

Восточно-Казахстанский государственный технический университет
им. Д.Серикбаева

УДК 681.2

СОВЕТКАЛИЕВ ЕРЖАН ЖУМАГАЛИУЛЫ

Разработка прибора контроля циклового расхода топлива дизельного
автомобиля

специальность 6N0716 - Приборостроение

**Реферат диссертации на соискание академической степени
магистра технических наук по специальности приборостроение**

Научный руководитель:
кандидат технических наук, доцент ВКГТУ
Корнев В.А

Усть-Каменогорск 2010

ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение методы инструментальной диагностики находят во многих сферах, в том числе, и автомобильном транспорте. Учитывая бурный рост парка автомобилей, особенно в последнее время, поддержание технического состояния автомобилей на должном уровне превращается в одну из важнейших государственных проблем, так как низкая эксплуатационная надежность автомобиля приводит к повышению загрязнения окружающей среды, снижению экономичности и его социальной опасности для общества.

В связи с тем, что современный автомобиль представляет собой сложную систему, оценивать его техническое состояние субъективными методами в большинстве случаев не представляется возможным, что делает необходимым привлечение для этой цели математики, вычислительной техники и последних достижений в электронике и измерительной технике.

Для раннего обнаружения отказов и неисправностей агрегатов и систем автомобиля разработано достаточно много специальных методов и технических средств и продолжается их дальнейшее исследование и совершенствование. Учитывая коренные отличия, как в конструкции, так и протекании рабочих процессов карбюраторных и дизельных двигателей, методы и средства диагностирования дизельных автомобилей имеют свои принципиальные отличия. И в связи наблюдающейся тенденцией дизелезации парка автомобилей, проблема разработки эффективных средств диагностирования дизельных двигателей становится особенно актуальной.

Актуальность темы: До 70% отказов дизелей приходится на топливную аппаратуру высокого давления. Расчеты показывают, что дизель большегрузного автомобиля или трактора в современных условиях эксплуатации перерасходует в среднем в год 2-3 тонны топлива и увеличивает выброс в атмосферу вредных компонентов:

CO – на 100-150 кг,

CH – на 30-50 кг.

Исследования показали, что при регулярной диагностике и последующем оперативном ТО возможно существенно снизить топливные потери и продлить срок службы дизельного двигателя на 15-20%.

Решение данной проблемы является разработка метода диагностирования топливной аппаратуры дизельного двигателя, а также создание цифрового дизель-тестера на основе данного метода.

На кафедре ПиАТП проводятся работы по созданию прибора для диагностики карбюраторных и дизельных автомобильных двигателей. Это требует больших функциональных возможностей измерительной схемы, статистической обработки данных, поэтому для создания такого прибора необходимо применение контроллера. В данном диссертационном проекте

разрабатывается прибор для диагностики топливной аппаратуры только дизельных двигателей. Разработка такого прибора не требует применение контроллера, достаточно использовать микроконтроллер. Таким образом, в данном диссертационном проекте показана схема работы прибора для диагностики топливной аппаратуры дизельных двигателей с применением контроллера, а все дальнейшие разработки проводятся с применением микроконтроллера, что позволяет делать прибор переносным и существенно снижает его стоимость.

Цель работы: Разработка прибора контроля циклового расхода топлива дизельного автомобиля.

Задачи исследования:

- анализ загрязнения воздуха дизельного автомобиля;
- получение оптимальных характеристик и фаз впрыска на всех режимах работы ДВС.
- обеспечение идентичности закона подачи топлива во всех циклах и во все цилиндры двигателя.
- длительность работы топливной аппаратуры без изменения начальных регулировок и заметных износов.
- наименьшие масса, габариты, стоимость изготовления, удобство обслуживания, регулировки и ремонта.

Научная новизна работы:

- применение нового оборудования для измерений расхода топлива;

Апробация работы и публикации: Основные положения диссертационной работы обсуждались и получили одобрение, IX Республиканской научно - технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых ВКГТУ Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск (2009г.), заседаниях кафедры «Строительства зданий, сооружений и транспортных развязок» ВКГТУ им. Д. Серикбаева (2009-2010г.г.).

По теме диссертации опубликовано 2 печатные работы.

На защиту выносятся:

- применение нового оборудования для измерений расхода топлива;
- моделирование качества диагностирования при распределении случайной погрешности
- произвести диагностику по основным параметрам дизельного двигателя.

Структура и объем диссертации: Диссертация состоит из введения, 4 глав и заключения, которые изложены на 60 страницах компьютерного набора, иллюстрируется 15 рисунками и 7 таблицами, списка использованных источников из 19 наименований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Во введении отражено состояние и проблемы перерасхода топлива дизельного двигателя и необходимости внедрения нового прибора для повышения точности измерений расхода топлива.

В первой главе рассмотрено, влияние технического состояния дизельного двигателя на эксплуатационные показатели автомобиля. Отмечено, что первое место по числу отказов двигателей внутреннего сгорания (ДВС), на примере дизельного двигателя, составляет топливная аппаратура. Так, по данным НАТИ, число отказов форсунок тракторных и автомобильных дизелей в условиях рядовой эксплуатации в 4-9 раз превышает число отказов в условиях нормальной эксплуатации при соблюдении всех правил и норм технического обслуживания (ТО). По причинам неисправностей топливной аппаратуры, в первую очередь, дизели дымят, перерасходуют топливо, теряют пусковые свойства. В частности, из-за неисправностей только топливной аппаратуры автомобильный дизель объемом 2,5 – 3,0л «пережигает» за 10 тыс. км пробега 100-200кг топлива.

До 70% отказов дизелей приходится на топливную аппаратуру высокого давления. Расчеты показывают, что дизель большегрузного автомобиля или трактора в современных условиях эксплуатации перерасходует в среднем в год 2-3 тонны топлива и увеличивает выброс в атмосферу вредных компонентов:

СО – на 100-150 кг,

СН – на 30-50 кг.

Исследования показали, что при регулярной диагностике и последующем оперативном ТО возможно существенно снизить топливные потери и продлить срок службы дизельного двигателя на 15-20%.

А так же затронуты существующие методы диагностики технического состояния дизельного двигателя и его агрегатов. Где были рассмотрены разного вида преобразователи такие как: в качестве чувствительных элементов тензорезисторы в различных исполнениях. Тензорезистивный эффект применяется для измерения различных физических величин: веса, давления, механического напряжения и т.п. На основе тензорезистивного эффекта также изготавливаются датчики давления со встроенной мостовой схемой. Фоторезистивные датчики – это датчики, сопротивление которых изменяется в зависимости от освещенности датчика. В темноте такой датчик обладает высоким сопротивлением, а при падении света сопротивление уменьшается. Такой датчик обладает нелинейной характеристикой. Лазерный интерференционный измеритель перемещений Л-2. Его работа основана на стабилизированном по частоте гелий-неоновом лазере и микропроцессорном измерительном блоке с цифровой индикацией результатов. Диапазон измерения длины 10 метров, дискретность отсчета 0,1 микрометра, погрешность измерения 1 мк/м.

Методы и средства контроля расхода топлива дизельным двигателем. Где наибольшее распространение сейчас получают расходомеры с электронной системой отсчета, работающие по принципу определения мгновенного расхода топлива. Принцип действия расходомеров топлива непрерывного действия основан на преобразовании первичных механических и флуометрических сигналов в электрические импульсы. Весьма разнообразны и конструкции расходомеров топлива.

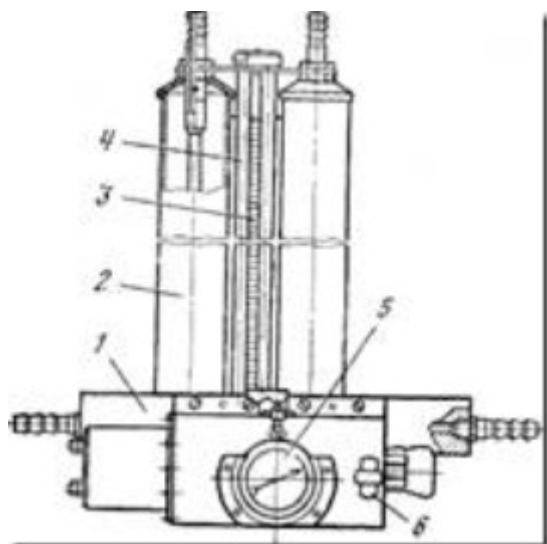


Рис. 1. Схема расходомера топлива НИИЛТ-Л012:

Применение расходомеров на авторемонтных предприятиях позволяет диагностировать двигатели по расходу топлива, определять маршрутные нормы расхода топлива для автобусов и т. д. благодаря этому АТП могут на 5—6 % снизить потребность в топливе.

Во второй главе рассмотрена методика теоретических исследований, где эффективность использования дизельных двигателей в большей мере определяется работоспособностью топливной аппаратуры, так как нарушения основных регулировочных параметров приводят к снижению мощностных и экономических показателей, вызывая значительные потери топлива при эксплуатации, а также уменьшают ресурс двигателя.

В диссертационном проекте разрабатывается прибор для диагностики топливной аппаратуры V-образного восьмицилиндрового дизельного двигателя на примере автомобиля КамАЗ.

На рисунке приводится амплитудно-фазовая диаграмма работы системы топливоподачи V-образного восьмицилиндрового двигателя. Для ее изучения рассмотрен впрыск топлива в каждый из восьми цилиндров с учетом порядка работы двигателя.

Измерение диагностических параметров топливоподачи дизельного двигателя осуществляется с помощью цифровых методов. Их преимущества заключаются в простоте разработки, широком выборе возможностей, повышенной точности, высокой скорости обработки данных, а также в сравнительно малых размерах. Для этих целей

используются микроконтроллеры, которые благодаря своему разнообразию, отличаются друг от друга различными функциями.

Измерение параметров диагностирования базируется на амплитудно-фазовом методе. Диагностирование производится путем измерения наиболее важных параметров состояния системы топливоподачи:

1. угла опережения впрыска топлива;
2. длительности впрыска;
3. максимального давления впрыска;
4. количества оборотов при минимальной (холостой ход) и максимальной частоте вращения коленчатого вала.

Реализация алгоритма вычисления диагностируемых параметров осуществляется в микроконтроллере, что дает возможность заменить технические решения программными, вывести результат на дисплей и накопить в памяти результаты измерений за несколько циклов работы двигателя. Это открывает возможность статистической обработки результатов контроля и использовать элементарные статистики, такие как среднее и среднее квадратическое отклонение в качестве диагностических индикаторов, что значительно повышает достоверность диагностирования.

Оценка и прогнозирование качества контроля цикловой подачи дизельного двигателя. Алгоритм измерения диагностических параметров написан применительно к микроконтроллеру AT90S8535.

Конечной целью мониторинга является возможность оптимального управления транспортно-эксплуатационным состоянием автомобильных дорог с выработкой стратегии по планированию и реализации мероприятий по их содержанию и ремонту.

Измерение цикловой подачи топлива по амплитудно-фазовой характеристика давления топлива в топливопроводе топливной аппаратуры аппаратуры автомобиля

Для углубленного диагностирования технического состояния топливной системы высокого давления используются параметры диаграммы впрыска топлива, представленной на рисунке 2.9. Осциллограмма впрыска топлива отображает состояние работы прецизионных деталей ТА – плунжерной пары, нагнетательного клапана, форсунки и т.д.

Большинство неисправностей форсунки, плунжерной пары и нагнетательного клапана существенно искажают форму осциллограмм впрыска, что позволяет выявить причину и характер неисправности [5].

Форма впрыска и количественные характеристики отдельных его амплитудно-фазовых параметров несут необходимую информацию о техническом состоянии топливного насоса высокого давления (ТНВД), форсунок и муфты опережения впрыска топлива. Периодически контролируя указанные параметры, можно с высокой точностью ставить диагноз о неисправностях ТА.

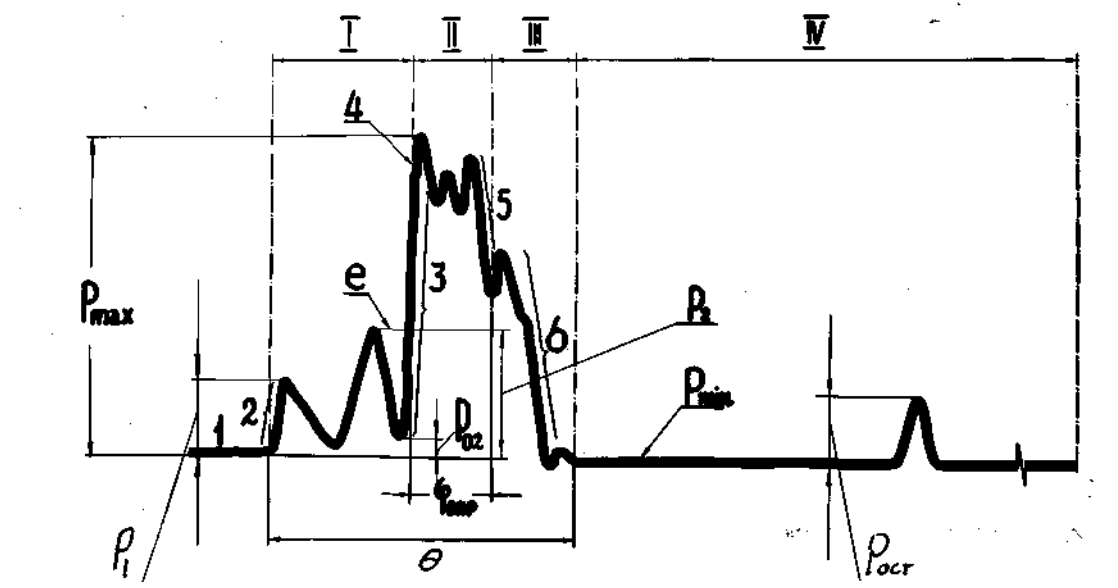


Рисунок 2.9 – Осциллограмма впрыска топлива

На осциллограмме впрыска может быть выделено четыре периода. Каждый из них несет информацию об особенностях работы прецизионных соприжений.

Метрологические аспекты контроля топливной аппаратуры. Основой для принятия решения о целесообразности дальнейшей эксплуатации автомобилей является информация о его техническом состоянии. Основным путем получения информации о техническом состоянии испытуемого объекта служит контроль, являющийся неотъемлемой частью процесса диагностирования. Цель контроля – получение информации о техническом состоянии объекта контроля, которая в настоящее время все более перемещается из области создания в область их оптимального использования. Решение этой проблемы неразрывно связано с необходимостью выработки обоснованного критерия качества использования средств контроля, т.е. критерия эффективности. Правильный выбор критерия эффективности систем контроля играет существенную роль в решении задачи их оптимального построения.

Моделирование качества диагностирования при распределении случайной погрешности измерений и диагностического параметра по нормальному закону, целью моделирования состояла в исследовании оценки влияния относительной случайной погрешности $X=S_2/S_1$, где S_1 – среднеквадратическое отклонение диагностического параметра; S_2 – среднеквадратическое отклонение случайной погрешности прибора.

В результате машинного моделирования была получена общая картина в виде графических иллюстраций влияния погрешности средств диагностирования при заданных допусках на диагностический параметр на вероятности необнаруженных и ложных отказов, а также достоверность контроля. Моделирование было реализовано на ЭВМ с использованием

пакета прикладных программ графической обработки результатов моделирования «Statistica».

В третьей главе был рассмотрен измеритель цикловой подачи топлива, который является составной частью дизель – тестера, структурно-функциональная схема приведена на рисунке 3.1.

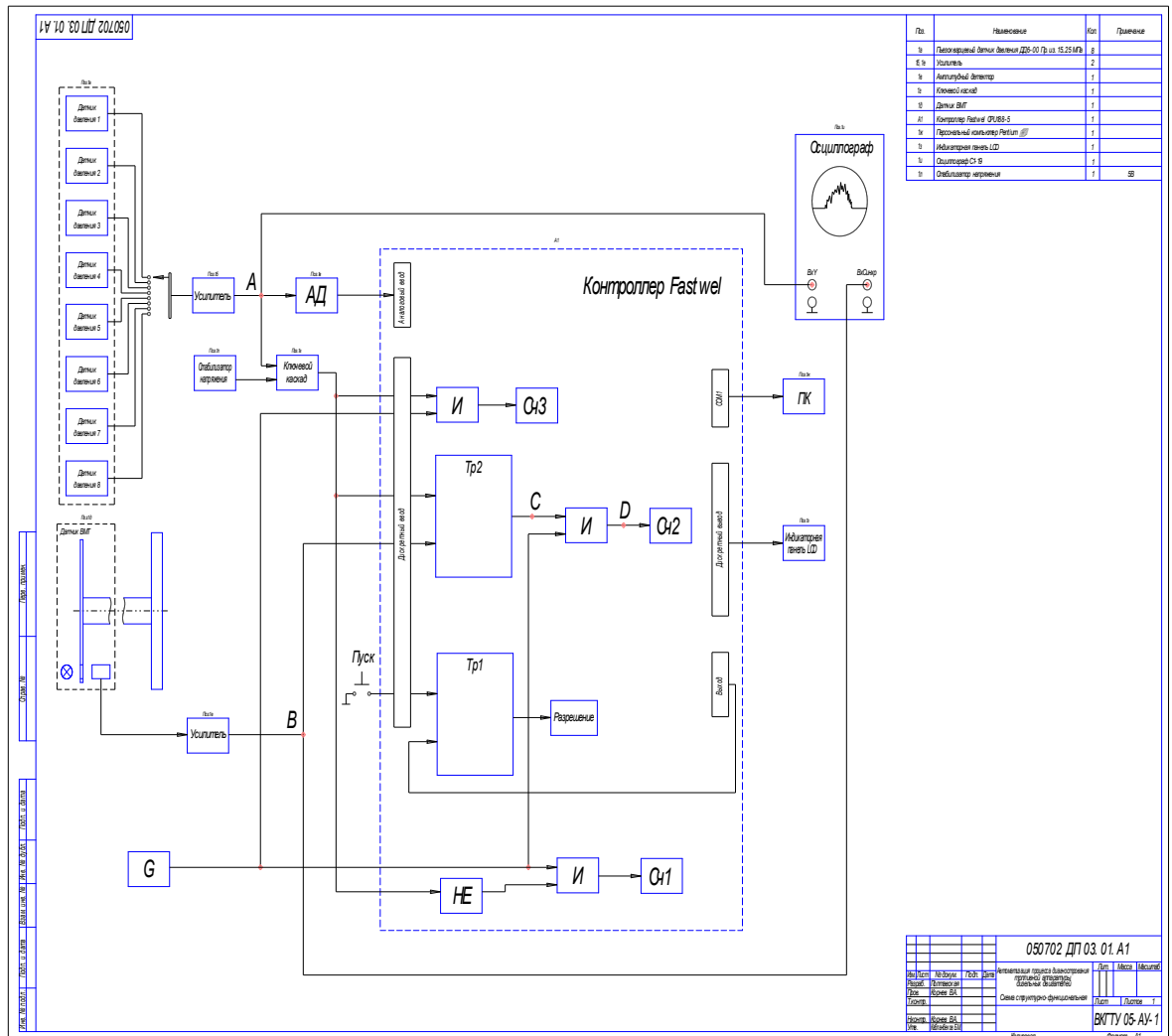


Рисунок 3.1 – Структурная модель дизель – тестера

Прибор располагает двумя датчиками: фотоэлектрическим датчиком синхронизации и датчиком давления в нагнетательной магистрали ТА.

Конструктивно датчик ВМТ (поз. 1д) состоит из диска с прорезями по числу цилиндров двигателя и осветителя с фотоприемником. Угол между прорезями на диске равен углу поворота коленчатого вала двигателя между ВМТ различных цилиндров в соответствии с порядком работы двигателя. Для восьмицилиндрового двигателя угол между прорезями на диске должен быть равен 90° . Таким образом, диск имеет 4 прорези, чтобы за 2 оборота коленчатого вала сигналы с датчика ВМТ поступили со всех восьми цилиндров. Диск с прорезями крепится на болт

шкива колеччатого вала при помощи цангового зажима и фиксируется, при установке датчика, в определенном положении.

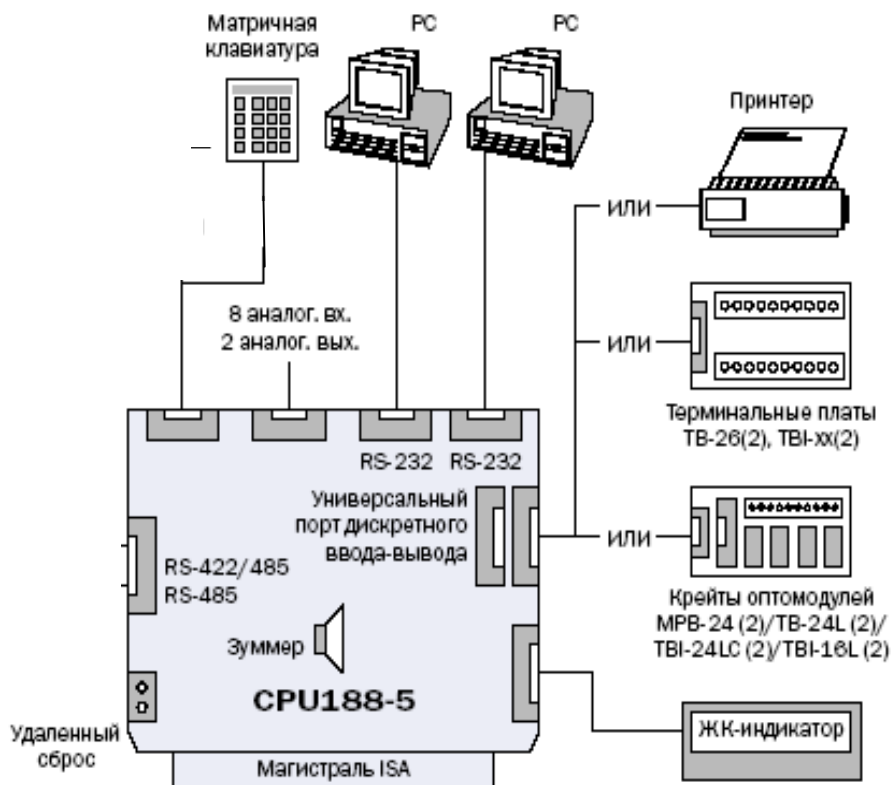


Рис.2

Навесные игольчатый и гладко вальцовый катки
а) вид сбоку; б) вид сзади

На передней панели располагаются 8 четырехразрядных семисегментных индикаторов для отображения информации с микроконтроллера, переключатель цилиндров и кнопка «Пуск».

На левой боковой панели прибора имеются 8 разъемов для подключения датчиков давления и разъем для подключения датчика ВМТ.

На задней панели прибора располагается разъем для подключения блока питания, разъемы для подключения к аккумулятору, разъем для подключения осциллографа и предохранитель.

Рекомендуется все электронные узлы прибора располагать на двух печатных платах: на плате, изготовленной из фторопласта, разместить следующие узлы электрической схемы прибора: усилительный блок, амплитудный детектор, ключевой каскад, стабилизатор напряжения, микроконтроллер и дешифратор; на стеклотекстолитовой плате разместить блок индикации. Платы связываются между собой с помощью монтажного провода 9983.

Оценка случайной погрешности прибора была проведена в режиме 600 об/мин по выборке 70 измерений и представлена на рисунке 3.3 в форме гистограммы. Аналитическая аппроксимация эмпирического распределения теоретическим, показала, что выдвинутая гипотеза о

теоретическом распределении по нормальному закону с параметрами среднего и среднеквадратического ($q_{cp} = 115 \text{ мм}^3/\text{цикл}$, $s=26.5 \text{ мм}^3/\text{цикл}$) не отвергается с доверительной вероятностью 0.95. Аналитическая аппроксимация нормального закона для распределения имеет следующий вид:

$$q = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \times 26.5} \exp \left[-\frac{(q-115)^2}{1404.5} \right] \quad (3.1)$$

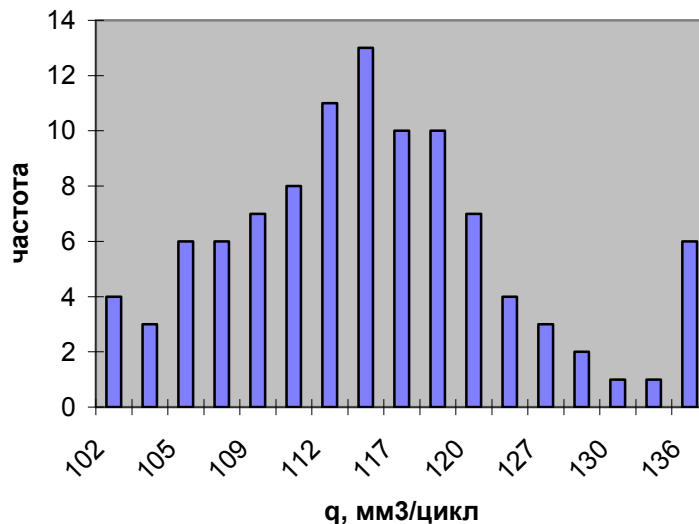


Рисунок 3.3 - Гистограмма эмпирического распределения показаний прибора

На основании результатов экспериментальных исследований, разработанных во втором разделе моделей оценки качества контроля и программных приложений, был проведен компьютерный эксперимент. Задача настоящего компьютерного эксперимента состоит в исследовании закономерностей изменения ошибок (рисков) контроля в функции статистических характеристик всех составляющих процесса измерения и принятия решения и разработки практических рекомендаций.

В четвертой главе Экономическая эффективность изготовления прибора. Использование прибора для диагностики топливной аппаратуры позволит выявить неисправности топливной аппаратуры, не снимая её с двигателя. Поэтому диагностирование уменьшит вероятность эксплуатации топливной аппаратуры с неисправностями и исключит неоп-

равданное снятие топливной аппаратуры и её разборку. Все это в конечном итоге увеличит долговечность и топливной аппаратуры, и двигателя в целом

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная в диссертационном исследовании имитационная модель позволяет количественно оценивать и прогнозировать ошибки контроля при заданных статистических параметрах процедур и элементов объекта и системы контроля.

По результатам экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы: в системе принятия решений в условиях неопределенности на примере технического обслуживания автомобилей с диагностированием, наибольшему влиянию подвержен риск ложного отказа. При значении погрешности средств измерения соизмеримой с величиной статистической вариации контролируемого параметра этот риск достигает 25%. При этом, влияние вариации нормативов несколько выше, чем влияние погрешности. Риск ложного отказа является риском автопредприятия. В количественной оценке риска клиента доминирующими факторами являются нормативы.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. «Экология автомобиля» о загрязнении атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей /Газета для деловых людей «Регион-press»/.
2. Статья о действии системы прибороконтроля за цикловым расходом топлива дизельных автомобилей /Газета для деловых людей «Регион-press» на странице «Автодрайв»/.

АННОТАЦИЯ

к магистерской диссертационной работе Советкалиева Ержана
Жумагалиулы

на тему: «Разработка прибора контроля циклового расхода топлива
дизельного автомобиля»

6N0716 – Приборостроение

В диссертационной работе обоснована актуальность проблемы загрязнения воздуха от выхлопа дизельного двигателя.

В проекте разработан прибор для диагностики топливной аппаратуры дизельных двигателей. Проведены работы по разработке структурно-функциональной, электрической схем дизель-тестера и внешнего вида прибора.

Разработанный дизель-тестер является компактным прибором с достаточно высокой точностью диагностирования, простым в использовании и недорогим в цене. Использование такого прибора позволяет существенно снизить расход топлива, что благоприятно отражается на состоянии окружающей среды, а также на финансовом состоянии владельца автомобиля.

SUMMARY

of the master's thesis by Sovetkalyev Yerzhan Zhumagaliuly on the subject:

“Development of the instrument control cyclic flow of diesel fuel car”

6N0716 – Instrument Engineering

This thesis justified the relevance of the problem of air pollution from diesel engine exhaust. The project developed a device for diagnosing the fuel equipment of diesel engines. The works on the development of structural and functional, electrical circuits diesel tester and the appearance of the instrument. Designed diesel tester is a compact instrument with a sufficiently high accuracy of diagnosis, easy to use and affordable in prices. Using such a device can significantly reduce fuel consumption, which favorably affects the environment, as well as the financial condition of the owner of the car.

«Дизель автокөлігін циклдық отын шығынының басқару аспабының өңдеуі» тақырыбына, Ержан Жумағалиұлы Советқалиевтың магистрлық диссертациялық жұмысына

АНДАТПА

6N0729- Аспаптар жасау

Диссертациялық жұмыста дизель қозғаушысының газ шығаруынан ауаның ластануының мәселесінің өзектілігі дәлелдеген.

Жобада дизель қозғаушыларының жанармай аппаратурасының диагностикасына арналған құрал жасалған. Құрылымдық-қызметті дизель тестердің электронды сызбанұсқасы және құралдың сыртқы пішіні бойынша жұмыстар жүргізілген. Жасалып шығарылған дизель-тестер диагностиканы нақты жасайтын, қарапайым түрде қолданылатын және бағасы да арзан болып табылады. Аталмыш құралды пайдалану жанар-жағармай шығынын азайтуға, сол арқылы қоршаған ортаны қорғауға,

сонымен қатар автокөлік иесінің қаржылық жағдайына да оңды әсерін тигізеді.