой машины в день экономим около 0,7 литра топлива, а если это число умножить на количество автомобилей этой модификации, эксплуатируемых в городе, получится большое число. Это означает большая экономия топлива.

Короткое изложение выводов и предложений: Повышение экономических и экологических показателей автомобильных двигателей при использовании мехатронных систем управления, то есть при оптимизации

УОЗ двигателя. Этот способ позволяет сэкономить с одного литра топлива приблизительно 10,5%. Если это число умножить на количество топлива расходуемого в день автомобильным транспортом передвигающегося в городских условиях, получится большая цифра. Автоматическое регулирование УОЗ двигателя позволяет улучшить топливную экономичность и снизить выбросы токсичных газов во всех работы режима.

Глава 1. Анализ выполненных работ. Выбор цели и задач исследований

1.1. Анализ датчиков мехатронных систем управления двигателем

«Механика» и «электроника» равнин название Мехатроника получена из комбинации этих слов.

Мехатроника- эта новая область науки и техники, посвященная созданию и эксплуатации машин и систем с компьютерным управлением, которая базируется на знаниях в области механике, электронике и микропроцессорный технике, информатике и компьютерного управления движением машин и агрегатов.

Мехатроника изучает синергетическое объединение узлов точный механике с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами с целью проектирования и производства качественно новых модулей, систем, машин и комплекса машин с интеллектуальным управлением их функциональными движениям.

Развитие поршневых ДВС по ряду их свойств достигло предела. Функционирование современного автомобиля и его силовой установки невозможно без комплексного управления рабочими процессами всех их элементов с использованием современных информационных и коммуникационных технологий.

В современном двигателе это обеспечивается использованием автоматической системы управления рабочими процессами, включающей в себя: совокупность датчиков, обеспечивающих получение информации, необходимой для управления; электронный блок управления, формирующий на основе полученной от датчиков информации управляющие воздействия; исполнительные устройства, реализующие управляющие воздействия по сигналам, поступающим от блока управления.

Система управления реализует эффективную работу ДВС на всех режимах, диагностику отклонений его работы от штатных параметров и

соответственно возможную их коррекцию. Основные направления работы этой системы следующие: топливоподача и искровое зажигание смеси, фазы газораспределения, управляемые системы впуска и наддува, управляемая интенсивность вихревого движения заряда в цилиндре, нейтрализация отработавших газов и т.п.

Системой управления двигателем называется электронная система управления, которая обеспечивает работу двух и более систем двигателя. Система является одним из основных электронных компонентов электрооборудования автомобиля.

Генератором развития систем управления двигателем в мире является немецкая фирма Bosch. Технический прогресс в области электроники, жесткие нормы экологической безопасности обуславливают неуклонный рост числа подконтрольных систем двигателя.

Простейшей системой управления двигателем является объединенная система впрыска и зажигания. Современная система управления двигателем объединяет значительно больше систем и устройств, среди которых:

- топливная система;
- система впрыска;
- система впуска;
- система зажигания;
- выпускная система;
- система охлаждения;
- система рециркуляции отработавших газов;
- система улавливания паров бензина;
- вакуумный усилитель тормозов.

Система управления двигателем имеет следующее общее устройство:

- входные датчики;
- электронный блок управления;
- исполнительные устройства систем двигателя.

Схема системы управления двигателем

Входные датчики измеряют конкретные параметры работы двигателя и преобразуют их в электрические сигналы. Информация, получаемая от датчиков, является основой управления двигателем. Система управления двигателем включает следующие входные датчики:

Таблица 1.1

используется в работе топливной системы	<ul style="list-style-type: none">• датчик давления топлива в контуре низкого давления;
используется в работе системы впрыска	<ul style="list-style-type: none">• датчик давления топлива;• датчик частоты вращения коленчатого вала;• датчик Холла;• датчик положения педали газа;• расходомер воздуха;• датчик температуры охлаждающей жидкости;• датчик температуры воздуха на впуске
используются в работе системы впуска	<ul style="list-style-type: none">• расходомер воздуха (при наличии);• датчик температуры воздуха на впуске;• датчик положения дроссельной заслонки;• датчик давления во впускном коллекторе

используются в работе системы зажигания	<ul style="list-style-type: none"> • датчик положения педали газа; • датчик частоты вращения коленчатого вала; • датчик Холла; • датчик детонации; • расходомер воздуха; • датчик температуры воздуха на впуске; • датчик температуры охлаждающей жидкости; • кислородные датчики;
используются в работе выпускной системы	<ul style="list-style-type: none"> • датчик температуры отработавших газов; • кислородный датчик перед нейтрализатором; • кислородный датчик после нейтрализатора; • датчик оксидов азота;
используются в работе системы охлаждения	<ul style="list-style-type: none"> • датчик температуры охлаждающей жидкости; • датчик температуры масла;
используются в работе вакуумного усилителя тормозов	<ul style="list-style-type: none"> • датчик давления в магистрали вакуумного усилителя тормозов

В зависимости от типа и модели двигателя номенклатура датчиков может изменяться.

Электронный блок управления двигателем принимает информацию от датчиков и в соответствии с заложенным программным обеспечением формирует управляющие воздействия на исполнительные устройства систем двигателя. В своей работе электронный блок управления взаимодействует с блоками управления автоматической коробкой передач, системой ABS (ESP), электроусилителя руля, подушками безопасности и др.

Исполнительные устройства входят в состав конкретных систем двигателя и обеспечивают их работу.

Исполнительными устройствами топливной системы являются топливный электронасос и перепускной клапан. В системе впрыска управляемыми элементами являются форсунки и клапан регулирования давления. Работа системы впуска управляется с помощью привода дроссельной заслонки и привода впускных заслонок.

Катушки зажигания являются исполнительными устройствами системы зажигания. Система охлаждения современного автомобиля также имеет ряд компонентов, управляемых электроникой: термостат, реле дополнительного насоса охлаждающей жидкости, блок управления вентилятора радиатора, реле охлаждения двигателя после остановки.

В выпускной системе осуществляется принудительный подогрев кислородных датчиков и датчика оксидов азота, необходимый для их эффективной работы. Исполнительными устройствами системы рециркуляции отработавших газов являются электромагнитный клапан управления подачей вторичного воздуха, а также электродвигатель насоса вторичного воздуха. Управление системой улавливания паров бензина производится с помощью электромагнитного клапан продувки адсорбера.

Принцип работы системы управления двигателем основан на комплексном управлении величиной крутящего момента двигателя. Другими словами, система управления двигателем приводит величину крутящего момента в соответствии с конкретным режимом работы двигателя. Система в своей работе различает следующие режимы работы двигателя:

- запуск;
- прогрев;
- холостой ход;
- движение;
- переключение передач;
- торможение;
- работа системы кондиционирования.

Изменение величины крутящего момента производится двумя способами - путем регулирования наполнения цилиндров воздухом и регулированием угла опережения зажигания.

Элементы систем впрыска

Датчик кислорода (лямбда-зонд)

Чувствительный элемент датчика кислорода находится в потоке отработавших газов. При достижении датчиком рабочих температур, превышающих 360 град. С, он начинает генерировать собственную ЭДС, пропорциональную содержанию кислорода в отработанных газах. На практике, сигнал ДК (при замкнутой петле обратной связи) представляет собой быстро изменяющееся напряжение, колеблющееся между 50 и 900 милливольт. Изменение напряжения вызвано тем, что система управления постоянно изменяет состав смеси вблизи точки стехиометрии, сам ДК не способен генерировать какое-либо переменное напряжение. [10,11]

Выходное напряжение зависит от концентрации кислорода в отработавших газах в сопоставлении с опорными данными о содержании кислорода в атмосфере, поступающими с элемента конструкции датчика, служащего для определения концентрации атмосферного кислорода. Этот элемент представляет собой полость, соединяющуюся с атмосферой через небольшое отверстие в металлическом наружном кожухе датчика. Когда

датчик находится в холодном состоянии, он не способен генерировать собственную ЭДС, и напряжение на выходе ДК равно опорному (или близко к нему).

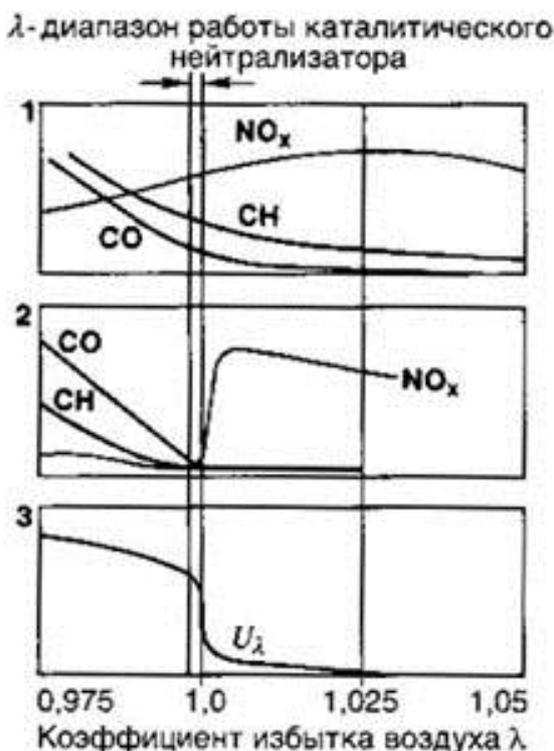


Рис. 1.1. Графики зависимостей отработавших газов

Для ускорения прогрева датчика до рабочей температуры он снабжен электрическим нагревательным элементом. Различают датчики с постоянным и импульсным питанием нагревательного элемента, в последнем случае, подогревом ДК управляет ЭБУ. Электронный блок управления постоянно подаёт на цепь датчика стабильное опорное напряжение 450 милливольт. Непрогретый датчик имеет высокое внутреннее сопротивление и не генерирует собственную ЭДС, поэтому, ЭБУ "видит" только указанное стабильное опорное напряжение. По мере прогрева датчика при работающем двигателе его внутреннее сопротивление уменьшается, и он начинает генерировать собственное напряжение, которое перекрывает выдаваемое ЭБУ стабильное опорное напряжение. Когда ЭБУ "видит" изменяющееся напряжение, ему становится известным, что датчик прогрелся, и его сигнал готов для применения в целях регулирования состава смеси.

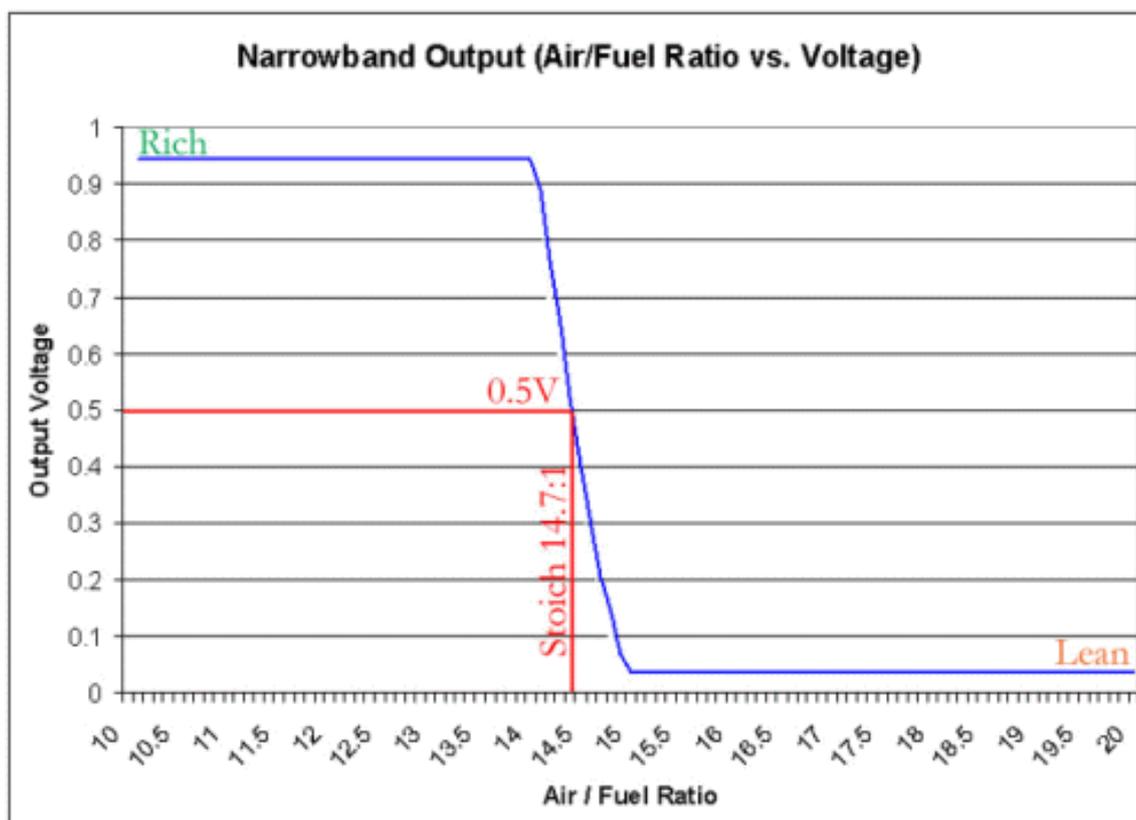


Рис. 1.2. График выходного сигнала Датчика Кислорода

Датчик кислорода, применяемый в серийных системах впрыска, не способен регистрировать изменения состава смеси, заметно отличающиеся от 14,7:1, в силу того, что линейный участок его характеристики очень "узкий" (см. график 1.2). За этими пределами лямбда – зонд почти не меняет напряжение, то есть не регистрирует изменения состава ОГ.



Рис.1.3 Фотография датчиков

На автомобилях Нексия прежних модификаций (1,5 л.) в системах Евро-2 применялся датчик Bosch 0 258 005 133. В системах Евро-3 он

применялся в качестве первого ДК, устанавливаемого до катализатора. Вторым ДК, для контроля содержания вредных выбросов после катализатора устанавливается датчик с "обратным" разъемом (хотя, в встречаются и авто с одинаковыми). В новых автомобилях 1,5/1,6 л., с системой впрыска Bosch M7.9.7 и Январь 7.2, выпускаемых с октября 2004 г. устанавливается датчик Bosch 0 258 006 537. Внешние отличия смотрите на фотографиях. Новый ДК имеет керамический нагреватель, что позволяет существенно снизить потребляемый им ток и уменьшить время прогрева. [12]

Для замены вышедших из строя оригинальных лямбда - зондов фирма Bosch выпускает специальную серию из 7 универсальных датчиков, которые перекрывают практически весь диапазон применяемых штатно датчиков.

Каталитический нейтрализатор

В автомобилях с обратной связью по ДК (нормы токсичности Евро-II, Евро-III и выше) применяется нейтрализатор вредных выбросов в выхлопных газах. Применение катализаторов на системах без ОС возможно, при грамотной настройке и полностью исправном двигателе, т.к наиболее эффективно работает только на смесях, близких к стехиометрическим (14,7:1), при любом отклонении от которых эффективность его значительно снижается.

В автомобилях прошлых лет выпуска применялся керамический нейтрализатор, который позже заменил металлический. В последних моделях 16V двигателя 1,6 могут оснащаться так называемым катколлектором. Следует внимательно относиться к этому устройству - катализатор (или катколлектор) наиболее эффективно работают при очень высокой температуре и при пропусках воспламенения в каком-либо цилиндре бензин будет воспламеняться в катализаторе (катколлекторе), выделяя огромную тепловую энергию - в считанные минуты он раскаляется добела, что может стать причиной нарушения электропроводки и даже возгорания автомобиля. Именно по этой причине не рекомендуется отключать в прошивках

диагностику пропусков воспламенения. Попадание несгоревшего топлива в катколлектор способно в считанные секунды разрушить его.

Датчик массового расхода воздуха

Существует довольно много различных типов датчиков массового расхода воздуха (ДМРВ): механические (флюгерного типа), ультразвуковые, термоанемометрические и т.д.

В данном разделе мы рассмотрим устройство термоанемометрического датчика HFM-5 производства Bosch, устанавливаемого на автомобили Нексия. Чувствительный элемент датчика представляет собой тонкую пленку, на которой расположено несколько температурных датчиков и нагревательный резистор. В середине пленки находится область подогрева, степень нагрева которой контролируется с помощью температурного датчика. На поверхности пленки со стороны потока воздуха и с противоположной стороны симметрично расположены еще два термодатчика, которые при отсутствии потока воздуха регистрируют одинаковую температуру. При наличии потока воздуха первый датчик охлаждается, а температура второго остается практически неизменной, вследствие подогрева потока воздуха в зоне нагревателя. Дифференциальный сигнал обоих датчиков пропорционален массе проходящего воздуха. Электронная схема датчика преобразует этот сигнал в постоянное напряжение, пропорциональное массе воздуха. Такая конструкция получила название HotFilm (HFM), к ее достоинствам можно отнести высокую точность измерения и способность регистрировать обратный поток воздуха, к недостаткам – низкую надежность в условиях загрязнения и попадания влаги. В старых системах (ЭБУ Январь-4 и GM-ISFI-2S) применялись другие термоанемометрические ДМРВ, чувствительные элементы которых были выполнены в виде нитей. Такие датчики получили название HotWire MAF Sensor. Выходной сигнал этих датчиков был частотный, то есть в

зависимости от расхода воздуха менялось не напряжение, а частота выходных импульсов. Датчики были менее точны, не позволяли регистрировать обратный поток, но эти недостатки перекрывала очень высокая надежность.

ДМРВ – очень важный датчик в любой системе управления. На основе его сигнала производится расчет циклового наполнение цилиндра, пересчитываемого в конечном итоге в длительность импульса открытия форсунок.

На автомобилях Нексия устанавливались несколько типов датчиков: GM, Bosch, Siemens и Российский. В 1999-2004 гг. на конвейере Нексия устанавливались два типа датчиков 0 280 218-037 и 0 280 218-004. Эти датчики выдают разные параметры выходного напряжения (тарировки) на одинаковом расходе воздуха и в заимозамена (вернее, замена 004 на 037, как правило) возможна только с заменой тарировочных таблиц в прошивке. То же касается и нового датчика 116, устанавливаемого серийно с начала 2005 г. [13]

В соответствии с действующей документацией, на Нексия разрешены к применению три модификации датчика расхода воздуха HFM5 фирмы Bosch.

Под каталогом Нексия понимается каталоги запасных частей для конкретных автомобилей. К сожалению на датчиках присутствуют только последние три цифры "Бошевского" каталожного номера, а Нексияовский № отсутствует.

Исторически первым был введен датчик 004 в проектах с калибровками M1V13O54, M1V13R59, M1V05F05 и M7V03E65 (а так же J5V05F16, первая неофициальная версия Январь 5.1). Первые два проекта легко определяются по внешнему виду т.к. они без нейтрализатора и в них использовался резонансный датчик детонации. Затем эти два первых проекта были прекращены в производстве и все дальнейшие проекты (с калибровками последующих серий) стали укомплектовываться датчиками 037.

Одновременно с прекращением двух вышеназванных проектов проект M7V03E65 также стал комплектоваться 037 датчиком. Модификация 037 отличается от 004 доработкой внутреннего воздушного канала датчика с целью убрать пульсации воздушного потока, которые возникают в 004 даже при ламинарном воздушном потоке в впускном коллекторе. При этом характеристика 037 сместилась по сравнению с 004. Считается, что при наличии обратной связи по кислороду эти отличия компенсируются, именно поэтому калибровка проекта M7V03E65 при смене датчика не была изменена.

С октября 2004 г. основным датчиком является 116. Модификация 116 предназначена для проектов с контроллерами нового поколения Bosch M7.9.7 и его отечественными аналогами - Январь 7.2, параллельное производство которых начато фирмами Итэлма и Автэл. Тарировка датчика и его конструкция отличаются от 004 и 037.

Датчик поставляется только в сборе, с кодом и маркируется зеленым кругом. Сам элемент имеет измененную конструкцию. В 2006 г. для усложнения кражи или подмены элементов ДМРВ для закрепления чувствительного элемента в корпусе применяются специальные однонаправленные болты.



На часть автомобилей классической компоновки совместно с ЭБУ Январь 7.2 применялись датчики Siemens-VDO (5WK97014. AVTEL):



Они отличаются тарировкой (от нуля вольт) и схемой подключения. Подключение датчика - 1 - 12вольт; 2 - 5 вольт; 3 - выход сигнала расхода воздуха; 4 - выход сигнала температуры воздуха; 5 - общий минус.

Принцип работы

Микромеханический расходомер массы воздуха с использованием нагревательной пленки.

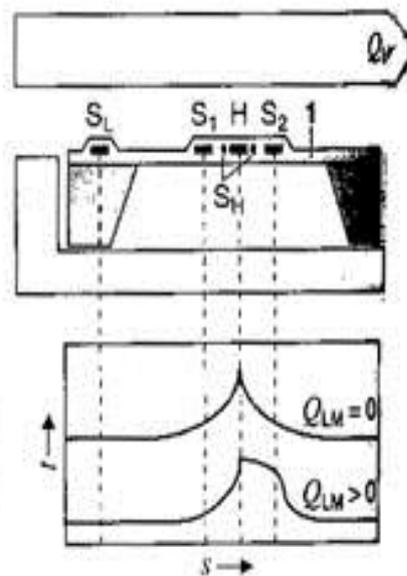


Рис. 1.4 Вычисление объема воздуха производится по разности температур между датчиками S1 и S2

Нагревательные и измерительные резисторы выполнены в виде тонких платиновых слоев, нанесенных на кристалл кремния. Вычисление объема воздуха производится по разности температур между датчиками S1 и S2 рис. 1.4.

1 - диэлектрическая диафрагма
H - нагревательный резистор
SH - Датчик температуры наг. резистора
SL - Датчик температуры воздуха
S1 и S2 - темп датчики до и после нагревателя.
QLM - масса воздушного потока
t - температура

Высокая стоимость датчиков массового расхода воздуха (ДМРВ) обусловлена его высокой технологической сложностью. На фото слева - контроллер обработки информации с датчиков температуры, находящийся внутри ДМРВ [14]

Пытливые умы могут самостоятельно рассмотреть и проанализировать спектрограмму датчика. При сильном увеличении (30000 раз) отчетливо можно увидеть "полосы" нагревательного резистора и датчиков температуры, содержание платины в которых доходит до 38%. Скачать для ознакомления полный спектральный анализ (1,4 Мб).

А теперь - о фальсификации. Этот материал можно было бы положить в раздел "Приколы", если б не было так грустно. Уже несколько раз мелькала информация о "муляжах" ДМРВ и вот документальное подтверждение, присланное PSP - уже второй случай обнаружения на новых автомобилях такого муляжа. Надеемся, что Авто Нексия не имеет к этому никакого отношения и ДМРВ покинули совершенно новые авто по вине расхитителей. Во всяком случае, необходимо пересмотреть охрану автомобилей по пути от производителя к потребителю.

Приобрести в "фирменном" магазине отмытый датчик в настоящее время стало довольно трудно, а вот на товарные авто всюду ставятся "облагороженные" датчики, скупаемые у населения по 200-300 рублей. Датчики производства Саратова упаковываются в коробки по 12 шт, каждый датчик в пакете, с паспортом. Датчики производства "Германии" (или, что

скорее всего, филиалом в Турции) упакованы в желтую фирменную коробку.

Бюллетень Bosch о контрафактных датчиках массового расхода воздуха.

Описание принципа работы пленочного частотного ДМРВ (учебное пособие)

Датчик температуры охлаждающей жидкости

Датчик температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) представляет собой термистор, т.е. резистор, электрическое сопротивление которого изменяется в зависимости от температуры. Термистор, расположенный внутри датчика имеет отрицательный температурный коэффициент сопротивления, т.е. при нагреве его сопротивление уменьшается. Высокая температура вызывает низкое сопротивление (70 Ом при 130град.) датчика, а низкая температура охлаждающей жидкости - высокое сопротивление (100800 Ом при -40град.). При замене датчика не забудьте отвинтить крышку-клапан с расширительного бачка системы охлаждения чтобы сбросить давление. Зависимость сопротивления датчика температуры охлаждающей жидкости от температуры (ориентировочно) .

Датчик практически не ломается, но бывает, врёт. Довольно часто перетираются провода у основания разъёма так, что даже припаять не к чему. При замене датчика открутите пробку расширительного бачка, что бы снять внутреннее давление в системе охлаждения. [12]

Датчик положения дроссельной заслонки

Установлен сбоку на дроссельном патрубке и связан с осью дроссельной заслонки. Датчик (ДПДЗ) представляет собой потенциометр, на один конец которого подаётся плюс напряжения питания (5 В), а другой

конец соединен с массой. С третьего вывода потенциометра (от ползунка) идёт выходной сигнал к контроллеру. Когда дроссельная заслонка поворачивается (от воздействия на педаль управления), изменяется напряжение на выходе датчика. При закрытой дроссельной заслонки оно ниже 0.7 В. Когда заслонка открывается, напряжение на выходе датчика растёт и при полностью открытой заслонки должно быть более 4 В. Отслеживая выходное напряжение датчика контроллер корректирует подачу топлива в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки (т.е. по желанию водителя). Датчик положения дроссельной заслонки не требует никакой регулировки, т.к. контроллер самостоятельно определяет минимальное напряжение датчика и принимает его за нулевую отметку.

Самый ненадёжный элемент в системе, если он отечественный. Очень часто его приходится менять до 20-ти тыс., хотя иногда датчики "ходят" до 80 тыс. км. Были случаи, когда датчик отказывал через 200 км. пробега нового автомобиля. Датчик крайне тяжело менять без специального качественного инструмента. Дело в том, что нижний винт крепления неудобно отворачивать обычной отвёрткой, да ещё при закручивании на заводе винты сажают на герметик, который так их прихватывает, что при отворачивании нередко срывает шляпку винта. В таких случаях для замены датчика необходимо снимать весь дроссельный узел в сборе. В худшем варианте приходится просто выламывать датчик, но только в том случае если мы уверены что это 100% неисправный датчик. Разумеется предпочтительнее ставить импортный датчик дроссельной заслонки, хоть он и дороже в 3 раза. Он практически "не убиваемый".

С середины 2003 г. в продаже появились БЕСКОНТАКТНЫЕ датчики нового образца, производства Курского завода "СчетМаш". ТУ 4591-034-00225331-2002. Фото фирменной упаковки. Фото упаковки бесконтактных датчиков "Астро".

И - для любопытных - фотографии "вскрытого" ДПДЗ - фото 1 фото 2 фото 3. На фотографиях отлично виден датчик Холла и магнит рядом с ним. [11]

Датчик положения коленчатого вала

ДПКВ подаёт в контроллер сигнал частоты вращения и положения коленчатого вала. Этот сигнал представляет собой серию повторяющихся электрических импульсов напряжения, генерируемых датчиком при вращении коленчатого вала. На базе этих импульсов контроллер управляет форсунками и системой зажигания. ДПКВ установлен на крышке масляного насоса на расстоянии около $1+0,4$ мм от задающего диска (шкива) коленчатого вала. Шкив коленчатого вала имеет 58 зубцов расположенных по окружности. Зубцы равноудалены и расположены через 6° . Для генерирования "импульса синхронизации" два зуба на шкиве отсутствуют. При вращении коленчатого вала зубцы диска изменяют магнитное поле датчика, создавая наведенные импульсы напряжения. По импульсу синхронизации от датчика положения коленчатого вала, контроллер определяет положение и частоту вращения коленчатого вала и рассчитывает момент срабатывания форсунок и модуля зажигания. Провод ДПКВ защищён от помех экраном, замкнутым на массу через контроллер. ДПКВ - самый главный из всех датчиков, при неисправности которого двигатель работать не будет. Этот датчик рекомендуется всегда возить с собой. Диагностика ДПКВ описана здесь. Датчик ПКВ - полярный прибор - при нарушении проводки следует подключать соблюдая полярность. В "обратном" включении двигатель не заведется. Устройство датчика. [11,12]

Датчик скорости

Принцип действия датчика скорости (ДС) основан на эффекте Холла. Датчик выдаёт на контроллер импульсы напряжения с частотой, пропорциональной скорости вращения ведущих колёс. Датчики скорости

различаются по присоединительным разъёмам к колодке жгута. Квадратный разъём применяется в системах БОШ. Датчик с круглым разъёмом применяется в системах Январь 4 и GM. Все датчики 6-ти импульсные, то есть выдают 6 импульсов за один оборот своей оси. 10-ти импульсный датчик применяется для маршрутных компьютеров карбюраторных. Сигнал датчика скорости используется системой управления для определения порогов отключения подачи топлива, а также для электронного ограничения скорости автомобиля (в новых системах управления).

Устанавливать привод спидометра в тех моделях, где он есть, в коробку передач нужно очень аккуратно, при малейшем перекосе сомнутся пластмассовые зубья ведущей шестерни привода спидометра и - полная разборка коробки передач неизбежна. [11]

Датчик фаз

Датчик фаз (ДФ) раньше применяется только на 16-ти клапанном двигателе 2112 и 8-кл. двигателе 2111 с нормами токсичности Евро-3 (экспортные версии автомобилей), в которых установлена система последовательного распределённого впрыска топлива или фазированного впрыска. Датчик фаз устанавливается на двигателе Нексии в верхней части головки блока цилиндров за шкивом впускного распредвала. На шкиве впускного распредвала расположен задающий диск с прорезью. Прохождение прорези через зону действия датчика фаз соответствует открытию впускного клапана первого цилиндра. Контроллер посылает на датчик фаз опорное напряжение 12В. Напряжение на выходе датчика фаз циклически меняется от значения близкого к 0 (при прохождении прорези задающего диска впускного распредвала через датчик) до напряжения близкого напряжению АКБ (при прохождении через датчик кромки задающего диска). Таким образом при работе двигателя датчик фаз выдает на контроллер импульсный сигнал синхронизирующий впрыск топлива с открытием впускных клапанов.

Приведенная выше информация была написана по состоянию на 2002-й год. В настоящее время в связи с ужесточением норм токсичности ДФ устанавливаются на подавляющее большинство новых автомобилей с двигателями 2,0 S C1H L4 2BBL, 2,0 E C1H L4, 1,5 OHC FAM 1, 1,5 OHC FAM 2. [12]

Регулятор холостого хода

Регулятор холостого хода (РХХ) служит для поддержания установленных оборотов двигателя на холостом ходу за счет изменения количества воздуха, подаваемого в двигатель при закрытом дросселе. РХХ расположен на дроссельном патрубке и представляет собой шаговый двигатель анкерного типа с двумя обмотками. При подаче импульса на одну из них игла делает один шаг вперед, на другую - шаг назад. Через червячную передачу вращательное движение шагового двигателя преобразуется в поступательное движение штока. Конусная часть штока располагается в канале подачи воздуха для обеспечения регулирования холостого хода двигателя. Шток регулятора выдвигается или втягивается в зависимости от управляющего сигнала контроллера. Регулятор холостого хода регулирует частоту вращения коленчатого вала на режиме холостого хода, управляя количеством воздуха, подаваемым в обход закрытой дроссельной заслонки. В полностью выдвинутом положении (выдвинутое до упора положение соответствует "0" шагов), конусная часть штока перекрывает подачу воздуха в обход дроссельной заслонки. При открывании клапан обеспечивает расход воздуха, пропорциональный перемещению штока (количеству шагов) от своего седла. Полностью открытое положение клапана соответствует перемещению штока на 255 шагов. На прогретом двигателе контроллер, управляя перемещением штока, поддерживает постоянную частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу независимо от состояния двигателя и от изменения нагрузки.

В системах "Микас" чаще применяется несколько другое название - Регулятор Добавочного Воздуха (РДВ). РДВ имеет другую конструкцию:

вместо шагового двигателя применен моментный двигатель, который поворачивает запорный элемент на определенный угол, пропорциональный напряжению.

Управление двигателем производит Электронный Блок Управления (ЭБУ). [12]

Датчик детонации

датчик детонации (ДД) служит для обнаружения детонационных ударов в ДВС и расположен на блоке цилиндров. Конструктивно датчик представляет собой пьезокерамическую пластину в корпусе. Существует две разновидности ДД - резонансные и более современные широкополосные. В резонансных ДД первичная фильтрация спектра сигнала осуществляется внутри датчика и зависит от его конструкции, поэтому, для различных типов двигателей применяют разные датчики, отличающиеся резонансной частотой. Широкополосные датчики, как следует из их названия, имеют ровную характеристику в диапазоне детонационных шумов, а фильтрация сигнала осуществляется в ЭБУ. В настоящее время резонансные ДД не устанавливаются серийно.

Регулятор давления топлива

Регулятор давления топлива (РДТ) служит для регулировки давления топлива в рампе в зависимости от нагрузки и режима работы двигателя. РД расположен на рампе форсунок и для своей работы использует разрежение в ресивере. Существует несколько разновидностей РД. Регулятор представляет собой мембранный перепускной клапан. На диафрагму регулятора с одной стороны действует давление топлива, а с другой - давление пружины регулятора и давление (разрежение) во впускной трубе. Регулятор поддерживает постоянный перепад давления (по отношению к давлению во впускной трубе) на форсунках. При увеличении нагрузки на двигатель (при росте давления во впускном трубопроводе) регулятор увеличивает давление топлива в топливной рампе, при уменьшении нагрузки - регулятор

уменьшает давление топлива (на самом деле давление меняется только относительно атмосферы, давление относительно распылителя форсунки, наоборот, постоянно). При снижении давления в топливной рампе пружина регулятора давления прижимает диафрагму и клапан к седлу клапана, в результате чего слив топлива в бензобак прекращается и создаются условия для увеличения давления на входе. Когда давление топлива превысит усилие пружины регулятора давления, клапан открывается для сброса избытка топлива в линию слива. При включенном зажигании, неработающем двигателе и работающем ЭБН регулятор поддерживает давление в топливной рампе в пределах от 280 до 320 кПа (от 2,8 до 3,2 кгс/см²). [13]

В новых системах с двигателем объемом 1,6 литра нет "обратки", РДТ находится в баке, на бензонасосе и поддерживает давление в топливной магистрали 3,8 кгс/м². В этом случае давление топлива относительно распылителя форсунки зависит от разрежения во впускной трубе, поэтому, ЭБУ производит коррекцию времени впрыска в зависимости от прогнозируемого разрежения во впуске.

1.2. Выбор конструкции системы управления двигателем

Детонационное сгорание

В двигателях внутреннего сгорания с искровым зажиганием при определённых условиях могут возникнуть аномальные „звонящие“ процессы сгорания, которые ограничивают повышение мощности и коэффициента полезного действия. Этот нежелательный процесс сгорания называется детонацией и является следствием самовоспламенения ещё неохваченной пламенем свежей смеси. Нормально начавшееся сгорание и сжатие смеси поршнем обуславливают повышение давления и температуры, которые вызывают самовоспламенение оставшихся газов (ещё несгоревшей смеси). При этом скорость распространения пламени может быть выше 2000 м/сек. в то время как скорость нормального сгорания составляет около 30 м/сек. При этом ударном сгорании в оставшихся газах создаётся высокое давление. Его волна при распространении давит на стенки камеры сгорания. При длительной детонации повышенное давление и термическая нагрузка могут привести к механическим повреждениям прокладки головки цилиндров, поршня и головки в зоне клапанов. Характерные колебания детонационного сгорания регистрируются датчиками, преобразуются в электрические сигналы и передаются в систему Motronic (рис. 1.5. и 1.6.).

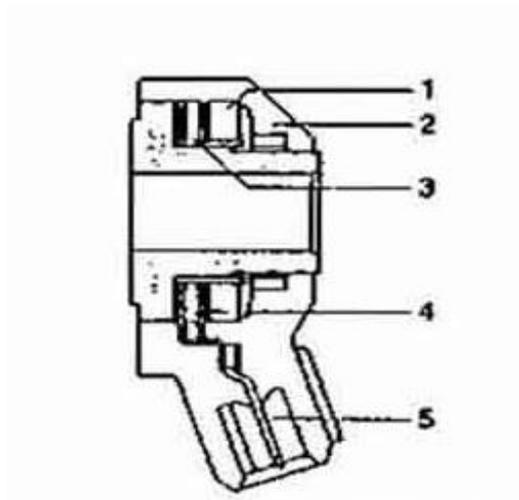


Рис.1.5. Датчик детонации 1 сейсмическая масса, 2 заливочная масса, 3 пьезокерамика, 4 контакт, 5 штекер.

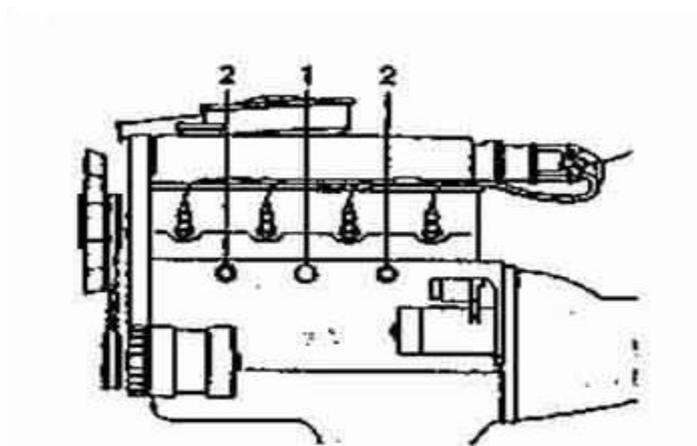
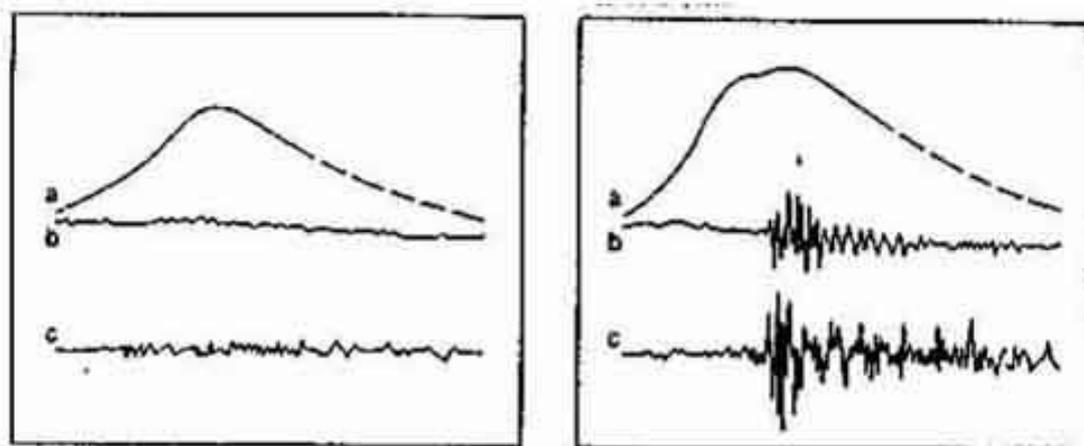


Рис. 1.6. Благоприятная установка датчика детонации:

1 датчик установлен между вторым и третьим цилиндрами, 2 при наличии двух датчиков они установлены между двумя цилиндрическими группами

Необходимо тщательно определить количество детонационных датчиков и их расположение, чтобы гарантировать надёжное определение детонации для всех цилиндров и рабочих режимов двигателя, особенно при высоких оборотах и нагрузках. Обычно 4-цилиндровые рядные двигатели

оснащены одним датчиком детонации, 6-цилиндровые двумя, 8- и 12-цилиндровые двумя и более (рис 1.6.)



без детонации

с детонацией

Рис. 1.7. Сигнал датчика детонации. Датчик даёт сигнал (с), который соответствует давлению (а) в цилиндре. Фильтрованный сигнал давления (б)

Детонационное регулирование

Электронное управление моментом зажигания даёт возможность очень точно управлять углом опережения зажигания в зависимости от частоты вращения, нагрузки и температуры. Несмотря на это необходим надёжный запас до предела детонации. Это нужно в связи с тем, чтобы и в случае склонности к детонации, имея ввиду допуски и старение двигателя, условия окружающей среды и качество топлива, ни один цилиндр не достигал бы или не уходил бы за предел детонации. Выбор параметров двигателя, исходя из этих соображений, ведёт к пониженной степени сжатия, поздним моментам зажигания и тем самым к ухудшению расхода топлива и крутящего момента. Эти недостатки можно устранить с помощью детонационного регулирования. При этом, как показывает опыт, достигается повышение степени сжатия двигателя, а также существенное улучшение расхода топлива и крутящего момента. Предваряющая установка момента зажигания должна теперь подбираться не по самым неблагоприятным детонационным факторам а

наоборот по самым благоприятным (например, степень сжатия двигателя по нижнему допустимому пределу, лучшее качество топлива, не склонный к детонации цилиндр). Теперь каждый цилиндр двигателя может в течение всего срока службы работать почти на всех рабочих режимах у своего предела детонации, а тем самым с оптимальным коэффициентом полезного действия. Предпосылкой для такого выбора угла опережения зажигания



является надёжное определение детонации начиная от её определённой интенсивности для каждого отдельного цилиндра во всем диапазоне режимов двигателя. Для распознавания детонации производится измерение характерных для неё колебаний одним или несколькими, установленными в подходящих для этого

местах двигателя, приемниками звуковых колебаний в твердых телах, датчиками детонации, которые преобразуют детонацию в электронные сигналы и передают их в блок Motronic для дальнейшей обработки. Там производится соответствующий алгоритмический расчёт для распознавания детонации в каждом цилиндре и для каждого сгорания. Зарегистрированное детонационное сгорание у соответствующего цилиндра приведёт к смещению момента зажигания в сторону „позднее“ на запрограммированную величину. Если детонации больше нет, производится обратное ступенчатое смещение момента зажигания в сторону „раннее“ до величины предварительной настройки. Алгоритм распознавания и регулирования детонации согласуются таким образом, чтобы не возникла слышимая и разрушающая двигатель детонация (рис 1.7). [14]

Адаптация

На реальных рабочих режимах двигателя для отдельных цилиндров создаются различные пределы детонации, а тем самым и различные моменты

зажигания. Для адаптации величин предварительной настройки момента зажигания на соответствующий предел детонации производится запоминание смещения момента зажигания индивидуально для каждого цилиндра в зависимости от рабочей точки.

Это запоминание производится в табличных характеристиках по нагрузке и частоте вращения в неразрушающемся ОЗУ. Благодаря этому двигатель может работать и при быстром изменении нагрузки и частоты вращения в каждой рабочей точке с оптимальным коэффициентом полезного действия и предотвращением слышимого детонационного сгорания. Возможно даже использование топлива с низкой детонационной стойкостью. Обычно калибровка подразумевает использование бензина марки „Супер". Допускается и работа на бензине „Нормаль" [14]

Детонационное регулирование у турбодвигателей

У двигателей с турбонаддувом от выхлопных газов комбинация регулирования давления наддува и детонации имеет особое преимущество. При возникновении детонации производится сначала смещение момента зажигания в сторону „позднее" и только при значительном превышении порога опаздывающего смещения зажигания, который определяется температурой отработавших газов, производится снижение давления наддува как следующее мероприятие по снижению детонации. Таким образом турбодвигатель может работать с допустимой температурой отработавших газов с оптимальным коэффициентом полезного действия на пороге детонации. [14]

Выводы по главе 1

В первой главе на основе литературного обзора и данных с Интернет сайтов проделан анализ современного состояния мехатронного управления двигателями внутреннего сгорания, а также зарубежные исследования по мехатронному управлению двигателем внутреннего сгорания. Исходя анализа, была выбрана конструкция мехатронной системы управления двигателем внутреннего сгорания и поставлены цели и задачи исследования.

Целью исследования является: повышение экономических и экологических показателей автомобильных двигателей при оптимальном УОЗ, а также повышение мощностных характеристик двигателей внутреннего сгорания при УОЗ.

Задачами работы являются: разработка данного типа УОЗ на основе прототипов, а также его реализация на двигателе внутреннего сгорания и управления им с помощью мехатронной системы управления.

После установки этой системы осуществление снятия характеристик и показателей двигателя внутреннего сгорания с данным типом УОЗ и сопоставление этих данных с данными двигателей внутреннего сгорания с обычным типом УОЗ.

Глава 2. Теоретическое исследование системы управления двигателем

2.1. Методика исследования

В существующей и издаваемой настоящее время литературе по ДВС уделяется достаточное внимание описанию установок, приборов, записывающей аппаратуры и систем автоматизации измерений, применяемых при испытании двигателей и его систем. По этой причине наиболее целесообразно сосредоточить внимание только на видах испытаний, их содержаниях и, наконец, на наиболее важном практическом вопросе – замере величин, характерных для бензиновых двигателей, и методах их обработки.

Стендовые испытания газовых поршневых ДВС, используемых для стационарных и передвижных установок, должны проводиться в соответствии с ГОСТ 14846-81. Эти испытания являются важным завершающим этапом технологического процесса производства газовых двигателей на машиностроительных предприятиях. Служащие для этих целей специальные испытательные станции и отдельные стенды предназначены для проведения приработки трущихся деталей, проверки и отладки этих двигателей и их систем, установления соответствия их заданным характеристикам.

Испытания по своему назначению подразделяют на испытания двигателей серийного производства, экспериментальные и исследовательские испытания опытного производства и испытания научно-исследовательского характера. Назначение этих испытаний сводится к следующим основным задачам: проверка качества сборки двигателя и его отдельных систем, агрегатов, приработка поверхностей трения для увеличения износостойкости и моторесурса и соответствия техническим условиям на поставку параметров и характеристик двигателя. Экспериментальные и исследовательские испытания обычно связаны с опытным производством или работой конструкторских бюро и проводятся

для проверки новых или усовершенствованных конструкций двигателей, их систем, в частности системы питания сборочных единиц или деталей, а также исследования рабочего процесса и газодинамики. Обычно этого вида работы завершаются проведением длительных характеристик для выявления соответствия запроектированных характеристик двигателя фактическим.

Испытания научно-исследовательского характера имеет своей целью более глубокое теоретическое и экспериментальное изучения процессов, происходящих в двигателях, агрегатах, системах, поиск новых перспективных направлений, обеспечивающих дальнейшее повышение их качества.

Испытания двигателей научно-исследовательского характера, которые используются в нашем случае весьма разнообразны по своему содержанию и направлены на более глубокое изучение процессов, происходящих в двигателях и их системах. Эти испытания проводятся по специально разработанным программам, в которых указывается назначение и цель испытаний, условия проведения испытаний с указанием требований к испытательному стенду и его оборудованию, измерительной аппаратуре, методике проведения замеров, необходимой технической документации, количестве и продолжительности этапов, порядок и сроки осмотров и ревизии двигателя и перечень необходимой отчётной документации.

Автомобильный двигатель в условиях эксплуатации фактически всегда работает на неустановившихся режимах. В связи с этим индикаторные и эффективные показатели рабочего цикла двигателя, аналитическая связь этих показателей между собой и характер их изменения в отличие от показателей на установившихся режимах будут иметь другие закономерности и требует других методов качественной и количественной их оценки. Неустановившийся режим может включать одну или все фазы движения: разгон, замедление, чередование разгона с накатом, торможение, пуск двигателя и т.д. Перечисленные фазы в процессе движения автомобиля могут

вызываться изменением внешних сопротивлений, как например: преодоление подъёмов, движением под уклон, переходом от одного качества дороги к другому, быстрым переходом к большим скоростям движения или рядом других причин, вызываемых условиями эксплуатации автомобиля.

Методика исследования основных показателей двигателей газобаллонных автомобилей в горных и предгорных условиях учитывает, что качественный, а тем более количественный анализ работы двигателя на этих неустановившихся режимах может быть выполнен при условии предварительного исследования двигателя на установившихся режимах при всех возможных нагрузках. Причём исследования получают достаточную достоверность в том случае, если весь комплекс намеченных исследований осуществляется на одной экспериментальной установке и с применением одной и той же измерительной аппаратуры.

В зависимости от вида проводимых испытаний, количество величин, подлежащих замеру при испытании газового двигателя, может меняться. В каждом конкретном случае испытатель, зная задачи и цель испытания, договорные обязательства, технические и другие условия, должен произвести выбор объектов наблюдения и составить программу испытаний. В большинстве случаев потребителя интересует данные, характеризующие внешнюю работу двигателя, а именно: мощность, частота вращения, удельные расходы топлива и масла, устойчивость, надёжность пуска, температурные режимы и др. в зависимости от типа используемого топлива.

[18]

2.2. Проектирование и изготовление мехатронной системы управления двигателем «Нексия»

Управления опережением зажигания и влиянию системы зажигания на рабочий процесс и показатели двигателя.

Современным мехатронным системам зажигания в сочетании с микропроцессорным управлением доступны принципиально новые возможности осуществления различных коррекций параметров рабочего процесса двигателя. В отличие от жёстко ограниченных коррекций, реализуемых механическими системами, здесь существуют практически неисчерпаемые возможности реализации максимально гибких, адаптивных управлений.

Необходимость коррекции по углу опережения зажигания (УОЗ) возникает в ряде характерных случаев, например на режиме пуска, при прогреве двигателя и нейтрализатора, выравнивании работы цилиндров, возникновении детонации, гашении колебаний в трансмиссии, при включении рециркуляции, выключении ПХХ и т.п. (рис. 2.1).

На режимах разгона происходит рассогласование работы систем питания, зажигания и рециркуляции. С целью обеспечения динамических показателей двигателя возникает необходимость коррекции УОЗ на фоне не- стационарности поступления воздуха, отклонения состава смеси от стехиометрии, изменения октанового числа (ОЧ) топлива при фракционировании во впускном коллекторе, увеличения токсичных выбросов.

Существует потребность в управлении УОЗ на динамических режимах и особенно в начальной фазе разгона. Однако при реализации поиска таких управлений имеются определённые трудности, связанные с отсутствием чёткой методики, а также измерительных и технических средств осуществления такого поиска.

В адаптивных системах управления двигателем процесс поиска оптимального управления может сопровождаться неоптимальными установками задаваемых режимных параметров. Накладываемые на коррекции ограничения не могут гарантировать на ряде режимов отсутствие пропусков сгорания, что приводит к увеличению вероятности отказа нейтрализатора. Это определяет неразрывную связь вопросов управления с мерами по защите нейтрализатора.



Рис. 2.1. Факторы, вызывающие необходимость коррекции УОЗ

Приведённые соображения определили выбор указанных выше задач.

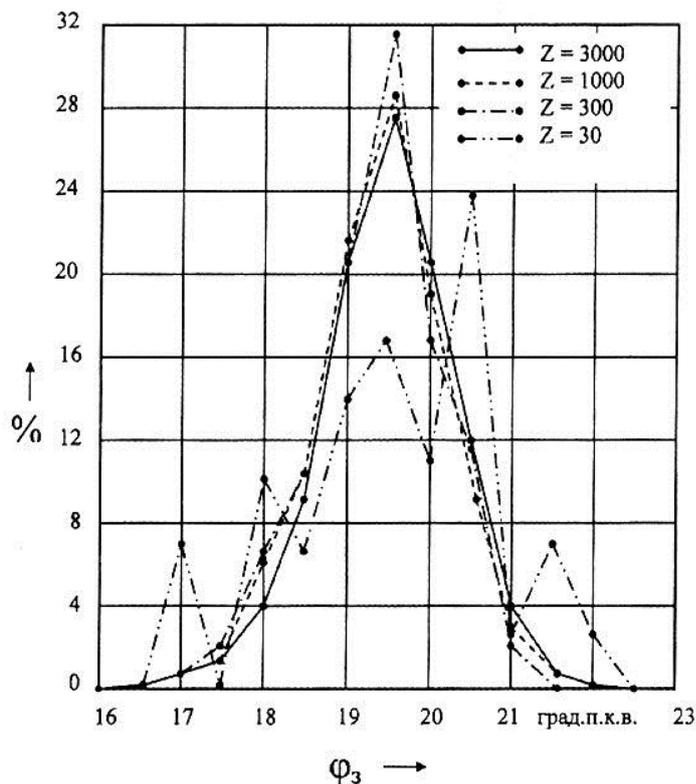


Рис. 2.3. Межцикловой асинхронизм УОЗ (Двигатель 84 10,5/10,8, контактно-транзисторная система зажигания, внешняя характеристика, $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$, первый цилиндр):
 Z - число циклов работы двигателя

Она позволяет управлять УОЗ в каждом рабочем цикле в каждом цилиндре двигателя с точностью 0,5 град.п.к.в. и обеспечивает независимое управление УОЗ для каждого цилиндра двигателя. Управление испытательным стендом осуществляется таким образом, что начало разгона (момент начала движения дроссельной заслонки) при неизменном исходном режиме приходится на один и тот же участок рабочего цикла двигателя (разгон начинается с одного и того же цилиндра).

Выводы по главе 2

Во второй главе диссертации проведено теоретическое исследование мехатронной системы управления двигателем и его элементов, разработана методика исследования, и спроектирована выбранная система мехатронного управления и элементы управления двигателем внутреннего сгорания, то есть управляемый УОЗ, а также проделан расчет по управляемому УОЗ и расчет экономической эффективности данной системы мехатронного управления двигателем внутреннего сгорания.

Глава 3. Экспериментальное исследование системы управления двигателем

3.1. Объект испытаний

Опыт эксплуатации бензиновых автомобилей, что необходимо провести глубокие исследования с целью повышения их эффективности.

Испытание двигателей могут быть проведены как в реальных условиях, так и на лабораторных стендах с имитацией. Необходимо отметить, что испытания были проведены в работах на лабораторных стендах и на передвижных стендах, т.е. в реальных условиях с имитацией различных условий, оборудованных автономным гидро или электротормозным устройством для торможения испытуемого двигателя. При этом,

поддерживались постоянным в основном: температура воздуха на впуске и выпуске, частота вращения коленчатого вала, поддача воздуха или подача топлива. Испытание двигателей в реальных условиях без имитации воздействующих параметров на работу двигателя являются сложной, но актуальной задачей и решения её позволит определить основные показатели двигателя на различных режимах его работы. При этом, появляется возможность оценки параметров двигателя при одновременном воздействии указанных факторов.

Существующий ГОСТ 14846-81 [53] предназначен для проведения испытаний двигателей в стендовых условиях, и они не отвечают требованиям эксплуатационных испытаний двигателей в реальных условиях. Это требует, соответственно, изменений в отдельных частях этих ГОСТов, а также дополнений к ним.

Учитывая вышеизложенные и с учётом возникших сложностей при проведении эксплуатационных испытаний двигателей в этих условиях весьма необходимым считается включить в методику испытания два режима работы двигателя (установившиеся и неуставившиеся), которые полностью характеризуют изменение параметров двигателя в эксплуатационных условиях при движении автомобиля на различных участках дорог. Испытание двигателя на установившемся режиме работы, необходимо, провести только на равнинном участке дороги, который характеризуется однообразием профиля, близким к горизонтальному, с незначительными продольными уклонами, так как на других участках дороги невозможно поддержание определённой частоты вращения коленчатого вала, т.е. крутящего момента двигателя.

Согласно методике эксплуатационных испытаний бензинового автомобиля была разработана методика для определения двигателя при движении автомобиля.

В качестве объектов исследований в диссертационной работе приняты двигатели бензиновых автомобилей Нексии. В таблице 3.1 приведены технические данные двигателей этих автомобилей.

При испытании бензиновых двигателей кроме замер величин, обязательных для любого двигателя внутреннего сгорания, производится замер данных, связанных со спецификой принятого бензинового топлива, и осуществляется обработка экспериментальных материалов.

Таблица 3.1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБИЛЕЙ DAEWOO NEXIA

Параметр	Автомобиль с двигателем A15SMS	Автомобиль с двигателем F16MF
Общие данные		
Максимальная скорость, км/ч	163	185
Время разгона автомобиля с места с переключением передач до скорости 100 км/ч	12,5	11,0
Расход топлива в смешанном цикле, л/100км	7,0	8,1

<u>Двигатель</u>		
Модель	A15SMS (SONC)	F16MF (DONC)
Тип	Четырехтактный, бензиновый, с 1 распределительным валом	Четырехтактный, бензиновый, с 2 распределительными валами
Число, расположение цилиндров	Четыре, вертикально в ряд	
Порядок работы цилиндров	1-3-4-2	
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	76,5 x 81,5	
Рабочий объем, см ³	1498	1598
Степень сжатия	8,6	9,5
Максимальная мощность, кВт (л.с.)	55(75)	79,4(108)
Частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальной мощности, мин-1	5400	5800
Максимальный крутящий момент, Нм	123	130
Частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальному крутящему моменту, мин-1	3200-3400	3200

Не имея возможности затронуть все вопросы, связанные с испытанием двигателя, остановимся на следующих из них: определение расхода топлива, коэффициента избытка воздуха, среднего часового расхода воздуха и крутящего момента двигателя при различных методах УОЗ.



Рис.3.1. Двигатель автомобиля Нексии (объект исследования)

3.2. Результаты экспериментальных исследований

Рассматривая вопросы разработки двух методик определения оптимального управления УОЗ на режимах разгона при использовании

эмпирического метода решения задачи динамического программирования в условиях отсутствия модели объекта и их практической реализации.

Первая методика поиска оптимального управления УОЗ на режимах разгона предусматривает решение задачи динамического программирования путём последовательного подбора значений оптимальных УОЗ с момента начала разгона в зависимости от числа циклов работы двигателя. [21,22]

Предлагается в начале проводить нахождение для отдельных интервалов последовательных циклов постоянных по значению приближеннооптимальных УОЗ (ПОУОЗ) (рис. 3.2).

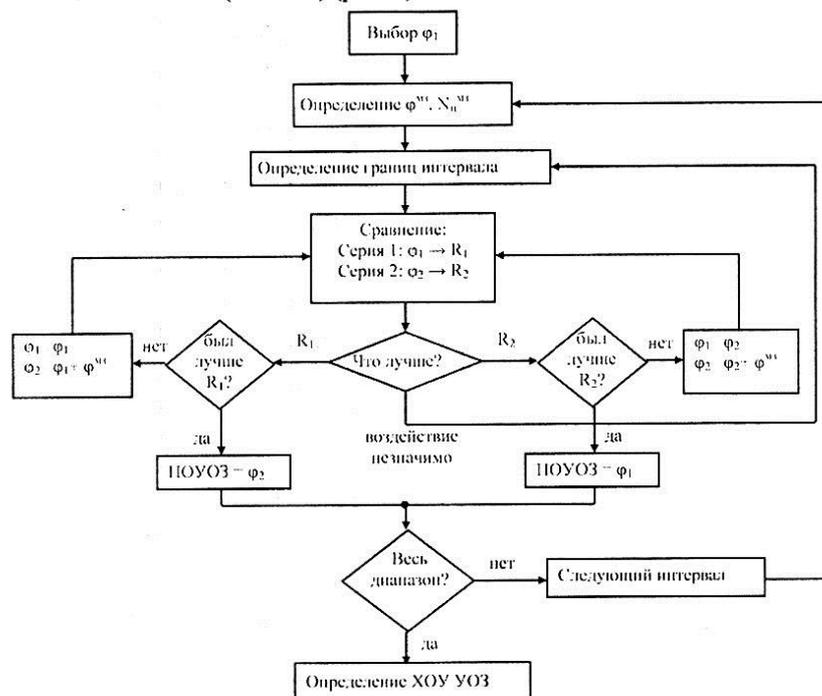


Рис. 3.2. Блок-схема алгоритма поиска оптимального управления: ϕ^m - ступень минимально-значимого воздействия по УОЗ; $M_{ц}^{M3}$ - ступень минимально-значимого воздействия по циклам; $R1$ - результат первой серии; $R2$ - результат второй серии

Также была показана возможность применения методики для решения задачи поиска оптимального управления зажиганием по

цилиндрам. Выявленные различия характеристик оптимального управления связаны с особенностями рабочих процессов в отдельных цилиндрах двигателя (рис. 3.3).

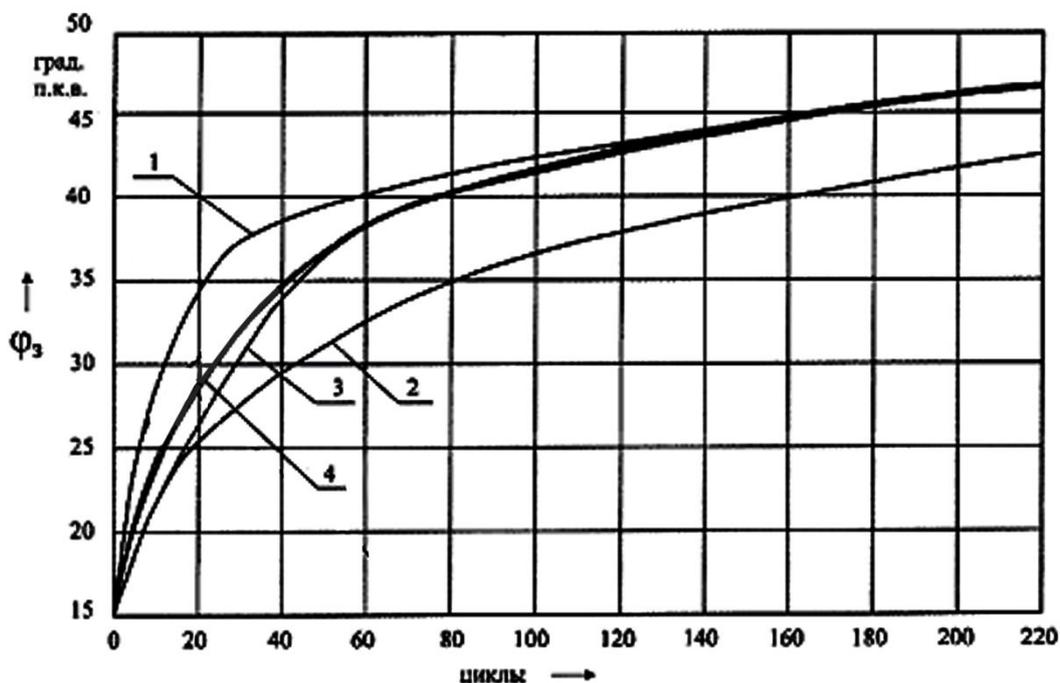


Рис. 3.3. Характеристики оптимального управления зажиганием по цилиндрам для двигателя Нексия:

1 ...4 - цилиндры

Вторая методика поиска оптимальных управлений УОЗ на режимах разгона предусматривает решение задачи динамического программирования путём использования симплексного метода планирования эксперимента.

В качестве целевой функции принимается время разгона автомобиля до заданной скорости. Координаты вершин симплекса определяют характеристику управления УОЗ в разгоне. Оптимальная размерность симплекса

находится практическим или расчётным путём при использовании модели объекта.

В качестве координат вершин симплекса L_j предлагается считать значения УОЗ в точках N_j , лежащих на середине отдельных участков разгона (рис. 3.4).

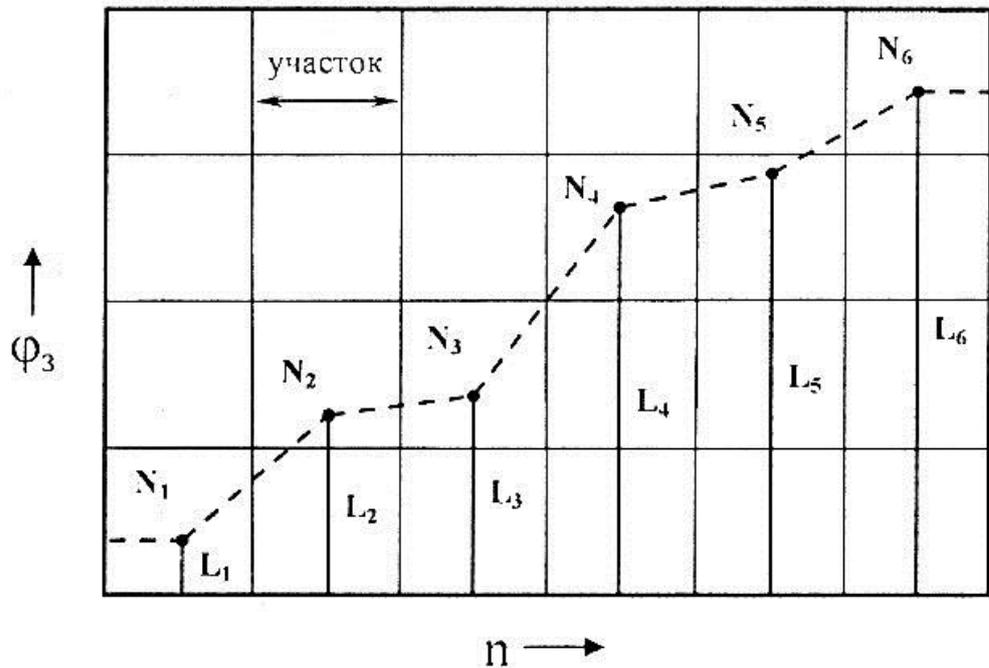


Рис. 3.4. Характеристика управления УОЗ в разгоне при симплексном методе поиска

При этом размерность симплекса определяется количеством участков, на которые разбит весь разгон.

Для реализации симплексного метода поиска создана программа, осуществляющая этот поиск. Отладка программы проведена на математической модели двигателя, которая описывается зависимостями:

$$\begin{aligned} M_k &= f(\alpha, n, \varphi_3); \\ \varphi_{opt} &= f(\alpha, n); \\ a &= f(n). \end{aligned} \quad (3.1)$$

Целевой функцией в данном случае является интегральный показатель разгона - средний крутящий момент.

На рис. 7 представлены результаты поиска оптимального управления зажиганием в начальной фазе разгона при использовании 3-, 4-, 5- и 8- мерного симплекса при условии одинаковой сходимости и одинакового шага поиска. [24]

Качество получаемого решения оценивалось степенью приближения к расчётной зависимости оптимальных УОЗ, полученных по модели (сплошная кривая на рис. 3.5.).

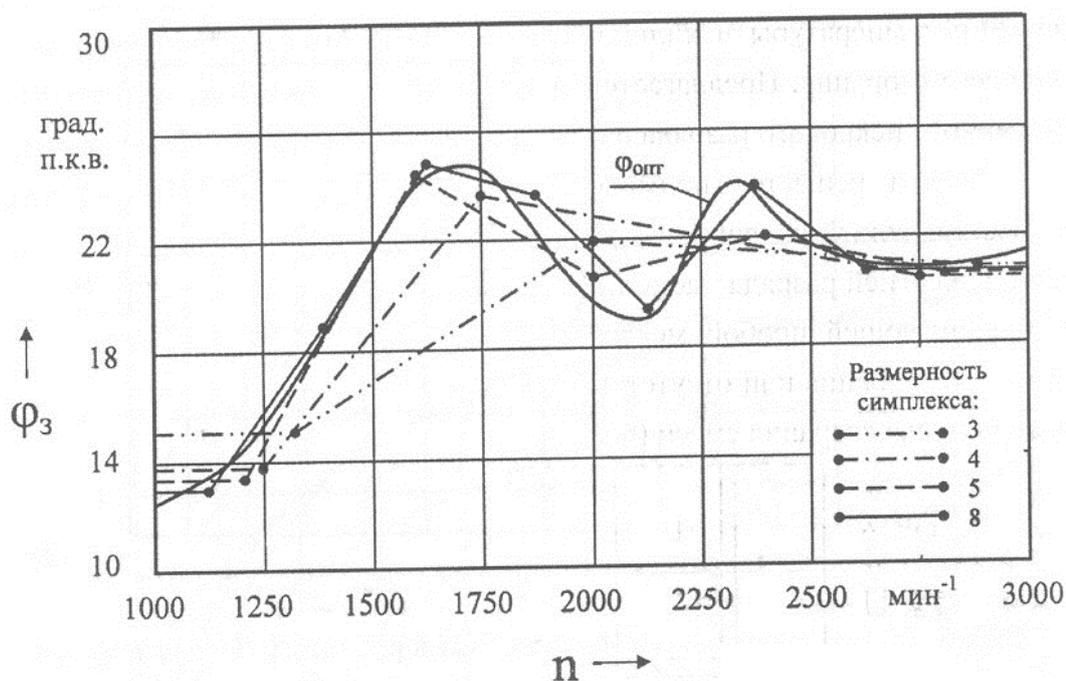


Рис. 3.5. Результаты поиска характеристики оптимального управления УОЗ в начальной фазе предельного разгона двигателя Нексия

Количество итераций, которое требовалось для определения ХОУ УОЗ при 8-мерном симплексе, лежало в пределах 27 при задании координат начального симплекса, отличающихся от ХОУ до 8 град.п.к.в.

Установлено, что разработанная процедура симплексного поиска оптимальных УОЗ в 2,5 раза снижает трудоёмкость поиска по сравнению с первой методикой и может быть рекомендована для практического поиска характеристик оптимального управления УОЗ при разгоне.

Идея предлагаемого способа диагностирования пропусков сгорания основывается на законе Пашена, в соответствии с которым величина пробивного напряжения на свече зажигания $U_{пр}$ зависит от искрового промежутка L , давления в цилиндре P и температуры среды T :

$$U_{пр} = f\left(\frac{LP}{T}\right) \quad (3.2)$$

Способ диагностирования основывается на прямой зависимости давления и температуры в цилиндре двигателя от наличия или отсутствия процесса сгорания. Предлагается использование дополнительного диагностического искрового разряда на такте выпуска.

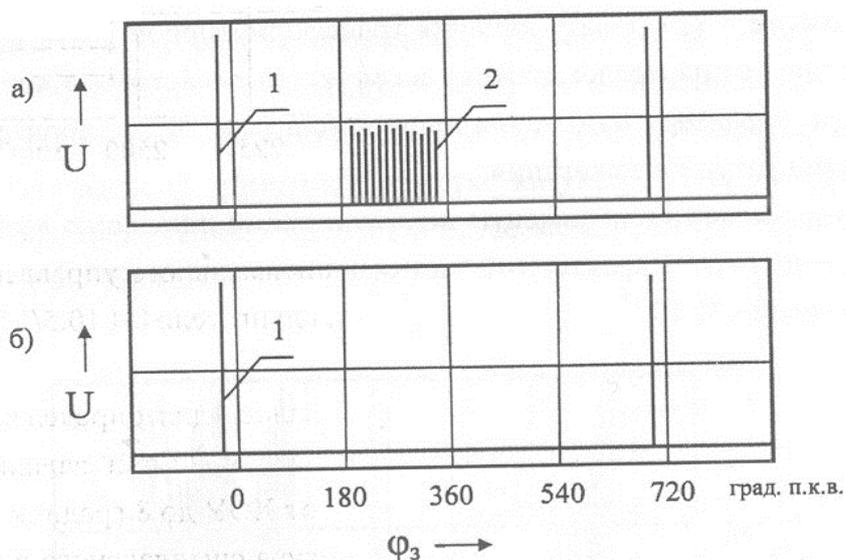


Рис. 3.6. Амплитуды пробивных напряжений на свече зажигания

а - сгорание есть; б - пропуск сгорания;

1 - поджигающий импульс; 2 - контрольные импульсы

Задача решается применением специальной системы зажигания, осуществляющей подачу в выбранный цилиндр серии контрольных искр с малой энергией разряда дополнительно к основной поджигающей искре и обеспечивающей пробой между электродами свечи в случае предшествующего сгорания или отсутствие пробоя между электродами свечи в случае пропуска сгорания смеси (рис. 3.6).

Проведённые на двигателе испытания показали, что во всём поле режимов работы двигателя от холостого хода до максимальной мощности при наличии горения рабочей смеси наблюдается устойчивое наличие импульсов от контрольных искровых разрядов, что находится в точном соответствии с законом Пашена.

Во всём скоростном и нагрузочном диапазоне работы двигателя образец надёжно регистрировал пропуски сгорания вплоть до одиночных, моделируемых отключением подачи топлива.

Недостаток метода диагностики по пробивному напряжению дополнительного искрового разряда на такте выпуска заключается в необходимости специального регистрирующего датчика для каждого цилиндра двигателя. Вместе с тем, ввиду наличия трансформаторной связи в обмотках катушки зажигания представляется возможным регистрация контрольных пробоев по характеру изменения напряжения разрядного процесса в первичной цепи катушки зажигания.

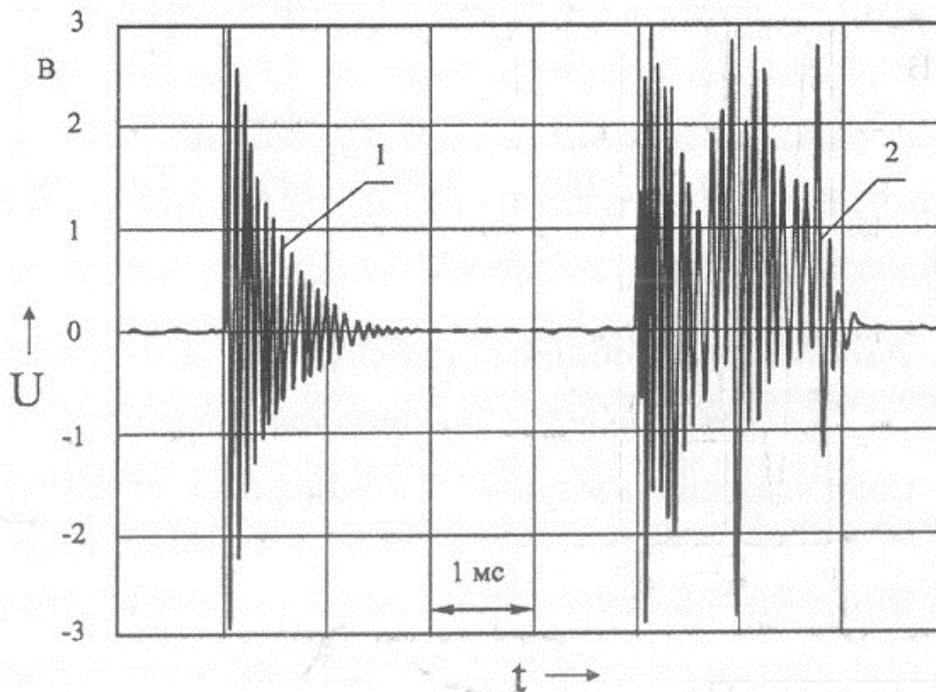


Рис. 3.7. Наличие сгорания:

1 - поджигающий импульс, 2 - контрольный импульс

Проведённые эксперименты показали принципиальную возможность такой диагностики. Характерный вид осциллограмм разрядных процессов приведён на рис. 3.7, 3.8.

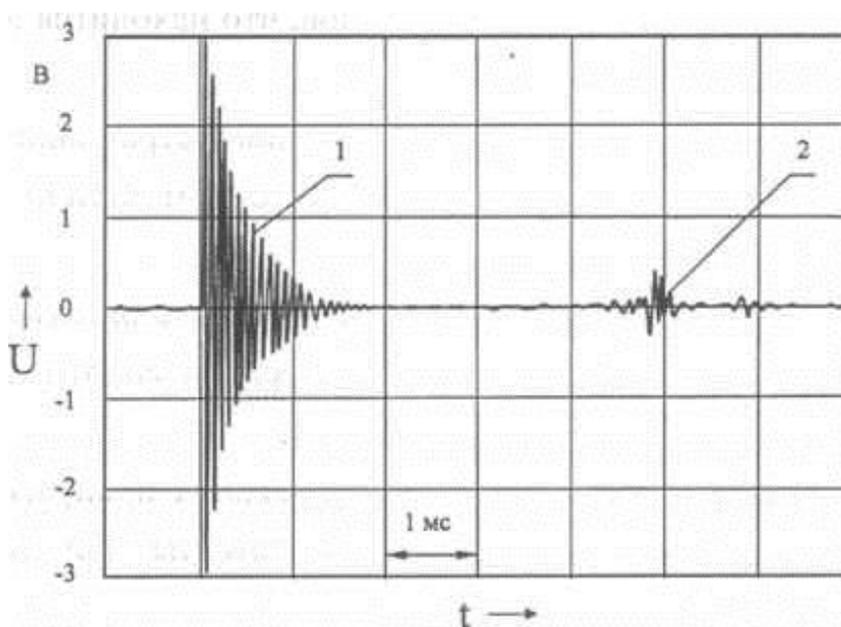
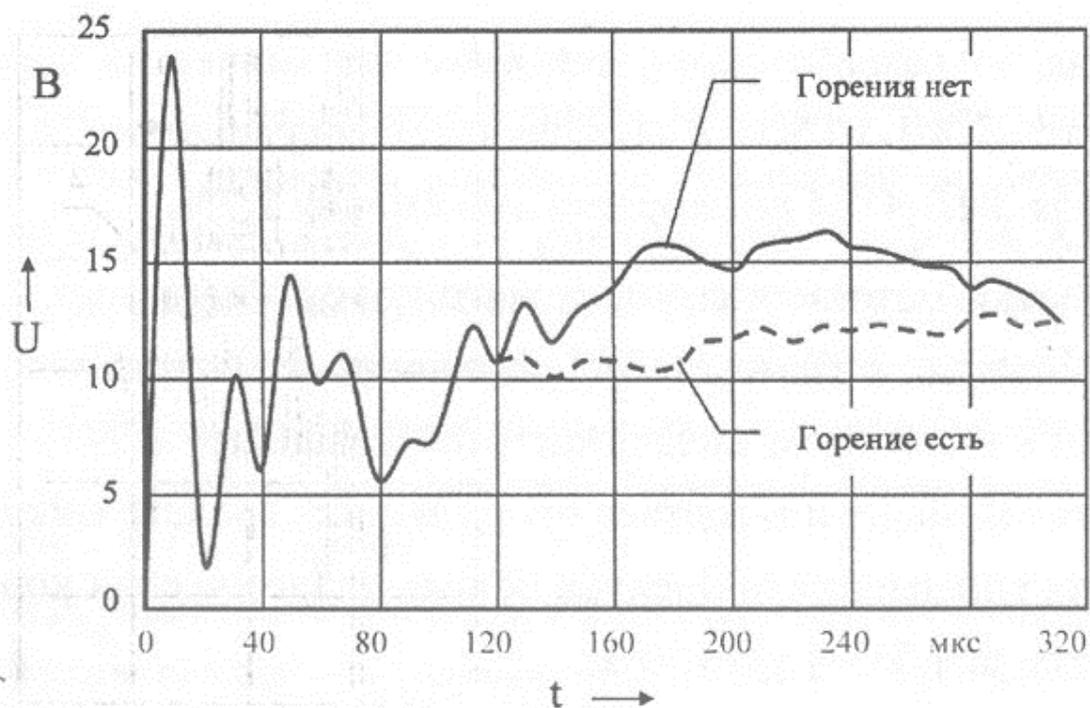


Рис. 3.8. Отсутствие сгорания:

1 - поджигающий импульс, 2 - контрольный импульс

Кроме того, измерения, проведённые в условиях моторного стенда на двигателе Нексия с многоимпульсной системой зажигания, показали, что пропуски сгорания заметно изменяют амплитуду напряжения колебательного



процесса на первичной обмотке катушки зажигания, возникающего на стадии активного горения в паузе между импульсами пачки искровых импульсов (рис. 3.9).

Рис. 3.9. Процесс разряда в первичной цепи катушки многоимпульсной системы зажигания на стадии горения

Это предоставляет возможность диагностирования пропусков сгорания без применения каких-либо дополнительных внешних датчиков.

3.3. Анализ экспериментальных данных

Обработка результатов испытаний

Нами был выбран известный метод статистической обработки материалов.

Среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3.3)$$

где,

x_i - величина измерения (крутящий момент, расход газового топлива, расход воздуха);

\bar{x} – среднее величина результатов измерений;

n - количество измерений.

Дисперсия:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} \quad (3.4)$$

Средняя квадратичная ошибка результата измерения или стандарт отдельного измерения определяется:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.5)$$

Средняя квадратическая ошибка сводного результата измерений или стандарт арифметической средней вычисляется по формуле:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (3.6)$$

Показатель точности:

$$\frac{S_x}{x} * 100\% \quad (3.7)$$

Проведённая выше оценка погрешности измерений также можно проверить следующим образом:

Фактическое значение измерений :

$$x_i = x \cdot 100/n \quad (3.8)$$

Оценка погрешности измерения при достоверности 95% рассчитывается:

$$\Delta = (k * \sigma * 100) / (\bar{x}_i \sqrt{n}), \quad \% \quad (3.9)$$

где n-количество измерений;

k- коэффициент, зависмый от количества измерений (при N=10 и более k=0,73)

σ - среднеквадратическое отклонение

Если после 10-ти измерений оценка погрешности составляет более 5%, то испытание следует провести ещё раз.

Доверительные границы для среднего, т.е. границы доверительного определяется:

$$I_\beta = [(\bar{x} - \varepsilon_\beta); (\bar{x} + \varepsilon_\beta)] \quad (3.10)$$

ε_β – ошибка, возникающая при замене математического ожидания генеральной совокупности на среднюю выборку, при заданном уровне доверительной вероятности β .

Доверительная вероятность β в практике расчётов принимается равной 95%.

$$\text{Тогда, } \varepsilon_\beta = \pm t_\beta \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3.11)$$

где,

t_β – величина, определяемая для данных β и n .

$$\text{При } \beta=95, \quad n=10, \quad t_\beta=2,14$$

Всякое измерение вследствие действия ряда причин сопровождается ошибками инструментальными, личными или ошибками среды. Точность проводимых измерений зависит от методов измерений, принятого оборудования и измерительной аппаратуры. Однако излишние требования к точности измерений при снятии различных характеристик значительно усложняют испытательную установку и его стоимость. Недооценка же этих требований, особенно при экспериментальных и исследовательских работах, может привести к ошибочным выводам и неправильным заключениям при оценке окончательных результатов. В таблице приведённом в приложение 1 приведены данные по точности измерений наиболее распространенных параметров, характеризующую работу газового двигателя. [22]

3.4. Экономические показатели

Целью расчета экономической эффективности является выдвижение основных подходов к расчету показателей, характеризующих эффективность научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ выполненных в рамках магистерской диссертации, включая определение перечня показателей, областей допустимых значений и рекомендаций по интерпретации показателей в дорожно-транспортной сфере. Для установления основных методов расчётов и обоснований экономической эффективности инвестиций в целях повышения эффективности транспортного производства при разработке инвестиционных проектов и анализе их выполнения, при проектировании строительства и внедрении новой техники, технологии, разработке и обосновании организационно-экономических и организационно-технических мероприятий по развитию и совершенствованию производства на действующих предприятиях отрасли.

Определение эффективности имеет целью выбор и экономическое обоснование наилучших вариантов создания новых, расширения и реконструкции действующих предприятий и сооружений и их комплексов, разработки новых технологических процессов, оборудования, машин, материалов и других видов техники, обеспечивающих развитие отрасли.

Эффект научных исследований и разработок проявляется в результате их взаимодействия с факторами экономического роста – капитальными вложениями, рабочей силой, образованием, организацией информационных служб и др.

Понятия "экономический эффект" и "экономическая эффективность" относятся к числу важнейших экономических категорий. В обыденной жизни мы часто употребляем слова "эффект" и "эффективность", отождествляя их соответственно с понятиями "результат" и "результативность". Эффект и эффективность тесно связаны между собой, однако они имеют и определённые различия.

Основными показателями экономической эффективности мероприятий по совершенствованию организационного, технологического и технического нововведения являются:

- рост производительности труда;
- годовой экономический эффект или экономия приведенных затрат.

Выполнение экономических расчетов целесообразно производить в следующей последовательности:

1. Приводятся основные технико-экономические показатели работы объекта (предприятия), для которого разрабатывается проект.

2. На основе анализа результатов деятельности предприятия формулируются предлагаемые новации и направления ожидаемых усовершенствований от проектируемого мероприятия.

3. Приводятся характеристики и параметры действующих технологий, с отражением цифровых материалов.

4. Рассчитываются потребные для внедрения проекта инвестиции, исходя из действующих на момент внедрения цен на подвижной состав, оборудование, строительные-монтажные работы.

5. Рассчитываются текущие затраты.

6. Рассчитываются финансовые показатели проекта.

7. Определяются показатели эффективности инвестиций.

а) расчет материальных затрат, необходимых по технологии выбранного проекта производится исходя из проектируемого расхода в натуральных единицах и действующих цен на эти ресурсы. К материальным ресурсам относятся: горюче-смазочные материалы, автошины, запасные части, краски и иные материалы, электроэнергия, водоснабжение и т.п.

Затраты по всем материальным ресурсам суммируются:

Экологический подход к этой работе таков, что когда автомобиль расходует меньше топлива на холостом ходу то и выброс вредных веществ в окружающую среду уменьшится в много раз.

1 литр бензина АИ-91 стоит 1820 сум.

$$Z_{mi} = C_{mi} * K_i \text{ сум.}$$

Где Z_{mi} - затраты на данный материальный ресурс (сум); C_{mi} - цена единицы материального ресурса (сум); K_i - потребное количество по проекту каждого материального ресурса.

$$Z_M = \sum_i Z_{Mi} ,$$

Если экономия достигается только по какому-либо одному элементу себестоимости, то годовую экономию расходов можно подсчитывать только по этому элементу.

Средний пробег автомобиля Нексия (такси) приблизительно в год равен 60000 тысяч километров.

$$Э_э = ((S_2 - S_1) * L_э) * A \text{ суммов в год.}$$

где S_1, S_2 - эксплуатационные затраты до и после мероприятия на 1 км пробега; $L_э$ - средняя годовая экономия расхода одного автомобиля данной марки (км); A - количество автомобилей данной марки эксплуатируемых в качестве такси.

При определении годовой экономии от внедрения новой техники за базу исчисления, т. е. за исходный вариант, с которым производится сопоставление, надо принимать фактические показатели автотранспортных предприятий и при этом исходные показатели брать с таким же годовым объемом перевозок, который обеспечивается после внедрения новой техники. Если реконструкция автотранспортного предприятия и применение новой техники приводят к увеличению годового объема перевозок, то к исходным показателям по капитальным затратам должны быть добавлены дополнительные затраты в основные и оборотные фонды, которые потребовались бы для доведения годового объема перевозок до нового уровня. Соответственно должны быть скорректированы и показатели по себестоимости перевозок.

В случаях улучшения (повышения) первоначально принятых нормативных показателей функционирования объекта основных средств в результате проведенной достройки, дооборудования, реконструкции или модернизации, можно пересмотреть срок полезного использования по этому объекту начиная с даты завершения достройки, дооборудования, реконструкции или модернизации этого объекта.

В течение срока полезного использования объекта основных средств начисление износа не приостанавливается, кроме случаев в период достройки, дооборудования, реконструкции, модернизации, технического перевооружения объекта при условии его полной остановки.

$$Z_{mi} = C_{mi} * K_i \text{ сум.}$$

Выводы по главе 3

В данной главе был выбран объект исследования и по итогам проведенных экспериментов были определены результаты практических исследований. Экспериментальные исследования мехатронной системы управления двигателем внутреннего сгорания 1,5 литражом автомобиля Нексии, были проанализированы различные способы повышения мощностных и экономических показателей двигателя, заключающиеся в изменении УОЗ. А также по полученным данным была произведена обработка и анализ полученных экспериментальных данных. Обработка результатов испытаний двигателя 1,5 литражом проводилась согласно ГОСТа 18509-80. [53]

Общие выводы

1. Резервы совершенствования управления двигателем на режимах разгона непосредственно связаны с вопросами коррекции состава смеси и УОЗ. Проведёнными исследованиями показано, что основными факторами, определяющими улучшение показателей двигателя на режимах разгона при микропроцессорном управлении зажиганием, являются: применение динамических коррекций УОЗ, управление зажиганием по цилиндрам и уменьшение величины межциклового асинхронизма УОЗ.

2. Разработанные методики позволяют осуществлять поиск динамических коррекций УОЗ в условиях испытаний двигателя на динамическом стенде. Первая методика базируется на последовательном подборе УОЗ для отдельных интервалов разгона. В основе второй лежит симплексный метод поиска оптимальной коррекции УОЗ сразу за весь период разгона. На основании исследования рекомендовано предпочтительное использование методики симплексного поиска, позволяющей находить динамическую коррекцию УОЗ в 2,5 раза быстрее.

3. Найденная по разработанной методике динамическая коррекция УОЗ для двигателя Нексия обеспечивает сокращение времени разгона автомобиля Нексии до скорости 100 км/ч на 2,7%.

4. Для отработки методики симплексного поиска была построена эмпирическая модель, связывающая мощностные показатели двигателя Нексия с составом смеси, частотой вращения и УОЗ. При использовании такой модели в составе программных средств микропроцессорного блока управления процедура поиска динамических коррекций УОЗ может быть ещё более ускорена.

5. Разработанный способ диагностирования пропусков сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя показал свою эффективность и позволяет регистрировать пропуски сгорания в каждом рабочем цикле двигателя.

6. Исследование показало, что при использовании разработанного

способа принципиально возможно диагностирование пропусков сгорания в цилиндрах двигателя по процессам в первичной цепи катушки зажигания, в том числе без применения каких-либо дополнительных внешних датчиков.

Список использованной литературы

Законы Республики Узбекистан

1. Закон Республики Узбекистан «Об экологической экспертизе». 20 май 2000 г.
2. Закон Республики Узбекистан «Об автомобильном транспорте». 29 августа 1998 г.
3. Закон Республики Узбекистан «О городском пассажирском транспорте». 25 апреля 1997 г.

Указы и постановления Президента Республики Узбекистан, Постановления Кабинета Министров

4. Постановление Президента Республики Узбекистан о Государственной программе «Год благополучия и процветания». 14 февраля 2013 г.
5. Постановление Президента Республики Узбекистан №ПП-1446 от 21.12.2010 «Об ускорении развития инфраструктуры, транспортного и коммуникационного строительства в 2011-2015 годах»

Произведения Президента Республики Узбекистан

Ислама Каримова

6. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном итогам социально-экономического развития страны в 2012 году и важнейшим приоритетным направлениям экономической программы на 2013 год.

18 января 2013 г.

7. Доклад Президента Ислама Каримова на торжественном собрании, посвященном 20-летию Конституции Республики Узбекистан. 07 декабря 2012 г.
8. Выступление Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на открытии международной конференции «Подготовка образованного и интеллектуально развитого поколения – как важнейшее условие устойчивого развития и модернизации страны». 17 февраля 2012 г.
9. Каримов И.А. Узбекистан на пороге достижения независимости. – Ташкент: Узбекистан, 2011. – 384 с.

Основная литература

10. Мехатроника: Перс япон. / Исии Х., Иноуэ Х., Симояма И. и др. – М.: Мир, 1988.- С.318.- ISBN 5-03-000059-3.
11. Введение в мехатронику: В 2-х кн. Учебное пособие / А. К. Тугенгольт, И. В. Богуславский, Е. А. Лукьянов, В. В. Мартынов, В. А. Герасимов, Ю. Б. Ивацевич, Н. Ф. Карнаухов, В. А. Череватенко. Под ред. А. К. Тугенгольда — Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2004. — ISBN 5-7890-0294-3.
12. Карнаухов Н. Ф. Электромеханические и мехатронные системы — Ростов н/Д: Феникс, 2006. — 320 с. — (Высшее образование). — 3000 экз. — ISBN 5-222-08228-8.
13. Егоров О. Д., Подураев Ю. В. Конструирование мехатронных модулей. — М.: Издательство МГТУ «Станкин», 2004. — С.
14. Подураев Ю. В. Мехатроника. Основы, методы, применение. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Машиностроение, 2007. — С. 256. — ISBN 978-5-217-03388-1

15. С.М. Кадыров, С.Е. Никитин, «Автомобильные и тракторные двигатели», Т. 2011г
16. О.В. Лебедев, Р.Р. Хакимзянов, «Мехатронные системы машин», Т. 2010г.
17. Integrated silicon pressure sensor manifold absolute pressure sensor on-chip signal conditioned, temperature compensated and calibrated. Motorola technДВСI data, MPX4100A/D. 2000.
18. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBMPC: Пер. с англ. / Под ред. У. Томпкинса. — М.: Мир, 1992. — 592 с.
19. The A-B-C's of signal conditioning amplifier design for sensor applДВСtions. Motorola applДВСtion note AN 1525. 1998:
S. R. Ball Analog interfacing top embedded microprocessors. — Newnes, Boston, 2001. - 270 pp.
20. Chowanietz E. Automobile electronics. — Society of Automotive Engineers, Inc., 1995. - 246 pp.
21. Tom Denton. Automobile electrДВСI and electronic systems. 2-nd edition. — Society of Automotive Engineers, Inc., 2000. — 412 pp.
Engine performance diagnosis and tune-up. Classroom manual. — Chek-Chart, 1998. - 507 pp.
22. Ronald Ê. Jurgen Automotive electronics handbook. — McGraw-Hill, Inc., 1999.
23. **Топливная экономичность автомобилей с бензиновым двигателями** /Т.У.Асмус, К.Боргнакке, С.К.Кларк и др.; Пер. ред. Д.Хилларда, Дж.С.Спрингера; Под с англ. А.М.Васильева; Под ред. А.В.Кострова. - М.: Машиностроение,2004. - 504 с.: ил.
24. Кульчицкий А.Р. **Токсичность автомобильных и тракторных двигателей** - 2004г., 20,0 п.л., издательство ООО "Академический проект" (Москва)

25. Энциклопедия Японских машин, Япония, 2009г.
26. К.И. Осипов, Е. Л. Первухина, Ю.Л. Рапацкий, «Моделирование поршневых ДВС в ходе приемосдаточных испытаний по результатам измерений диагностических параметров» , Двигатели внутреннего сгорания, Всеукр. научн.-техн. журн. – Харьков: НТУ «ХПИ»., 2011г. 2-й номер - 157 с.
27. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях. М.: Транспорт, 1977.
28. Мороз С. Электронные средства диагностирования. //Автомобильный транспорт.-1991. №12.-с. 29-31.
29. Мороз С. Ш. Автоматизация диагностической техники. //Автомобильный транспорт. -1990.-№11.49.Оснвы технической диагностики / П.П. Пархоменко, В.В. Карибский, Е.С. Согомонян, В.Ф. Халчев. М., Энергия, 1976,462 с.
30. Системы управления бензиновыми двигателями. Ottomotor-Management. RobertBoschGmbH. Перевод с немецкого. М.: «Книжное издательство «За рулем»,2005.

Дополнительная литература

31. А.А. Мухитдинов, Ш.П. Алимухаммедов, «Методическое указание к выполнению диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата технических наук», Т. 2005г.
32. Положение о составе затрат по производству и реализации продукции (работ, услуг) и о порядке формирования финансовых результатов. Приложение к Постановлению КМ РУз от 05.02.1999 г. № 54.
33. Matts Lindgren. Multiplexed vehicle electronics tutorial. — Mecel, 1995. — 123 pp.

34. Fuzzy Air-Fuel Ratio Control of a Small Gasoline Engine. S.H. Lee, Intelligent Systems & Signal Processing Laboratories, Engineering Research Centre, University of Brighton, Moulsecoomb, Brighton, BN2 4GJ, UK, 1999.
35. Fuzzy Logic in Automotive Engineering. Constantin von Altrock. Circuit cellar. Computer application magazine. 1999.
36. В.М. Архангельский, М.М. Вихерт, «Автомобильные двигатели», М. 1967г.
37. В.Н. Луканин «Двигатели внутреннего сгорания», 1,2,3 тома, М. 1995г.
38. В.Е. Ютт, «Электрооборудование автомобилей», Учебник для вузов.- М.: Транспорт, 1989.- 287 с.
39. Г.П. Покровский, «Электроника в системах подачи топлива автомобильных двигателей», (3- издание), М. 2005г.
40. Ю.И. Быдыко, «Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей», Ленинград.: 1982г.
41. Н.А. Дикий, Ю.Ф. Бутаревич, «Перспективы улучшения энергетических и экологических характеристик автомобильных двигателей» М.: 1984г.
42. Дикий Н.А., Бутаревич Ю.Ф. **Перспективы улучшения энергетических и экологических характеристик автомобильных двигателей** - Пром.теплотехника, 2001, № 2, с.92-102.
43. Файн М.А., Блованов О.И. **Использование зарубежной патентной информации для определения тенденций развития двигателестроения** - Двигатели внутреннего сгорания, Харьковский политехнический институт, 1999, вып.40,с.3-9.
44. . **Техническая энциклопедия. Т.6** / Под. ред. Л.К. Мартенса - М.: ОГИЗ.2007. - 929 с.

Периодические издания, статистические сборники и отчеты

45. Патент: ПП-1242, Т. 2008г.
46. Ф.Ш. Умеров, «Современное состояние развития автомобильной промышленности Узбекистана», стр.127, статья, Республиканская научно-практическая конференция одарённой молодежи, ТАДИ,; 2010г.
47. Ф.Ш. Умеров, «Автоматически регулируемая система жидкости амортизатора», стр.155, статья, Республиканская научно-практическая конференция одарённой молодежи, ТАДИ,; 2010г.
48. Ф.Ш. Умеров, «Особенности диагностики мехатронных систем автомобилей», стр.10, статья, Республиканская научно-практическая конференция одарённой молодежи, ТАДИ,; 2011г.

Интернет сайты

49. <http://mosautolab.ru/index.php?module=training&pid=2>
50. http://systemsauto.ru/engine/variable_compression.html
51. http://grachev.distudy.ru/Uch_kurs/avtoelektrinДВС/J/J.htm
52. <http://awtoel.narod.ru/Dvig/indexDvMPFI.html>
53. <http://www.bizinvest.ru/biz1027148068.html>.
54. <http://www.motorhelp.ru/84-teoria-dvs-2.html>

