

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

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО ОРГАНИЗАЦИИ
ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
И РУКОВОДЯЩИХ КАДРОВ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

“АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ”

**направления
ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ**

Тошкент – 2016

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

**ГОЛОВНОЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПО
ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ И РУКОВОДЯЩИХ
КАДРОВ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
по модулю
«АВТОМАТИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ»**

**Разработали: д.т.н., доц. Абдуазимов А.Д
д.т.н., проф. Мухитдинов А.А**

Ташкент -2016

Данный учебно-методический комплекс разработан на основании учебного плана и программы утвержденного приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан № 137 от 6 апреля 2016 года.

Разработали: А.Д Абдуазимов - д.т.н., профессор кафедры
«Наземные транспортные системы» ТГТУ,
А.А Мухитдинов - д.т.н. профессор кафедры
«Автомобили» ТАЙИ

Рецензент: Technische Universität Berlin. PhD, Prof Arnold
Sternharz

Данный учебно-методический комплекс рекомендован к изданию Советом Ташкентского государственного технического университета (протокол № _____ от _____ 2016 года).

СОДЕРЖАНИЕ

I.	РАБОЧАЯ ПРОГРАММА.....	5
II.	ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ.....	12
III.	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	15
IV.	МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	90
V.	БАНК КЕЙСОВ	116
VI.	ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ.....	119
VII.	ГЛОССАРИЙ.....	120
VIII.	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124

I. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа включает в себя изучение теоретических и практических основ автоматизации транспортных средств (ТС), средства, методы, структуру, организацию и проведение занятий по автоматизации ТС, планирование и проведение занятий с учетом профиля слушателей по виду транспорта(автомобиль, трактор, с.х.машины и др. внедорожные ТС), а также задач по проведению научно-исследовательской работы в адаптивной физической культуре.

Цели и задачи учебного модуля

Целью изучения модуля является овладение системой знаний, практических умений и навыков, обеспечивающих совершенствование и подготовку к высокопрофессиональной деятельности, а также содействие формированию у слушателей профессиональных и общекультурных компетенций в комплексном применении автоматизации транспортных средств (ТС).

Задачи модуля - расширить объем знаний о традиционных и инновационных технологиях и методиках обоснования схем и параметров систем автоматизации ТС, разработки аппаратных средств и исполнительных устройств на основе передовых достижений в сферах электроники, микроэлектроники, цифровых технологий, электрогидравлики; развитие профессиональной компетентности слушателей как по материалам модуля «Автоматизация ТС», так по инновационным педагогическим технологиям; формирование у слушателей навыков по обеспечению интеграции науки, образования и производства при преподавании специальных дисциплин направления.

Требования, предъявляемые к знаниям, умениям, навыкам и компетенциям по модулю

Слушатель, в пределах задач модуля «Автоматизация транспортных средств» должен:

иметь представление и охарактеризовать:

- о динамике развития конструкций автомобилей и др.ТС, автомобильной промышленности в мире и в Узбекистане;
- классификацию автоматизации ТС, основные понятия автоматизации ТС и автоматических систем;
- основы теории автоматического управления и методики разработки автоматических систем ТС;
- структуру, особенности и средства современных систем автоматики ТС;
- методологию, последовательность разработки и проектирования систем автоматики ТС;

знать и уметь:

- диалектику формирования требований к конструкциям автомобилей, тракторов и внедорожных ТС;
- последние достижения и перспективы развития в области автоматизации ТС;
- внедрять в учебный процесс последние достижений, передовых идей и

технических решений в сфере автоматизации ТС;

- внедрять научное, материально-техническое, организационно-педагогическое обеспечение занятий;

-использовать информационно-коммуникационных технологии и глобальные обучающие программы и служб сетей Интернета;

владеть навыками:

-разработки презентационных материалов для лекционных и практических занятий;

-использования в лекционных и практических занятиях компьютерные информационно-коммуникационные технологий обучения;

-разработки и использования в учебном процессе электронной учебно-методической базы модуля «Автоматизации ТС»;

-разработки учебно-методических материалов по спецдисциплинам направления.

обладать компетенциями:

-разработки презентационных материалов для лекционных и практических занятий;

-использования в лекционных и практических занятиях компьютерные информационно-коммуникационные технологий обучения;

-разработки и использования в учебном процессе электронной учебно-методической базы модуля «Автоматизации ТС»

-разработки учебно-методических материалов по спецдисциплинам направления.

Рекомендации по организации и проведению модуля

При проведении обучения запланировано использование современных методов, педагогических и информационно-коммуникативных технологий:

–лекции запланировано проводить в форме презентаций с использованием современных компьютерных технологий;

–практические занятия запланировано проводить с помощью интерактивных методов (кейс-стади, деловые игры, интервью и др.)

Взаимосвязь учебного модуля с другими модулями

Модуль «Автоматизация транспортных средств» имеет тесную взаимосвязь с такими модулями учебного плана, таких как «Топливная экономичность и экологичность транспортных средств», «Транспортная логистика».

Место модуля в высшем образовании

Происходящие коренные изменения в системе образования, особенно научно-техническое развитие определяет роль модуля “Автоматизация транспортных средств” в системе высшего образования.

Организация эффективного и плодотворного образования путем создания новых инновационных технологий обучения дисциплин направления модуля “Автоматизация транспортных средств” и их применения в системе образования помогает системно увеличить качество образования. Отдельное внимание обосновывается формированием знаний, умений и навыков применения современных информационных технологий и

педагогических программных средств, информационно-коммуникационных технологий в процессе учебно-воспитательной деятельности.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ

№	Содержание модуля	Учебная нагрузка слушателя час.					
		Всего	Аудиторная нагрузка				Самобразование
			Итого	в том числе			
				Теоретич.	Практич.	Выездные занятия	
1.	Современные определения и термины автоматизации транспортных средств (ТС). Определения “автоматизация автомобильного транспорта” и “автоматические системы ТС”.	6	6	4	2		
2.	Системы автоматического управления двигателями транспортных средств.	6	6	4	2		
3.	Автоматизация трансмиссии ТС. Автоматизация коробки перемены передач, управления дифференциалом.	2	2	2			
4.	Системы активной и пассивной безопасности автомобилей. Антиблокировочные системы автомобилей.	4	2	2			2
5.	Бортовые информационные системы ТС.	4	4	2	2		
6.	Датчики, применяемые в автоматических системах ТС	2	2		2		
	Всего:	24	22	14	8		2

СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-тема. Современные определения и термины автоматизации транспортных средств (ТС). Определения “Автоматизация автомобильного транспорта” и “Автоматические системы ТС” (4 часа)

Краткая история развития автомобилестроения в Узбекистане. Значения автомобильного транспорта и автомобилестроения в развитии экономики Республики Узбекистан. Роль применения автоматизации ТС для повышения их эффективности.

Современные понятия и термины автоматизации. Понятие «Автоматизация автомобильного транспорта». Автомобиль как объект автоматизации при обеспечении его функционирования. Цели и задачи автоматизации автомобильного транспорта, его эффективность. Применение *Global positioning system (GPS)* и *Geographic information systems (GIS)* в управлении автомобилем и при определении места нахождения, их возможности, проблемы применения.

Понятие «Автоматические системы ТС». Особенности автомобилей, тракторов или машинно-тракторных агрегатов как объектов автоматизации. Автоматизация как средство повышения эксплуатационных и экологических показателей и показателей безопасности ТС.

Классификация, состав и последовательность создания современных систем автоматизации ТС. Тенденции развития бортовых электронных систем автомобилей.

2-тема. Системы автоматического управления двигателями транспортных средств(4 часа)

Тенденция развития - новейшие системы автомобильной бортовой автоматики управления двигателями, кардинально отличающихся от классических, чисто электронных систем.

Электронные системы управления бензиновым двигателем, схемы, принцип работы.

Системы непосредственного впрыска топлива в цилиндры дизельного двигателя. Система Bosch "Common Rail" (CR) для дизелей с непосредственным впрыском. Структурная схема системы управления впрыском топлива. Датчики, используемые в электронных системах управления двигателем(ЭСУД) - частоты вращения и положения коленчатого вала, расхода воздуха, температуры, детонации и др. Исполнительные устройства, применяемые в ЭСУД.

3-тема. Автоматизация трансмиссии ТС. Автоматизация коробки перемены передач. Управления дифференциалом (2 часа)

Автоматизация агрегатов трансмиссии ТС. Автоматизация ступенчатых, бесступенчатых и гидромеханических коробок перемены передач (КПП). Автоматическая коробка передач с электронным управлением. Системы управления дифференциалом, устройства и принцип работы системы автоматического управления дифференциалом(САУД).

4-тема. Системы активной и пассивной безопасности автомобилей. Антиблокировочные системы автомобилей (2 часа)

Системы активной безопасности автомобилей. Антиблокировочные тормозные системы(ABS). Система антипробуксировки ведущих колес(ASR, TRC). Системы пассивной безопасности автомобиля. Система подушек безопасности. Система натяжения ремней безопасности. Схемы и принцип работы.

5-тема. Бортовые информационные системы транспортных средств (2 часа)

Бортовая информационно-диагностическая система, как составная часть современного автомобиля, обеспечивающая сбор, обработку, хранения и отображения информации о режиме движения и техническом состоянии ТС, а также окружающих его внешних факторах. Система "водитель-автомобиль-дорога-среда". Блок-схемы информационной системы водителя. Контрольно-измерительная панель приборов. Бортовой компьютер и бортовая система контроля.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

На практических занятиях у слушателей закрепляются изученные теоретические основы автоматизации ТС, решаются практические задачи по изучению схем и принципа работы систем автоматизации автомобилей и др. ТС, по исследованию и снятию характеристик датчиков АС. Полученные знания и навыки подкрепляются по учебникам и учебным пособиям, лекционным материалам, научным статьям и тезисам, раздаточным материалом.

1 - практическое занятие.

Обозначения электронных систем устанавливаемых на автомобилях

В учебной, технической и справочной литературе широко используются сокращенные обозначения электронных систем устанавливаемых на автомобилях и др. видах ТС в основном в виде

аббревиатуры наименования систем на английском языке. Целью работы является изучение видов и сокращенные обозначения электронных систем, устанавливаемых на ТС. Слушателям предлагается изучить все виды и сокращенные обозначения электронных систем и более подробно по конкретным источникам не менее 5 систем с заполнением таблицы приложенной к описанию практической работы.

2 -практическое занятие.

Изучение оборудования и приборов для проведения лабораторно-практических работ по изучению электрического и электронного оборудования автомобилей и тракторов

Целью работы является - углубить и закрепить теоретические знания по устройству и работе оборудования и приборов для лабораторных исследований, диагностики, проверки, регулировки и испытания электрического и электронного оборудования автомобилей и тракторов, в частности, тестеров, осциллографов, мультиметров и др. Слушателям предлагается изучить устройство и работу вышеуказанных оборудований и приборов и приобрести практические навыки по работе на них.

3 - практическое занятие.

Датчики частоты вращения коленчатого вала двигателя

Одним наиболее широко исполползуемых датчиков в системах автоматике ТС, являются датчики частоты вращения. На современных автотранспортных средствах наибольшее распространение получили бесконтактные датчики частоты вращения - индукционные, основанные на эффекте Холла и оптические датчики. Целью работы является изучение устройства, работу и особенности датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала. Слушателям предлагается изучить устройство и работу датчиков частоты вращения вала по рекомендуемой литературе и по образцам датчиков положения коленчатого вала, проверит их исправность измерением сопротивления катушки датчика с помощью омметра.

4 - практическое занятие.

Датчики температуры охлаждающей жидкости и воздуха во впускном трубопроводе

Датчики температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) и воздуха во впускном трубопроводе являются неотъемлемой частью микропроцессорной электронной системы управления двигателем (ЭСУД). На всех автомобилях, оснащённых микропроцессорной системой зажигания, установлены одинаковые терморезисторные датчики с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления. В работе пользуясь изложенной методикой и технической литературой, образцами датчиков температуры определяются их характеристики, результаты заносятся в таблицу.

Форма обучения

Форма обучения отражает такие внешние стороны учебного процесса, как способ его существования: порядок и режим; способ организации обучения: лекция, семинар, самостоятельная работа и пр; способ организации совместной деятельности обучающего и обучающихся: фронтальная, коллективная, групповая, индивидуальная.

При обучении важным является выбор формы организации учебной деятельности участников:

- Коллективная – коллективное, совместное выполнение общего учебного задания всеми студентами. Характер полученного результата: итог коллективного творчества.

- Групповая – совместное выполнение единого задания в малых группах. Характер полученного результата: итог группового сотрудничества на основе вклада каждого.

- Индивидуальная – индивидуальное выполнение учебного задания. Характер полученного результата: итог индивидуального творчества. Обычно предшествует групповой работе.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

	Критерии оценки	Балл	Максимальный балл
1	Кейс	1,5 балл	2,5
2	Самостоятельная работа	1,0 балл	

II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ

Метод "Мозговой штурм"

Мозговой штурм (брейнсторминг - мозговая атака) – метод коллективной генерации идеи решения научной или практической задачи.

Во время мозгового штурма участники стремятся совместно решить сложную проблему: высказывают свое мнение по решению задачи (генерируют), отбирают наиболее соответствующие, эффективные и оптимальные идеи без критики остальных вариантов, обсуждают отобранные идеи и развивают их, а также оцениваются возможности их обоснования или опровержения.

Основная цель мозговых атак – активизация учебной деятельности, самостоятельное изучение проблемы и развитие мотивации его решения, культура общения, формирование коммуникативных навыков, избавление от инерции мышления и преодоление привычного хода мышления при решении творческой задачи.

- **Прямой коллективный мозговой штурм** – обеспечивает сбор максимального числа мнений насколько это возможно. Вся группа исследования (не более 20 человек) занимается решением одной проблемы.

- **Массовый мозговой штурм** – дает возможность резко повысить эффективность генерации идей в большой аудитории, разделенной на микрогруппы.

- В каждой группе решается один из аспектов проблемы.

Разработка метода «Мозговой штурм»:

1. Слушителям предлагается методом "мозговой штурм" решить проблему выбора бесконтактного датчика для измерения высоты расположения уборочного аппарата хлопкоуборочной машины (ХУМ) относительно поверхности грядки.

Современных ХУМ применяются механические датчики в виде копирующих полозовидных щупов, дисков, колес, имеющих ряд недостатков существенную массу, инерционность, зависимость от свойств почвы и состояния растений и др. снижающих и показатели назначения качества работы. По этой причине в хозяйственных условиях зачастую отключают автоматически режим регулировки высоты уборочного аппарата.

Необходимо на основе подробного обзора и анализа конструкций бесконтактных датчиков расстояния и зазоров выбрать рациональную конструкцию датчика для применения в системе автоматического регулирования высоты уборочного аппарата.

2. Слушителям предлагается методом "Мозговой штурм" решить проблему выбора бесконтактного датчика для измерения частоты вращения шпинделя вертикально-шпиндельной ХУМ, имеющую клиноременный привод и совершающий реверсирующее вращательное движение.

3. Слушителям предлагается методом "Мозговой штурм" решить проблему выбора бесконтактного датчика для автоматического вождения хлопководческого машинно-тракторного агрегата при возделывании и уборке урожая хлопчатника (трактор+культиватор,...+хлопкоуборочная машина)

ТАБЛИЦА З/Х/У

ТАБЛИЦА З/Х/У – Знаем / Хотим узнать/Узнали. Позволяет провести исследовательскую работу по тексту, теме, разделу.

- Развивает системное мышление, навыки анализа, структурирования.

Знакомятся с правилами составления таблицы. Индивидуально/ в парах оформляют таблицу.

Отвечают на вопросы: «Что вы уже знаете по данной теме?» и «Что вы хотите узнать?» (Создается ориентировочная основа для дальнейшей работы). Заполняют 1-ю и 2-ю колонки таблицы.

Самостоятельно читают, слушают лекцию.

Заполняют 3-ю колонку таблицы самостоятельно/в парах.

Таблица З/Х/У

Знаем	Хотим узнать	Узнали

Применения метода Таблица З/Х/У к теме:

Знаем	Хотим узнать	Узнали
Система автоматизации и контроля проезда	Автоматизация логистики	Автоматизация логистики
Автоматический контроль	Системы автоматизации машин для топоориентированных технологий	Системы автоматизации машин для топоориентированных технологий
Системы автоматической сигнализации	Автоматическое управление	Автоматическое управление
Контрольно-измерительные системы	Оптимизация	Оптимизация
Регулирование	Автоматическое регулирование	Автоматическое регулирование
Логическое управление	Манипулирование	Манипулирование

III. ТЕОРЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛЫ

1-тема. Современные определения и термины автоматизации транспортных средств(ТС). Определение “Автоматизация автомобильного транспорта”

План:

1. Введение. Роль и значение автомобильного транспорта и автомобилестроения в экономике Республики Узбекистан.
2. Современные определения и термины автоматизации. Определение “автоматизация автомобильного транспорта“. Системы автоматизации машин для топоориентированных GPS-технологий.
3. Определение “автоматические системы транспортных средств“. Тенденция развития автоматических систем и устройств ТС.
4. Особенности автомобилей, тракторов или машинно-тракторных агрегатов как объектов автоматизации. Последовательность разработки систем автоматики ТС.

Ключевые слова: транспортные средства, автомобиль, автомобильный транспорт, автоматизация, автоматическая система, трактор, объект управления, бортовые электронные системы, датчики, контроллеры, микропроцессоры

1.1 Этапы развития автомобильной промышленности Узбекистана

После приобретения независимости для удовлетворения потребности отраслей экономики на доставку сырья, различных готовых товаров и пассажиров к местам назначения шел по пути организации собственной автомобильной промышленности. Для выполнения этого грандиозного плана потребовалось в кратчайшие сроки организовать выпуск легковых и грузовых автомобилей различных классов и автобусов. Реализация плана иллюстрирует рисунок 1.1.

Автомобильная промышленность Республики Узбекистан в своем развитии прошла три основных этапа:

Первый этап – зарождение и становление отрасли происходило с 1994 по 1999 гг., с момента начала строительства Асакинского автомобильного завода и начала организации производства легковых пассажирских автомобилей. В этот период происходило поэтапное наращивание объемов производства преимущественно в виде сборочного процесса.

Одновременно формировалась сеть продаж отечественных автомобилей на российском рынке в виде специализированных дилерских компаний и их представительств. В 1998 году «Узавтосаноат» стала членом Международной организации автомобилестроителей (OICA), что означало признание качества узбекских автомобилей.

На этом этапе было организовано также производство автобусов средней вместимости в г.Самарканде совместно с турецкой фирмой «Коч».

Несмотря на объективные сложности начального этапа организации производства, наибольшие трудности отрасль испытала на **втором этапе** – в 2000-2004 гг., когда на внешнем спросе на узбекские автомобили сказались не только последствия российского дефолта августа 1998 года (с резкой девальвацией российского рубля и удорожанием импорта), но и банкротство узбекского партнера – зарубежного соучредителя – компании «ДЭУ». Более того, к этому периоду узбекский завод накопил большие валютные задолженности перед корейскими банками, финансировавшими при посредничестве материнской корейской компании поставки комплектующих, в том числе, как выяснилось впоследствии, из-за искусственного завышения цен на них.

На этом этапе развитие отрасли практически приостановилось, объем продаж резко упал и вплоть до 2004 года находился на низком уровне, не превышавшем 34-40 тысяч легковых автомобилей в год.

В этот же период большие сложности испытывал Самаркандский завод в связи с невыполнением турецкого партнера своих обязательств, прежде всего, по экспортным поставкам продукции. При этом качество производимых автобусов было настолько низким, что они с большим трудом размещались даже на внутреннем рынке.

Урегулирование ситуации с внешней задолженностью Асакинского завода в 2004 году позволило привлечь нового зарубежного партнера в организацию совместного производства легковых автомобилей. 21 февраля 2008 года на базе Асакинского автомобильного завода было основано новое совместное предприятие – «GM Uzbekistan».

Его учредителем вместе с АК «Узавтосаноат» выступила корпорация «General Motors», с которой удалось договориться о среднесрочной стратегии развития Асакинского завода, включая передачу производства автомобилей нового модельного ряда.

Отрасль получила от государства беспрецедентные налоговые и таможенные льготы, возможность беспрепятственной конвертации для закупки необходимых комплектующих, а также возможность формировать собственный Фонд развития за счет акцизного налога, не вовлекаемого в государственный бюджет, а направляемого для расширения основного и локализуемых производств.

В этот же период были урегулированы отношения с турецким партнером по Самаркандскому заводу, который для избежания нежелательной для него процедуры банкротства, добровольно вышел из состава учредителей этого предприятия. Это позволило привлечь к совместному производству на этом предприятии японскую компанию «Исудзу» в сотрудничестве с «Иточу», которые не только вошли в уставный фонд, но и предоставили свою технологию и бренд производимым автобусам и грузовым автомобилям средней грузоподъемности.

Третий этап развития – период с 2004 по 2011 год, когда произошло резкое наращивание производства автомобилей всех марок, увеличение мощностей Асакинского завода со 140 до 225 тысяч автомобилей. Этот этап характеризуется глубокими *качественными изменениями* – расширением

модельного ряда автомобилей и быстрым углублением уровня локализации, вплоть до отечественного производства двигателей. Одновременно быстро растет экспорт автомобилей, особенно в последние годы указанного периода (за исключением период 2008-2009 гг., связанного с глобальным финансово-экономическим кризисом). С точки зрения базы для разработки долгосрочной стратегии основной интерес представляет именно нынешний этап развития автомобилестроения.

В современном этапе отрасль осуществляет производство автомобилей для нужд экономики в основных сегментах автомобилестроения – легковые пассажирские автомобили, грузовые автомобили средней и большой грузоподъемности, автобусы средней пассажировместимости. Расширяются работы по локализации автомобильных компонентов и материалов, освоению производства надстроек и прицепной техники. Создается база для ведения научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ.

В 2012 году в г. Ташкенте запущен совместное предприятие «JV GM Power train - Uzbekistan» по производству ежегодно до 360 тыс. автомобильных двигателей рабочим объемом 1,2 и 1,5 л для внутреннего и внешнего потребления.

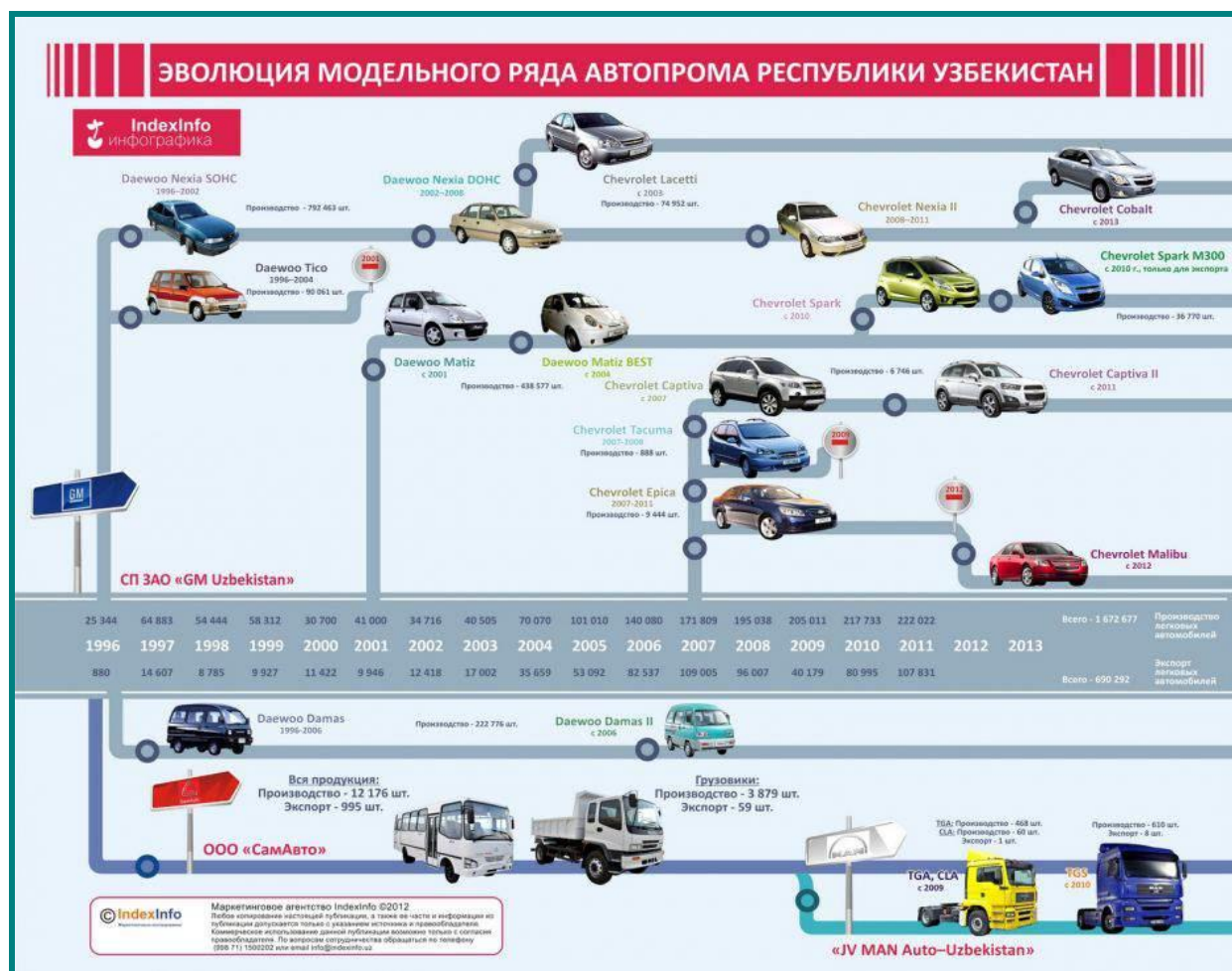


Рис.1.1.Этапы развитие автопрома Узбекистана и эволюция модельного ряда продукции

В настоящее время в состав АК «Узавтосаноат» входит три завода по производству автомобилей и один завод по производству автомобильных двигателей:

1. «GM Uzbekistan» Асакинский завод по выпуску легковых автомобилей.

2. «СамАвто»-Самаркандский завод по выпуску автобусов и грузовых автомобилей среднего класса.

3. «JV MAN Auto- Uzbekistan» расположен на территории Жамбайского района Самаркандской области, где производится сборка грузовых автомобилей тяжелого класса.

4. «JV GM Power train - Uzbekistan» г. Ташкент -производство автомобильных двигателей.

Кроме них в составе АК успешно функционируют еще 27 крупных и средних предприятий производящих комплектующие для головных заводов.

1.2 Современные определения и термины автоматизации.

Автоматизация автомобильного транспорта. Системы автоматизации машин для топоориен-тированных GPS-технологий

Определение “автоматизация автомобильного транспорта” [здесь автомобильный транспорт как объект управления в организации назначения автомобиля], цель автоматизации автомобильного транспорта, виды эффективности автомобиля: проектная, технологическая, конструктивная, уровень реализации потенциала конструкции, эксплуатационная и др., назначение GPS, GPRS, возможности их и проблемы внедрения на сегодня, обзор измеряемых параметров для мониторинга технического состояния автомобиля и др

Автоматизация транспорта сегодня развивается по нескольким направлениям.

Усложнение задач, выполняемых машинами и механизмами и возрастающие требования потребителей к электронному оснащению транспорта, приводят к развитию технических решений, обеспечивающих лучшую управляемость транспортного средства (оснащение бортовыми компьютерами, системами навигации и др.).

Развитие получили транспортные справочно-информационные системы. Такие системы ориентированы на клиентов транспортных компаний и позволяют им в режиме реального времени получать информацию о расписании, маршрутах, стоимости услуг, наличии свободных мест и т.д. Существуют и информационно-справочные системы, предназначенные для организации обмена информацией между участниками рынка грузоперевозок: грузовладельцами, перевозчиками, экспедиторами и т.п. В таких системах ежедневно размещается информация о грузах и свободных (попутных) машинах. Информация сразу становится доступной всем пользователям. Подобрал подходящий груз (или машину), пользователь системы связывается напрямую с фирмой, предоставившей информацию, и договаривается о перевозке.

Активно разрабатываются корпоративные информационные системы, ориентированные на повышение эффективности управления транспортным предприятием. При этом большое внимание уделяется контролю над продвижением грузов, оптимизации перевозок, организации расписаний и т. п.

Автоматизированные системы широко используются для контроля проезда, выполнения диспетчерских и экспедиторских функций.

Автотранспорт

Комплексной подход к автоматизации автотранспорта - это, прежде всего, автоматизированный учет деятельности автопредприятий (автобаз, автобусных и троллейбусных парков), а также... »

Логистика

Основные задачи транспортной логистики могут быть сформулированы как:

- выбор типа транспортных средств;
- совместное планирование транспортного процесса со складским и... »

Система автоматизации и контроля проезда

Системы автоматизации контроля проезда предназначены для использования на предприятиях, автобазах, складских, товарных, продуктовых и др. базах для учета парка собственного... »

ГИС (*geographic information systems (GIS)*) в транспорте

Среди разнообразного программного обеспечения, разработанного с использованием ГИС-технологий, интерес (в контексте автоматизации транспорта) могут представлять следующие... »

Авто GPS (*global positioning system*)

Сегодня GPS - приемники широко используются в навигационных и диспетчерских системах, бортовых устройствах, работающих по принципу «черного ящика», автомобильных охранных системах и автосигнализациях, средствах индивидуальной защиты и навигации. Если навигационный прибор для автолюбителя пока еще остается предметом роскоши (по данным журнала «Клуб 12 вольт» 42% опрошенных не пользуются GPS навигацией по причине ее высокой стоимости), то система контроля местоположения транспортных средств является неременным атрибутом прогрессивного автотранспортного предприятия.

Развитие глобальной системы позиционирования, или GPS, началось в 1973 году¹ под руководством полковника ВВС США Брэдфорда Паркинсона (Parkinson)а. Система все еще эксплуатируется и поддерживается американскими военными для использования в военных целях, но также доступен для использования в гражданских целях. Система включает в себя 24 спутника, которые вращаются вокруг Земли на высоте более 11000 миль, в шести орбитальных плоскостях расстоянии 60 ° друг от друга. Это созвездие позво-

¹) Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 – p. 125 .

ляет приемнику GPS, чтобы получить доступ от пяти до восьми спутников из любой точки на земле, в любое время.

Распределения величины ошибки при определении позиции объекта посредством GPS имеет тенденцию подчинения нормальному закону, описываемой выражением:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\left[\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]}$$

где x - величина ошибки позиционирования GPS;

$P(x)$ - вероятность ошибки;

μ - среднее значение распределения ошибки;

σ – стандарт(с.к.о.) распределения ошибки².

Аппаратно-программный комплекс *AVACCO Экспедитор*, основанный на использования GPS-технологий, ориентирован на те автопредприятия, руководители которых стремятся получать точную информацию об эксплуатации парка транспортных средств (маршрутах, скорости движения по каждому маршруту, времени простоя, расходовании ГСМ), выявлять дисциплинарные нарушения водителей. Комплекс является оптимальным по соотношению цена - функциональные возможности - качество. *AVACCO Экспедитор* состоит из прибора спутниковой навигации (GPS-приемника) и программного обеспечения, устанавливаемого на ПК в диспетчерском пункте.

В комплект поставки входят (рис.1.2):

1. GPS приемник.
2. Интерфейсный провод для соединения GPS приемника с компьютером через COM порт и кабель для подключения питания.
3. Блок питания.
4. GPS антенна.

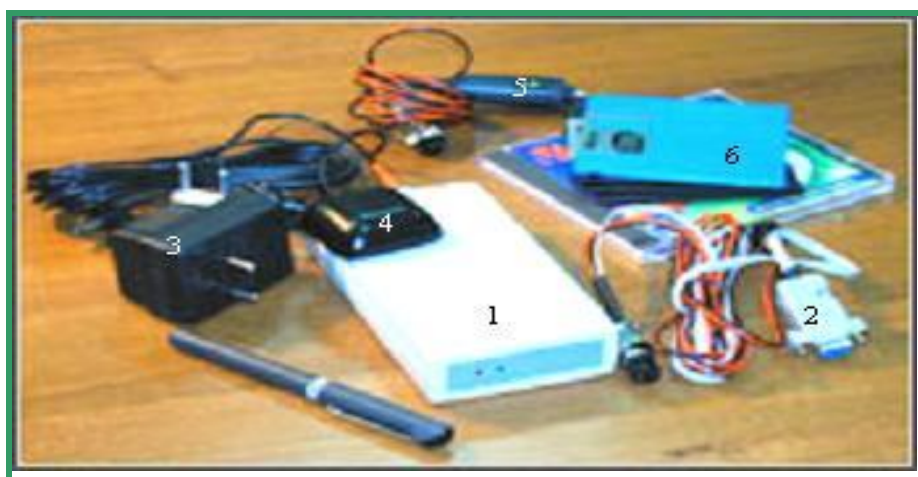


Рис.1.2 Комплект приборов аппаратно-программный комплекс AVACCO экспедитор

²) Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 – p. 126 .

5. Интерфейсный провод для подключения GPS приемника к транспортному средству через гнездо прикуривателя.

6. Программное обеспечение для установки на компьютер (возможна поставка на дискетах и CD)

Отличительными особенностями представленного GPS - приемника являются: легкость установки, надежность, высокие технические характеристики (точность определения местоположения ТС, нетребовательность к условиям эксплуатации, ударопрочный корпус, энергонезависимость, возможность регистрировать состояние бортовой электросети).

Комплексной подход к автоматизации автотранспорта - это, прежде всего, автоматизированный учет деятельности автопредприятий (автобаз, автобусных и троллейбусных парков), а также автоподразделений в составе организаций. Внедренная на автотранспортном предприятии информационная система должна позволять учитывать нормативный и фактический расход горючего, пробег автотранспорта, количество перевезенных грузов, объем транспортных услуг в часах и тыс. км., а также формировать необходимые первичные документы (путевые листы, ведомости начисления заработной платы).

Представленные на рынке специализированные информационные системы, ориентированные на автотранспортные предприятия, как правило, выполняют следующие функции:

- Учет путевых листов различных типов.
- Расчет нормативного и фактического расхода топлива.
- Расчет пробега, грузооборота, времени в наряде и простое.
- Расчет начислений по заработной плате водителя с учетом времени работы водителя, пробега автомобиля и классности водителя.
- Одновременный учет горючего, приобретенного различными способами: купленного за наличные, полученного по талонам, приобретенного по картам безналичной оплаты, выданного со склада предприятия, полученного у стороннего поставщика.
- Учет технического обслуживания и ремонта транспортных средств.
- Учет номерных запчастей и агрегатов.
- Учет заявок на транспортные средства.
- Учет предоставляемых услуг и работ по заказам.
- Начисление износа транспортных средств и агрегатов.
- Управленческие отчеты: по работе автомобилей, по движению ГСМ, по услугам, статистическая отчетность.

Автоматизация логистики

Основные задачи транспортной логистики могут быть сформулированы как:

- Выбор типа транспортных средств,
- Совместное планирование транспортного процесса со складским и производственным процессами,
- Совместное планирование транспортных процессов на различных видах транспорта (в случае смешанных перевозок),

- Обеспечение технологического единства транспортно-складского процесса,
- Определение рациональных маршрутов доставки.

Для того чтобы реализовать фундаментальный принцип логистики - доставку грузов «точно в срок», добиться высокой эффективности логистической системы, должен быть разработан и осуществлен единый технологический процесс всей производственно-транспортной системы на основе интеграции производства, транспорта и потребления. В данном случае наиболее эффективной (с точки зрения снижения затрат) технологией управления является SCM-технология (Supply Chain Management -управление цепочками поставок)³. SCM - это процесс планирования, исполнения и контроля потока сырья, материалов, готовой продукции, сервиса и связанной информации на всех этапах (включая импорт, экспорт, внутренние и внешние перемещения). Снижение затрат повышает эффективность бизнеса. Анализ поставок и дальнейшая корректировка маршрутов повышают качество обслуживания клиентов. На сегодняшний день, информационные системы класса SCM являются наиболее перспективными при решении задачи автоматизации логистики. Для решения задач транспортной логистики в состав SCM-систем должны входить следующие подсистемы:

1.Подсистема управления логистикой и оптимизации транспортных операций предназначена для расчета стоимости перевозки различным транспортом, учета таможенных затрат и данных о погрузочно-разгрузочных работах, отслеживания сроков перевозок. Одна из задач подсистемы - оперативно предоставлять информацию о месте нахождения товара и сроках его доставки.

2.Подсистема определения местонахождения звеньев цепочки поставок предназначена для разработки и оптимизации транспортных маршрутов, а также для планирования территориального расположения производственного цеха, производственных складов и складов готовой продукции. Подсистема обычно использует специальный геоинформационный пакет.

Система автоматизации и контроля проезда

Системы автоматизации контроля проезда предназначены для использования на предприятиях, автобазах, складских, товарных, продуктовых и др. базах для учета парка собственного автотранспорта, для автоматического учета времени въезда/выезда собственного транспорта, а также транспорта поставщиков и потребителей.

В зависимости от арсенала использованных технических средств системы контроля проезда могут использовать видеонаблюдение или «электронные ключи».

При использовании видеонаблюдения специальный модуль автоматически считывает номер проезжающего через КПП автомобиля,

³).Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE,2006 –p.241-243.

номер фиксируется в архиве событий с привязкой к соответствующей видеозаписи и указанием направления проезда (въезд-выезд).

"Электронный ключ" - это пластиковая карточка с содержащимся в ней индивидуальным кодом, которую получает каждый сотрудник или посетитель предприятия. «Электронные ключи» выдаются при регистрации владельца в системе. При этом сведения об автотранспорте и о владельце заносятся в персональную «электронную карточку». Персональная «электронная карточка» владельца и код его «электронного ключа» связываются друг с другом и заносятся в специально организованные компьютерные базы данных. В системе каждому коду поставлена в соответствие информация о правах въезда на территорию владельца карточки. На основе сопоставления этой информации и ситуации, при которой была предъявлена карточка, система принимает решение: контроллер открывает или блокирует шлагбаум или автоматические ворота, включает сигнал тревоги и т.д. Все факты предъявления карточек и связанные с ними действия (въезды, выезды, тревоги и т.д.) фиксируются в контроллере, автоматически заносятся в журнал событий, связанных с проездом через ворота или шлагбаум и сохраняются в компьютере.

Системы контроля оплаты проезда на железных дорогах, в метрополитене и др. используют автоматические турникеты для пропуска пассажиров.

Системы «автоматического контроля дорожного движения» предназначены для наблюдения за нарушениями правил дорожного движения без физического присутствия сотрудника ГИБДД на месте наблюдения. Регистрируются и что транспортное средство/водитель автоматическими средствами идентифицируются.

ГИС программы

Среди разнообразного программного обеспечения, разработанного с использованием геоспециальной информационной системы(ГИС)-технологий, интерес (в контексте автоматизации транспорта) могут представлять следующие решения:

- Навигационные ГИС,
- Диспетчерские ГИС,
- Специализированные ГИС для решения задач логистики.

Навигационные ГИС требуют использования специального навигационного оборудования (GPS-приемника), позволяющего определить местоположение транспортного средства. В сельхозмашинах ГИС (GIS) системы используется так же для для получения, хранения и анализа данных условий работы машины - конкретного поля на основе составленных карт урожая поля по съемкам посредством GPS. Поэтому их еще называют FIS (Field Information System) системами⁴.

Навигационные ГИС обычно выполняют следующие функции:

⁵ Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.130

- отображает электронную карту города в различных масштабах;
- предоставляет справочную информацию об имеющихся на карте объектах,
- осуществляют поиск нужного объекта,
- вырабатывают кратчайший маршрут движения на автомобиле (возможно с учетом информации ГИБДД)
- просмотр маршрута на карте,
- отображение текущего местоположения транспортного средства, оснащенного навигационным оборудованием, отслеживание его движения.

Диспетчерские ГИС предназначаются для автоматизации рабочего места диспетчера и прежде всего позволяют:

- контролировать в режиме реального времени фактическое перемещение транспортных средств, оснащенных навигационным оборудованием,
- планировать оптимальные маршруты передвижения транспортных средств;
- проводить анализ и накапливать статистику использования транспортных средств.

ГИС, предназначенные для решения задач транспортной логистики, наглядно представляют на электронных картах размещение клиентов и позволяют оптимизировать грузотранспортные потоки при доставке заказов (товаров, грузов и услуг). Современные системы данного класса позволяют:

- Подключать любые базы и источники данных к картам. Проводить пространственные сортировки и разметки данных по произвольным зонам.
- Решать задачи оптимизации грузовых и транспортных потоков и использования транспорта при доставке товаров, грузов и услуг, калькулировать маршруты по различным алгоритмам.
- Вести учет организации дорожного движения, грузоподъемности и вместимости транспорта, ограничений по проходимости на участках улиц и дорог.
- Формировать произвольные отчеты.

Экспедирование

Автоматизация экспедирования возможна при оснащении сотрудников (экспедиторов) специальным электронным оборудованием. В качестве такого оборудования могут быть использованы, например, беспроводные терминалы сбора данных (БТСД). БТСД представляет собой миниатюрный компьютер с интегрированным сканером штрих-кода и беспроводным адаптером. Сканер считывает штрих-код и пересылает информацию в терминал. Дальнейшие операции по обработке информации определяются программным обеспечением, запущенным на терминале. С помощью клавиатуры, размещенной на терминале, можно вводить дополнительную информацию.

Основное преимущество БТСД заключается в возможности беспроводного обмена данными между терминалами и центральной базой данных из любой точки зоны обслуживания. БТСД имеют малые габариты и вес, просты и надежны в эксплуатации.

Системы автоматизации машин для топоориентированных технологий

Высокие урожаи с минимальными затратами удобрений, средств защиты растений и других ресурсов, а следовательно, наибольший уровень экологической чистоты возделываемых культур можно получать, если на каждом фрагменте (в несколько квадратных метров) поля осуществлять все технологические операции (обработка почвы, внесение удобрений, посев, обработка средствами защиты растений и т.д.) с учетом состояния этого фрагмента. С этой целью начиная с 1929 года в США было заложено новое направление в сельском хозяйстве – *site-specific crop management (SSCM)*, или точное земледелие (*precision agriculture*)⁵.

Для осуществления топоориентированных агротехнологий применяют машины, управляющие системы которых имеют устройства автоматического их местоопределения. Эти устройства базируются на использовании GPS (*global positioning system*) систем с соответствующими геоинформационными программными продуктами (GIS-пакетов) и сигналов сетевых спутниковых радионавигационных систем (ССРНС).

В настоящее время действуют две такие системы - NAVSTAR (США) и ГЛОНАСС (Россия). Они позволяют в беззапросном режиме неограниченному числу любых объектов при наличии соответствующей аппаратуры практически мгновенно и с высокой точностью определять местоположение и скорость движения в любой точке планеты.

Для определения местоположения и скорости движения машины необходимо использовать сигналы по меньшей мере от четыре разнесенных в пространстве навигационных искусственных спутников земли (НИСЗ). В поле зрения объекта может находиться до 7-10 спутников, а если аппаратура позволяет одновременно использовать сигналы ССРНС NAVSTAR и ГЛОНАСС, то не менее 12 спутников. Выбор наилучшей конфигурации рабочего созвездия НИСЗ осуществляется навигационным приемником автоматически пост захвата сигнала какого-либо спутника.

С.-х. системы автоматического местоопределения в принципе могут строиться на использовании навигационных сигналов (НС) открытого доступа любой ССРНС или на одновременном использовании сигналов обеих систем. Но использование только сигналов открытого доступа этих систем не позволяет осуществлять местоопределение машины со средней квадратической погрешностью менее 50 м. Для получения точности 1...5 м необходима дополнительная корректирующая информация. Наиболее распространенным методом коррекции является дифференциальный метод. Его суть заключается в определении координат и скорости движения с.-х. машины на поле по результатам приема и обработки сигналов ССРНС по крайней мере в двух точках. Одна из этих точек - антенна бортового навигационного приемника машины, вторая - неподвижная контрольная

⁵) Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.131

точка, координаты которой известны с геодезической (сантиметровой) точностью и в которой размещается навигационный приемник, аналогичный тому, что у машины, но, как правило более высокого класса, и аппаратура на базе компьютера. Путем сравнения определяемых координат контрольной точки с априорными их значениями вычисляется систематическая погрешность, которая может быть отнесена к измерениям местоположения, проводимых на борту с.-х. машины. Комплекс устройств, размещенных в контрольной точке, образует дифференциальную станцию (ДС). Она позволяет обеспечивать формирование корректирующей информации для определения местоположения неограниченного количества перемещающихся с.-х. агрегатов с точностью не меньше 3 м в радиусе около 50 км.

В топоориентированных технологиях с.х. все полевые агрегаты информационно связаны, хотя выполняют свои функции в существенно разные интервалы времени.

Пример состава комплекса технических средств информационного обеспечения с.-х. агрегатов для таких технологий показан на рис.1.3.

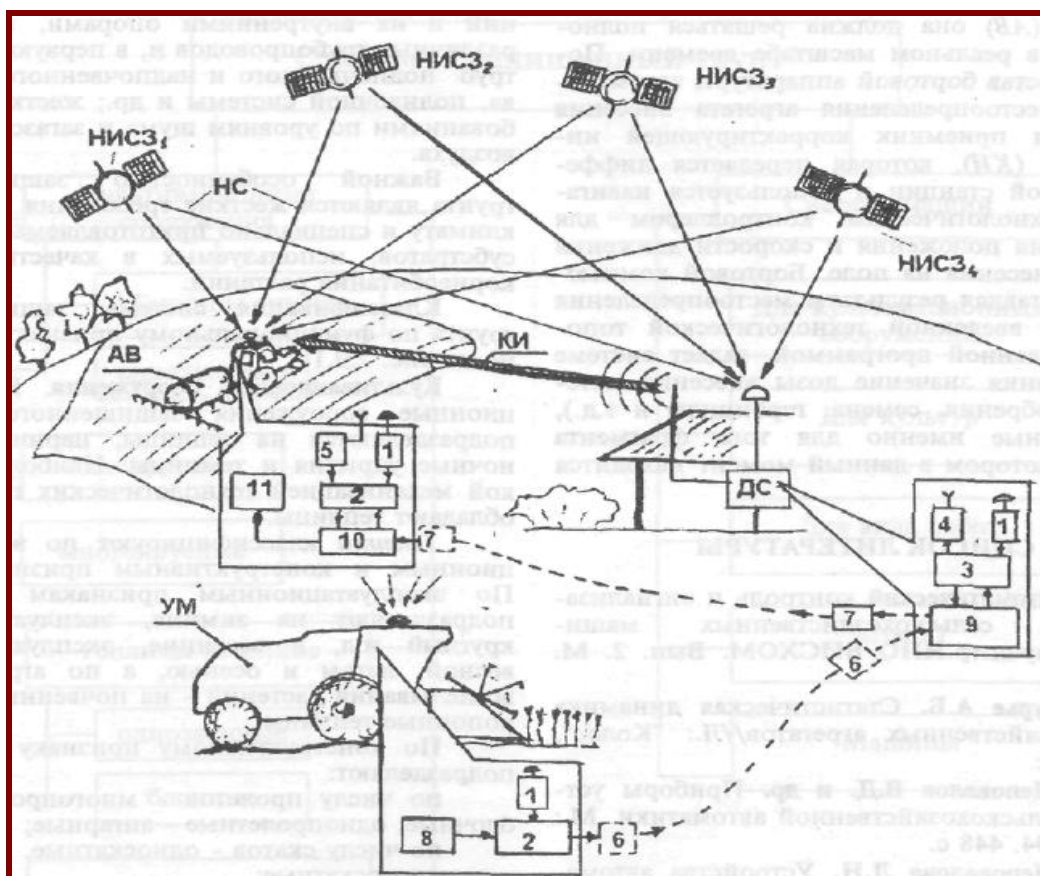


Рис. 1.3 Технические средства информационного обеспечения функционирования с.-х. агрегатов топоориентированных технологий: 1-навигационный приемник; 2 - навигационно-технологический контроллер; 3-формирователь корректирующей информации; 4-радиопередатчик корректирующей информации; 5 - приемник корректирующей информации; 6-"чип-карта" с записью значений урожая и местопределений; 7- "чип-карта"

с записью программа топоориентированных норм внесения; 8 - измеритель значений урожая (для зерноуборочного комбайна - это датчики влажности и подачи зерна в бункер); 9 –персональный компьютер; 10 - бортовой компьютер; 11 - автоматический регулятор нормы внесения

В процессе работы машины, к примеру уборочной машины (УМ) автоматически осуществляется измерение количества собираемого урожая и определение координат фрагментов поля, с которых этот урожай получен. Эти данные записываются как функции единого системного времени ССРНС в память навигационно-технологического контроллера и по окончании смены (нескольких смен) переносятся с помощью, например, "чип-карты" в компьютер дифференциальной станции (ДС), где хранятся вычисляемые значения навигационных поправок также в виде функций системного времени. С учетом корректирующей информации уточняются ранее определенные бортовой аппаратурой значения координат и скорости движения машины в каждый момент времени и далее с помощью программ, разработанных с использованием GIS (Geospacial Information System) -пакетов. осуществляется автоматическое построение электронных карт урожайности поля, на которой каждому фрагменту поля ставится в соответствие количество собранного с него урожая.⁶ Для визуального восприятия карта может быть представлена в виде мозаичного панно, трехмерной графики или таблицы. Эти данные и карты образуют в составе GIS систему Field Information System(FIS), которая может быть составлена как для небольшого фермерского поля, так и больших территории страны. При этом FIS карт содержат ряд сведений по структуры, состава почвы, ее влажности, содержание в ней нитрогенов, солей и др. элементов. Эти данные в дальнейшем будут использоваться назначении приёмов агротехники, нормирования полив, внесения удобрений и др. мероприятий для получения максимального урожая.

На основании этой карты и электронных карт агрохимического состояния почв, агрономических программ прогнозирования развития возделываемых культур и других данных составляются технологические топоориентированные программы норм внесения удобрений и семян и с помощью "чип-карт" вводятся в память бортового компьютера, который формирует задания системам автоматического регулирования норм внесения.

Если на уборочной машине задача местоопределения может решаться только частично с последующим ее завершением на ДС, то на агрегатах внесения она должна решаться полностью, т.е. в реальном масштабе времени. Поэтому в состав бортовой аппаратуры автоматического местоопределения агрегата внесения включается приемник корректирующей информации, которая передается ДС и используется навигационно-технологическим контроллером для определения положения и скорости

⁶ Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.130.

движения агрегата внесения на поле. Бортовой компьютер, сопоставляя результаты местоопределения агрегата с введенной технологической топоориентированной программой, задает системе регулирования значение дозы внесения материала (удобрения, семена, гербициды и т.д.), предписанные именно для того фрагмента поля, на котором в данный момент находится агрегат.

1.3 Определение “Автоматические системы транспортных средств“.

Тенденция развития автоматических систем и устройств ТС.

Агрегаты ТС, ТС в целом – как объект управления, современные понятия и определения

Процесс управления предполагает взаимодействие во имя достижения определенной цели двух составных частей: **объекта управления и управляющей системы**, которые образуют систему управления.

Объектом управления (ОУ) являются технологические процессы, которые осуществляются с участием машин, оперативного персонала и различных объектов. Все участники технологического процесса - это средства его реализации.

Управляющая система выполняет сбор и анализ информации о состоянии ОУ и/или возмущениях, вырабатывает решение об оказании на ОУ управляющих воздействий, формирует и реализует их. Цель управления ставится системе извне. Ее изменение, корректировка - задающие воздействия, оказываемые на управляющую систему.

В системах управления ТС основными, а в их автоматических управляющих системах (АУС) единственными носителями информации являются сигналы. Поэтому их рассматривают прежде всего как системы преобразователей сигналов.

В управляющей системе можно выделить **две категории преобразователей: периферийные и внутрисистемные**. Совокупность последних образует контроллер системы, который главным образом осуществляет алгоритмическое обеспечение процесса управления. **Периферийные преобразователи** обеспечивают непосредственное взаимодействие управляющей системы с ОУ и другими системами управления. Их три вида: измерительные преобразователи (датчики, сенсоры), исполнительные преобразователи (в большинстве случаев в виде исполнительных механизмов) и устройства ввода-вывода, обеспечивающие взаимодействие с системами управления более высокого уровня.

Например, автомобильный двигатель – как ОУ представляет собой систему, состоящую из отдельных подсистем: системы топливоподачи, зажигания, охлаждения, смазки и т.д. Все системы связаны друг с другом и при функционировании образуют единое целое.

Управление двигателем нельзя рассматривать в отрыве от управления автомобилем. Скоростные и нагрузочные режимы работы двигателя зависят от скоростных режимов движения автомобиля в различных условиях эксплуатации, которые включают в себя разгоны и замедления, движение с относительно постоянной скоростью, остановки. Водитель изменяет

скоростной и нагрузочный режим двигателя, воздействуя на дроссельную заслонку.

Выходные характеристики двигателя при этом зависят от состава топливо-воздушной смеси и угла опережения зажигания, управление которыми обычно осуществляется автоматически. Схема двигателя как объекта автоматического управления приведена на рисунке 1.4.

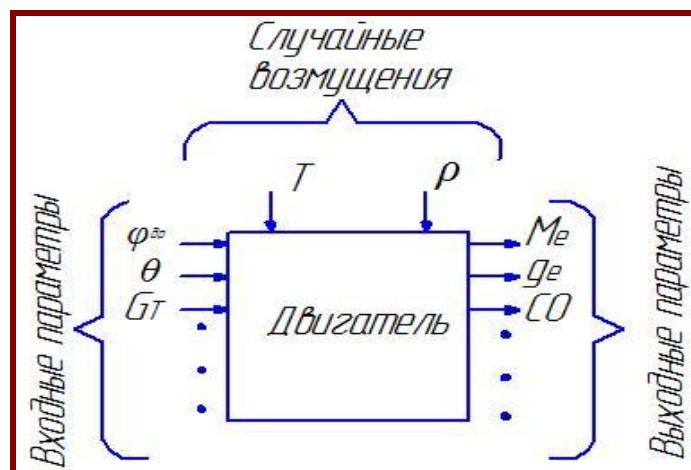


Рисунок 1.4 Схема двигателя как объекта автоматического управления

Входные параметры (угол открытия дроссельной заслонки $\phi_{зж}$, угол опережения зажигания θ , цикловой расход топлива G_t и др.) - это те параметры, которые влияют на протекание рабочего цикла двигателя. Их значения определяются внешними воздействиями на двигатель со стороны водителя или системы автоматического управления, поэтому они называются также управляющими.

Выходные параметры, называемые управляемыми, характеризуют состояние двигателя в рабочем режиме. К ним относятся: частота вращения коленчатого вала, крутящий момент M_e , показатель топливной экономичности g_e и токсичности отработавших газов (например, содержания CO), а также многие другие.

Кроме входных управляющих параметров, на двигатель во время его работы воздействуют случайные возмущения, которые мешают управлению. К случайным возмущениям можно отнести изменение параметров состояния внешней среды (температура T , атмосферное давление p , влажность W), свойств топлива и масла и т.д.

Для двигателя внутреннего сгорания характерна периодическая повторяемость рабочих циклов.

Как ОУ двигатель считается нелинейным, так как реакция на сумму любых внешних воздействий не равна сумме реакций на каждое из воздействий в отдельности. Учитывая, что двигатель в условиях городской езды работает на нестационарных режимах, возникает проблема оптимального управления им. Возможность оптимального управления двигателем на нестационарных режимах появилась с развитием электронных

систем управления.

Из-за сложности конструкции, наличия допусков на размеры деталей двигателя одной и той же модели имеют различные характеристики. Кроме того, по конструктивным параметрам (степень сжатия, геометрия впускного и выпускного трактов и т.д.) отличаются и отдельные цилиндры многоцилиндрового двигателя.

Автомобильный двигатель представляет собой многомерный ОУ, так как число входных параметров у него больше одного и каждый входной параметр воздействует на два и более выходных. В таком случае система управления также должна быть многомерной.

Виды автоматизации

В зависимости от функций, выполняемых в управляющей системе техническими устройствами, выделяют следующие виды автоматизации машин: **автоматический контроль и автоматическое управление**. В конкретных системах управления с.-х. машинами технические устройства часто обеспечивают выполнение обеих этих функций, как показана в обобщенной структуре автоматизации. Машин на рис.1.4..

Автоматический контроль. Системы автоматического контроля (САК) - совокупность устройств, обеспечивающих сбор и обработку информации о состоянии объекта и/или внешних условий с целью обнаружения событий, обуславливающих необходимость оказания управляющих воздействий. Применение таких систем является основной формой автоматизации с.-х. машин.

Системы автоматического контроля по характеру решаемых задач имеют три вида специализации.

Системы автоматической сигнализации обеспечивают обнаружение предельных, критических и характерных промежуточных значений контролируемых параметров.

Контрольно-измерительные системы предназначены для получения значений контролируемых параметров в диапазоне возможных изменений, сравнения их с заданными значениями и фиксирования результатов сравнения в форме, удобной для наблюдения или длительного хранения.

Системы автоматической диагностики (САД) предназначены для распознавания неизвестного объекта или состояния известного объекта в виде отнесения этого объекта или его состояния к одному из известных классов (диагнозов) по совокупности признаков, наблюдаемых и рассматриваемых как единое целое. Совокупность наблюдаемых признаков объекта, рассматриваемых как единое целое, называется образом объекта.

САД транспортных машин решают задачи двух видов: подтверждение исправности объекта или обнаружение его неисправности с определением места и причины; предсказание поведения объекта в будущем по результатам наблюдения его состояния в предыдущие моменты времени. В обоих случаях может использоваться как тестовый, так и функциональный методы диагностики.

Реальные САК с.-х. машин во многих случаях обеспечивают решение

нескольких из указанных категорий задач контроля.

Автоматическое управление. В тех случаях, когда цель управления может быть четко формализована, открывается возможность обеспечить ее достижение с помощью только технических устройств без участия человека, т.е. автоматически. С точки зрения формализованного представления цели можно выделить несколько видов управления и соответственно систем автоматического управления: *регулирование, логическое управление, оптимизация, манипулирование.*

При этом системы автоматического управления могут быть с открытым и замкнутым контуром ⁷. В качестве примера можно привести управление процессом опрыскивателя растений, где норму внесения опрыскиваемой жидкости можно управлять посредством изменения частоты вращения насоса, подающего жидкость наконечникам – распылителям, такая система является системой с открытым контуром управления (разомкнутая система). Для более точного управления процессом, путем измерения расхода, течи жидкости через наконечники, необходимо применить систему с замкнутым контуром управления. В этом случае точность управления будет зависеть только от точности измерителя расхода (датчика расхода) жидкости и датчика скорости перемещения агрегата. Точность управления с замкнутым контуром более высокая, чем разомкнутой, однако здесь тоже возникают проблемы связанные с изменчивостью управляемого сигнала.

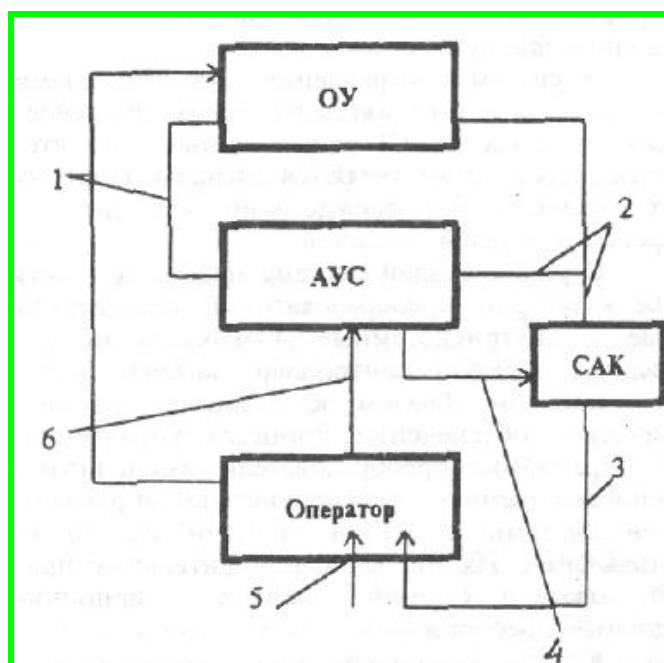


Рис..1.4. Обобщенная структура системы автоматизации машины:
1- управляющие воздействия; 2 - значения контролируемых параметров состояния ОУ; 3 - информация о состоянии ОУ и АУС; 4 - значения наблюдаемых параметров АУС; 5 - команды и данные от управляющей

⁷) Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.134-135.

системы более высокого уровня: б - ввод и корректировка целей

Автоматическое регулирование - вид автоматического управления, при котором цель управления формулируется в виде условия поддержания значения управляемого параметра объекта на заданном уровне. Управляющую систему в таких системах принято называть автоматическим регулятором.

В зависимости от характера изменения во времени задаваемого регулируемого параметра (задающее воздействие) *системы автоматического регулирования* подразделяют на *системы автоматической стабилизации, программного регулирования и следящие*. В системах автоматической стабилизации заданное значение - величина постоянная, в системах программного регулирования - меняется во времени по известному закону (программе), а в следящих системах - изменяется во времени заранее неизвестным управляющей системе образом.

Системы автоматического логического управления - это системы, целью которых является обеспечение соотношений, определяющих связь между возможными значениями управляющих воздействий и множеством допустимых значений параметра (ОВ) состояния ОУ или/и возмущающих воздействий.

В системах автоматической оптимизации цель управления задается в виде условия обеспечения π_{in} или \max некоторого критерия эффективности функционирования ОУ.

В системах манипулирования цель задается в виде траектории и режима движения рабочего органа, захвата или рабочего инструмента, являющихся конечным звеном кинематической цепи пространственного многозвенного механизма с несколькими степенями подвижности, каждая из которых имеет свой управляемый привод.

Международный стандарт автоматизации ISO 11783

Международный стандарт ISO 11783 был введен чтобы поддержать внедрение электронных сетей в сельскохозяйственных оборудованных машинах и тракторах.⁸ Стандарт поддерживает самоходные машины и системы, а так же системы трактора с рабочим орудием - машинно-тракторного агрегата (МТА). Модель сети МТА документально принята всюду, с признанием, того что более простые ее проекты могут использоваться в самоходных системах. На рисунке 1.5 показана в схематической форме упрощенная сеть ISO 11783 на фоне сельскохозяйственного трактора с орудием, т.е. на фоне МТА. Сеть состоит из двух коммуникационных шин (магистралей), шины трактора (tractor bus) и шины орудия (implement bus). Шина орудия охватывает трактор, пересекается

⁸).Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE,2006 –p.234-235.

сцепкой и орудиями промежуток. Шины соединены с сетевым соединением ЭБУ, ЭБУ трактора и - одно маркированное “ ЭБУ орудия и мост орудия”. Компьютерная часть управления контроллера задачи и управления в компьютерном входе содержат интерфейс, который совместим с управляющим компьютером и позволяет обмен данным между контроллером задачи и компьютер управления.

Стандартизированные коммуникации определены между задачей контроллера и орудия и между интерфейсом контроллера задачи и заявлениями программное обеспечение на компьютере управления. Интерфейс между компьютером управления и контроллер задачи не стандартизирован.

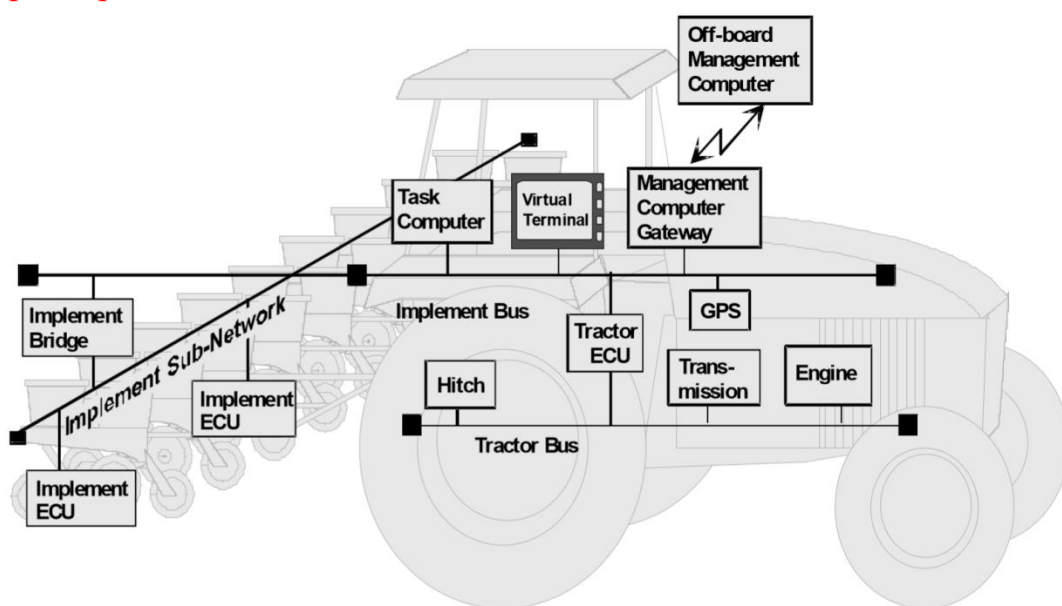


Рис.1.5. Схема сети на сельскохозяйственном тракторе по ISO 11783

Сеть обеспечивает сообщения между любым из компонентов - ЭБУ орудия и трактора, компьютер задач, бортовая микропроцессорная система управления, виртуальный терминал, сеть GPS и др., проиллюстрированных на рисунке 1.5. Примером могла бы быть связь между контроллером задач и ЭБУ GPS. Навигационные сообщения обеспечивают информацией о местонахождении МТА, которая будет получена контроллером задачи. В том же смысле, сообщения определены, чтобы позволить ЭБУ двигателя предоставлять текущую кривую крутящего момента передачи. Совместное пользование информацией и сообщения управления поддерживаются. Некоторые сообщения определены с частотами повторения 100 сообщений в секунду.⁹

⁹).Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE,2006 –p.234-235.

Последовательность разработки систем автоматизации

Системы автоматизации технологических процессов проектируется, как правило специализированная организация на основании технического задания и исходных данных представленных заказчиком. В задании на проектировании должны быть чётко оговорены цель назначения разработки системы, а также указаны её функциональные возможности. На основании представленных документов специальная организация составляет структурную схему управления объектом (для стационарных технологических объектов), а также его функциональную схему автоматизации. По последнему определяют контролируемые, сигнализируемые и управляемые параметры, а также предварительно намечают комплекты приборов и средств автоматизации.

Следующим этапом разработки систем автоматизации – исследование технологического процесса как объекта управления, т.е. построения его математической модели. В зависимости от реальной ситуации выбирают аналитический или экспериментальный методы моделирования, которые в конечном итоге позволяют получить передаточную функцию ОУ, являющиеся основанием для выбора оптимального алгоритма управления объектом и разработки (или выбор) управляющего устройства (регулятора).

В дальнейшем выбирают комплекс технических средств, позволяющих реализовать уже принятый алгоритм управления. Причём предпочтение следует отдавать серийно выпускаемым приборам и средствам автоматизации, входящими в ГСП и ISO. При строгой обоснованности целесообразно использовать и приборы не входящие в ГСП. Настраечные параметры выбранных устройств и средств автоматизации при этом должны реализовать принятый алгоритм управления (закон регулирования).

Методы расчета настроенных параметров включают:

- выбор первичных ИП (датчиков);
- выбор исполнительных механизмов;
- выбор регулирующих органов.

Для большинства ОУ наиболее распространенным видом вспомогательной энергии является электрическая. Поэтому дальнейшим шагом а проектировании систем автоматики будет разработка принципиальных электрических схем. Затем после выбора (заказа) необходимых аппаратных средств разрабатывают схемы соединения и подключения, проектируют заменяющие устройства.

На завершающем этапе проектирования рассчитывают надежность систем автоматики, а также её экономическую эффективность.

Контрольные вопросы:

1. В чем различие между терминами “Автоматизация автомобильного транспорта” и “автоматические системы транспортных средств” ?
2. Основные компоненты GPS-технологий, используемые в аппаратно-программном комплексе «AVACCO Экспедитор».
3. В чем заключается эффективность использования систем автоматизации

- машин для топоориентированных GPS-технологий ?
4. В чем заключается особенности двигателей, автомобилей, тракторов или машинно-тракторных агрегатов как объектов автоматизации?

Исползованная литература

1. Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 -559 p.
2. Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE,2006 – 474 p.
3. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevler Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
4. Bosch.Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.

2- тема Системы автоматического управления двигателями транспортных средств (4 часа)

План:

- 1.Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования. Бортовые системы интеллектуального ТС.
- 2.Электронные системы управления двигателем (ЭСУД). Электронные системы управления бензиновым двигателем.
- 3.Системы непосредственного впрыска топлива в цилиндры дизельного двигателя.
- 4.Датчики и исполнительные устройства, применяемые в ЭСУД.

Ключевые слова: двигатель, электронная система управления, бортовая, схема, мотор, бензиновый, дизельный, впрыск, датчик, микропроцессор.

2.1 Тенденции развития автомобильного бортового электронного оборудования

Современный автомобиль состоит из четырех основных агрегатов: двигателя внутреннего сгорания (ДВС), кузова, шасси и ходовой части. Эти агрегаты состоят из различных функциональных систем, которые обеспечивают выполнение главной функции автомобиля — перевозку грузов и пассажиров.

Совсем недавно микропроцессорные системы зажигания, электронные системы управления гидравлическими тормозами, системы впрыска бензина, бортовая самодиагностика считались последними достижениями в области автомобильного аппарато- и приборостроения. Теперь их относят к классическим системам и устанавливают почти на каждый серийный автомобиль.

На вновь разрабатываемые модели автомобилей дополнительно начинают устанавливать совершенно нетрадиционные бортовые автоматические системы, к которым относятся: информационная система водителя с микропроцессорным обеспечением; спутниковая навигационно-поисковая система; радарные и ультразвуковые системы защиты автомобиля от столкновений и угона; системы повышения безопасности и комфорта людей в салоне; система круиз-контроля; система «электронная карта»; мультиплексная электропроводка¹⁰.

Тенденции развития автомобильной электроники:

- Усовершенствование автомобильных бензиновых ДВС для создания экологически чистых силовых установок для электромобилей.

- Интенсивно ведутся научные исследования возможности применения электромагнитных клапанов с электронным управлением в газораспределительном механизме (ГРМ) поршневого ДВС.

Новейшие системы автомобильной бортовой автоматики кардинально отличаются от классических, чисто электронных систем. В зависимости от решаемой задачи в новую систему в качестве основных компонентов могут входить не только электрические и электронные узлы и блоки, но и механические, гидравлические, светооптические, ультразвуковые и любые прочие устройства, имеющие неэлектрическую природу функционирования. Их роль в реализации заданной функции управления главная, хотя все информационные процессы в системе реализуются на уровне электронных блоков управления (ЭБУ), а в новейших системах — в бортовых микропроцессорах. Такие крупные составные комплексы управления не могут относиться ни к механическим, ни к электрическим, ни к электронным, ни к любым другим «чистым» по принципу действия системам. В этой связи новейшие системы автомобильной бортовой автоматики получили новое название — **автотронные системы**.

- Автотронные системы - это крупные составные комплексы управления, которые не могут относиться ни к механическим, ни к электрическим, ни к электронным, ни к любым другим «чистым» по принципу действия системам.

Автотронная система, управляя неэлектрическими процессами через неэлектрическую периферию на выходе, сама управляется от сигналов, имеющих неэлектрическую природу, которые формируются неэлектрической входной периферией.

Например, на базе электронных систем автоматического управления двигателем (ЭСАУ-Д) и тормозами (ЭСАУ-Т) разработана и уже применяется **гироскопическая система VDC для повышения курсовой устойчивости автомобиля на дороге в сложных условиях движения**. Автотронная система VDC, функциональные взаимосвязи которой с водителем и дорогой, использует в качестве входной информации скорость движения, углы наклона кузова, разность частот вращения колес, угол поворота руля,

¹⁰) Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – с.33-36 .

атмосферные условия, а в некоторых вариантах — давление в шинах и состояние дорожного покрытия.

Микропроцессор — это центральный орган управления (мозг) автотронной системы. Его главная функция заключается в преобразовании электрических информационных сигналов об условиях движения автомобиля, полученных от входной периферии, в электрические сигналы управления, несущие информацию об интенсивности и последовательности неэлектрических воздействий на неэлектрические органы управления. Такая информация формируется в микропроцессоре в виде кодовых последовательностей электрических импульсов, которые для непосредственного управления неэлектрическими органами непригодны.

- Внедрение в бортсеть автомобиля второго рабочего напряжения 42 вольта. Это связано с необходимостью повышения напряжения электропитания для новейших энергоемких потребителей, таких как силовые электромагнитные гидроклапаны, электромагнитные соленоиды силовых исполнительных устройств, мощные электродвигатели, силовые электронные коммутаторы, мультиплексная электропроводка и т. п. Ясно, что при повышении напряжения электропитания соответственно уменьшаются токи в цепях потребителей, что приводит к более надежной и экономичной их работе. Но сразу переводить все электропотребители на новое напряжение, как это было сделано при переходе с 6 на 12 вольт, в настоящее время нерационально. Причина тому — выпуск 12-вольтовых потребителей огромными сериями, технологическая оснащенность производства и, главное, все эксплуатируемые в настоящее время автомобили оборудованы 12-вольтовыми потребителями (электролампы, электродвигатели, электронное и микрокомпьютерное оснащение, аудио-, радио-, видеоаппаратура, бортовая самодиагностика и т. п.).

Еще более яркий пример — электромобили¹¹. Здесь главная тяговая аккумуляторная батарея, управляющий контроллер и тяговый электродвигатель рассчитаны на напряжение 120...380 В и соединены между собой отдельными цепями. При этом бортсеть остается 12-вольтовой.

- Создание и внедрение универсальной электрической машины, так называемого «стартер-генератора», которая сможет выполнять две функции: запуск ДВС и подачу электроэнергии в бортсеть после запуска ДВС.

- Применение лазерных свечей зажигания, которые работают непосредственно от электронной схемы управления без промежуточного энергонакопителя. Это позволит значительно повысить надежность и КПД системы зажигания, а также избавить ее от высокочастотных электроискровых помех на другие узлы и блоки бортовой электронной автоматики.

В заключение следует отметить, что не все известные разработки бортовых систем вышли из стадии экспериментальных исследований. Они

¹¹) Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – с.539-542.

используются в основном на фирменных моделях спортивных и концептуальных автомобилей. Но, как и прежде, почти все новации, испытанные на коцепткарах, рано или поздно начинают применяться на серийных автомобилях.

Современные транспортные средства (ТС) являются высокотехнологичными системами, в конструкции которых используется большое количество электроники, надежность которой стала достаточно высокой, зачастую превышающей надежность механических систем. Например, первые серийные антиблокировочные системы (ABS) производства Bosch имели массу до 6,5 Кг, а количество электронных элементов превышало 140 единиц. Современные системы ABS имеют массу порядка 1,5 Кг, а электронная база состоит из десятка элементов.

Электронные системы транспортных средств сегодня, в основном, выполняют функцию «закрытых» систем, получая информацию от различных датчиков ТС, анализируя ее с помощью соответствующих программ и вырабатывая в электронном блоке управления (ЭБУ) соответствующие команды исполнительным устройствам, с целью повышения безопасности движения, удобства управления, повышения эффективности транспортного средства и снижения нагрузки на окружающую среду. Вместе с тем, сигналы от некоторых систем могут быть использованы, как «открытые» — для передачи их во внешнюю среду: информационным центрам, дорожно-транспортной инфраструктуре и другим участникам движения. ТС может не только передавать информацию от внутренних систем, но и получать ее от внешних источников, а также использовать ее для более безопасного и эффективного и даже автоматического управления. Рассмотрим возможную структуру бортовых систем автотранспортного средства.

Бортовые системы интеллектуального ТС

Системы управления автомобилем

- *Антиблокировочная система тормозов — ABS (Anti-lock Braking System)¹²: Система повышает устойчивость при торможении, обеспечивает возможность изменения траектории при торможении и в некоторых случаях уменьшает тормозной путь (на скользких дорожных покрытиях до 10-15%). Может служить источником информации о скорости автомобиля, состоянии дорожного покрытия.*
- *Противобуксовочная система — ASR (Automatic/Anti Slip Regulation), ATC (Automatic Traction Control), ETS (Electronic Traction Control) или DTC (Dynamic Traction Control): Улучшает процесс движения на скользких дорогах, снижая буксование колес. Может служить источником информации о состоянии дорожного покрытия.*
- *Система стабилизации движения (система поддержания курсовой*

¹² Bosch Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– с.683,716

устойчивости) — ESP (Electronic Stability Program), ESC (Electronic Stability Control), DSM (Dynamic Stability Management) или VSA (Vehicle Stability Assist), VSC (Vehicle Stability Control):

Повышает курсовую устойчивость автомобиля, предотвращает занос автомобиля.

- *Система помощи при экстренном торможении - BA (Brake Assist), BAS (Brake Assist System) или EBA (Electronic Brake Assist или Emergency Braking Assistant):*

Уменьшает тормозной путь автомобиля путем автоматического повышения давления в тормозном приводе при быстром (экстренном) нажатии на тормозную педаль. Проводятся работы по использованию системы ВА в интеллектуальных системах управления транспортом (для предотвращения проезда линии «Стоп») [1]. Развитием системы ВА является система PBA (Predictive Brake Assist). В этой системе используется локатор, оценивающий расстояние до препятствия и скорость сближения с ним, для расчета эффективности торможения с целью снижения вероятности наезда движущегося сзади транспорта.

- *Круиз контроль:*

Система поддержания заданного режима движения.

- *Адаптивный круиз- контроль — ACC (Adaptive Cruise Control):*

Система поддерживает заданную скорость и может автоматически её корректировать, чтобы поддержать надлежащее расстояние между транспортными средствами. Для работы системы используются локационные датчики.

- *Системы предотвращения столкновений автомобилей — СПСА:*

В системах используются радио или оптические локаторы, сканирующие пространство перед автомобилем. В простейших системах, при нарушении дистанции безопасности между движущимися ТС, водитель предупреждается световым/звуковым сигналом. В более сложных системах автоматически осуществляется торможение. Разрабатываются системы предупреждения не только фронтальных столкновений, но и боковых столкновений. Дальнейшим развитием СПСА является система Stop&Go, обеспечивающая безопасное движение с автоматическим торможением и ускорением в транспортном потоке. Системы СПСА сегодня являются «закрытыми», но в будущем могут стать «открытыми», т.е. использующими информацию от навигационных систем и дорожно-транспортной инфраструктуры.

- *Система торможения «по проводам» — BBW (Brake by Wire):*

Перспективная тормозная система, в которой управление торможением осуществляется электроникой (по проводам), а силовая, исполнительная часть может быть гидравлической, пневматической или электрической.

- *Система активного рулевого управления — AFS (Active Front Steering):*

Система корректирует управляющие воздействия водителя, улучшая управляемость и устойчивость автомобиля. Может использоваться в системе автоматической парковки транспортного средства.

- *Активная подвеска автомобиля.*
- *Система предотвращения опрокидывания автомобиля — ARP (Anti-Rollover Protection System) или ARM (Active Roll Mitigation).*
- *Автоматическая система управления стеклоочистителями:*
Система получает информацию от оптического датчика, определяющего наличие и размер капель на ветровом стекле, включает и регулирует скорость стеклоочистителя.
- *Автоматическая система управления световыми приборами:*
Световой датчик определяет освещенность вокруг ТС и автоматически включает световые приборы. Некоторые системы управляют переключением фар, для снижения ослепления водителей встречного транспорта.

Бортовые системы информации водителя

- *Система информации о техническом состоянии автомобиля:*
Следит за техническим состоянием автомобиля, в том числе осуществляет мониторинг давления в шинах. Система может быть «закрытой», информирующей только водителя, или «открытой», передающей информацию в сервисный центр.
- *Система адаптивного освещения:*
Обеспечивает лучшее освещение дороги при проезде поворотов, поворачивая фары автомобиля в соответствии с: поворотом рулевого колеса, скоростью автомобиля, поперечными и угловыми ускорениями (фары поворачиваются только при движении автомобиля). Таким образом, при повороте автомобиля свет фар «следует» за направлением дороги и водитель может раньше распознавать дорожную ситуацию. Электронная система управления на основании различных параметров, таких как скорость движения, угол поворота руля, угловая скорость автомобиля, постоянно вычисляет необходимый угол поворота фар и отдаёт соответствующие команды исполнительным механизмам.
- *Системы обнаружения невидимых препятствий:*
К таким системам относятся различные устройства (с локационными датчиками различных типов, сканирующими пространство вокруг автомобиля), информирующие водителя о наличии препятствий. К этим системам также относятся системы ночного видения, которые используют инфракрасные излучатели и преобразуют невидимые на дороге объекты в видимые водителем изображения, повышая безопасность движения в условиях плохой видимости.
- *Система предупреждения о пересечении дорожной разметки:*
Система предупреждает водителя о непроизвольном выходе с заданной полосы движения.
- *Система предупреждения о возможности опрокидывания — RSC (Roll Stability Control).*
- *Система мониторинга «слепой зоны»:*
Система предупреждает водителя световым или звуковым сигналом, или изображением на видеомониторе о нахождении рядом с транспортным

средством других участников движения, которые могут создать помеху при перестроении на другую полосу движения.

- *Система распознавания дорожных знаков:*
Видеосистема отслеживает дорожные знаки и воспроизводит их на мониторе (приборном щитке) или проецирует на лобовое стекло.
- *Системы обнаружения препятствий при движении задним ходом:*
Эти системы обнаруживают препятствия (ультразвуком, радаром или инфракрасным излучением) при движении транспортного средства назад и, когда препятствие идентифицировано, информируют об этом водителя.
- *Мониторинг состояния водителя:*
Система отслеживает управляющие реакции водителя, состояние его глаз и др. и предупреждает его звуковым (голосовым) сигналом для повышения его внимания.
- Системы информирования о препятствиях впереди.
- *Навигационные системы:*
Системы, в том числе активные, использующие информацию от датчиков внутри автомобиля, в случаях проезда автомобиля в тоннелях и других местах, где пропадает сигнал от спутников.
- *Системы информации о состоянии дорожного движения:*
Системы предупреждают водителя о наличии заторов на дорогах, информируют об оптимальной скорости движения с целью проезда на разрешающий сигнал светофора и др.
- *Системы информации о метеоусловиях.*
- *Система предупреждения о наличии пешеходов на проезжей части.*
- *Система предупреждения о наличии знака (линии) «Стоп».*

Системы сбора и передачи информации

- *«Черный ящик».*
- *Тахограф.*
- *Система передачи об аварии «e-Call»:*
Система передает сигнал о ДТП по команде водителя или автоматически при срабатывании систем пассивной безопасности.
- *Система электронной идентификации автомобиля (груза).*
- *Система предоставления данных об автомобиле для сервисных станций.*
- *Система позиционирования транспортного средства (передатчик местонахождения).*

Отдельные системы АТС могут быть одновременно и «закрытыми» и «открытыми», т.е. информация от них может быть использована как внутри АТС, так и быть передана в инфраструктуру и другим участникам движения. На рис. 2.1 представлена блок-схема классификации бортовых систем интеллектуального автотранспортного средства.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ		БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИИ ВОДИТЕЛЯ		СИСТЕМЫ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	
Закрытые	Открытые	Закрытые	Открытые	Закрытые	Открытые
- ABS; - ASR; - ESP; - BA; - ACC; - СПСА; - BBW; - AFS; - ARP; - активная подвеска; - автоматическое управление стеклоочистителями; - автоматическое управление светом	- ACC; - СПСА - ESP; - BA; - BBW; и.т.д.	- система информации о состоянии автомобиля; - системы ночного видения; - видео системы распознавания дорожных знаков; - мониторинг состояния водителя.	-навигационные системы; - системы информирования о состоянии дорожного движения; - системы информирования о метеословиях.	- черный ящик; - тахограф	- системы идентификации автомобиля и груза; - система позиционирования АТС; - аварийные сигналы; - система оплаты за проезд; - черный ящик; - тахограф.

Рис. 2.1.Блок-схема классификации бортовых систем интеллектуального автотранспортного средства

2.2 Электронные системы управления двигателем (ЭСУД)

Внедрение электроники в управление системами зажигания и питания привело к созданию объединенного или центрального электронного управления двигателем. **Объединенное электронное устройство называют микроЭВМ, микропроцессором или контроллером.** Используется также термин ЭСУД - электронная система управления двигателем.

Электронные блоки управления(ЭБУ), объединенные с элементами обнаружения (датчиками) и приведения в действие (исполнительные органы), составляют фундаментальные компоненты современных электронных систем. Существуют некоторые модули, состоявшие только из дискретных электронных компонентов, основанных на микроконтроллере (а микропроцессор с интегрированной периферией).¹³

¹³ Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE,2006 – p.226

Системы объединенного электронного управления впрыском (смесеобразованием) и зажиганием имеют следующие преимущества

- совмещение функций агрегатов и датчиков позволяет сократить их число;
- процессы зажигания и смесеобразования оптимизируются совместно, при этом улучшаются характеристики крутящего момента, расхода топлива, состава отработавших газов, облегчается пуск и прогрев холодного двигателя;
- открываются большие возможности для выполнения других функций: управление автоматической коробкой передач, противобуксочной системой ведущих колес, антиблокировочной тормозной системой, кондиционером, противоугонным устройством и т.п.

Использование такой системы увеличивает мощность ДВС на 10...15%. Он расходует меньше топлива, снижается токсичность выхлопных газов.

Инжектор или впрыск – система дозированной подачи топлива в цилиндры двигателя. Системы впрыска топлива условно подразделяют на три группы - с центральным впрыском, с распределенным (многоточечным) впрыском, и с прямым(непосредственным) впрыском. В первых двух случаях давление топли-ва при его подаче не превышает 4...10кг/см², тогда как при непосредственном впрыске в дизеле оно может достигать 600, а в бензиновом двигателе- 50 кг/см².

Электронная система управления впрыска топлива состоит из 3-х основных частей¹⁴ - микропроцессорного блока управления, датчиков и исполнительных устройств(рис.2.2).

Микропроцессорный блок управления получает сигналы от датчиков, обрабатывает их в соответствии с программой, заложенной в память, сравнивает их с записанными в ПЗУ константами (так называемую матрицу), выбирает оптимальные значения выходных параметров и выдает их на исполнительные механизмы.

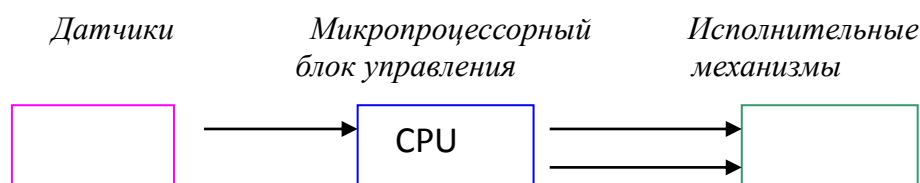


Рис. 2.2 - Структурная схема системы управления впрыском топлива

Программа, заложенная в блок управления, определяет сколько подать топлива в двигатель, когда подать искру в конкретных дорожно-климатических условиях. Эти данные определяются, как правило, экспериментально в процессе дорожных испытаний.

¹⁴ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.302-305.

Микропроцессорный блок управления

Микропроцессорный блок управления предназначен для следующих операций:

- формирования момента подачи и длительности импульса напряжения для управления электромагнитными форсунками подачи топлива;
- формирования момента зажигания и длительности протекания электрического тока по катушкам зажигания (их устанавливают по одной на 2 цилиндра);
- управления работой регулятора воздуха;
- включения электробензонасоса;
- управления работой двигателя в аварийном режиме (при выходе из строя отдельных элементов системы управления);
- Информация о текущих неисправностях системы индицируется на световом табло, установленном в салоне автомобиля (диагностическая лампа или светодиод с красным светофильтром), и заносится в память блока с последующей возможностью ее получения и обработки. Блок управления имеет возможность подключения к внешнему диагностическому устройству или к внешней ЭВМ.

Электронный блок управления(ЕСУ) является центральным звеном всей системы. Он получает аналоговую информацию от датчиков, обрабатывает ее с помощью аналого-цифровых преобразователей(АЦП) и по заложенной в ЗУ программе реализует управление исполнительными устройствами. Блок-схема электронного блока управления приведена на рисунке 2.3.

На основании сигналов датчиков блок управления рассчитывает количество впрыскиваемого топлива для получения оптимального соотношения топлива и воздуха в горючей смеси. Количество впрыскиваемого топлива определяется временем открытия электромагнитного клапана форсунки.

Электронная система управления впрыском топлива работает следующим образом. При включении замка зажигания на панели приборов загорается и гаснет контрольная лампа, означающая, что система исправна и готова к работе. Включается реле электронасоса, который создает давление для работы форсунок. При прокручивании двигателя стартером от сигналов датчиков положения коленчатого вала и распредвала микропроцессорный блок управления вырабатывает импульсы для управления электромагнитами форсунок и определяет

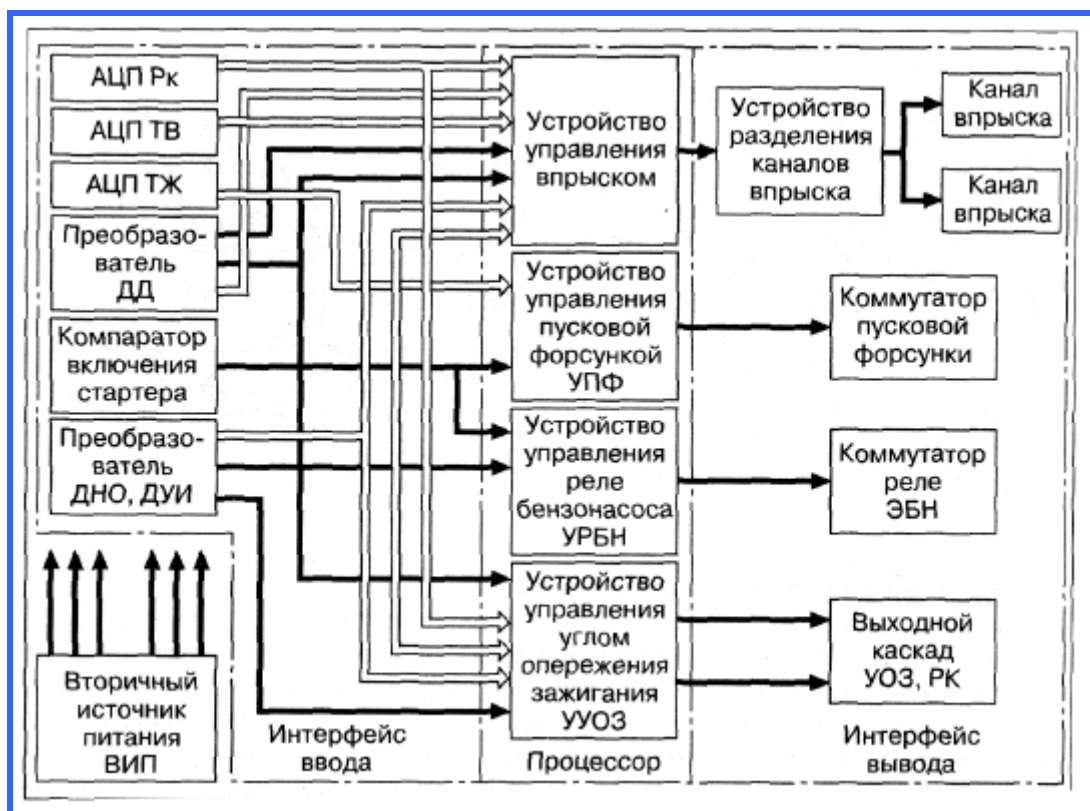


Рис 2.3- Блок-схема электронного блока управления

порядок подачи напряжения на катушки зажигания в соответствии с порядком работы цилиндров.

Для определения оптимального количества топлива и момента подачи искры на свечи зажигания (угол опережения зажигания) микропроцессорный блок управления обрабатывает данные от датчиков температуры охлаждающей жидкости и воздуха во впускной системе, датчиков расхода воздуха и положения дроссельной заслонки, датчика детонации и частоты вращения коленчатого вала (используется сигнал от датчика положения коленчатого вала). Обработанный сигнал сравнивается с данными, записанными в память микропроцессорной системы управления, и выдается оптимальное значение топлива и угла отражения зажигания. Эти значения непрерывно корректируются по значениям сигналов от датчиков, обеспечивая экономичную работу двигателя.

В случае выхода какого-либо датчика из строя или при обрыве (ненадежном контакте в разъемах) его цепей микропроцессорный блок управления переходит в резервный (аварийный) режим работы в соответствии с данными, заложенными в памяти. Экономичность работы двигателя при этом ухудшается, повышается токсичность отработанных газов. При работе микропроцессорного блока в резервном (аварийном) режиме контрольная лампа постоянно горит. Работа блока управления в таком режиме позволяет эксплуатировать автомобиль до проведения выяснения причин аварии и проведения квалифицированного ремонта.

2.3 Системы непосредственного впрыска топлива в цилиндры дизельного двигателя

Система Bosch "Common Rail" (CR)¹⁵ для дизелей с непосредственным впрыском топлива обеспечивает значительно более высокую гибкость при адаптации топливной системы к двигателю, как например:

- широкая область применения (легковые и легкие коммерческие автомобили с цилиндровой мощностью до 30 кВт/цилиндр, как и форсированные автомобильные, тепловозные и судовые дизели цилиндровой мощностью до 200 кВт/цилиндр);

- высокое давление впрыска до 1400 бар;
- переменный угол опережения впрыска;
- возможность формирования процесса двухфазного и многофазного впрыска;

- соответствие давления впрыска скоростному и нагрузочному режимам.

Создание давления и непосредственный процесс впрыска в аккумуляторной топливной системе CR полностью разделены. Высокое давление в топливной системе создается независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя и количества впрыскиваемого топлива. Топливо, готовое для впрыска, находится под высоким давлением в аккумуляторе. Количество впрыскиваемого топлива (цикловая подача) определяется действиями водителя, а угол опережения и давление впрыска определяются электронным блоком управления (ЭБУ) на основе программируемых матриц характеристик, хранящихся в памяти микропроцессора. ЭБУ выдает управляющий пусковой сигнал на соответствующие электромагнитные клапаны, в результате чего осуществляется впрыск форсункой в каждый цилиндр. Аккумуляторная топливная система CR включает в себя следующие элементы электронного управления(рис.2.4):

- ЭБУ;
- датчик частоты вращения коленчатого вала;
- датчик частоты вращения распределительного вала;
- датчик положения педали акселератора;
- датчик давления наддува;
- датчик давления в аккумуляторе;
- датчик температуры охлаждающей жидкости;
- массовый расходомер воздуха.

Используя входные сигналы указанных выше датчиков, ЭБУ регистрирует положение педали акселератора и определяет на данный момент времени рабочую характеристику двигателя и автомобиля как единого целого.

Основные функции системы заключаются в правильном управлении процессом впрыска дизельного топлива в нужный момент и в требуемом количестве, а также при необходимом давлении впрыска. Это обеспечивает

¹⁵) Bosch Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– с.567.

плавную и экономичную работу дизеля.

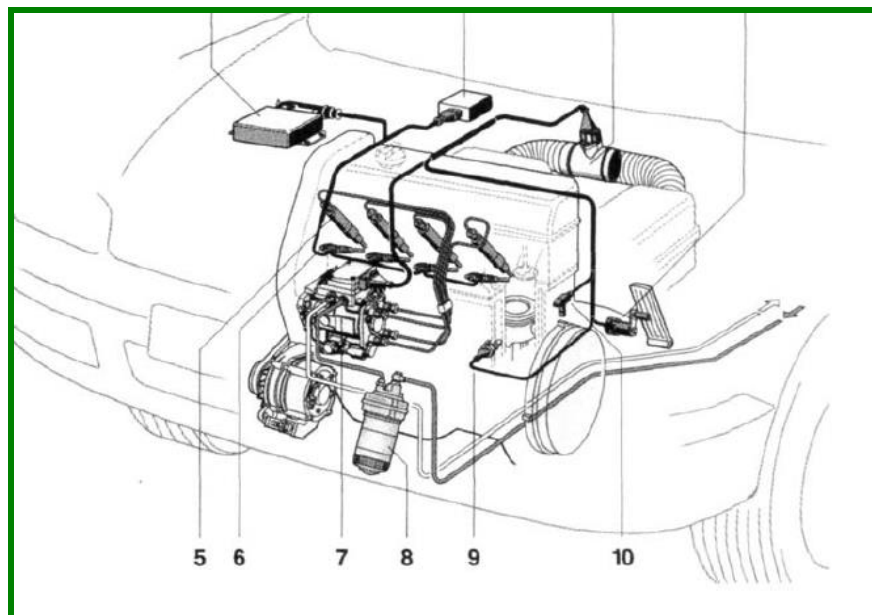


Рис 2.4- Система впрыскивания топлива с роторным топливным насосом высокого давления (ТНВД) распределительного типа:

1-ЭБУ двигателя; 2- блок управления свечами накаливания; 3- датчик массового расхода воздуха; 4- датчик положения педали газа; 5- форсунка; 6- свеча накаливания; 7- Роторный ТНДВ распределительного типа с блоком ЭБУ; 8- топливный фильтр; 9- датчик температуры; 10- датчик частоты вращения коленчатого вала

Характеристики впрыска в топливной системе Common Rail

По сравнению с традиционными топливными системами, для получения идеальных характеристик впрыска к топливной системе CR предъявляются следующие требования:

- независимо друг от друга величина подачи (количество впрыскиваемого топлива) и давление впрыска топлива должны определяться для всех эксплуатационных условий работы двигателя (что обеспечивает свободу достижения идеального состава топливовоздушной смеси);

- в начале процесса впрыска величина подачи должна быть по возможности минимальной (предварительный впрыск в период задержки воспламенения между началом впрыска и началом сгорания).

Топливная система

Аккумуляторная топливная система Common Rail включает в себя ступень низкого давления, ступень высокого давления и ЭБУ¹⁶.

Ступень низкого давления в топливной системе CR включает в себя (рис. 2.5):

¹⁶) Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – с.277,293.

- топливный бак с фильтром-топливо-приемником;
- топливоподкачивающий насос;
- фильтр тонкой очистки топлива;
- трубопроводы линии низкого давления.

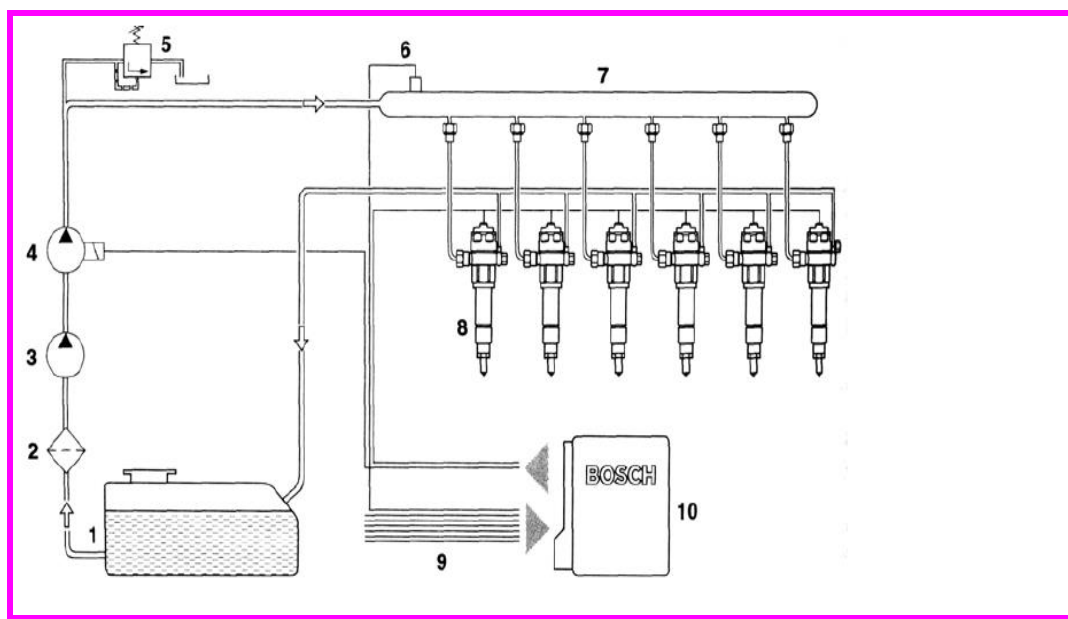


Рис. 2.5- Система впрыска Common Rail с аккумулятором давления:
 1- топливный бак; 2-фильтр; 3- топливоподкачивающий насос; 4- насос высокого давления; 5- редукционный клапан 6-датчик давления; 7- аккумулятор; 8- форсунки; 9- ввод данных от измерительных датчиков; 10- ЭБУ

Топливный бак

Как следует из его названия, топливный бак служит для хранения топлива. Он должен не иметь утечек топлива даже при давлении, в два раза превышающем рабочее, но по крайней мере при превышении давления на 0,3 бар. Топливный бак должен быть оснащен предохранительными клапанами, чтобы сбрасывать избыточное давление. Не должно быть утечек топлива ни после топливозаправочной горловины, ни через устройства выравнивания давления.

Трубопроводы линий низкого давления топлива

В линиях низкого давления используются пламезащитные армированные гибкие шланги. Все трубопроводы топливной системы должны быть защищены от нагрева.

Компоненты ступени низкого давления

Топливоподкачивающий насос

Топливоподкачивающий насос в ступени низкого давления топлива служит для обеспечения требуемой подачи топлива к элементам ступени высокого давления. В работе топливоподкачивающего насоса предусматривается:

- независимость от режима работы двигателя;

- минимальный шум;
- обеспечение необходимого давления;
- ресурс работы, соответствующий полному сроку службы автомобиля.

В настоящее время существуют два варианта топливоподкачивающих насосов: стандартный вариант - электрический роторный (роликовый) насос, и альтернативный - шестеренчатый насосе механическим приводом.

Начиная с прокручивания двигателя стартером, электрический топливоподкачивающий насос работает с постоянной частотой вращения, независимо от частоты вращения двигателя. Это означает, что насос постоянно подает топливо из топливного бака в ТНВД через фильтр тонкой очистки топлива. Излишнее топливо направляется обратно в бак через перепускной клапан.

Фильтр тонкой очистки топлива

Топливный фильтр очищает топливо до его поступления в ТНВД и, таким образом, предотвращает преждевременный износ прецизионных деталей ТНВД.

Ступень высокого давления в аккумуляторной топливной системе Common Rail включает в себя следующие компоненты:

- ТНВД с редуционным клапаном;
- трубопроводы линии высокого давления;
- аккумулятор топлива с клапаном прекращения подачи и регулятором давления;
- датчик давления топлива в аккумуляторе;
- предохранительный клапан (регулятор давления);
- ограничитель подачи;
- форсунки;
- линии возврата топлива
- ЭБУ.

ТНВД

ТНВД повышает давление топлива в системе до 1350 бар и направляет его через топливопроводы высокого давления в аккумулятор топлива, установлен между линией низкого давления и ступенью высокого давления. Он также включает в себя устройство для обеспечения пусковой подачи и для быстрого повышения давления в аккумуляторе.

ТНВД постоянно создает высокое давление в топливной системе, как это требуется аккумулятором топлива. Это, означает, что в отличие от обычных топливных систем дизелей, давление топлива не должно специально повышаться для совершения каждого рабочего цикла.

Устройство и конструкция

Установка ТНВД на двигатель должна быть предпочтительно на том же месте, что и для обычного ТНВД. Привод ТНВД осуществляется от коленчатого вала двигателя через муфту, шестеренчатую передачу, цепь или зубчатый ремень. Смазка осуществляется подаваемым в ТНВД дизельным топливом.

Топливо внутри ТНВД сжимается тремя радиально расположенными плунжерами под углом 120° друг к другу. Момент сопротивления привода

ТНВД равен $16 N^*m$, что составляет $1/9$ часть от момента сопротивления привода обычного ТНВД.

Работа ТНВД

Топливо из топливного бака подается на вход ТНВД. Далее топливо проходит через противодренажный клапан с дросселем в контур смазки и охлаждения ТНВД. Вал привода с кулачком приводит в возвратно-поступательное движение три плунжера.

Когда плунжер движется "вниз", то есть осуществляет ход всасывания топлива, топливоподкачивающий насос может подавать топливо через впускной клапан в камеру, расположенную над плунжером. Впускной клапан закрывается, когда плунжер начинает движение из НМТ, топливо не может выходить из надплунжерной камеры, и оно под давлением подается в аккумулятор. Плунжер ТНВД продолжает подавать топливо до тех пор, пока не достигнет ВМТ (ход нагнетания), после чего давление падает, и выпускной клапан закрывается.

Поскольку ТНВД проектируется для обеспечения большой подачи топлива, то на режимах холостого хода и частичных нагрузок подача топлива под высоким давлением будет избыточной. В этих случаях избыточное топливо возвращается в топливный бак через редукционный клапан.

Аккумулятор топлива

Аккумулятор служит для хранения топлива под высоким давлением и одновременно обеспечивает демпфирование колебаний давления, генерируемых при подаче ТНВД.

Высокое давление в аккумуляторе является общим для всех цилиндров, откуда и следует название топливной системы "Common Rail" ("Общий путь"). Даже при больших подачах в аккумуляторе поддерживается практически постоянное высокое давление, что обеспечивает постоянство давления во время впрыска топлива.

Давление топлива в аккумуляторе измеряется датчиком давления и поддерживается на требуемом уровне предохранительным клапаном (регулятором давления), который ограничивает давление в аккумуляторе с максимальным значением 1500 бар. Топливо под высоким давлением направляется из аккумулятора к форсункам через ограничитель подачи, который предохраняет от излишней подачи топлива в камеру сгорания.

Датчик давления топлива в аккумуляторе

Датчик давления топлива в аккумуляторе включает в себя следующие элементы:

- встроенный чувствительный элемент, приваренный к корпусу датчика;
- печатная плата с электронной схемой обработки сигнала.
- корпус датчика с электрическими выводами.

Топливо попадает в датчик через отверстие в аккумуляторе и канал в корпусе датчика, закрытый на конце диафрагмой. Чувствительный элемент датчика (полупроводник), смонтирован на диафрагме, он преобразует давление в электрический сигнал. Этот сигнал усиливается в обрабатывающем контуре и посылается в ЭБУ.

При изменении формы диафрагмы электрическое сопротивление слоев, прикрепленных к диафрагме, изменяется. Прогиб диафрагмы составляет приблизительно на 1 мм при давлении 1500 бар.

Точное измерение давления топлива в аккумуляторе является главным фактором правильного функционирования топливной системы. Точность измерения давления датчиком в рабочем диапазоне составляет $\pm 2\%$.

Регулятор давления

Регулятор давления поддерживает рабочее давление в аккумуляторе в зависимости от нагрузки двигателя:

- при избыточном давлении в аккумуляторе клапан регулятора открывается, и часть топлива возвращается из аккумулятора в топливный бак по линии возврата топлива.

- если давление в аккумуляторе слишком низкое, то клапан регулятора закрывается и перекрывает ступень высокого давления от линии низкого давления.

Максимальное давление, поддерживаемое клапаном, равно 1500 бар (150 МПа).

Форсунки

Форсунки в системе Common Rail¹⁷ впрыскивают топливо непосредственно в камеру сгорания. Угол опережения впрыска (начало впрыска топлива) и количество впрыскиваемого топлива (величина подачи) регулируются электрическим пусковым сигналом на форсунки (рис.2.6).

Избыточное топливо, которое требуется для открытия форсунки, направляется обратно в топливный бак по линии возврата топлива. Топливо, перепускаемое клапаном-регулятором давления, вместе с топливом из линии низкого давления и топливом, служащим для смазки деталей ТНВД, также направляется в линию возврата топлива.

Элементы форсунок можно разделить на несколько блоков:

- распылитель с сопловыми отверстиями;
- гидравлическая сервосистема;
- электромагнитный клапан.

Работа форсунки

Работа форсунки может быть разделена на четыре рабочих стадии при работающем двигателе и создании высокого давления ТНВД:

Форсунка закрыта:

При закрытой форсунке питание на электромагнитный клапан не подается.

При закрытом жиклере камеры гидроуправления пружина якоря прижимает шарик к седлу, высокое давление, подаваемое в камеру и к распылителю форсунки из аккумулятора, увеличивается.

Таким образом, высокое давление, действующее на торец управляющего плунжера, вместе с усилием пружины держат форсунку закрытой,

¹⁷ Bosch Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – с.573-576.

преодолевая силы давления в камере распылителя.

Форсунка открывается:

Перед началом процесса впрыска, на электромагнитный клапан подается большой ток, что обеспечивает быстрый подъем шарикового клапана.

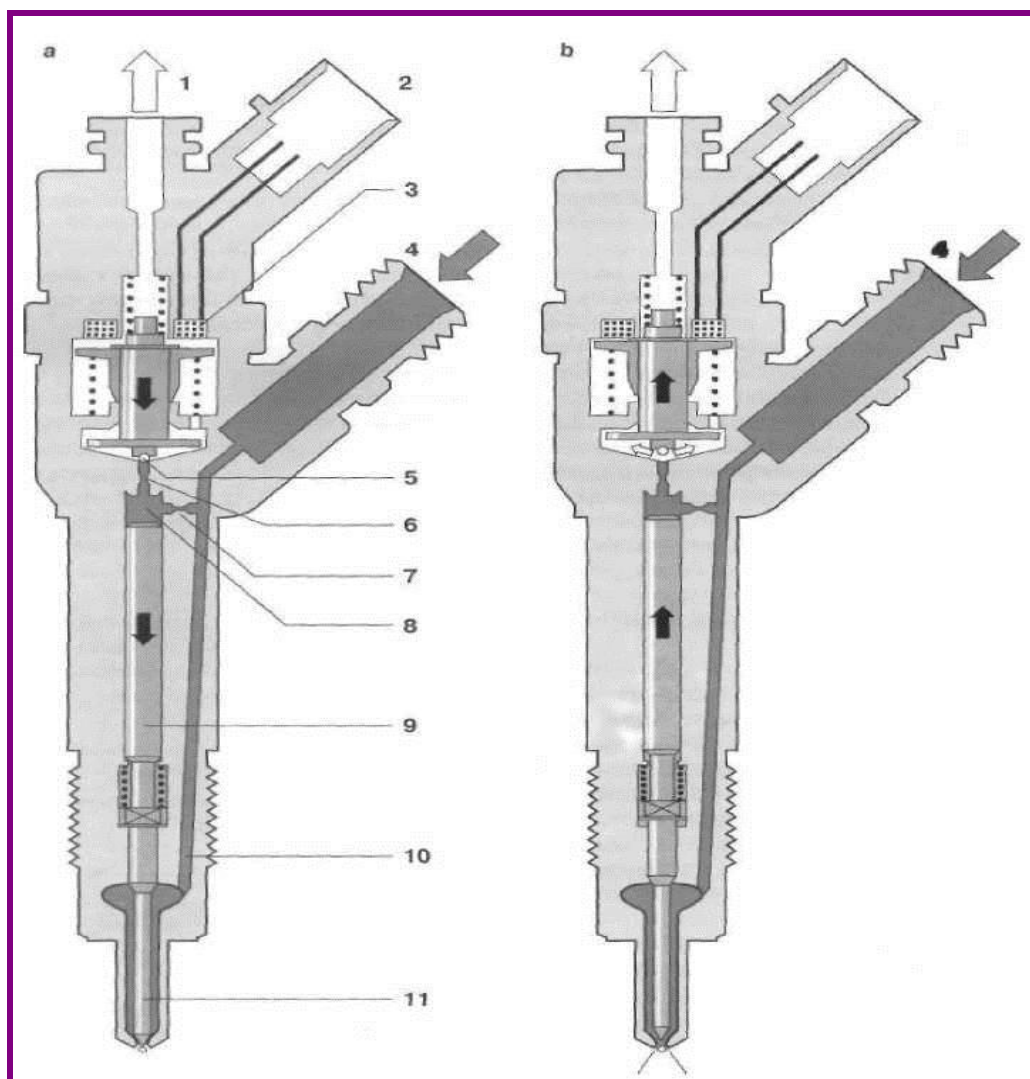


Рис.2.6. Форсунка:

а - форсунка закрыта, б - форсунка открыта (впрыск); 1 - возврат топлива, 2 - электрические выводы, 3 - электромагнитный клапан, 4 - вход топлива из аккумулятора, 5 - шариковый клапан, 6 - жиклер камеры гидроуправления, 7 - "питающий" жиклер, 8 - камера гидроуправления, 9 - управляющий плунжер, 10 - канал к распылителю, 11 - игла форсунки

Шариковый клапан открывает жиклер камеры гидроуправления. При открытом жиклере топливо вытекает из камеры гидроуправления в верхнюю полость и далее по линии возврата топлива в бак. Давление в камере распылителя оказывается выше давления в камере гидроуправления. В результате сила давления, действующая на торец управляющего плунжера, уменьшается, игла форсунки поднимается, и начинается процесс впрыска топлива.

Скорость подъема иглы форсунки определяется разностью расходов через жиклер и сопловые отверстия.

Форсунка открыта:

Открытое положение форсунки поддерживается "буферным" слоем топлива, образующимся в результате указанной выше разницы расходов через жиклер и сопловые отверстия. Игла форсунки теперь полностью открыта, и топливо впрыскивается в камеру сгорания под давлением, практически равным давлению в аккумуляторе. Распределение сил в форсунке подобно распределению в фазе открытия.

Форсунка закрывается (конец впрыска):

Как только прекращается подача питания на электромагнитный клапан, пружина якоря перемещает его вниз, и шариковый клапан закрывается. Закрытие жиклера камеры гидроуправления приводит к повышению давления в ней за счет поступления топлива через "питающий" жиклер. Скорость посадки иглы форсунки в седло, определяется расходом через "питающий" жиклер.

Трубопроводы линии высокого давления

Трубопроводы должны выдерживать максимальное давление в топливной системе и возможные высокочастотные пики давления, возникающие в интервалах между впрысками. Они изготавливаются из стальных трубок и обычно имеют наружный диаметр 6 мм и внутренний диаметр 2,4 мм.

Все трубки между аккумулятором и форсунками должны быть одинаковой длины. Разница в расстояниях между аккумулятором и конкретными форсунками компенсируется изгибами трубок, при этом трубопроводы линии высокого давления должны быть по возможности короткими.

Система электронного управления дизелей (EDC)

Система электронного управления дизелей (EDC) с топливной системой Common Rail включает в себя три главных системных блока:

1. Датчики и генераторы импульсов для регистрации эксплуатационных условий и генерирования желаемых значений параметров. Они преобразуют различные физические параметры в электрические сигналы.
2. Электронный блок управления (ЭБУ) обрабатывает информацию, полученную от датчиков и генераторов в соответствии с данным алгоритмом управления для генерирования выходных электрических сигналов.
3. Исполнительные устройства, преобразуют электрические выходные сигналы ЭБУ в механические величины.

Датчик частоты вращения коленчатого вала

Момент начала впрыска топлива в камеру сгорания определяется положением поршня в цилиндре двигателя. Эта важная входная переменная рассчитывается в ЭБУ по сигналу индуктивного датчика частоты вращения коленчатого вала.

Датчик частоты вращения распределительного вала

Распределительный вал управляет моментами открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов двигателя. Когда поршень движется в направлении ВМТ, датчик фаз определяет, является ли этот момент тактом сжатия с последующим воспламенением, или тактом выпуска ОГ. Эта информация не может быть получена от датчика положения коленчатого вала.

В датчике частоты вращения распределительного вала используется эффект Холла.

Температурные датчики

Температурные датчики устанавливаются в различных местах двигателя:

- в системе охлаждения для измерения температуры охлаждающей жидкости;
- во впускном коллекторе для измерения температуры воздуха на впуске;
- в системе смазки двигателя для измерения температуры масла (устанавливается в зависимости от комплектации);
- в линии возврата топлива для измерения температуры топлива (устанавливается в зависимости от комплектации).

Все датчики имеют термозависимый резистор с отрицательным температурным коэффициентом (NTC), сопротивление которых зависит от температуры.

Датчик массового расхода воздуха

ДМРВ – массовый расходомер воздуха с пленочным термоанемометром.

Датчик положения педали акселератора

В электронных системах управления дизелей (EDC) педаль акселератора никак не связана с ТНВД. Положение педали акселератора определяется датчиком.

Сигнал напряжения генерируется потенциометром датчика как функция положения педали акселератора. Данное положение педали акселератора в процессе управления сопоставляется с запрограммированной кривой характеристики.

Датчик давления наддува

Датчик давления наддува (BPS - boost-pressure sensor) пневматически соединяется с впускным коллектором и, таким образом, измеряет абсолютное давление в пределах от 0,5 до 3,0 бар. Датчик разделен на камеру давления с двумя чувствительными элементами и на камеру для вычислительного контура.

Каждый чувствительный элемент включает в себя тонкую куполообразную диафрагму, определяющую исходный объем с определенным давлением. Перемещение диафрагмы является функцией давления наддува.

На поверхности диафрагмы расположены пьезорезисторы, сопротивление которых изменяется, когда к ним прикладывается механическое напряжение. Перемещение диафрагмы вызывает изменение напряжения, которое и является мерой давления наддува.

Вычислительный контур служит для усиления напряжения, компенсации

температурного влияния и линеаризации характеристики давления. Выходной сигнал оценочного контура посылается в ЭБУ, где с помощью запрограммированной кривой характеристики используется для расчета давления наддува.

Электронный блок управления

ЭБУ оценивает сигналы, полученные от внешних датчиков, и выдает управляющие сигналы на исполнительные устройства. Принцип работы рассмотрен ранее.

Эксплуатационные условия к ЭБУ предъявляются очень высокие требования по отношению к следующим факторам:

- температуре окружающей среды, к воздействию масла и топлива, к влажности окружающей среды, к механической прочностью, например, при наличии вибраций при работе двигателя.

2.4 Датчики и исполнительные устройства, применяемые в ЭСУД

Датчик - важнейший компонент встроенной электроники. Входные данные в встроенную электронику, включая и непосредственно оператора, как правило, подаются датчиками. Общие сведения о наиболее распространенных датчиках в ТС, в т.ч. внедорожных машинах, включая о фиксируемых ими параметрах, типов и сферы применения приведены в таблице 2.1.¹⁸

Таблица 2.1. Наиболее распространённые в внедорожных машинах датчики

Parameter - Параметр	Sensor Type - Тип датчика	Signal Type – Тип сигнала	Typical Application – Применения
Pressure - Давление	Piezoresistive - пьезорезистор	Single-ended voltage – одностороннее напряжение	Oil pressure Давление масло
	Solid-state micromachined monolithic silicon piezoresistive – микро-машинный силиконовый пьезорезистор	Single-ended voltage – одностороннее напряжение	Engine manifold pressure, oil pressure – давление в коллекторах двигателя, давление масло
Temperature - Температура	Thermistor - термистор	Single-ended voltage – одностороннее напряжение	Water temperature, oil temperature – температура воды, температура масло
	Solid-state silicon junction devices – твердотельные кремниевые контактные устройства	Single-ended voltage - одностороннее напряжение	Water temperature, air temperature – температура воды, температура воздуха
	Solid-state silicon junction devices - твердотельные кремниевые контактные устройства	Serial digital – последовательный цифровой	Water temperature, air temperature – температура воды, температура воздуха

¹⁸ Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE, 2006 – p.229-230

Rotational position - Угловое положение(переме щение)	Potentiometric - потен- циометрический	Single-ended voltage - од- ностороннее напряжение	Accelerator pedal position - позиция педали аксе- латора
Rotational speed - Частота вращения	Incremental encoder - ша- говый датчик положе- ния	Frequency - частота	Engine speed, wheel speed - скорость вращения двигателя, скорость вращения колеса
Linear position - Линейное положение(переме щение)	Potentiometric - потен- циометрический	Single-ended voltage - одностороннее напряжение	Engine fuel pump rack position - Положение стойки топливного насоса двигателя
Linear speed - Линейная скорость	Doppler RADAR - доплеровская РЛС	Frequency - частота	Ground speed - путевая скорость
Level – Уровень	Potentiometric - потенциометрический	Single-ended voltage - одностороннее напряжение	Fuel level - уровень топлива
Force – Усилие, си- ла	Strain-gauge load-cell – Гибкий измеритель нагрузки	Double-ended voltage – двустороннее напряжение	Draft sensing – тяговое усилие

В ЭСУД применяются следующие виды датчиков:

Датчик положения распределительного вала (датчик фазы) – ДФ. Датчик положения распределительного вала (фазы) предназначен для определения верхней мертвой точки поршня первого цилиндра при такте сжатия.

Датчик установлен с левой стороны на головке цилиндров (у четвертого цилиндра). Датчик представляет собой электронное устройство, работающее на эффекте Холла или электромагнитный датчик. При прохождении мимо торца датчика металлической пластины, установленной на распределительном или коленчатом вале(рис.2.7), происходит изменение магнитного потока датчика. Это вызывает появление в датчике электрического сигнала, который усиливается и передается в блок управления. Сигналы датчиков положения распределительного вала и положения коленчатого вала, обработанные в блоке управления, позволяют синхронизировать подачу топлива форсунками в каждый цилиндр двигателя (только при такте сжатия).

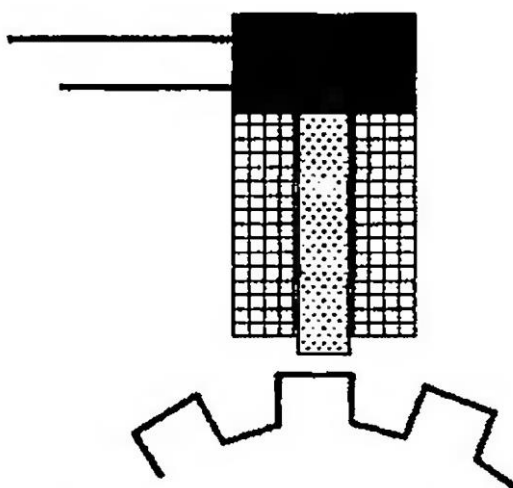


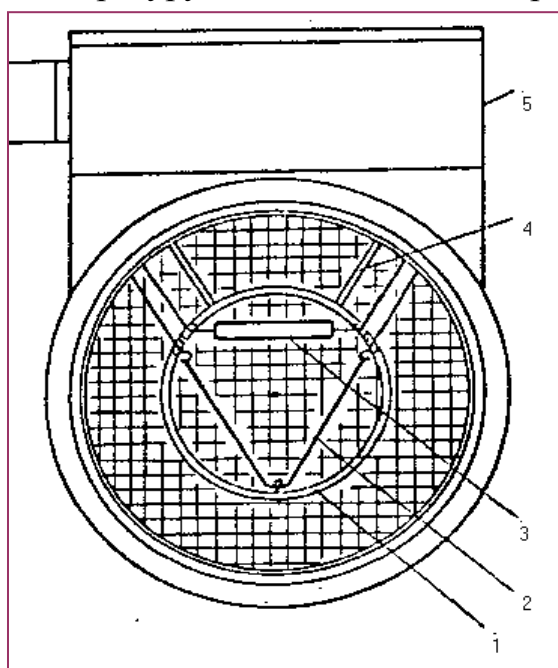
Рисунок 2.7– Индуктивный датчик положения распределительного вала и положения коленчатого вала,

При выходе из строя датчика положения распределительного вала его цепей, блок управления включает контрольную лампу и переходит на резервный режим с подачей топлива одновременно во все цилиндры двигателя.

Датчики массового расхода воздуха – ДМРВ.

Датчик (расходомер) массового расхода воздуха термоанемометрического типа предназначен для определения количества воздуха, идущего на заполнение цилиндров во время работы двигателя. Датчик установлен во впускной системе, после воздушного фильтра.

Устройство датчика показано на рис. 2.8, а внешний вид датчика - на рис.2.5. В корпусе установлено кольцо 1, внутри которого расположены чувствительный элемент 2 в виде платиновой нити диаметром 0,07-0,10 мм и термокомпенсационный резистор 3, включенные в мостовую схему электронного модуля 5 датчика. Электронная схема модуля 14 поддерживает температуру платиновой нити порядка 150° С.



Во время работы двигателя воздух, засасываемый в цилиндры двигателя, проходит через корпус и кольцо 1, охлаждая платиновую нить.

Рисунок 2.8 - Датчик массового расхода воздуха: 1 – кольца;

2 – платиновая нить;

3 – термокомпенсационный резистор;

4 - кронштейн крепления кольца;

5-корпус электронного модуля.

Электрическая мощность, затрачиваемая на поддержание

температуры нити на прежнем уровне, является параметром для определения количества воздуха, проходящего через датчик.

Так как температура платиновой нити зависит и от температуры проходящего воздуха, то термокомпенсационный резистор 3 (определяющий температуру проходящего воздуха) вносит соответствующую коррекцию в режим работы электронного модуля.

Сигналы датчика поступают в блок управления, обрабатываются и используются для определения оптимальной длительности электрических импульсов для открытия форсунок (определяется необходимое количество топлива для данного количества воздуха).

Для исключения загрязнения платиновой нити в электронном модуле предусмотрена кратко-временная подача повышенного напряжения на нее для разогрева до 1000°C .

При повышении температуры нити на ней сгорают все загрязнения, попавшие на нее (режим прожига).

В электронном модуле имеется переменный резистор, с помощью которого можно провести регулировку (винт 9) концентрации окиси углерода в отработавших газах в режиме работы двигателя на холостом ходу.

При возникновении неисправностей датчика или его цепей блок управления переходит на резервный режим работы по данным, занесенным в память блока. О возникшей неисправности датчика массового расхода воздуха блок управления сигнализирует водителю включением контрольной лампы.

Датчик положения дроссельной заслонки - ДПДЗ¹⁹

Датчик предназначен для определения положения дроссельной заслонки. Положение заслонки определяет величина падения напряжения на переменном резисторе датчика, которая поступает в блок управления для обработки.

Данные о положении дроссельной заслонки (полностью закрыта, частично открыта, или полностью открыта) необходимы блоку управления для расчета длительности электрических импульсов управления форсунками и определения оптимального угла опережения зажигания.

Датчик установлен на корпусе узла дроссельной заслонки и механически соединен с осью дроссельной заслонки.

Устройство и электрическая схема датчика показаны на рис. 2.9. Датчик представляет собой сдвоенный переменный резистор, выполненный на керамической подложке. Датчик состоит из корпуса 1. Печатной платы 6 с резисторами R1, R2, R3 и R4 и подвижных контактов 3, установленных на поворотной втулке 2. Втулка установлена на оси дроссельной заслонки 8.

При выходе из строя датчика включается контрольная лампа, а блок управления переходит на резервный режим работы, используя данные

¹⁹ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.66-73.

датчика массового расхода воздуха и данные, заложенные в память блока.

Исправность датчика можно проверить омметром. Сопротивление между выводами 1 и 2 должно быть 2 кОм, а между выводами 2 и 3 в одном крайнем положении 700-1380 Ом, а в другом 2600 Ом.

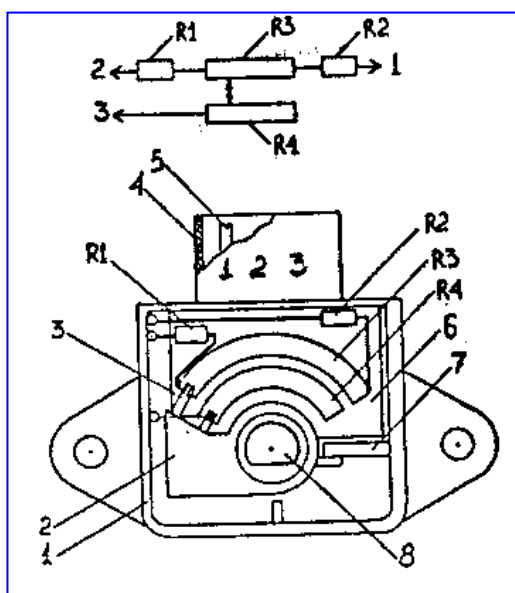


Рис. 2.9 -Датчик положения дроссельной заслонки: 1 – корпус; 2 – поворотная втулка; 3 – подвижный контакт; 4 – штекерная колодка; 5 – штекер; 6 – печатная плата; 7 – упор; 8 – ось дроссельной заслонки; R1, R2, R3 и R4 – сопротивления.

Датчик температуры

Датчик температуры представляет собой полупроводниковый терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом, который меняет свое сопротивление в зависимости от окружающей температуры.

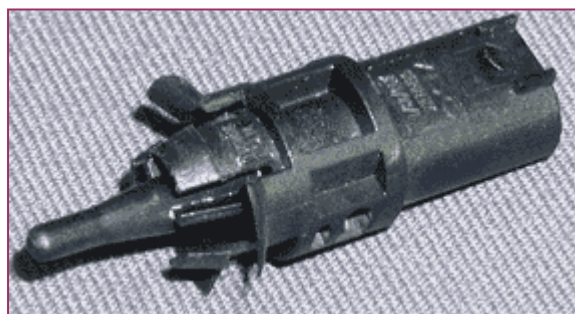


Рис. 2.10 – Датчик температуры

На двигателе установлены два датчика. Один датчик (ДТОХЛ) установлен в патрубке термостата и предназначен для определения температуры охлаждающей жидкости двигателя. Второй датчик (ДТВ) установлен во впускной системе и предназначен для определения температуры воздуха, входящего в цилиндры двигателя. Оба датчика включены в электронную схему блока управления, который по величине падения напряжения в цепи датчиков (в зависимости от температуры датчик изменяет свое сопротивление) корректирует подачу топлива и угол опережения зажигания.

При возникновении неисправностей в датчиках или в цепях датчиков блок управления сигнализирует водителю включением контрольной лампы.

Исправность датчика необходимо проверять по величине падения напряжения в цепи датчика при различных температурах.

Датчик детонации - ДД

Датчик 0261231046 или GT305 служит для определения детонации при работе двигателя. Детонация это несанкционированное самовоспламенение

рабочей смеси в цилиндрах двигателя. При работе двигателя в таком режиме возникают сильные вибрационные и термические нагрузки на детали двигателя.

Работа двигателя с детонацией может привести к разрушению деталей двигателя (например: поршня, прокладки головки блока и др.).

Датчик детонации установлен на правой стороне блока цилиндров.

Устройство пьезоэлектрического датчика детонации показано на рис. 2.11.

Основными элементами датчика являются кварцевый пьезоэлемент 7 и инерционная масса 6 (шайба). При работе двигателя возникает вибрация его деталей. Инерционная масса 6 датчика воздействует на пьезоэлемент 7 и в нем возникают электрические сигналы определенной величины и формы.

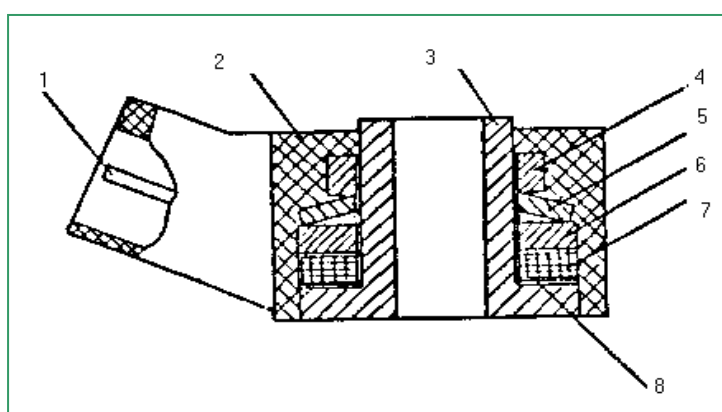


Рис. 2.11 - Датчик детонации:

- 1 – штекер; 2 – изолятор;
- 3 – корпус; 4 – гайка;
- 5 – упругая шайба;
- 6 – инерционная шайба;
- 7 – пьезоэлемент;
- 8 – контактная пластина

Возникновение детонации в работе двигателя приводит к резкому увеличению вибрации, что вызывает увеличение амплитуды напряжения электрических сигналов датчика. Электрические сигналы датчика передаются в блок управления. По сигналам датчика детонации блок управления корректирует угол опережения зажигания до прекращения детонации. При выходе из строя датчика или его электрических цепей блок управления сигнализирует водителю включением контрольной лампы.

Электромагнитные форсунки²⁰

Форсунки служат для впрыска дозированного количества топлива в цилиндры двигателя.

Дозированное количество топлива зависит от длительности электрического импульса, который подается на обмотку электромагнита микропроцессором. Состоит форсунка (рисунок 2.12) из корпуса 7, обмотки 9, электромагнита, сердечника электромагнита 16, иглы 4 запорного клапана, корпуса клапана-распылителя 17, насадки распылителя 1, и фильтра 12. Топливо под давлением поступает в фильтр 12 и далее через систему каналов проходит к запорному клапану.

Топливо под давлением поступает в фильтр 12 и далее через систему каналов проходит к запорному клапану. поджимает иглу клапана к конусному

²⁰ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.78-73.

отверстия корпуса клапана-распылителя 17, и удерживает клапан в закрытом состоянии. При подаче на обмотку катушки электромагнита электрического импульса создается магнитное поле, которое притягивает сердечник 16, а вместе с ним иглу запорного клапана. Отверстие в корпусе распылителя открывается и топливо под давлением в распыленном состоянии поступает в цилиндр двигателя. После прекращения электрического импульса пружина 16 возвращает сердечник 16 в исходное положение, а вместе с ним и запорную иглу клапана. При этом подача топлива прекращается. Клапан форсунки должен быть герметичным. При необходимости негерметичность форсунки можно проверить, подав в нее давление воздуха в 3 кг/см, а насадку распылителя форсунки опустить в керосин.

При кратковременной подаче напряжения 12 В на выводы исправной форсунки должен быть слышен отчетливый «щелчок». Сопротивление обмотки форсунки должно быть 15,5-16 Ом.

Регулятор предназначен для поддержания заданной частоты вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, при спуске, прогреве, при движении «накатом» и при изменяющейся нагрузке от вспомогательного оборудования.

Регулятор установлен на впускной трубе и соединен трубками с впускной трубой до дроссельной заслонки и после нее. Регулятор представляет собой клапан, который регулирует подачу воздуха во впускную систему, минуя дроссельную заслонку.

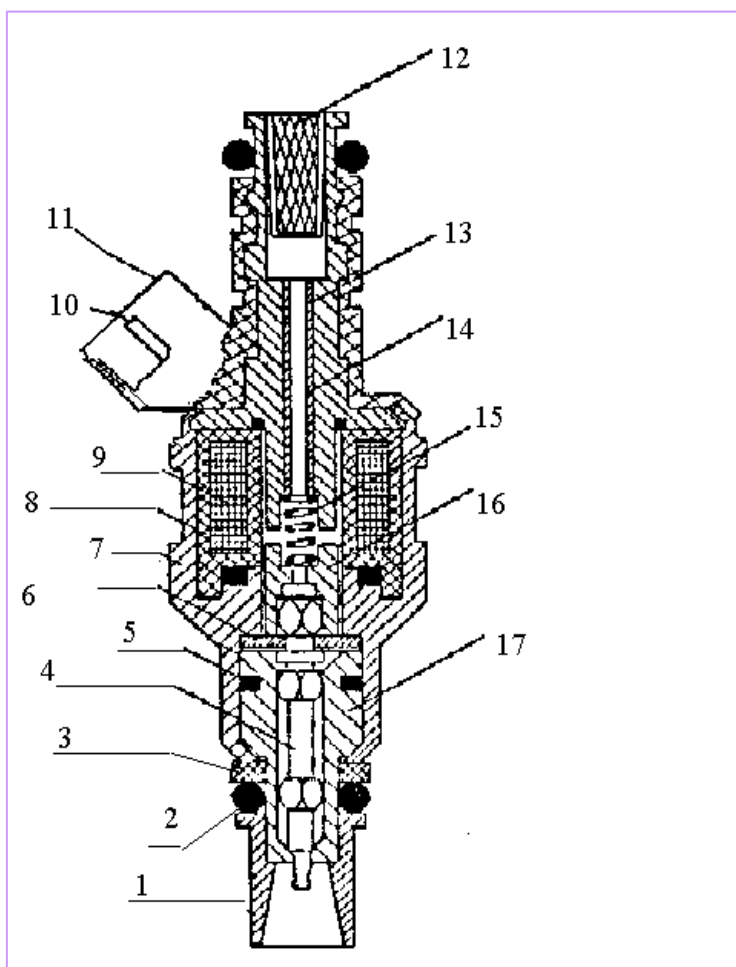


Рис. 2.12 - Устройство форсунки:

1. Насадка распылителя;
2. Уплотнительное кольцо;
3. Шайба;
4. Игла клапана;
5. Уплотнитель;
6. Шайба;
7. Корпус;
8. Изолятор;
- 9 Обмотка электромагнита;
- Вывод обмотки;
9. Разъем;
- 10.Фильтр;
- 11.Трубка;
- 12.Крышка;
- 13.Пружина;
- 14.Корпус клапана;
- 15.Пружина;
- 16.Сердечник

электромагнита

Регулятор дополнительного воздуха (РДВ) или регулятор холостого хода (РХХ)

Поворот заслонки 1 осуществляется двухобмоточным электродвигателем с неподвижными обмотками (якорь) и вращающимся магнитом 4 (шаговый двигатель). Блок управления обрабатывает сигналы датчиков, определяет необходимое положение заслонки 1 и выдает на обмотки 3 регулятора электрические импульсы определенной скважности. Электрический ток, проходя по обмоткам, создает свое магнитное поле, которое, взаимодействуя с магнитом 4, заставляет повернуться его на определенный угол (шаг), вместе с ним поворачивается и заслонка 1, изменяя проходное сечение регулятора.

При выходе из строя регулятора дополнительного воздуха в комбинации приборов загорается контрольная лампочка и нарушается работа двигателя на холостом ходу.

Контрольные вопросы:

1. Кратко изложите основные направления развития автомобильного бортового электронного оборудования.
2. Для выполнения каких операции предназначен микропроцессорный блок управления впрыском топлива?
3. Сформулируйте компонентный состав электронных систем управления двигателем(ЭСУД) .
4. Системы непосредственного впрыска топлива в цилиндры дизельного двигателя
5. Перечислите датчики и исполнительные устройства, применяемые в ЭСУД.

Использованная литература

1. Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE, 2006 – 474 p.
2. Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 -559 p.
3. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
4. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
5. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007.– 207 с.

3- тема. Автоматизация трансмиссии ТС. автоматизация коробки перемены передач, управления дифференциалом

План:

3.1. Задачи автоматизации трансмиссии ТС. Автоматизация КПП, схемы и принципы работы.

3.2. Системы управления дифференциалом. Система автоматической блокировки дифференциала.

Ключевые слова: трансмиссии, коробка перемены передач, крутящий момент, гидротрансформатор, рабочая жидкость, дифференциал, блокировка, схема, планетарная передача.

3.1 Задачи автоматизации трансмиссии ТС. Автоматическая коробка передач с электронным управлением

Автоматическая коробка передач (сокращенное название АКПП, обиходное название – коробка-автомат) является самым распространенным устройством изменения крутящего момента, применяемым в автоматической трансмиссии автомобиля. Традиционно автоматической называют гидромеханическую коробку передач.

Автоматическая коробка передач имеет следующее устройство:

- гидротрансформатор;
- механическая коробка передач;
- насос рабочей жидкости;
- система охлаждения рабочей жидкости;
- система управления.

На коробках-автоматах, устанавливаемых на переднеприводные легковые автомобили, в конструкцию включены главная передача и дифференциал.

Гидротрансформатор предназначен для передачи и изменения крутящего момента от двигателя к механической коробке передач. Конструкция гидротрансформатора включает: насосное колесо; турбинное колесо; реакторное колесо; блокировочная муфта; муфта свободного хода; корпус гидротрансформатора.



Рис 3.1- общий вид гидротрансформатора

Насосное колесо соединено с коленчатым валом двигателя. Турбинное колесо связано с механической коробкой передач. Между насосным и турбинными колесами располагается неподвижное реакторное колесо. Все

колеса гидротрансформатора оснащены лопастями определенной формы, между которыми предусмотрены каналы для прохода рабочей жидкости.

Блокировочная муфта служит для блокировки гидротрансформатора в определенных режимах работы автомобиля. Муфта свободного хода (обгонная муфта) обеспечивает вращение жестко закрепленного реакторного колеса в противоположную сторону.

Все конструктивные элементы гидротрансформатора расположены в корпусе, который заполнен специальной рабочей жидкостью.

Работа гидротрансформатора осуществляется по замкнутому циклу. От насосного колеса поток жидкости передается на турбинное колесо, далее на реакторное колесо. За счет конструкции лопастей реактора скорость потока усиливается. Поток направляется на насосное колесо и заставляет его вращаться быстрее, тем самым увеличивается величина крутящего момента. Максимальную величину крутящего момента гидротрансформатор развивает на минимальной скорости. С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя, угловые скорости насосного и турбинного колес выравниваются, а поток жидкости меняет свое направление. При этом срабатывает муфта свободного хода и реакторное колесо начинает вращаться. Гидротрансформатор работает в режиме гидромufты (передает только крутящий момент).

Блокировка гидротрансформатора происходит с дальнейшим ростом скорости, при этом замыкается блокирующая муфта, и передача крутящего момента от двигателя к механической коробке передач происходит напрямую.

Механическая коробка передач в составе АКПП служит для ступенчатого изменения крутящего момента, а также обеспечивает движение автомобиля задним ходом. На автоматических коробках, как правило, применяются планетарные редукторы, отличающиеся компактностью и возможностью соосной работы. Механическая коробка передач состоит из нескольких (обычно двух) планетарных редукторов, соединенных последовательно для совместной работы. Объединение планетарных редукторов позволяет обеспечить необходимое число ступеней работы. Современные автоматические коробки выполняются шестиступенчатыми, семиступенчатыми (Mercedes) и даже восьмиступенчатыми (Lexus).

Планетарный редуктор в коробке передач имеет название планетарный ряд. Планетарный ряд имеет следующее устройство: солнечная шестерня; сателлиты; коронная шестерня; водило.

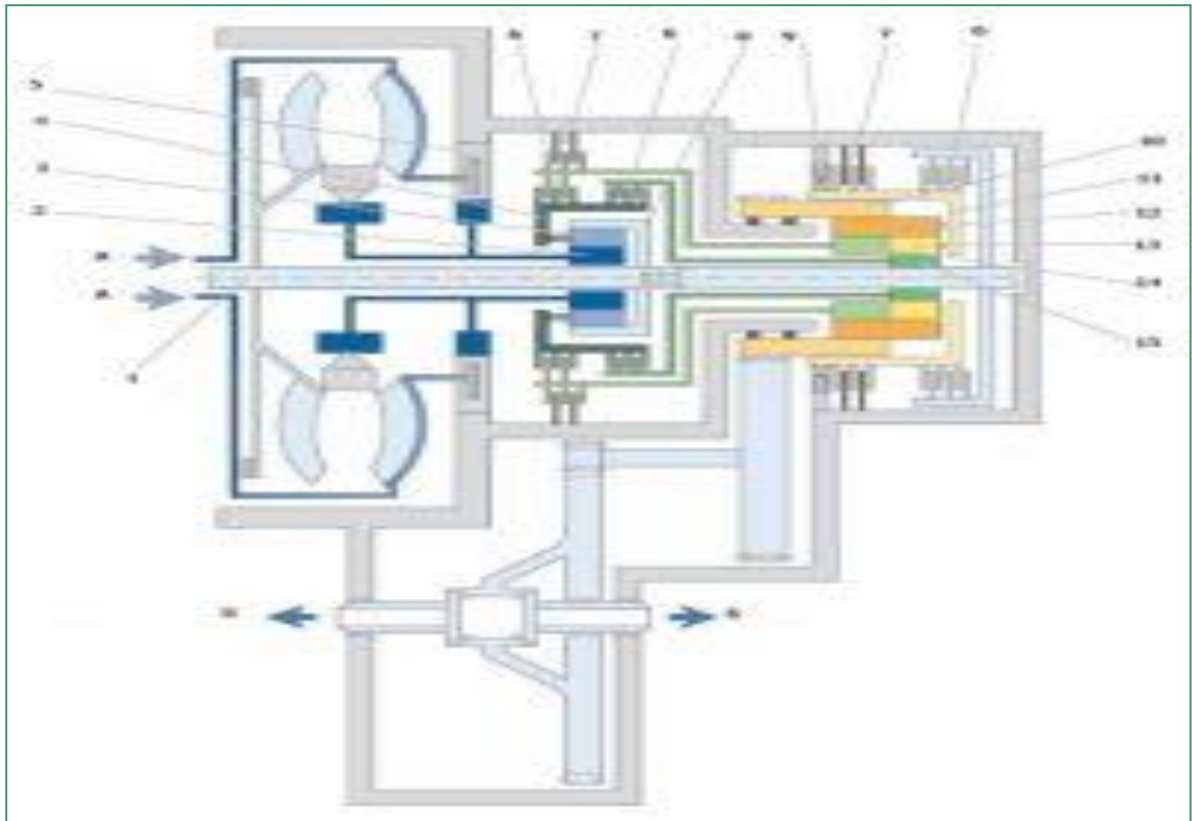


Рис 3.2-Схема автоматической коробки передач

Передача вращения производится при условии блокировки одного или двух элементов планетарного ряда (солнечной шестерни, коронной шестерни, водила). Блокировку осуществляют соответствующие фрикционные муфты и тормоза. Муфта блокирует элементы планетарного ряда между собой и, тем самым, обеспечивает передачу крутящего момента. Тормоз удерживает конкретные элементы за счет соединения с корпусом коробки. Муфты и тормоза приводятся в действие с помощью гидроцилиндров, которые управляются из распределительного модуля. В конструкции коробки может применяться обгонная муфта, которая удерживает водило от вращения в противоположную сторону.

Таким образом, механизмами переключения передач в автоматической коробке являются фрикционные муфты и тормоза. Работа АКПП заключается в выполнении определенного алгоритма включения и выключения муфт и тормозов.

Циркуляцию рабочей жидкости в автоматической коробке передач осуществляет шестеренный насос. Насос приводится в действие от ступицы гидротрансформатора.

Охлаждение рабочей жидкости в АКПП производит соответствующая система. Рабочая жидкость может охлаждаться в охладителе (теплообменнике), включенном в систему охлаждения двигателя. Ряд конструкций коробок имеет отдельный радиатор рабочей жидкости.

На современных автоматических коробках передач применяется электронная система управления²¹, которая включает следующие конструктивные элементы:

- входные датчики;
- электронный блок управления коробкой передач;
- распределительный модуль;
- рычаг селектора.

В системе применяются следующие датчики:

- частоты вращения на входе коробки передач;
- частоты вращения на выходе коробки передач;
- температуры рабочей жидкости;
- положения рычага селектора;
- положения педали газа.

ЭБУ КПП обрабатывает сигналы датчиков и формирует управляющие сигналы на распределительный модуль. ЭБУ в своей работе реализует т.н. программу «непрерывной логики» (Fuzzy logic), предусматривающую гибкий алгоритм определения точек перехода на высшую или низшую передачу. Блок управления коробкой передач взаимодействуют с блоком управления двигателем, входящим в систему управления двигателем.

Распределительный модуль состоит из электромагнитных клапанов управления переключением передач, электромагнитных клапанов регулирования давления рабочей жидкости и золотников-распределителей выбора режимов работы. Работой электромагнитных клапанов управляет ЭБУ КПП. Золотники-распределители приводятся в действие посредством рычага селектора.

Непосредственное управление АКПП осуществляется рычагом селектора. Выбор нужного режима работы коробки производится перемещением рычага в определенное положение:

- P – режим парковки;
- R – режим заднего хода;
- N – нейтральный режим;
- D – движение вперед в режиме автоматического переключения передач;
- S – спортивный режим.

На отдельных коробках реализуется т.н. режим «Кик-Даун» (Kick-Down), предполагающий резкое ускорение автомобиля путем быстрого переключения передач.

Механические коробки передач с электронным управлением

Такие трансмиссии получили название полуавтоматических²². Поскольку в отличие от спортивных машин сервопривод на обычных автомобилях настроен не на быстрое действие, а на плавное включение, и, разумеет-

²¹ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.463-464.

²² Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.464-465.

ся, исключает ошибки водителя, увеличивается срок службы сцепления. В этом состоит главное достоинство полуавтоматической трансмиссии, но это же делает ее малоприменимой для спортивной езды. Как с помощью сервоприводов вводить в зацепление необходимые пары шестерен после работ по автоматизации сцепления - проблемой уже не являлось. Рычаг переключения при этом может оставаться привычным на вид, но на самом деле превращается в джойстик, перемещение которого служит лишь сигналом машине о намерениях водителя. Окончательно стали автоматическими трансмиссии с обычными коробками лишь после того, как обзавелись электронным "мозгом", которому были доступны данные о режиме работы двигателя, скорости автомобиля, нагрузке и другая полезная информация, позволяющая точно определять, когда следует переключать передачи вообще без вмешательства водителя. Чтобы потребителю было легче ориентироваться среди типов автоматических трансмиссий, для механических "автоматов" придумали новый термин - роботизированные коробки передач (рисунок 3.3).

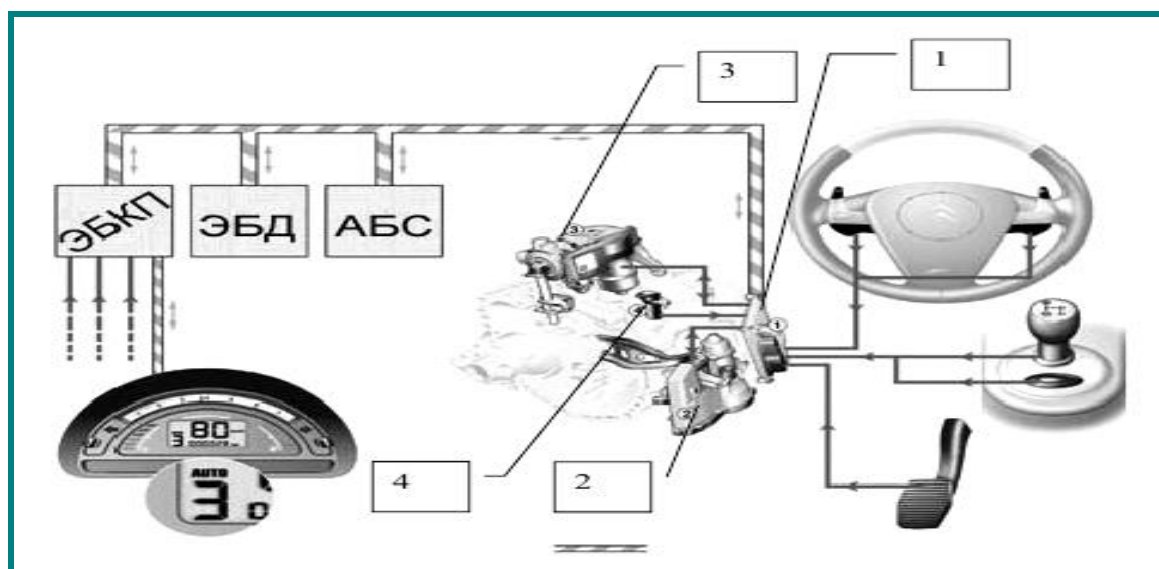


Рисунок 3.3- Роботизированная коробка передач "СенсоДрайв" (SensoDrive) фирмы Ситроен: 1 - электронный блок КП; 2 - устройство управления сцеплением; 3 - устройство переключения передач; 4 - датчик оборотов первичного вала КП

Роботизированные коробки сохранили экономичность обычной "механики" в плане влияния на расход топлива, но при этом утратили главное ее достоинство - простоту устройства, а с ней - низкую себестоимость изготовления, обслуживания и ремонта.

Аналогичные АКП производят многие ведущие автопроизводители: Audi, BMW, Ford и другие. Так на "Ауди-ТТ 3,2 Кваттро" устанавливается коробка передач DSG (Directschaltgetriebe - коробка прямого включения), которая объединяет достоинства автоматической и механической шестиступенчатой КП.

3.2 Системы управления дифференциалом. Система автоматической блокировки дифференциала

Системы распределения крутящего момента. В общем распределение момента между осями в условиях, когда ни одно из колес не проскальзывает, остается постоянным у всех автомобилей с полным приводом. Для автомобилей с постоянным полным приводом наиболее распространенным отношением является 50:50, хотя бывают и другие соотношения. Вторая пропорция обычно применяется на автомобилях, которые изначально были заднеприводными, в то время, как первая - на автомобилях изначально переднеприводные. Блокировка дифференциалов является основным камнем преткновения в технологии полного привода, поскольку оказывает огромное влияние на поведение автомобиля на дороге. Если рассмотреть простейший пример AWD (All Wheel Drive) с тремя "свободными" дифференциалами, то становится ясно, что автомобиль может быть обездвижен при потере сцепления хотя бы одного из четырех колес. Особенностью простого "свободного" дифференциала является то, что он перераспределяет мощность в пользу оси, имеющей

меньшее сопротивление. Таким образом, если одно колесо теряет сцепление с дорогой вся развиваемая мощность передается на него. При этом полноприводный автомобиль имеет вдвое больше шансов потерять сцепление одного ведущего колеса с дорогой, чем автомобиль с приводом на одну ось. А поскольку использование полноприводного автомобиля предполагает более частую езду в плохих дорожных условиях для него становится очень важным наличие какой-либо блокировки дифференциалов. Все автомобили с постоянным полным приводом предлагающиеся на рынке сегодня такую блокировку имеют.

Наиболее совершенные конструкции имеют электронную блокировку дифференциалов, получившее обозначение EDS (Elektronische Differentialsperre). Являясь дополнением к элементам антиблокировочной системе тормозов (ABS), EDS уменьшает передачу крутящего момента двигателя при неблагоприятных условиях движения, особенно на подъемах и при ускорениях автомобиля, устраняя пробуксовку одного из ведущих колес. Благодаря механической блокировке дифференциала достигается улучшение передачи крутящего момента, так как при этом сторона с большим значением коэффициента трения может передавать больший крутящий момент.

Электронный блок управления получает информацию от датчиков ABS о скорости вращения ведущих колес и постоянно сравнивает их. При наличии разности числа оборотов свыше примерно 110 об/мин EDS включается автоматически и уменьшает передачу крутящего момента на пробуксовывающее колесо до тех пор, пока оно не будет иметь примерно ту же скорость, что и не буксующие колеса. Благодаря такому управлению достигается то, что к колесу с лучшими условиями сцепления с дорогой передается увели-

ченный крутящий момент. EDS автоматически отключается при скорости движения автомобиля выше 40 км/ч, а также при прохождении поворотов и при перегревании тормозов.

Компания «Хонда» объявила о начале производства устройства SHAWD (Super Handling All-Wheel Drive system – полноприводная система с продвинутой управляемостью).

В отличие от всех известных ныне схем, SH-AWD позволяет распределять крутящий момент не только между задней и передней осями, но и между левым и правым колесами. Без сомнения, эта особенность открывает новую эру в конструировании трансмиссий. Ведь не секрет, что полный привод давно перестал быть только средством для борьбы с бездорожьем. Более того, сейчас речь вовсе не об этом – ведь SH-AWD планируют устанавливать на седаны бизнес-класса «Honda Legend», которые предназначены для твердых покрытий. Полный привод нужен им для придания высокой управляемости и устойчивости на высоких скоростях и при любых погодных условиях. Электронная составляющая новинки включает в себя датчики угла поворота, бокового и углового ускорения, скорости вращения колес, оборотов двигателя и давления воздуха на впуске, передаточного отношения в трансмиссии. Информация от всех датчиков поступает в компьютер, который в тысячные доли секунды рассчитывает оптимальное распределение крутящего момента по колесам. Далее компьютер отдает приказ блоку управления дифференциалом: тот распределяет момент между осями и задними. На нужную ось он перебрасывает от 30 до 70% момента, на одно из задних колес – от 0 до 100%, рисунок 3.5.

Главные новшества собраны в расположенном сзади дифференциале. Прежде всего, это электромагнитные многодисковые сцепления, которые впервые применены в автомобильной промышленности. Каждое ведает передачей момента к «своему» заднему колесу, правому или левому. Встроенные электромагнитные катушки изменяют положение сердечника магнита относительно его корпуса. Электронный мозг распоряжается, какой ток подать на магнит – тем самым, сжимая пакеты дисков и плавно меняя распределение крутящего момента. Оба сцепления способны работать независимо друг от друга, но, естественно, под общим управлением компьютера. Модули сцепления дополнены собственными планетарными передачами. В тандеме с дифференциалом трудится ускорительный блок, делающий более надежным поведение автомобиля в крутых поворотах. Его миссия – принудительное «подкручивание» задних колес в виражах, чем он и отличается от привычных устройств. Не секрет, что в повороте траектория движения внешнего заднего колеса смещается наружу относительно траектории передних колес.

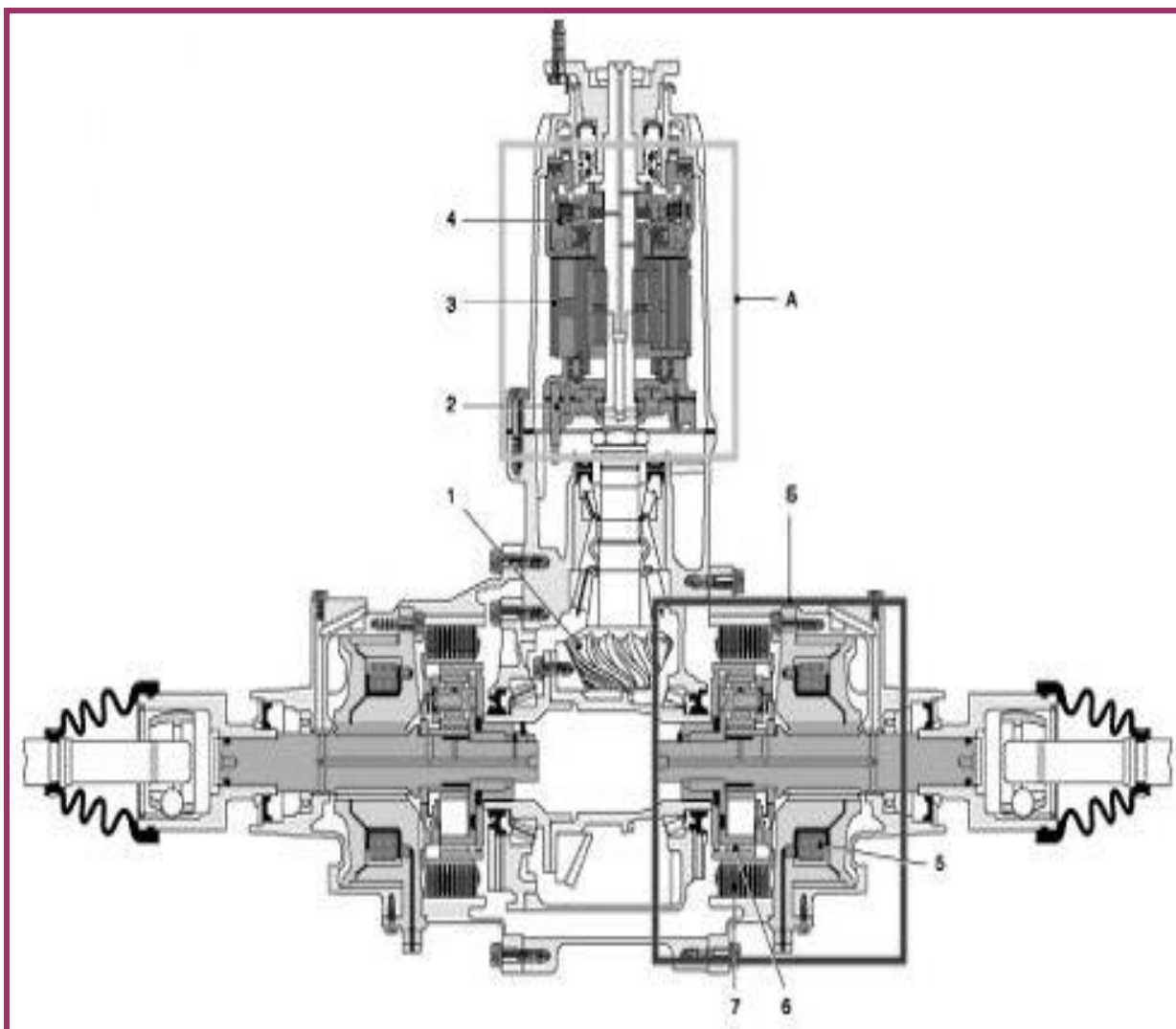


Рисунок 3.5 - Задний дифференциал SH-AWD, фирма HONDA:
 1 – гипоидная передача; 2 - гидравлический привод; 3 – планетарная передача; 4 - сцепление; 5 - соленоид; 6 - планетарная передача; 7 - сцепление; А – ускорительный модуль; Б – блок электромагнитного сцепления

Проблема заключается в том, что при традиционной схеме трансмиссии заднее внешнее колесо вращается медленнее передних и тем самым препятствует полноценной передаче мощности. Как результат – ухудшение управляемости и риск заноса. Эту проблему и призван решить ускорительный блок SH-AWD.

Во время движения по прямой шестерни планетарной передачи вращаются синхронно с карданным валом – скорость передних и задних колес одинакова. Стоит машине войти в поворот, как гидравлический привод посредством еще одного, уже третьего по счету модуля сцепления включает планетарную передачу в работу: при этом заднее колесо с нужной стороны «подкручивается» до оптимальной скорости! Примечательно, что электроника отдает приказы, основываясь на информации о стиле вождения. Другими словами, если водитель вводит машину в поворот, держа ногу на педали акселератора, реакция электроники будет совершенно иной в сравнении с ситуаци-

ей, когда авто прописывает дугу по инерции или при торможении. Таким образом, SH-AWD позволяет изменять передачу момента, исключая явные проявления недостаточной или избыточной поворачиваемости машины.

Контрольные вопросы:

1. Сформулировать основные типы автоматических трансмиссий автомобилей?
2. Дать характеристику гидротрансформаторных АКП?
3. Охарактеризовать роботизированные АКП?
4. Определить назначение и принципы работы электронных систем распределения крутящего момента трансмиссии?

Использованная литература

1. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомо-бильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
2. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
3. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007.– 207 с.

4 – тема. Системы активной и пассивной безопасности автомобилей. антиблокировочные системы автомобилей (2 часа)

План:

1. Системы активной безопасности автомобилей. Антиблокировочные тормозные системы(ABS).
2. Системы пассивной безопасности автомобиля. Система подушек безопасности. Система натяжения ремней безопасности.

Ключевые слова: Активная безопасность, пассивная безопасность, антиблокировочные тормозные системы, ремни безопасности, подушки, микропроцессор.

4.1 Системы активной безопасности автомобилей

Наиболее известными и востребованными системами активной безопасности являются²³:

- антиблокировочная система тормозов;
- антипробуксовочная система;
- система курсовой устойчивости;

²³ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – с.509-510.

- система распределения тормозных усилий;
- система экстренного торможения;
- система обнаружения пешеходов;
- электронная блокировка дифференциала.

Важнейшими компонентами системы пассивной безопасности автомобиля являются:

- ремни безопасности;
- натяжители ремней безопасности;
- активные подголовники;
- подушки безопасности;
- безопасная конструкция кузова;
- аварийный размыкатель аккумуляторной батареи;
- ряд других устройств (система защиты при опрокидывании на кабриолете и др.);
- детские системы безопасности - крепления, кресла, ремни безопасности).

Антиблокировочные тормозные системы(ABS)

Начиная с 1 октября 1991 г. на территории стран-членов Европейского союза законодательными нормами предписывается установка ABS на новых грузовых автомобилях, предназначенных для перевозок с прицепами, и тягачах седельных автопоездов полной массой более 16 т, а также на прицепах более 10 т и автобусах более 12 т. Предполагается распространить эти нормы на более легкие автомобили (полной массой более 3,5 т). В законе оговариваются три категории систем ABS, которые отличаются одна от другой в зависимости от спецификации, касающейся замедления и поведения колес и автомобиля при торможении.

Большинство европейских автопроизводителей устанавливают системы ABS только категории 1 (эти системы соответствуют всем требованиям директивы ЕЭС 71/320)²⁴. Все системы ABS должны оснащаться контрольными лампами для водителя, которые загораются после включения зажигания и гаснут спустя 2 с. Если лампы загораются во время управления автомобилем, то это показывает, что обнаружена неисправность. Это может означать полное отключение ABS.

Тягачи и прицепы с ABS различных производителей могут совместно эксплуатироваться, если их соединительные электрические разъемы выполнены в соответствии с DIN 7638. Даже частичное использование системы ABS (либо на тягаче, либо на прицепе) значительно улучшает торможение по сравнению с полным отсутствием ABS.

Блокировка колёс при торможении (движение «юзом») не желательно но по следующим причинам: нарушается устойчивость автомобиля или

²⁴ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.454-456.

автопоезда при торможении, частое блокирование и следовательно движение колёс «юзом» приводящий к прогрессивному изнашиванию и снижению срока службы шин, снижается эффективность торможения. Для повышения тормозных качеств автомобилей применяются антиблокировочные системы (АБС). Назначением (АБС) является устранение блокирования колёс автомобиля при торможении, по крайней мере, длительное блокирование (задача-минимум), а также автоматическое определение и поддержания режима торможения с оптимальным (близким к максимальному) коэффициентом сцепления в изменяющихся условиях торможения (задача-максимум).

При торможении колеса к нему подводится тормозной момент M_τ препятствующий вращению колеса и создающий в контакте колеса с дорогой тормозную силу

$$P_\tau = M_\tau / r_g$$

При условии

$$P_\tau = J\varepsilon / r_g > P_{\text{ср}}$$

наступает блокирование колеса и она начнёт скользить, (где J – момент инерции колеса, ε - угловое замедление и r_g – динамический радиус колеса; P_ϕ - сила сцепления колеса с опорной поверхностью). Относительное проскальзывания колеса

$$\sigma = \frac{V_a - \omega_k r}{V_a}$$

% где V_a – поступательная скорость, ω_k – угловая скорость колеса.

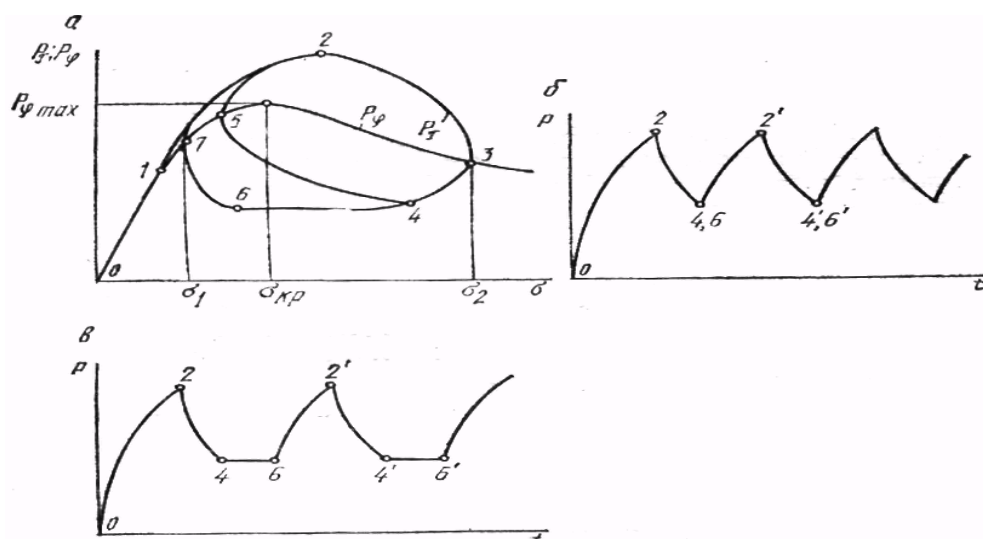


Рис. 4.1 Графики изменения P_τ в зависимости от проскальзывания колеса (а) и давления p для двухфазного (б) и трехфазного (в)

Если рассмотреть зависимость P_τ и P_ϕ от проскальзывания то с увеличением P_τ и P_ϕ увеличивается и σ . Точка 1 начинается превышение P_τ

над P_φ и начинается интенсивное увеличение σ . В точке 2 срабатывает АБС – тормозная сила начинает снижаться (до точки 4). Когда $P_\tau = P_\varphi$ (в точке 3) начинается уменьшение σ . В точке 4 ПБС вырабатывает новый сигнал, по которому начинается либо новое повторное торможение (с точки 4 до 5) либо обеспечивается фаза выдержки (точки 4 и 6). Коэффициент сцепления φ наибольший $\sigma = 0,2 \dots 0,3$ и оно называется критическим проскальзыванием $\sigma_{пр}$, при этом $P_{\varphi max}$. Поэтому для повышения эффективности торможения АБС должен обеспечить торможение по возможности близком к $\sigma_{пр}$ диапазонах проскальзывания. В зависимости от управления давлением в тормозных камерах или цилиндрах АБС делятся на двухфазные и трёхфазные.

По форме обработки и представления информации АБС подразделяются на аналоговые, цифровые и комбинированные. Хотя цифровые АБС имеют ряд преимуществ, однако аналоговые и комбинированные являются более удобными из-за большей простоты и возможности широкого и оперативного выравнивания параметров настройки. По количеству входных сигналов АБС одно и многосигнальные. Входным сигналом является ω_k – угловая скорость колеса, v_a – скорость автомобиля (или их производные). АБС представляет собой замкнутую САУ, как правило с релейным регулированием, функциональная схема которой выглядит следующим образом.



Рис. 4.2 Функциональная схема АБС

Наибольшее применение в современных АБС нашли датчики частоты вращения (индукционные) тормозящих колёс обладающие наибольшей информативной способностью. Электронный решающий блок (ЭРБ) выполняет следующие основные функции: обрабатывает входящую информацию от затормаживающих колёс (1 или несколько), управляет одним или несколькими ИО, контролирует АБС и при случае неисправности отключает её и информирует об этом водителя. Модуляторы давления предназначены для управления давлением в тормозных камерах или цилиндрах в соответствии с электрическими сигналами поступающими от ЭРБ. Рассмотрим схему и принцип работы АБС с гидравлическим золотниковым модулятором, предназначенным для гидравлических, насосно-

аккумуляторных тормозных систем.

В исходном положении расположения золотников 2 и 5 как на схеме. При блокировании тормозящего колеса, т.е. большое угловое его замедление, ЭРБ на основе поступившей в него информации от датчика 13 мгновенно подает электрический сигнал на электромагнит 6. Последний перемещается посредством штока 7 золотник 5 вниз до упора в выступы золотника 2. При этом магистрали 3 и 9 отсоединяются друг от друга, а последний соединяется со сливной магистралью 4 происходит автоматическое растормаживание колес.

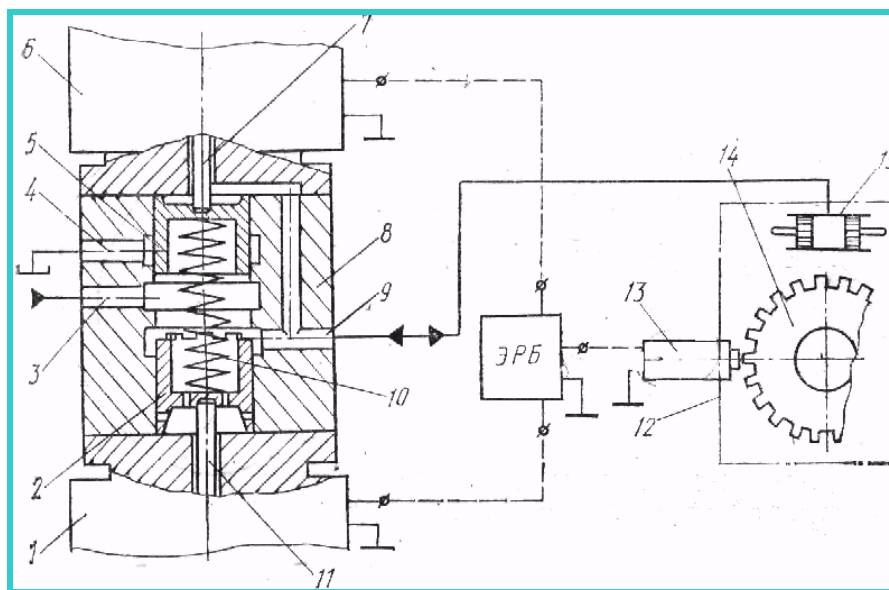


Рис. 4.3 . Схема АБС с гидравлическим модулятором:

1 и 6 – электромагниты; 2 и 5 – золотники; 3 – напорная магистраль; 9 – магистраль рабочего цилиндра; 4 – сливная магистраль; 7 и 11 – штоки электромагнитов; 8 – корпус; 10 – пружина; 12 – колесо; 13 – индукционный датчик; 14 – ротор датчик; 15 – колёсные цилиндры тормоза.

При малом угловом ускорении колеса ЭРБ снимает напряжение с элемента 6 и подает напряжение на электромагнит 1, вследствие чего золотник 2 посредством штока 11 перемещается в верхнее положение, а золотник 5 возвращается в исходное положение.

Характеристики систем ABS разных поколений значительно изменились, так по сравнению с первыми серийными образцами гидромодуль с управляющим блоком уменьшил массу с 6,3 до 1,6 кг, а количество составных элементов сократилось почти на порядок, рисунок 4.4.

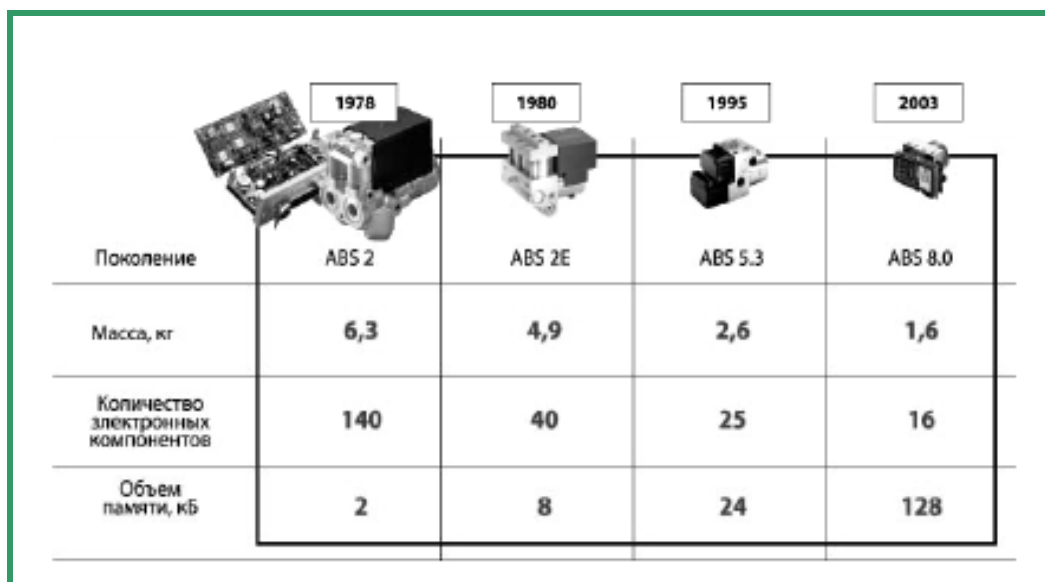


Рис 4.4- Эволюция систем ABS

Антипробуксовочные системы

Система антипробуксовки ведущих колес(ASR, TRC) освобождает водителя от необходимости контролировать обороты двигателя в начале движения и при разгоне автомобиля и обеспечивают более уверенный разгон автомобиля, а отсутствие буксования увеличивает управляемость и устойчивость. Основная идея, реализованная в системе ASR, состоит в согласованном управлении частотой вращения ДВС посредством автоматического воздействия на положение специальной вспомогательной дроссельной заслонки(или воздействия на систему «электронного дросселя- ETC»), а также притормаживании буксующего колеса тормозными механизмами через модуляторы давления системы АБС, рисунок 4.5. О частоте вращения каждого колеса компьютер, управляющий этой системой, узнаёт от датчиков, установленных у каждого колеса и от датчика ускорения. По сигналам датчиков, указывающих на то, что ведущие колёса начинают пробуксовывать, компьютер принимает решение о снижении мощности двигателя и оказывает на него действие, аналогичное уменьшению степени нажатия на педаль газа, причем степень сброса газа тем сильнее, чем выше темпы нарастания пробуксовки колес.

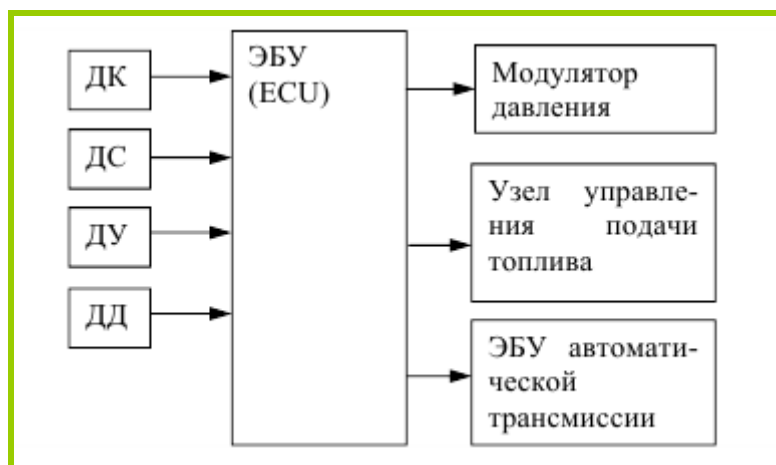


Рисунок 4.5 – Структурная схема антипробуксовочной системы (ASR, TRC) : ДК– датчики колес; ДС- датчик скорости; ДУ– датчик ускорения; ДД- датчик положения дросселя

Блок управления определяет буксование по разности частот вращения колес, оценивает крутящий момент по положению подачи топлива. Дополнительно определяется ускорение автомобиля и скорость, блок управления вырабатывает команду на снижение подачи топлива, через специальный узел, ЭБУ автоматической трансмиссии команду на притормаживание буксующего колеса через увеличение давления в тормозном контуре модулятором давления и при наличии автоматической трансмиссии изменение ее режима работы.

4.2 Системы пассивной безопасности автомобиля

Система подушек безопасности. Воздушные мешки (от английского airbags) - это дополнительные средства безопасности (Supplementary Restraint System или для краткости SRS), используемые совместно с обычными ремнями безопасности для предотвращения травмирования лица и грудной клетки водителя при фронтальном столкновении²⁵. Они могут устанавливаться и со стороны пассажира, для предотвращения удара о переднюю панель, и сбоку, для защиты верхней части тела и головы при боковых ударах. Воздушные мешки надуваются газогенераторным модулем, содержащим взрывчатые вещества. Поэтому, ни в коем случае нельзя проверять электрические соединения в газогенераторе с помощью тестера или осциллографа, для этого имеется специальное диагностическое оборудование. Нельзя разбирать газогенератор, перед отправкой автомобиля на слом газогенератор удаляется специальным инструментом. Воздушный мешок и газогенератор размещены в ступице рулевого колеса и соединены с ЭБУ пружинными вращающимися контактами, расположенными между рулевой колонкой и рулем, рисунок 4.6.

Подушка безопасности представляет собой мешок из нейлоновой ткани

²⁵ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.511-512.

с резиновой подкладкой, сложенный под полиуретановой крышкой (Рисунок 8.1). Когда мешок надувается, крышка ломается вдоль специально сделанной канавки и раскрывается наружу, пропуская мешок вперед. В зависимости от модели автомобиля воздушный мешок имеет емкость 30-70 литров:

Конструкция газогенератора показана подробно на рисунке 4.7. Генератор начинает работать после подачи импульса тока от ЭБУ в зажигающее устройство. Электрические соединения устройства изолированы от массы и оно не может быть ложно включено при случайном коротком замыкании в электрической цепи. Когда температура в зажигающем устройстве превысит 190° начинается химическая реакция горения азида натрия (соль азотистоводородной кислоты) в газогенераторе, в результате которой интенсивно выделяется азот.

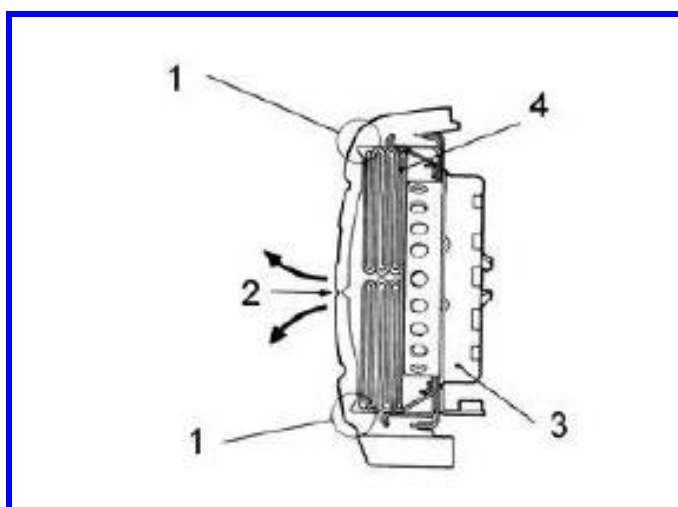


Рисунок 4.6- Воздушный мешок:
1- ось поворота крышки; 2- линия слома ; 3 - газогенератор; 4- воздушный мешок.

2-

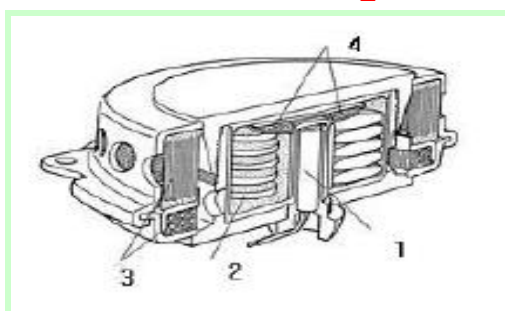


Рисунок 4.7– Газогенератор подушки безопасности:

1- зажигающее устройство; 2- горючее вещество; 3- фильтр и теплопоглотитель, 4- вещество, ускоряющее горение

Система натяжения ремней безопасности

Пиротехническая система натяжения ремней безопасности является дополнительной к воздушным мешкам и работает на тех же принципах (рисунок 4.8).

Она предназначена для натяжения ремней безопасности у водителя и пассажира на переднем сиденье в первые миллисекунды после столкновения, чтобы прочно и безопасно прижать их к спинкам сидений пока мешки еще не надуты (как уже отмечалось, быстро надувать их нельзя из-за возможной контузии). Натяжение ремней достигается за счет тросика, который намотан на инерционную катушку в устройстве натяжения ремней безопасности. Свободный конец тросика прикреплен к поршню, установленному на дне трубки, прикрепленной к средней стойке двери, рисунок 4.9.

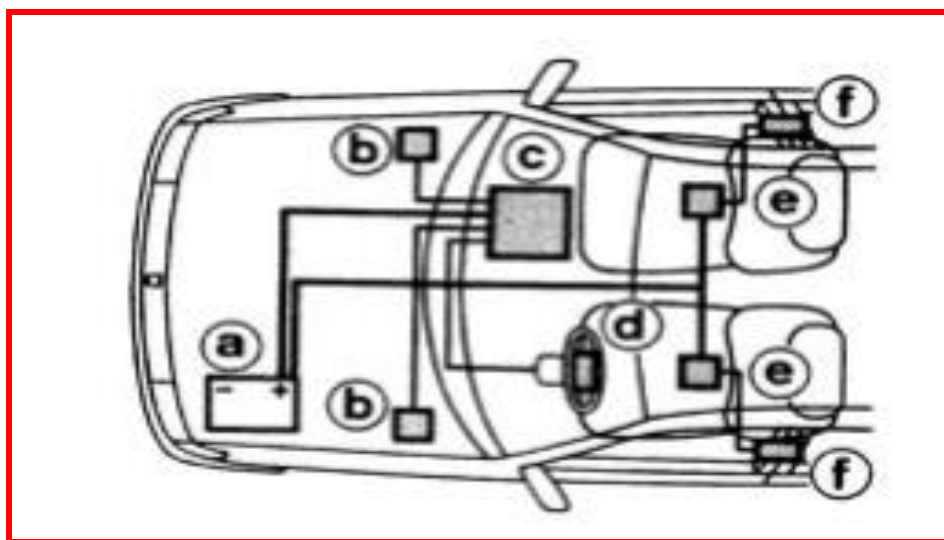


Рисунок 4.8 - Комбинированная система безопасности: а – аккумулятор; б - датчики воздушного мешка, с - ЭБУ воздушного мешка; d - воздушный мешок; е - датчики ремней безопасности; f - пиротехническая система натяжения ремней безопасности

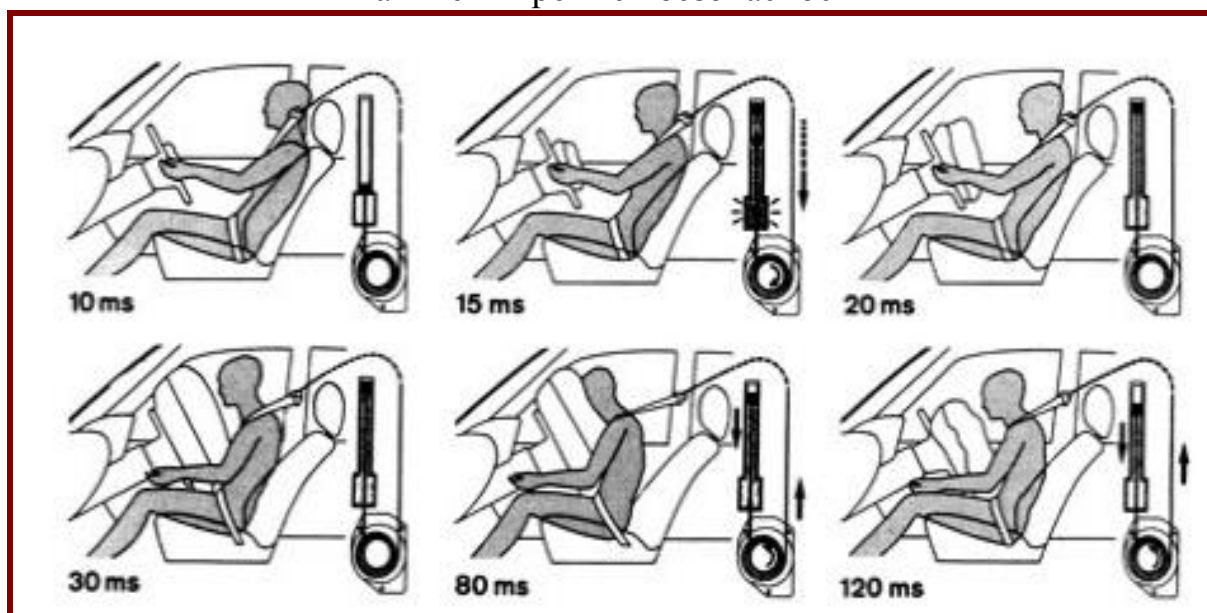


Рисунок 4.9 - Совместная работа воздушных мешков и пиротехнической системы натяжения ремней безопасности

Под поршнем находится пиротехнический заряд и детонатор. Детонатор запускается сигналом от акселерометра, установленного под передним сиденьем, при фронтальном ударе с отрицательным ускорением $5g$ и более. Устройство спроектировано так, что детонатор срабатывает через 15 мс после столкновения, при этом поршень устремляется вверх по трубке, вращает катушку и выбирает около 10 см слабины в ремне безопасности. Последовательность действий в системе безопасности показана на рисунке 4.5 и обычно такова²⁶.

- Время 0 мс. Автомобиль сталкивается с препятствием в под углом пределах 30° к его осевой линии на скорости более 30 км/час
- Время 10 мс. Сработали датчики, ЭБУ средств безопасности посылает импульс тока в модуль воздушного мешка, запускается детонатор в устройстве натяжения ремней безопасности
- Время 13 мс. Через 3 мс после включения зажигающего устройства с громким хлопком срабатывает газогенератор. Водитель в своем сиденье сидит все еще прямо. Начали натягиваться ремни безопасности.
- Время 15 мс. Воздушный мешок частично надут и взломал крышку коробки, в которой находился. Ремни безопасности почти полностью натянуты.
- Время 20 мс. Автомобиль начинает сминаться и водитель начал бы двигаться вперед к рулю, но полностью натянутые ремни безопасности удерживают его
- Время 30 мс. Воздушный мешок полностью надут, лицо и грудь водителя почти касаются его. Ремни безопасности помогают удерживать водителя.
- Время 80 мс. Давление водителя на воздушный мешок выталкивает из него часть газа через отверстия в задней части, мешок уменьшается в размерах. Давление газа под поршнем в трубке устройства натяжения ремней безопасности падает, поршень идет вниз, образуется слабина в натяжении ремней.
- Время 120 мс. Водитель откинулся на сиденье, газ из мешка вышел, теперь имеется возможность для обзора и выхода из поврежденного автомобиля.

Пиротехническая система натяжения ремней безопасности имеет существенный недостаток. Во время натяжения ремень может давить на человека с силой в 55 раз превышающей силу тяжести, по сути это очень сильный удар по телу. Вот почему была разработана система надуваемых привязных ремней SmartBelt. Через 10 миллисекунд после обнаружения датчиками факта столкновения надуваются пиротехнический встроенный в ремень воздушный мешок, его малый объем позволяет делать это быстро. Давление на человека оказывается значительно ниже, устройство работоспособно и безопасно для детей и малогабаритных пассажиров. В обычных условиях такие ремни практически не отличимы от стандартных. ЭБУ средствами безопасности имеет в своем распоряжении около 10 мс при столкновении автомобиля на скорости 50 км/час, чтобы принять решение о необходимости

²⁶ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.512-513.

использовать средства безопасности (воздушные мешки и ремни безопасности). За это время производится около 10000 компьютерных операций. Информацию для разработки программ для ЭБУ получают как в результате компьютерного моделирования, так и натуральных экспериментов с манекенами.

В представленной материал может использоваться для обоснования направлений создания на научной основе комплекса нормативных документов (стандартов), регламентирующих требования к бортовому телематическому обеспечению ИТС на транспортных средствах, выполняющих различные виды транспортной и технологической работы, и осуществляющих интеллектуальное взаимодействие с иными транспортными средствами, дорожной инфраструктурой ИТС, а также другими субъектами ИТС.

Контрольные вопросы:

1. Определить назначение и общие принципы работы систем ABS ?
2. Дать характеристику элементов ABS легковых и грузовых автомобилей
3. Опишите принцип действия систем пассивной безопасности автомобиля .

Использованные литературы:

1. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова.– ИТ Пресс, 2008. – 576 с.
2. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– 992
3. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007.– 207 с.

5- тема. Бортовые информационные системы транспортных средств

План:

- 5.1. Автомобильные бортовые информационные системы .
- 5.2. Контрольно-измерительная панель приборов.
- 5.3. Бортовой компьютер и бортовая система контроля

Ключевые слова: Бортовой компьютер, информационная система, панель приборов, дисплей, интеллектуальная система, транспондер, телематика, измеритель-указатель, сигнализатор.

5.1 Автомобильные бортовые информационные системы

Информационно-диагностическая система является составной частью современного автомобиля, и предназначена для сбора, обработки, хранения и отображения информации о режиме движения и техническом состоянии транспортного средства, а также окружающих его внешних факторах. Сегодня система "водитель-автомобиль-дорога-среда" начинает рассматриваться как единая. В наиболее развитых странах происходит осознание того, что улучшение движения на перегруженных автомагистралях возможно, только в том случае, если водитель будет иметь оперативную информацию о состоянии дороги и транспортных потоках.

Правительства в различных странах финансируют проекты, направленные на увеличение безопасности, эффективности, пропускной способности, уменьшения загрязнения окружающей среды на крупных автомагистралях²⁷. Иногда в этой связи говорят о концепции интеллектуальной транспортной системы (Intelligent Transportation System - ITS). Например, в США и Японии такой проект называется ITS, а в Европе - Telematic. Проекты включают создание инфраструктуры и необходимой бортовой электронной аппаратуры для оптимальной организации движения транспортных средств едиными потоками(platoon), передачи водителям рекомендаций, предупреждений и т.д. Для их осуществления требуются датчики определения интенсивности транспортных потоков, компьютеры для обработки больших массивов информации и генерации сообщений, средства связи, автомобильные дисплеи и многое другое. В некоторых проектах (Telematic) предполагается, что информация, необходимая для функционирования интеллектуальной транспортной системы будет поступать с самих автомобилей, оснащенных телематическими комплексами.

На рисунке 5.1 приведен вариант блок-схемы информационной системы водителя, однако ее практическая реализация для конкретного автомобиля может быть разной.

В информационную систему входят несколько подсистем. Современные информационные системы водителя с их широкими возможностями сейчас все чаще называют телематическими (образовано от слов "телекоммуникации" и "информатика"). Телематика (телематические системы) объединяет устройства обмена информацией между системами автомобиля, водителем и окружающим миром. Система связи "автомобиль-дорога" обеспечивает передачу сообщений от дорожных информационных служб водителю по радио. Система представляет собой инфраструктуру из приемопередатчиков небольшой мощности на дорогах и средств для генерации сообщений.

²⁷ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.414-415.

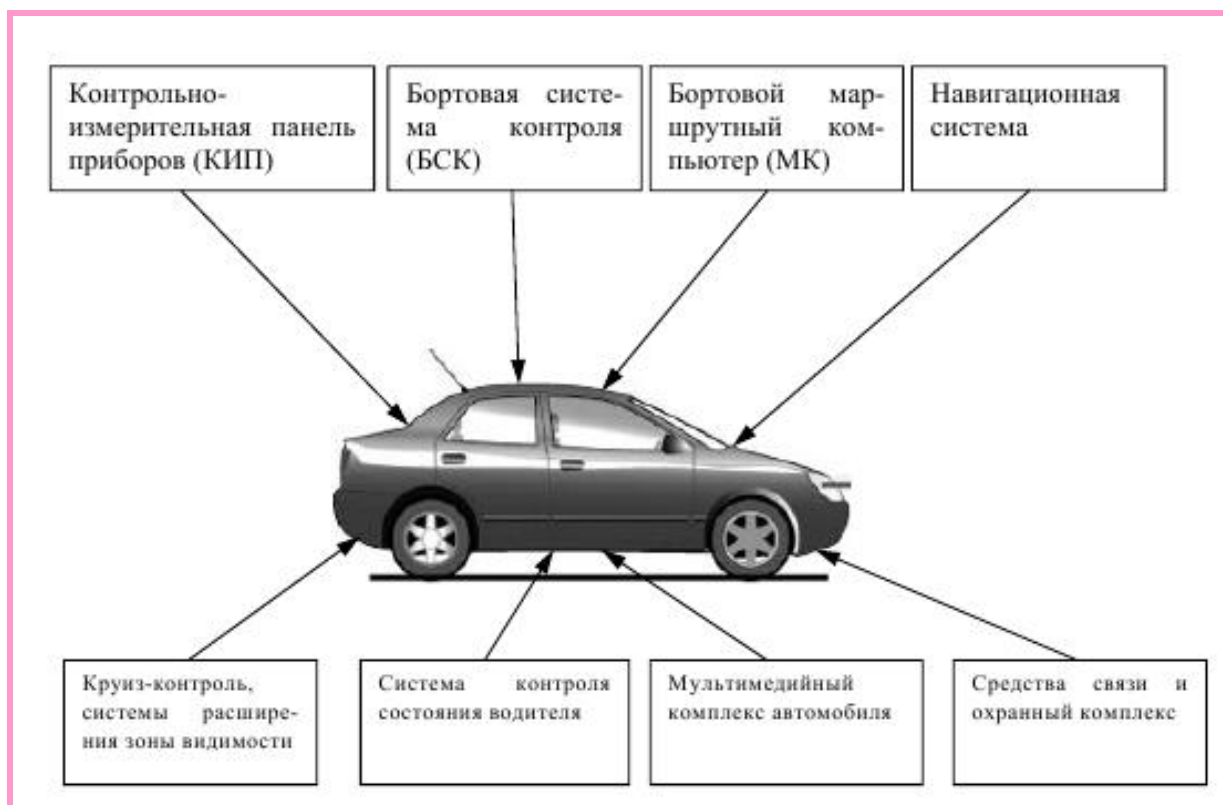


Рисунок 5.1 - Блок-схема информационной системы автомобиля

Локальный приемопередатчик имеет ограниченный набор фиксированных сообщений. Различные сообщения может генерировать большой компьютер и передавать их локальным точкам (например, о пробках на данном маршруте).

Приемопередатчики информационной системы могут также автоматически получать данные от проходящих мимо автомобилей с помощью установленных на них транспондеров. Транспондером в данном случае называется специальный автоматический приемопередатчик, устанавливаемый на подвижных объектах. В ответ на кодовую посылку транспондер передает требуемую информацию об объекте, на котором он установлен.

В автомобилях транспондеры уже сейчас используются для дистанционного взимания платы за проезд по шоссе, получения информации о загрузке проходящих грузовиков. Имеется возможность дистанционно получать и передавать информацию от бортовой диагностической системы сервисным предприятиям. В случае обнаружения отклонений, водитель предупреждается соответствующим текстом на дисплее или прочтением этого текста компьютером.

Система передачи сообщений по радио использует дополнительный канал в УКВ диапазоне, что требует специального приемника. По радиоканалу передается различная предупредительная информация (например, метео-сводка). Имеется возможность передачи корректирующей

информации для данной местности сигналами от спутниковой глобальной позиционирующей системы(GPS). Это позволяет увеличить точность определения координат автомобиля с ± 100 метров до ± 5 метров.

5.2 Контрольно-измерительная панель приборов

Водитель получает информацию о режиме движения и техническом состоянии автомобиля с помощью контрольно-измерительных устройств и индикаторов, размещенных на панели приборов(КИП). Панель приборов современного легкового автомобиля содержит от 3 до 6 стрелочных приборов и 5-7 световых индикаторов, размещение которых основывается на следующих принципах:

- группировка в центре панели средств отображения информации, связанных с безопасностью дорожного движения;
- размещение приборов и индикаторов тем ближе к центру панели, чем выше частота обращения к ним водителя;
- группировка в единые блоки функционально связанных приборов и индикаторов.

Развитие и внедрение в автомобилестроение электроники дало возможность конструкторам и дизайнерам создать электронную панель приборов, в которой вместо привычных электромеханических приборов устанавливаются электронные информационные устройства и индикаторы. Электронные индикаторы, кроме функций, выполняемых электромеханическими приборами, способны предоставлять водителю информацию в цифровой, графической и текстовой формах.

С помощью электронных устройств возможны синтез человеческой речи, индикация показателей, для определения которых требуются сложные вычисления, анализ целесообразности передачи информации водителю. Электромеханические приборы, как правило, предназначены для отображения только одного параметра, так как при использовании нескольких шкал ухудшается возможность считывания с них показаний. Кроме того, они имеют значительные габаритные размеры, что делает сложным их размещение на панели приборов. Электронные индикаторы при меньших размерах могут информировать о значениях не одного, а нескольких параметров, передавать разнообразные сообщения и поэтому позволяют резко увеличить информативность панели при тех же габаритах.

Необходимо также отметить, что электронные информационные устройства предоставляют водителю более достоверные данные. Это связано как с повышением точности приборов, так и с цифровым представлением информации.

Проблема оптимальной компоновки приборов на панели в автомобиле постоянно изучается. Важным моментом здесь является время, затрачиваемое водителем на то, чтобы отвести взгляд от дороги, найти на панели приборов нужный и получить от него информацию.

Она компактна, все находится в поле зрения водителя. Качество дизайна приборной панели учитывается потребителем при покупке автомобиля.

Отметим, что с цифровых дисплеев информация плохо усваивалась

водителями и увлечение ими быстро прошло. На рисунке 5.2 показана электронная приборная панель автомобиля Toyota. Появились и все чаще используются электронные аналоговые дисплеи, но они увеличивают цену автомобиля на 200-400 долларов.

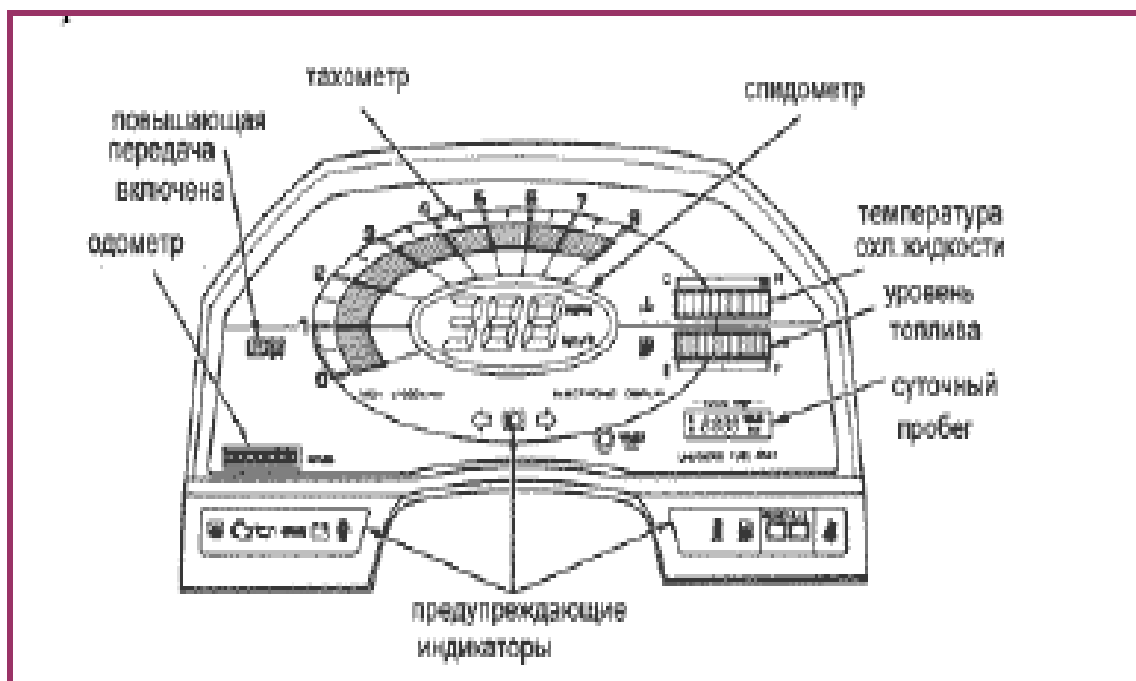


Рисунок 5.2 - Жидкокристаллический дисплей одной из моделей Toyota

Все приборы приборной панели можно разделить на три класса: измерители-указатели, сигнализаторы, информационные табло.

Как было сказано выше, применяются как аналоговые, так и цифровые указатели, хотя первые более часто, что объясняется большей информативностью. Как правило, указатели являются электронными приборами и применение электромеханических компонентов крайне редко. В качестве сигнализаторов применяются лампы накаливания, светодиоды. Все большее применение находят лампы с холодным катодом (CCFL) и электролюминесцентные пленки(EL).

Информационные табло применяются для вывода цифровой и текстовой информации водителю, которая не является основной. Технически табло выполнены на основе жидких кристаллах по технологиям TN, SNT, DSNT, TFT. Все больше получают применение графические дисплеи для отображения меняющиеся информации, то есть замена стрелочного индикатора. Упрощенно блок-схема электронной приборной панели представлена на рисунке 5.3. Следует отметить необходимость применения микропроцессора только в случае использования ЖК-дисплея.

Значительное усложнение внутренней структуры приборной панели требует высокой квалификации диагноста и современного электронного оборудования. Очевидно, что для диагностирования панели КИП на основе микропроцессора требуется измерительный комплекс на базе ЭВМ, так как

требуется проверка как аппаратных средств, так и программных.

Для оценки технического состояния панели КИП без микропроцессора достаточно универсальных измерительных средств: мультиметр, осциллограф, генератор сигналов. Основным методом диагностирования КИП панели приборов является тестовый метод или метод имитации сигналов. То есть, требуется подать на КИП тестовый сигнал, как правило, два сигнала соответствующие крайним значениям измерительного прибора. Сигналы могут быть аналоговые – напряжение определенного уровня, что характерно для резистивных датчиков КИП таких как: указатели топлива, давления масла, температуры двигателя, напряжения бортовой сети. Цифровой сигнал требуется для проверки спидометров, одометров, тахометров, цифровых табло.



Рисунок 5.3- Блок-схема электронной приборной панели с применением микропроцессора

Требования к форме, частоте, и амплитуде сигналов даются в технической документации на диагностирование и ремонт КИП данного автомобиля. Проверка сигнальных ламп, светодиодов производится подачей на контакт колодки соответствующего уровня напряжения. Неисправности и отказы КИП приборной панели связаны с нарушением проводников, контактных дорожек, перегоранием ламп, светодиодов, диодов развозки цепей, а также выход из строя микросхем, транзисторов, ЖК-дисплеев, магнитоэлектрических приборов. Ремонт производится, как правило, методом замены отдельных элементов КИП или измерителя в целом. При значительном количестве неисправностей целесообразна замена всей

приборной панели, однако важно выяснить причины повлекшие неисправности и отказы.

5.3 Бортовой компьютер и бортовая система контроля

Бортовая система контроля (БСК), автоматически осуществляет контроль за состоянием систем автомобиля и выдает полученную информацию специальный на жидкокристаллический дисплей. Информация представляется в удобном графическом виде, при необходимости привлечения внимания водителя издается звуковой сигнал или включается синтезатор речи.

Какие именно контролируемые функции реализует БСК зависит от модели и производителя автомобиля, но, как минимум, имеются следующие возможности:

- индикация неисправности сигналов торможения;
- индикация неисправности осветительных приборов;
- индикация открытого состояния двери или багажника;
- индикация низкой температуры окружающего воздуха;
- индикация низкого уровня охлаждающей жидкости в двигателе;
- индикация низкого уровня масла в картере;
- индикация низкого уровня жидкости в бачке омывателя;
- индикация чрезмерного износа тормозных колодок;

Дисплей на рисунке 10.6 показывает, что в автомобиле открыты четыре двери, включены фары, температура забортного воздуха низкая (символ "снежинка" на крыше).

Контроль за состоянием электрических цепей осветительных приборов обычно осуществляется путем измерения электрического тока в проводах, подключенных к соответствующим лампам.

Ток измеряется обычно двумя методами:

- В цепь питания лампы последовательно включается низкоомный резистор, сигнал с которого усиливается и подается на компаратор. При обрыве цепи ток не идет, что приводит к низкому уровню сигнала на выходе компаратора и появлению соответствующей предупредительной информации на индикаторе или дисплее.

- В цепи питания лампы последовательно включается обмотка геркона или иного токового реле. Температура окружающего воздуха измеряется термистором с отрицательным температурным коэффициентом. Он размещается в закрытых местах, вдали от источников тепла, обычно за передним бампером. При уменьшении температуры сопротивление термистора увеличивается и после прохождения уровня $+4^{\circ}\text{C}$ на дисплее появляется предупреждение о возможном оледенении дороги.

Контроль за уровнем эксплуатационных жидкостей (масла, охлаждающей жидкости и омывателя стекол) осуществляется с помощью датчиков на основе геркона и плавающего кольцевого магнита. Геркон помещают в герметичный цилиндр, по которому перемещается пластиковый поплавок с кольцевым постоянным магнитом. При нормальном уровне эксплуатационной жидкости поплавок фиксируется в верхнем положении

стопором, магнит замыкает контакты геркона. При понижении уровня жидкости ниже критического поплавков опускается, контакты геркона размыкаются, на дисплее появляется соответствующее предупреждение.

Уровень масла в двигателе компьютер измеряет за несколько секунд до пуска двигателя, так как уровень масла в картере работающего двигателя низок и колеблется на поворотах и при торможении, что может приводить к генерации ложных сообщений компьютером.

Состояние электрических цепей автомобиля постоянно контролируется ЭБУ. Для того, чтобы можно было различить закрытое и открытое состояние геркона от неисправностей в цепи датчика, в его цепь вводятся дополнительные резисторы. Датчики износа тормозных колодок бывают двух типов: размыкающие и замыкающие контролируемую цепь. В размыкающем датчике провод заложен в колодку на глубину, соответствующую минимально допустимому износу, и при наступлении последнего перетирается и размыкает контролируемую цепь. Замыкающий датчик при наступлении предельного износа замыкает контролируемую цепь через тормозной диск или барабан на

массу. Недостатком замыкающего датчика является ненадежность контакта, который образуется только в момент применения тормозов.

Электронный блок бортовой системы контроля построен на базе микропроцессора, контролируемые цепи и системы тестируются при включении зажигания и часть из них периодически при движении автомобиля. В наиболее дешевых системах вывод информации осуществляется через светодиодные индикаторы.

Бортовой компьютер

Бортовой компьютер (автомобильный маршрутный компьютер(АМК)) выдает водителю различную информацию о состоянии автомобиля, управляет средствами связи автомобиля с внешним миром, навигационной системой и т.д. Обычно бортовой компьютер выдает информацию на цифровой дисплей, управляется с пульта управления на приборном щитке автомобиля.

Начинают применяться и более удобные цветные графические сенсорные дисплеи с программируемыми органами управления.

Кроме того, выпускаются портативные коммуникаторы и органайзеры, которые можно подключать к шине данных автомобиля. Соответствующее программное обеспечение делает их частью автомобильной информационной системы.

Компьютер в автомобиле может быть подключен к сети Internet. Электронная почта становится доступной для водителя. При подключении через спутниковую антенну(direct PC) скорость передачи данных достигает 440 килобайт в секунду. Автомобиль превращается в офис на колесах.

Бортовой компьютер определяет точное время и дату, расход топлива по сумме длительностей открытого состояния форсунок, скорость и пройденной расстояние. На дисплей обычно выводится следующая информация:

- время, день и дата;

- средняя скорость на маршруте;
- время в пути;
- средний расход топлива на маршруте;
- мгновенный расход топлива;
- расход топлива на маршруте;
- расстояние, которое можно пройти на оставшемся запасе топлива.

Если при выезде на маршрут водитель с клавиатуры ввел расстояние до пункта назначения, бортовой компьютер будет выдавать также информацию об ожидаемом времени прибытия в пункт назначения и расстоянии, оставшемся до пункта назначения.

Контрольные вопросы:

1. Опишите структуру современной информационной системы водителя автомобиля.
2. На каких принципах основывается размещение приборов и индикаторов в информационной панели современного легкового автомобиля ?
3. Какие контролирующие функции реализует бортовая система контроля автомобиля?

Использованная литература

1. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова.– НТ Пресс, 2008. – 576 с.
2. Bosch.Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
3. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007.– 207 с.

IV. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-практическое занятие

Обозначения электронных систем автоматике устанавливаемых на автомобиле (2 часа)

Цель работы - Изучить виды и сокращенные обозначения электронных систем устанавливаемых на автомобиле.

Задания: Слушателям предлагается изучить все виды и сокращенные обозначения электронных систем и более подробно по конкретным источникам 5 систем с заполнением таблицы приложенной к описанию практической работы.

Сокращенные обозначения электронных систем, устанавливаемых на автомобиле²⁸

- ABC** - Active Body Control (Англ.) - Активная система управления подвеской
- ABS** - Anti-Blocking System (Англ.) - Антиблокировочная система
- ACC** - Adaptive cruise control (Англ.) - Система адаптивного круиз-контроля
- AFS** - Active Front Steering, **ESAS** - Electric Steer Assisted Steering - (Англ.) – Активное рулевое управление
- APC** - Automatic Performance Control - система, управляющая работой двигателя (состав смеси, момент зажигания)
- ASR** - Antriebs-Schlupf-Regelung (Нем.), **TCS** - Traction Control System (Англ.) – Антипробуксовочная система
- AVL** - Automatic Vehicle Location system (Англ.) - Системы автоматического (автоматизированного) определения местоположения транспортных средств
- AWD** - All Wheel Drive - полный привод (обычно постоянный или подключаемый автоматически)
- BAS, BA** - Brake Assist System, PA, PABS (Англ.) - Ассистент при торможении
- CAN** - Controller Area Network (Англ.) - Информационная сеть контроллеров, датчиков, исполнительных устройств и др. устройств автоматике ТС
- CCM** - Component monitor - (Англ.) - Мониторы компонентов бортового диагностирования двигателя
- CDC** - Continuous Damping Control (Англ.) - Пневматическая подвеска с непрерывным регулированием
- CFI** - Central Fuel Injection - центральный впрыск
- CPU** - Central Processing Unit - (Англ.) - Электронный блок управления
- CRS** - Common Rail System - (Англ.) - Аккумуляторная топливная система
- CVT** - Continous Variable Transmission (Англ.) - Бесступенчато варьируемая трансмиссия
- DBC** - Dynamic Brake Control (Англ.) - Система динамического контроля за торможением
- DE** - Diagnostic Executive (Англ.) - Исполнитель диагностики бортового

²⁸ Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 989-992 с.

диагностирования двигателя

DI - Direct Injection (Англ.) - Непосредственный впрыск, впрыск топлива непосредственно в камеру сгорания

DLC - Data Link COnnector (Англ.) - Диагностический разъем

DOHC - Double Over Head Camshaft - ГРМ с двумя верхнерасположенными распредвалами

DSC - Dynamic System Control, **VDC** - Vehicle Dynamic Control (Англ.) - Системы динамической стабилизации движения автомобиля

Dynamic Drive (Англ.) - Система управления стабилизаторами поперечной устойчивости,

EBD - Electronic brake distribution (Англ.), **EBV** - Elektronen Bremse Variation (Нем.) Электронная система распределения тормозных сил

EBS (Англ.) - Электронно-пневматическая тормозная система (грузового автомобиля)

ECU - Electronic Control Unit, (Англ.) - Электронный блок управления

EDC, EDS - Electronic Diesel Control (Англ.) - Электронное управление дизелем

EDS - Elektronen Differential System (Англ.) - Система электронного дифференциала

EFI - Electronic Fuel Injection - электронный (распределенный) впрыск

EHV - Electronic hydraulic Braking (Англ.) - Электрогидравлическая тормозная система

EGR - Exhaust Gas Recirculation (Англ.) - Система рециркуляции отработавших газов

EMB - Electromechanical Braking (Англ.) - Электромеханическая тормозная система

EMM - Emission monitor - (Англ.) - Мониторы выбросов бортового диагностирования двигателя

EOBD - European On Board Diagnostic - (Англ.) - Европейская система бортового диагностирования

EPAS - Electric Power Assisted Steering (Англ.) - Рулевое управление с электроусилителем

EPB - Electronic Pressure Braking (Англ.) - Электронно-пневматическая тормозная система

EPS - Electrical Power Steering, **MDPS** - Motor Driver Power Steering - (Англ.) – Рулевое управление с электроусилителем

ESP, VDC, VSC, DSC - Electronic stability programme) (Англ.) - Программа электронной стабилизации движения автомобиля

ETCS, ETC - Electronic throttle control system (Англ.) - Электронная система управления положением дроссельной заслонки

FSI - Fuel Stratified Injection (Англ.) - Послойный впрыск топлива

FWD - Front-Wheel Drive - передний привод

GDI - Gasoline direct injection (Англ.) - Непосредственный впрыск бензина

GPS - Global Positioning Satellite (Англ.) - Система глобального позиционирования

HAH - Handbrake with Automatic Hold (Англ.) - Стояночный тормоз с автоматической функцией

HVD - Head Up Display (Англ.) - Отображение информации на лобовом стекле

IC - Integrated circuit (Англ.) - Интегральная микросхема

ITS - Intelligent Transportation System (Англ.) – Интеллектуальная транспортная система

ITS -Integrated Tubular Sidebag (Англ.) - Система встроенных боковых подушек - труб безопасности

K-Line (Англ.) - Двухнаправленная линия связи между диагностическим прибором и электронной системой диагностируемого автомобиля (по ISO-9141)

LIN - (Local Interconnect Network) (Англ.) - Локальная информационная сеть контроллеров автомобиля

LH-Jetronic - Elektr. Einspritzsystem mit Hitzdraht- Luftmassenmesser (Нем.) – Электронная система управления впрыском с датчиком массового расхода воздуха

LPT - Light Pressure Turbo - Турбонаддув низкого давления

MED -Motronic(Нем.) - Микропроцессорная система управления зажиганием и непосредственным впрыском топлива в цилиндры

MIL - Malfunction Indicator Lamp (Англ.) - Индикатор неисправности

OBD - OnBoard Diagnostic (Англ.) - Бортовое диагностирование

PMD - Photonic Mixer Devices (Англ.) - Фотометрическая система расширения зоны видимости водителя

PRS - Programmed Restraint System (Англ.) - Программированная система защиты

RWD - Rear-Wheel Drive - задний привод

SAE - Society of Automotive Engineers (Англ.) - Международное общество автомобильных инженеров

SBC - Sensotronic Brake Control, **EBS** - Electronic Braking System (Англ.) – Электронная тормозная система

SGI - Sequential Gas Injection, GSI-Gaseous Sequential Injection (Англ.) - Системы распределенного впрыска газообразного топлива

SH-AWD Super Handling All-Wheel Drive system (Англ.) - Полноприводная система с продвинутой управляемостью

SIPS - Side Impact Protection System - Система защиты от бокового удара

SRS - Supplementary Restraint System (Англ.) - Система подушек и ремней безопасности

Steptronic, SensoDrive (Англ.) - Механические коробки передач с электронным управлением

TCS - Traction Control System - Система управления тягой (антипробуксовочная)

TDC - Top Dead Center – ВМТ

VAG - Volkswagen Audi Group (Англ.) - Группа производителей Ауди, Фольксваген

VC - Visocous Coupling - Вязкостная муфта
VTEC - Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (Англ.) -
Электронное управление изменяемыми фазой и подъемом клапанов
VVA - Variable Valve Actuation - (Англ.) - Варьируемое управление клапанами
двигателя
VVT-i - Valve variable timing-intelligent (Англ.) - Системы изменяемых фаз
газораспределения
VIN - Vehicle Identification Number - Идентификационный номер ТС
4WD - 4 Wheel Drive - полный привод (обычно "подключаемый полный
привод", т.е. подключаемый и отключаемый вручную)
АКБ (Рус.) - Аккумуляторная батарея
АКП (Рус.) - Автоматическая коробка передач
АМК, БК (Рус.) - Автомобильный маршрутный компьютер
АЦП (Рус.) - Аналого-цифровой преобразователь
БСК (Рус.) - Бортовая система контроля
БТСЗ (Рус.) - Бесконтактная транзисторная система зажигания
ДВС (Рус.) - Двигатель внутреннего сгорания
ДД (Рус.) - Датчик детонации
ДКК, ДК (Рус.) - Датчик концентрации кислорода
ДМРВ (Рус.) - Датчик массового расхода воздуха
ДПДЗ (Рус.) - Датчик положения дроссельной заслонки
ДПКВ (Рус.) - Датчик положения коленчатого вала
ДС (Рус.) - Датчик скорости
ДТВ (Рус.) - Датчик температуры воздуха на впуске
ДТОЖ (Рус.) - Датчик температуры охлаждающей жидкости
ИС (Рус.) - Интегральные микросхемы
ИСАД (Рус.) - Интегрированный стартер-альтернатор (генератор) - демпфер)
КИП (Рус.) - Контрольно-измерительная панель приборов
КОРЗ (Рус.) - Комплекс оперативного розыска и задержания
МП (Рус.) - Микропроцессор
МСЗ, МПСЗ (Рус.) - Микропроцессорная система зажигания
МСУД (Рус.) - Микропроцессорная система управления двигателем
ОЗУ (Рус.) - Оперативное запоминающее устройство
ОМП (Рус.) - Определение местоположения
ПЗУ (Рус.) - Постоянное запоминающее устройство
РДВ (Рус.) - Регулятор добавочного воздуха
РН (Рус.) - Регулятор напряжения
РХХ (Рус.) - Регулятор холостого хода
ТВ-смесь (Рус.) - Топливо-воздушная смесь
ТНВД (Рус.) - Топливный насос высокого давления
ЭБН (Рус.) - Электробензонасос
ЭБУ (Рус.) - Электронный блок управления
ЭСАУ-Д (Рус.) - Электронная система автоматического управления
двигателем
ЭСЗ (Рус.) - Электронная система зажигания

Контрольные вопросы:

2. Перечислите сокращенные обозначения электронных систем управления двигателем.
2. Перечислите сокращенные обозначения систем управления трансмиссией автомобилей.
3. Какие системы относятся к системам активной и пассивной безопасности ?

Использованная литература

1. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2.2004.– 992 с.
2. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 /Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова.– НТ Пресс, 2008. – 576 с.

ОТЧЕТ

о выполнении практической работы № 1.

ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УСТАНОВЛИВАЕМЫХ НА АВТОМОБИЛЕ

№	Обозначение электронной системы (выдает преподаватель)	Расшифровка и аннотация назначения, устройства и принципа работы с указанием источника
1		
2		
3		
4		
5		

2-практическое занятие

Изучение оборудования и приборов для проведения лабораторно-практических работ по изучению электрического и электронного оборудования автомобилей и тракторов(2 часа)

Цель работы: Углубить и закрепить теоретические знания по устройству и работе оборудования и приборов для проверки, регулировки и испытания электрического и электронного оборудования автомобилей и тракторов, а так же получить практические навыки по работе на этих приборах и оборудовании.

Оборудование: тестер, осциллограф, контрольная лампа, комплект инструментов и проводов.

Задание: слушателям предлагается изучить устройство и работу оборудования и приборов для проверки, регулировки и испытания электрического и электронного оборудования автомобилей и тракторов и приобрести практические навыки по работе на этих приборах.

Содержание работы

1. Пользуясь описанием приведенной ниже и литературой, изучить устройство, работу и особенности приборах и оборудовании для экспериментального исследования электрического и электронного оборудования автомобилей и тракторов и приобрести, усовершенствовать свои практические навыки работы на этих приборах.

2. Дополнит отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

Общие сведения

2.1 Осциллографический анализатор зажигания

Осциллографирование позволяет в очень короткое время без снятия агрегатов определить техническое состояние системы зажигания, генератора, регулятора напряжения и характер возможных неисправностей. Основным достоинством этого метода является проведение всех проверок в реальных условиях при работе системы зажигания на двигателе.

Эффективность применения такого прибора особенно очевидна, если учесть, что перебои в работе двигателей внутреннего сгорания в 40% случаев вызваны неисправностями в системе зажигания, а поиски неисправностей обычно производятся «вслепую».

Блок-схема анализатора зажигания приведена на рисунке 2.1.

Импульс запуска развертки подается через схему запуска на генератор развертки. пилообразное напряжение с генератора развертки после усиления используется для отклонения по горизонтали луча электронно-лучевой трубки (ЭЛТ). Импульс зажигания с контактов прерывателя подается на усилитель вертикального отклонения, а с него - на отклоняющие пластины трубки. Для получения развертки каждого импульса в отдельности длительность развертки выбирается не больше, чем период повторения

импульсов, величина которого прямо пропорциональна частоте вращения двигателя.

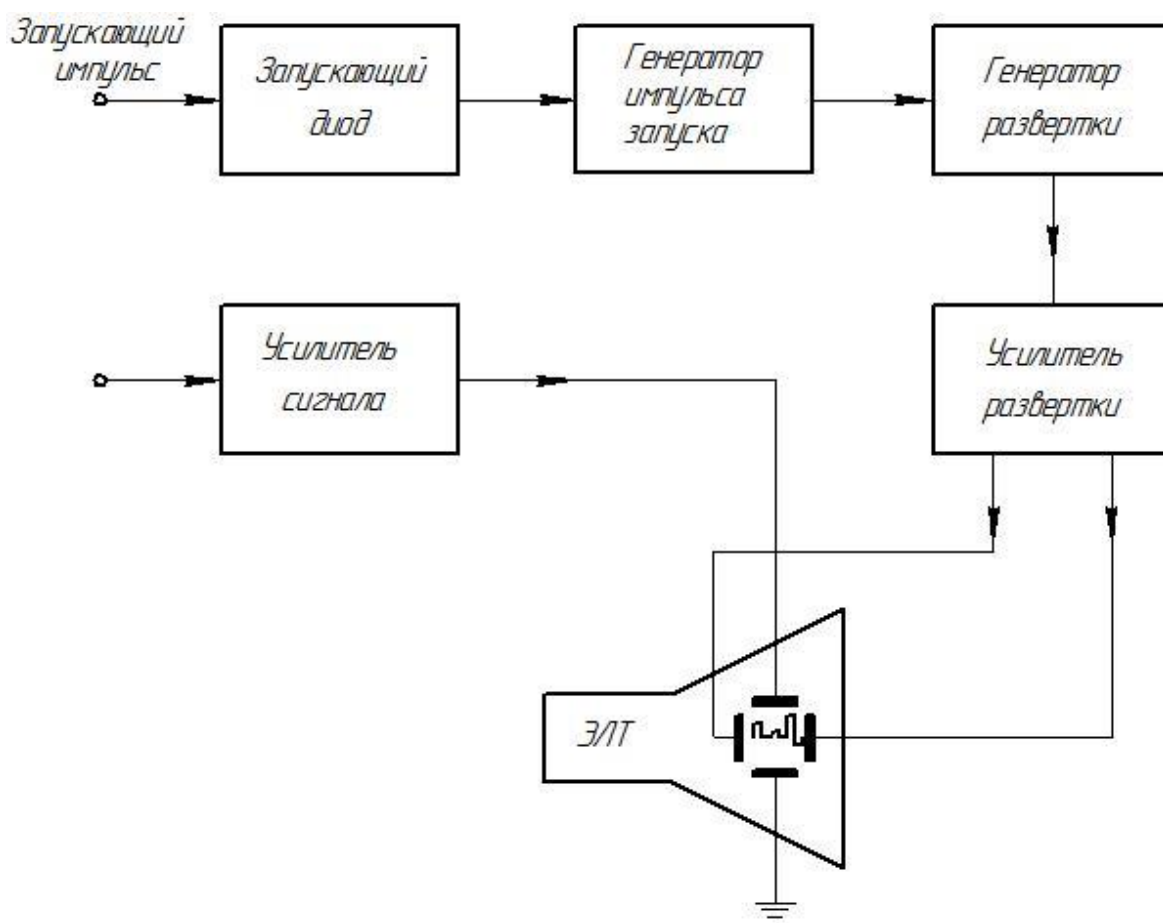


Рисунок 2.1 Блок-схема осциллографического анализатора зажигания.

Если система зажигания работает нормально, то все импульсы сливаются в единое изображение. При неисправностях в первичной цепи все импульсы также сливаются, однако форма их искажена. При неисправностях во вторичной цепи искажается форма лишь того импульса, который подключается распределителем к неисправной цепи. Для быстрого определения этой цепи удобно развернуть на экране анализатора всю последовательность импульсов - четыре импульса для четырехцилиндрового двигателя, шесть импульсов - для шестицилиндрового и т.д. Тогда первым импульсом на развертке будет импульс того цилиндра, от которого производится запуск развертки. Порядок расположения следующих импульсов будет соответствовать порядку распределения зажигания между цилиндрами, установленному для данного двигателя. В этом случае легко определяется как номер цилиндра, цепь зажигания которого неисправна, так и причина неисправности.

2.2 Мотор-тестеры

Мотор-тестеры предназначены для измерения параметров двигателя, электрооборудования и нахождения “скрытых” неисправностей. Уровень их возможностей гораздо выше, чем у анализаторов, так как большинство таких приборов создано на базе компьютеров, в память которых можно “загрузить” стандартные данные по любой машине.

Выпускающиеся специализированным бюро “Камертон” (г.Минск) мотор-тестеры М1-2 и М-2 предназначены для работы как с карбюраторными, так и с дизельными двигателями. В этих приборах предусмотрено программное сопряжение с компьютером, а также с печатающими устройствами для сохранения оперативной информации, по каждой из диагностируемых машин, документирования и выдачи протокола испытаний.

Мотор-тестер – небольшой переносной прибор (рис.2.2).

При помощи различных датчиков и стробоскопа он может измерять более 50 параметров двигателей и электрооборудования при различных режимах работы. Используются оригинальные методы косвенного определения мощностных параметров. Например, относительную компрессию по цилиндрам. Кроме компрессии и равномерности работы цилиндров, измеряются параметры искры: напряжение пробоя, напряжение дуги, длительность искры(рис.2.3) и другие параметры.

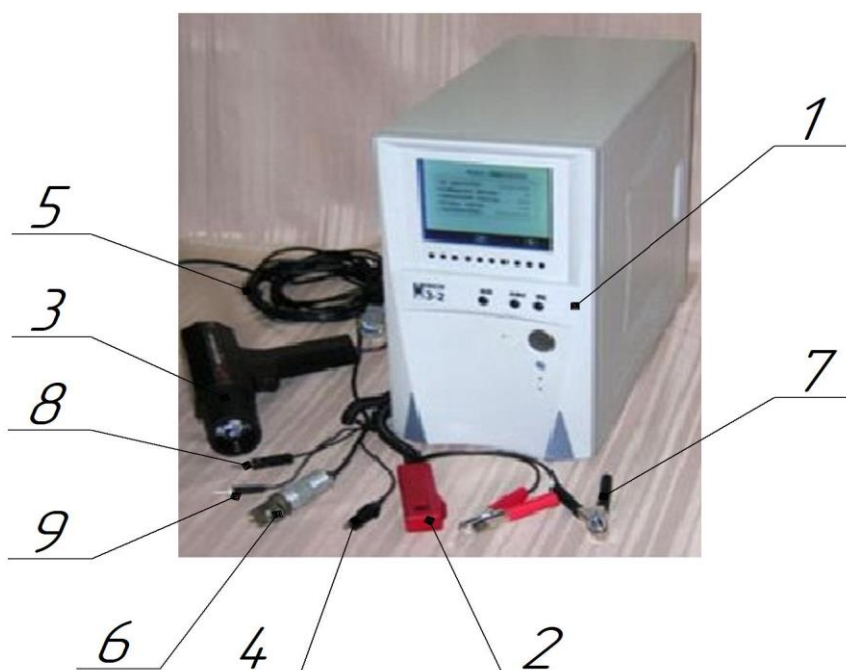


Рисунок 2.2 Приборы и датчики для подключения мотор-тестера:
1-задняя панель мотор-тестера; 2-пульт дистанционного управления;
3-стробоскоп; 4-датчик тока; 5-комплект соединительных проводов;
6-соединительное устройство; 7-разъем для подключения к встроенной диагностической розетке автомобиля; 8-датчик высокого напряжения; 9- датчик первого цилиндра (датчик начала отсчета).

По этим данным программа определяет не только состояние системы зажигания, но и состав смеси в районе свечи.

При испытании, когда зажигание в цилиндрах поочередно отключается, определяется вклад каждого цилиндра в суммарную мощность, а если к системе присоединить газоанализатор, то и токсичность отработавших газов. Это позволяет установить состав смеси в цилиндре, что особенно важно при диагностике систем с распределенным впрыском бензина (определяется состояние каждой форсунки).

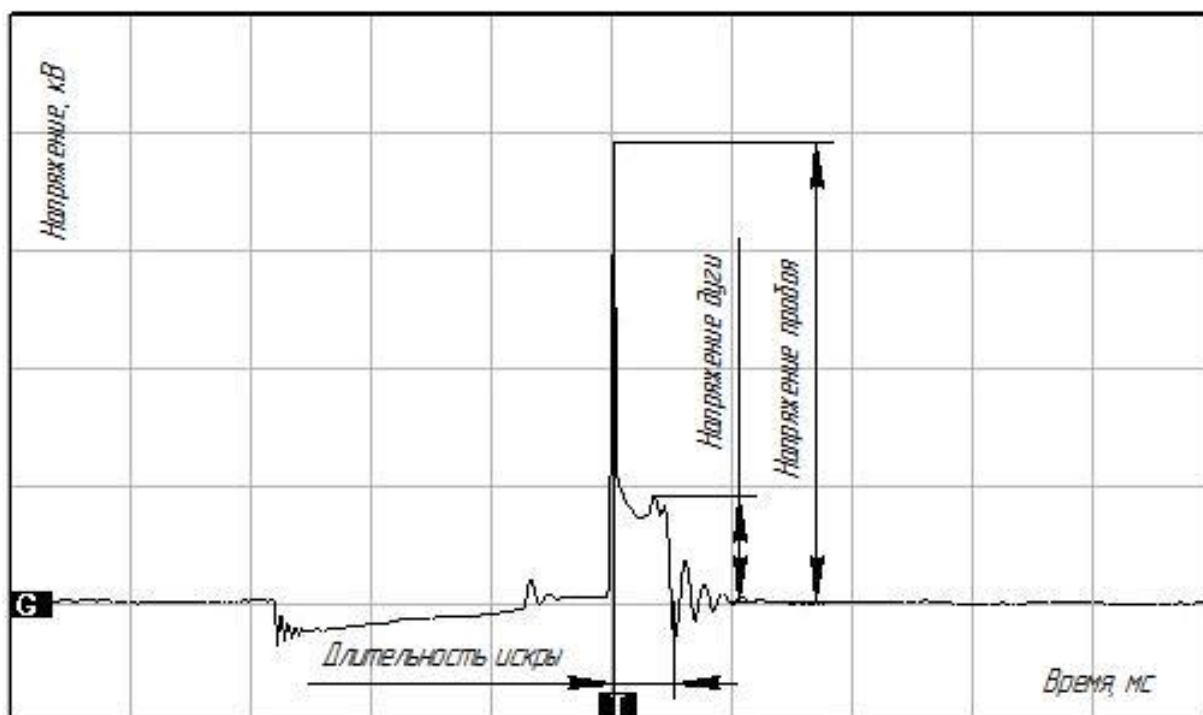


Рисунок 2.3. Параметры искры на экране мотор-тестера.

В постоянную память прибора заложены важнейшие характеристики (число цилиндров, порядок их работы, допустимые значения измеряемых величин и др.) двигателей наиболее распространенных отечественных и зарубежных моделей. Для диагностирования других данных их вводят в оперативную память, пользуясь клавиатурой прибора. В начале испытаний достаточно набрать номер модели, чтобы прибор сам сравнил полученные результаты измерений с допустимыми.

В приборе предусмотрен автоматический диалоговый режим работы с оператором-диагностом. На экране высвечиваются необходимые для его работы инструкции, подсказки по подключению датчиков и т.д.

2.3 Автотестер

Автотестер предназначен для проверки технического состояния бензиновых карбюраторных двигателей с числом цилиндров 2;4;6;8 с номинальным напряжением электрооборудования 12В, и соединенным с корпусом автомобиля отрицательным проводом источника тока путем

контроля диагностических параметров:

- частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- угла поворота распределителя, соответствующего замкнутому состоянию контактов прерывателя;
- начального угла опережения зажигания;
- угла опережения зажигания, устанавливаемого центробежным вакуумным регуляторами;
- изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя при последовательном отключении цилиндров;
- тока высокого напряжения на свечах зажигания, роторе распределителя и катушке зажигания;
- силы электрического тока, потребляемого стартером и отдаваемого генератором;
- электрического напряжения на клеммах аккумуляторной батареи в режимах пуска, зарядки и на контактах прерывателя;
- электрической емкости конденсатора;
- электрического сопротивления обмоток катушки зажигания, высоковольтных приборов, выпрямительного блока генератора.

2.4 Цифровой мультиметр

Мультиметр является профессиональным измерительным прибором, снабженным жидкокристаллическим экраном с разрешением 3 3/4 знака.

Прибор выполняет следующие функции:

- Измерение постоянного напряжения
- Измерение переменного напряжения
- Измерение постоянного тока
- Измерение переменного тока
- Измерение сопротивления
- Измерение емкости
- Измерение частоты
- Тестирование диодов
- Тестирование транзисторов
- Прозвон непрерывности цепи

2.4.1 Функциональные кнопки и переключатели прибора

2.4.1.1. Кнопка управления диапазоном измерения

Выбор диапазонов в случае измерения постоянного и переменного токов и напряжений, сопротивлений и частот производится автоматически или вручную. Нажмите на кнопку и выберите режим управления диапазоном в соответствии со схемой.

2.4.1.2. Кнопка запоминания данных "DATA-H"

При нажатии этой кнопки на дисплее появится значение предыдущего измерения и символ "H". Запоминание автоматически сбрасывается при повороте селекторного переключателя функций.

2.4.1.3. Кнопка переключения из режима измерения тока в режим тестирования диодов и прозвона цепи: AC/DC или $\bullet\text{|||}$ / \blacktriangleright .

Нажмите кнопку для выбора функции – измерение постоянного или переменного тока когда переключатель находится в положении μA , mA, A.

Если переключатель находится в положении $\bullet\text{|||}$, данная кнопка служит для выбора режима прозвона цепи или тестирования диодов.



2.4.1.4. Входные терминалы

Прибор имеет четыре входных терминала. При работе с прибором соединяйте черный щуп с гнездом COM, красный - как указано ниже.

Функция	Красный щуп	Входной предел
DCV/ACV	V/Ω/F	1000 В пост./750 В пер.
kHz	V/Ω/F	250 В пост./пер.
Ω/ $\bullet\text{ }$	V/Ω/F	250 В пост./пер.
$\mu\text{A}/\text{mA}$ \blacktriangleright	mA/Cx	300 mA пост./пер.
nF/ μF	mA/Cx	300 mA, предохранитель
A	A	10 A пост./пер.

В диапазонах $\mu\text{A}/\text{mA}$ имеется защита от перегрузки (предохранитель)

2.4.2 Измерение напряжения

Соедините черный щуп с гнездом COM, красный - с гнездом V/Ω/F.

Установите переключатель функций в положение V --- или V~ и соедините щупы с источником измерений.

На дисплее появится значение измеряемой величины. При измерении постоянного тока появится так же знак полярности красного щупа.

2.4.3 Измерение тока

Соедините черный щуп с гнездом COM, красный - с гнездом mA/Cx, если измеряемое значение не превышает 300 мА. Если измеряемое значение находится в пределах от 300 мА до 10 А переместите красный щуп в гнездо А.

Установите переключатель функций в положение μA , mA или A и нажмите кнопку $\overline{\text{---}}/\sim$ чтобы выбрать режим измерения постоянного или переменного тока.

Соедините щупы последовательно с нагрузкой.

На дисплее появится измеряемое значение. При измерении постоянного тока на дисплее автоматически отображается знак полярности красного щупа.

2.4.4 Измерение сопротивления

Соедините черный щуп с гнездом COM, красный - с гнездом V/ Ω /F (полярность красного щупа "+").

Установите переключатель функций в положение Ω и соедините щупы с измеряемым сопротивлением.

Примечание:

1. при измерении сопротивлений свыше 3.26 МОм прибору может потребоваться несколько секунд для стабилизации показания. Это нормальное явление при измерении больших сопротивлений.

2. если цепь разомкнута, на дисплее появится знак "OL", обозначающий превышение пределов.

3. При измерении сопротивления в цепи, убедитесь, что питание отключено и все конденсаторы разряжены.

2.4.5 Измерение емкости

Соедините черный щуп с терминалом COM, красный - с терминалом mA/Cx (полярность красного щупа "+").

Установите переключатель функций в положении nF или μF .

Соедините щупы с конденсатором, убедившись, что полярность соблюдена.

Примечание: при измерении емкости конденсатора в цепи, убедитесь, что питание отключено и все конденсаторы полностью разряжены.

При измерении емкости диапазон измерений выставляется вручную и существуют только два диапазона - 326 нФ и 32.6 нФ.

Если Вы пользуетесь кнопкой Control Button, десятичная запятая может оказаться в неправильном положении.

При измерении емкости в диапазоне нФ, если щупы еще не подсоединены к конденсатору, на дисплее могут быть отличное от нуля значение. Это значение следует вычесть из результата измерения.

2.4.6 Измерение частоты



Соедините черный щуп с гнездом COM, красный - с гнездом V/ Ω /F.

Установите переключатель функций в положение kHz и соедините щупы с источником измерения. Замечание:

Входное напряжение должно быть от 200 мВ до 10 В (переменного). Если напряжение превышает 10 В, значение показания не будет отвечать требуемой точности.

2.4.7 Прозвон непрерывности цепи и тестирование диодов

Соедините черный щуп с гнездом COM, красный - с гнездом V/ Ω /F (полярность красного щупа "+").

Установите переключатель функций в положение  и нажмите кнопку  для выбора режима прозвона цепи или тестирования диодов.

В режиме прозвона цепи, если цепь непрерывна (т.е. сопротивление менее 50 Ом), Вы услышите сигнал встроенного зуммера.

В режиме тестирования диодов соедините красный и черный щупы с анодом и катодом диода. На дисплее появится значение прямого падения напряжения на диоде в В.

2.4.8 Тестирование транзисторов

Установите переключатель функций в положение hFE.

Определите тип транзистора **n-p-n** или **p-n-p** и определите положение выводов эмиттера, коллектора и базы. Вставьте выводы в соответствующие гнезда на передней панели прибора.

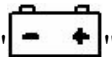
На дисплее появится примерное значение hFE транзистора при токе базы 10 мкА.

2.4.9 Спецификация

Точность указывается для одного года работы при температуре 18°C - 28°C и относительной влажности до 80%.

ОБЩИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИБОРА

Максимальное напряжение терминал - земля 1000 В пост. или 750 В перем.

Предохранитель	мкА,мА: 300мА/250В
A:10А/250В	
Питание	батарейка 9В
Дисплей	ЖКИ, макс.зн. 3260, 2-3/сек
Метод измерения	Двойное интегрирование
Установка диапазона	Авто/Вручную
Индикация превышения пределов	Знак "OL"
Индикация полярности	"-" автоматически
Индикация севшей батарейки	
Рабочая температура	0°C - 40°C
Температура хранения	-10°C - 50°C
Размеры	91 x 189 x 31.5 мм
Вес	310 г (с батареей)

ОТЧЕТ

о выполнении практической работы № 2

Изучение оборудования и приборов для проведения лабораторно-практических работ по изучению электрического и электронного оборудования автомобилей и тракторов

1. Назначение осциллографического анализатора.
2. Назначение мотор-тестера.
3. Назначение автотестера.
4. Назначение цифрового мультиметра. Какие функции он выполняет.

Отчет выполнил _____ " ____ " _____ 200__ г.

Отчет принял _____ " ____ " _____ 200__ г.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается диагностика системы зажигания впрыска автомобилей и каким оборудованием она осуществляется?
2. Какие функции выполняет цифровой мультиметр?
3. Перечислите диагностические параметры ТС, контролируемой автотестером.
4. Назначение и функциональные возможности мотор-тестеров М1-2 и М-2.

Использованная литература

1. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – 576 с.
2. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 992 с.

3-практическое занятие

Датчики частоты вращения коленчатого вала

Цель работы: изучить устройство и работу датчиков частоты вращения вала.

Оборудование: датчики положения коленчатого вала в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

Задания: Слушателям предлагается изучить устройство и работу датчиков частоты вращения вала по рекомендуемой литературе и образцам датчиков положения коленчатого вала, проверит их исправность измерением сопротивления катушки датчика с помощью омметра.

Содержание работы

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить устройство, работу и особенности датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала.
2. Дополнит отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

Общие сведения²⁹

Различные типы датчиков разработаны для измерения много различных явлений, представляющих интерес для различных отраслей экономики. Датчики тензометрические измеряют микро прогибы поверхностей, к которым они склеены. Так как прогибы вызваны силами, тензорезисторы могут быть использованы для измерения силы и давление, а также деформаций. Пьезоэлектрические датчики содержат кристаллы, которые формируют электрический сигнал, когда подвергается нагрузке. Ионизбирательная полевые транзисторы (ISFETs) являются датчики, которые могут измерить концентрации химических веществ. Они используют специальные мембраны, которые генерируют дифференциальный заряд во время избирательного пропускания ионов; мембрана покрыта на полевой транзистор для генерации сигнала годную к использованию. Например, ISFET, который селективно передаваемые ионы нитрата может измерять концентрации нитратов в суспензии почвы и воды. Видеодатчики используют цифровую камеру для непрерывного захвата изображений, а затем использовать программное обеспечение для анализа изображений для непрерывного получения полезной информации из изображений.

²⁹) Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.124-125

Современные датчики³⁰.

Миниатюризация позволила развитие интеллектуальных датчиков, беспроводных датчиков, а также, датчиков слияния. **Интеллектуальный датчик** выполнен путем интеграции микропроцессора с датчиком для получения более полезного сигнала. При использовании, например, датчика перепада давления для измерения перепада давления на отверстии, сигнал будет изменяться линейно с перепадом давления, но с квадратному корню из скорости потока через отверстие. Интегрированный в датчик микропроцессор может выдать сигнал, который линейно изменяющийся со скоростью потока. Слитый датчик сочетает в себе больше, чем один датчик и микропроцессор в единое целое. Сочетание датчика влажности зерна с датчиком расхода, например, мог бы производить с помощью датчика, измеренный расход зерна на основе сухого веса. Наконец, беспроводной датчик включает в себя радиопередатчик, чтобы передать данные датчиков, которые должны передаваться без проволоки. Такой датчик может быть очень полезным, если он установлен на вращающемся валу или в других приложениях, где использование проводных соединений было бы очень неудобно.

Большинство датчиков может быть проверено с помощью *стрелочного тестера или цифрового мультиметра*. Эти приборы позволяют определять такие параметры датчиков, как резистивность электрических цепей, наличие или отсутствие контактного соединения, электрическое напряжение, подаваемое на пассивный датчик. Все эти параметры могут быть определены только в статическом состоянии, когда датчик отключен от системы управления. Такая проверка не дает объективной информации о всех неисправностях датчика, так как в этом случае он проверяется без воздействия реальных дестабилизирующих факторов. Для проведения диагностических проверок с помощью осциллографа и других внешних контрольно-измерительных приборов (мультиметров, стационарных мотор-тестеров и т.п.) диагностические посты должны быть укомплектованы набором переходных кабелей и переходных разъемов (переходных соединителей). На рисунке 3.1 представлены печатные шаблоны (типичные образцовые формы) сигналов для некоторых датчиков МСУД.

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

³⁰ Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.124-125

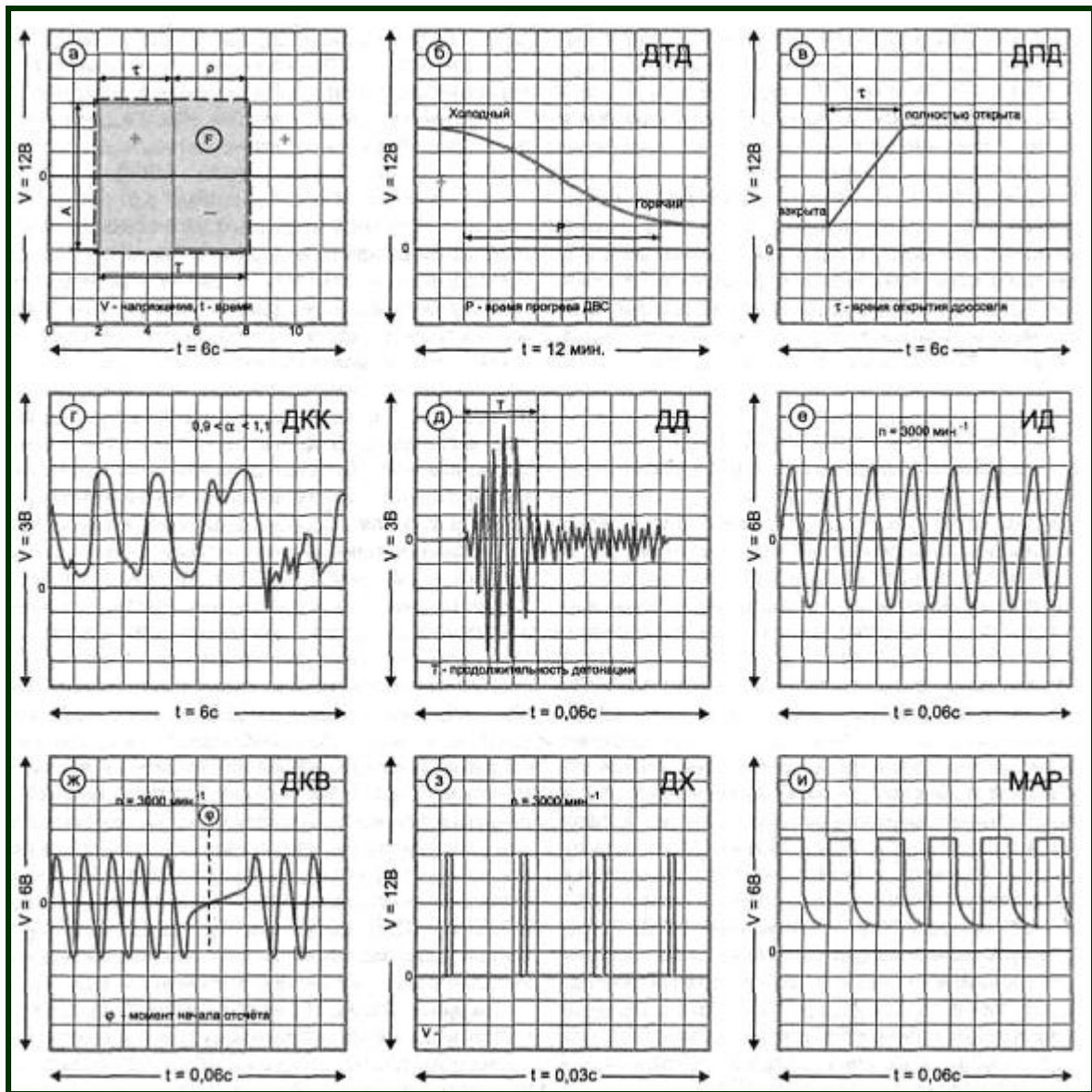


Рисунок- 3.1. Типичные образцовые формы сигналов(осциллограммы) для некоторых датчиков:
а – осциллограмма сигнала меандровой формы; б – осциллограмма сигнала датчика температуры двигателя(ДТД); в – осциллограмма сигнала потенциметрического датчика положения дроссельной заслонки(ДПД); г – осциллограмма электрического сигнала датчика концентрации кислорода(ДКК); д – осциллограмма сигнала датчика детонации ДД); е – осциллограмма индуктивных датчиков(ИД) частоты вращения ДВС; ж – осциллограмма сигнала индуктивного датчика ДКВ, фиксирующего положение коленчатого вала двигателя; з – осциллограмма сигнала датчика углового положения и частоты вращения коленчатого вала ДВС, выполненного с использованием эффекта Холла; и– осциллограмма датчика МАР абсолютного давления.

Датчик частоты вращения(датчик положения коленчатого вала) – ДПКВ

Индуктивный датчик предназначен для определения углового положения коленчатого вала двигателя, синхронизации работы блока управления с рабочим процессом двигателя и определения частоты его вращения.

Датчик установлен в передней части двигателя с правой стороны.

Устройство датчика показано на рисунке 3.2.

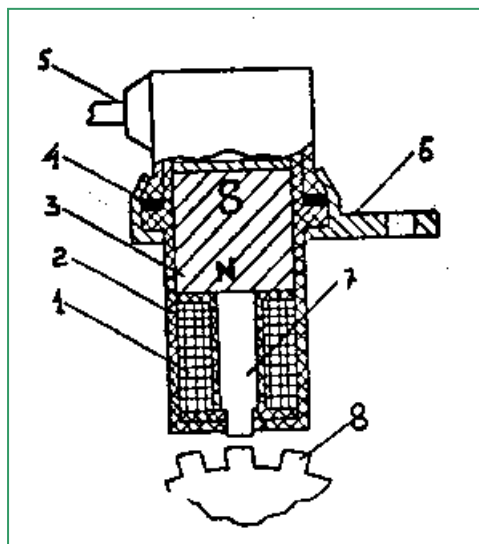


Рисунок 3.2 - Датчик положения коленчатого вала:

- 1 – обмотка датчика;
- 2 – корпус;
- 3 – магнит;
- 4 – уплотнитель;
- 5 – провод;
- 6 – кронштейн крепления;
- 7 – магнитопровод;
- 8 – диск синхронизации

Датчик представляет собой индуктивную катушку 1 с магнитом 3 и сердечником 7. Датчик работает совместно с зубчатым диском синхронизации 8, установленном на шкиве коленчатого вала. Прохождение мимо торца сердечника 7 датчика зубьев диска синхронизации 8, вызывает изменение магнитного потока в датчике. Изменение магнитного потока вызывает возникновение переменного электрического тока в катушке датчика. Возникающее переменное напряжение передается в блок управления, который обрабатывает их с другими сигналами датчиков и формирует параметры электрических импульсов для работы форсунок и катушек зажигания.

При выходе из строя датчика положения коленчатого вала или его цепей прекращается работа системы зажигания и соответственно двигателя.

Исправность датчика можно проверить **омметром**. Сопротивление катушки датчика должно находиться в пределах 850-900 Ом. Нормальная работа датчика обеспечивается при зазоре между сердечником датчика и зубьями диска синхронизации в пределах 1+0,5 мм. а и положения КВ (ДПКВ) предназначен для определения углового положения и частоты вращения КВ двигателя, синхронизации работы ЭБУ и двигателя.

Наибольшее распространение получили индукционные, основанные на эффекте Холла и оптические датчики.³¹ Датчик положения КВ двигателя ЗМЗ-4063.10 (рис. 3.3) индукционного типа «Bosch» 026121013 установлен в передней части двигателя с правой стороны в приливе передней крышки цепи и работает совместно с зубчатым диском синхронизации, установленным на

³¹ Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – с.66-70.

шкиве коленчатого вала. Датчик имеет гибкий провод, заканчивающийся двухконтактной вилкой. Он содержит индуктивную катушку 1 с постоянным магнитом 3 и сердечником 8.

Принцип действия этого датчика также основан на изменении величины магнитного потока при прохождении зубьев или впадин диска вблизи сердечника датчика. Изменение магнитного потока индуцирует в обмотке катушки 1 переменное напряжение, частота которого пропорциональна скорости вращения и числу зубьев или выступов в нём.

На переднем конце КВ 14 с помощью стяжного болта 10 установлен шкив-демпфер и на шпонке 12 закреплён маховик с диском синхронизации 9, представляющим собой зубчатое колесо с 58-ю равноудалёнными (через 6°) впадинами. Номер зуба на диске синхронизации отсчитывается против часовой стрелки от места пропуска двух зубьев. Герметичность соединения обеспечена с помощью резинового кольца 13.

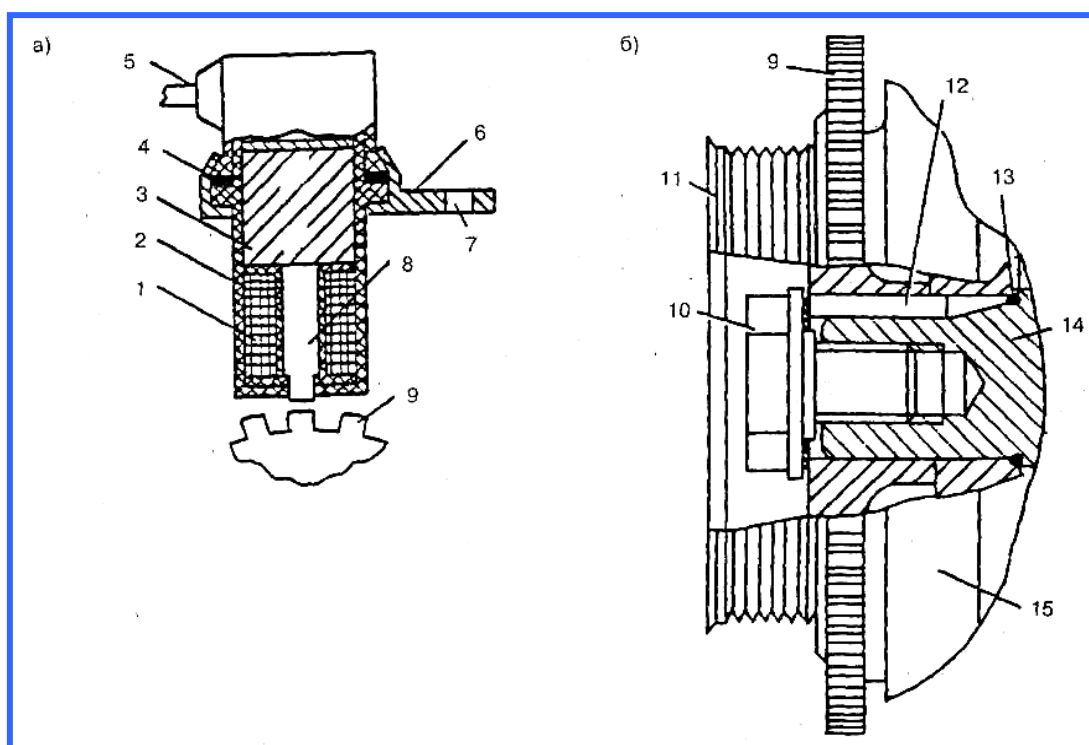


Рис. 3.3. Датчик положения КВ двигателя «ЗМЗ»:

а – размещение датчика; б – венец; 1 – обмотка датчика; 2 – корпус; 3 – магнит; 4 – уплотнитель; 5 – провод; 6 – кронштейн крепления; 7 – отверстие крепления; 8 – магнитный провод; 9 – диск синхронизации; 10 – стяжной болт; 11 – шкиф-демпфер; 12 – шпонка; 13 – резиновое уплотнение; 14 – КВ двигателя; 15 – опора

При вращении диска синхронизации изменяется магнитный поток в магнитопроводе датчика, формируя импульсы напряжения переменного тока в его обмотке. ЭБУ по количеству и частоте следования импульсов рассчитывает длительность импульсов управления форсунками и зажиганием. На режиме прокрутки величина выходного напряжения составляет 0,5 –1,0 В и увеличивается с ростом частоты вращения КВ.

Величина сигнала напряжения в ЭБУ ограничена на уровне 610 В.

ДПКВ имеет сопротивление обмотки катушки 89 – 900 Ом. Зазор между датчиком и вершиной зуба диска синхронизации составляет 0,5 – 1,0 мм.

Датчик положения коленчатого вала 191.3847 (Россия) или DRG 130 (Германия) автомобилей семейства ВАЗ-2110 (рис.3.4) индуктивного типа. Датчик установлен на крышке масляного насоса напротив задающего диска, объединённого со шкивом привода генератора.

При вращении коленчатого вала под датчиком поочередно проходят зубья и впадины задающего диска. При шаге в 6° на диске помещается 60 зубьев, но два зуба срезаны для создания импульса синхронизации, необходимого для согласования работы контроллера с ВМТ поршней 1 и 4 цилиндров. Установочный зазор между сердечником датчика и зубом задающего диска должен быть в пределах $(1 \pm 0,5)$ мм.

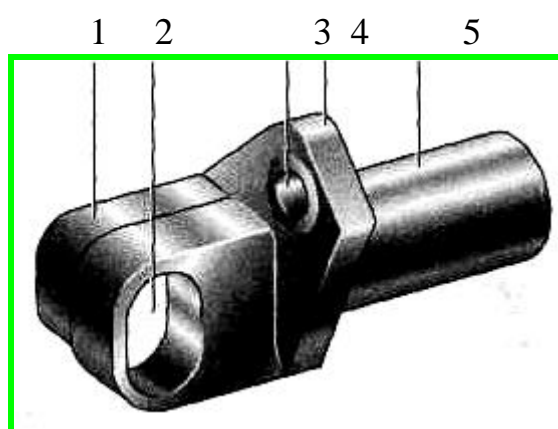


Рис. 3.4 Датчик положения коленчатого вала:

1 – корпус; 2 – разъем; 3 – отверстие для крепления; 4 – фланец крепления; 5 – магнитопровод.

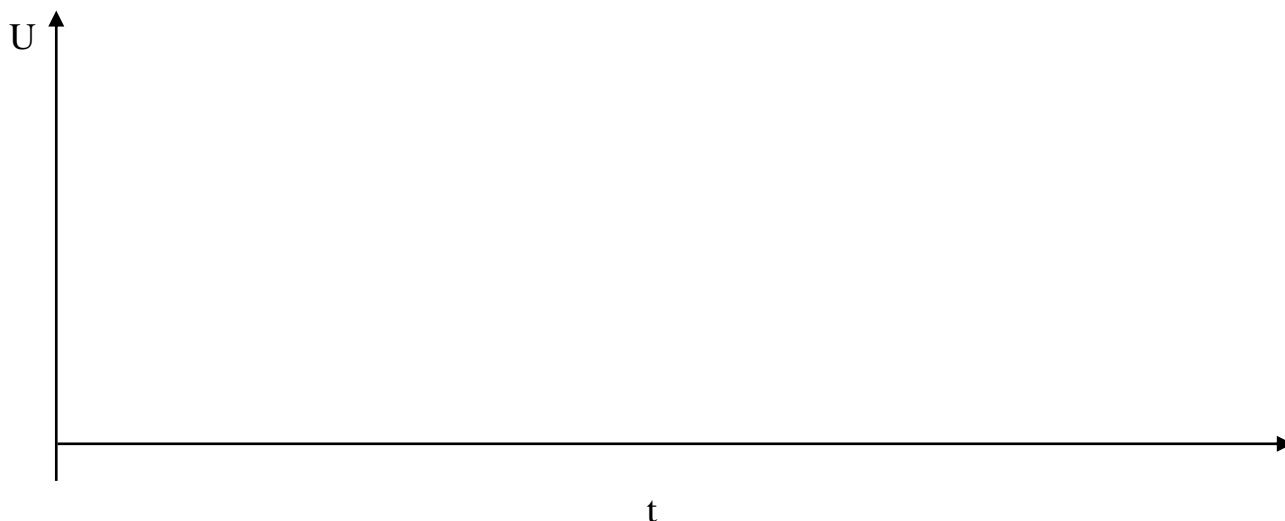
Самым простым примером переменного аналогового напряжения является синусоида (рис.2.5). Такой сигнал характеризуется только двумя параметрами – амплитуда и частота. Нулевая линия синусоидального переменного напряжения располагается ровно посередине сигнала.



Рис. 3.5 Синусоидальный выходной сигнал датчика положения коленчатого вала

ОТЧЕТ
о выполнении практической работы № 2.
ДАТЧИКИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА

Марка датчика положения коленчатого вала	Сопротивле- ние обмотки датчика, Ом	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹	Амплитуда изменения напряжения датчика, В	Количество зубьев диска синхрониза- ции, шт
1				
2				
3				
4				



Заключение о техническом состоянии датчика:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Отчет выполнил _____ «_____» _____ 20__ г.

Отчет принял _____ «_____» _____ 20__ г.

Контрольные вопросы:

1. Назначение датчика частоты вращения и положения коленчатого вала.
2. Объясните устройство и работу ДПКВ.
3. Объясните принцип действия индуктивности датчика

Использованная литература

1. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 992 с.
2. Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 - p.124-125 Denton T.
3. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – 576 с.

4-практические занятия

Датчики температуры охлаждающей жидкости и воздуха во впускном трубопроводе

Цель работы: изучить устройство и работу датчиков температуры охлаждающей жидкости и впускных трубопроводов.

Оборудование: датчики температуры охлаждающей жидкости и впускного трубопровода в разобранном состоянии (или разрезе), плакаты.

Задания: В работе пользуясь изложенной методикой и технической литературой, образцами датчиков температуры определяются их характеристики, результаты заносятся в таблицу.

Содержание работы

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой изучить устройство, работу и особенности датчиков температуры охлаждающей жидкости (ДТОЖ) и воздуха во впускном трубопроводе.
2. Дополнить отчёт схемами, рисунками и кратко законспектировать изученную информацию.

Общие сведения

Датчик температуры охлаждающей жидкости предназначен для определения температурного состояния двигателя и обеспечения необходимой корректировки параметров топливоподачи и зажигания³².

Датчик представляет собой залитую компаундом полупроводниковую микросхему, выходное напряжение которой линейно зависит от температуры. На автомобилях датчик температуры охлаждающей жидкости

³² Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – ИТ Пресс, 2008. – с.410-411.

устанавливаются в корпусе термостата, на патрубке отвода охлаждающей жидкости из головки блока цилиндров, а датчик температуры воздуха – на корпусе воздушного фильтра. На всех автомобилях, оснащённых микропроцессорной системой зажигания, установлены одинаковые датчики температуры.

Терморезистор, расположенный внутри датчика, имеет отрицательный температурный коэффициент сопротивления, т.е. при нагреве его сопротивление уменьшается. Высокая температура вызывает низкое сопротивление (70 Ом при 130 °С) датчика, а низкая температура охлаждающей жидкости – высокое сопротивление (100 кОм при –40 °С). ЭБУ подаёт на ДТОЖ стабилизированное напряжение питания 5 В через резистор с постоянным сопротивлением, находящимся внутри ЭБУ.

Температуру охлаждающей жидкости контроллер рассчитывает по падению напряжения на ДТОЖ. Падение напряжения относительно высокое на холодном двигателе и низкое при прогревом. Температура охлаждающей жидкости влияет на большинство характеристик управления.

Датчик температуры (рис. 4.1) содержит корпус 2, электрический разъём 1, термочувствительный элемент 3 и уплотнитель 4. В корпусе 3 размещены полупроводниковый резистор 6 и электрические контакты 5. При возникновении неисправности цепей ДТОЖ, ЭБУ через определённое время заносит в свою память её код, включает лампу автомобиля «Check Engine», сигнализируя о наличии неисправности. В этом случае ЭБУ заменит сигнал ДТОЖ значением температуры, рассчитываемым им по времени работы двигателя. Замещающие значения хранятся в памяти ЭБУ.

Падение напряжения на выводах датчика при питании его постоянным током 1,5 мА численно равно (мВ) температуре охлаждающей жидкости (К), умноженной на 10.

Значения сопротивления между контактами датчика в зависимости от температурного режима приведены в табл.4. 1

Таблица 4.1 – Значение сопротивлений ДТОЖ

Параметр	Температура, °С			
	20	40	80	90
Сопротивление, Ом	3060 – 4045	1315 – 1660	300 – 370	210 – 270

Датчик температуры впускного трубопровода предназначен для коррекции регулировки системы топливоподачи и зажигания в зависимости от температуры поступающего воздуха. Он полупроводникового типа, формирует сигнал ЭБУ для обеспечения коррекции подачи топлива и угла опережения зажигания в зависимости от температуры воздуха, косвенно определяемой по температуре ВТ.

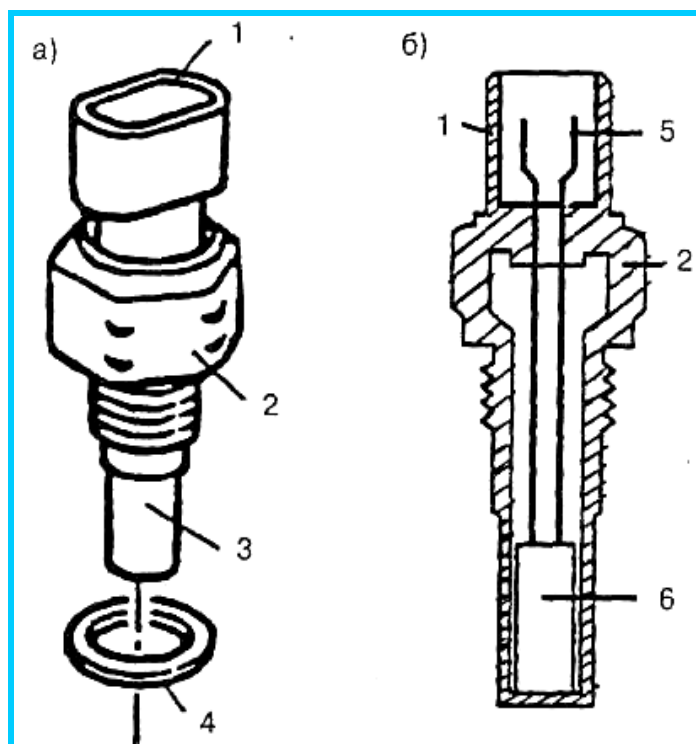


Рисунок - 4.1. Датчик температуры охлаждающей жидкости:

а – внешний вид датчика; б – разрез датчика;

1 – разъем; 2 – корпус; 3 – термочувствительный элемент; 4 – уплотнитель;
5 – электрические контакты; 6 – резистор

ДТОЖ и датчики температуры всасываемого воздуха используют один и тот же тип термического резистора. Такие датчики отличаются только конструкцией корпуса. Датчики ДТОЖ и ДТВ подключены к ЭБУ с помощью двухконтактных соединителей.

Датчик измеряет температуру воздуха во ВТ. Он представляет собой металлический корпус, содержащий пластиковый наконечник с термическим резистором. Электронный сигнал, посылаемый в ЭБУ, используется вместе с сигналом величины абсолютного давления для определения плотности воздуха.

Датчик температуры воздуха автомобиля установлен на рукаве, соединяющем корпус воздушного фильтра и узел дроссельной заслонки. Он измеряет температуру воздуха, поступающего в двигатель. Плотность воздуха зависит от температуры. Чем выше температура, тем меньше плотность.

Получая информацию от датчиков температуры воздуха, положения дроссельной заслонки и абсолютного давления, ЭБУ рассчитывает точное количество воздуха, поступающего в двигатель. Напряжение питания датчика составляет 5 В. Значения сопротивления между контактами исправного датчика в зависимости от температурного режима приведены в табл. 3.2.

Таблица 4.2 – Значение сопротивлений ДТВ

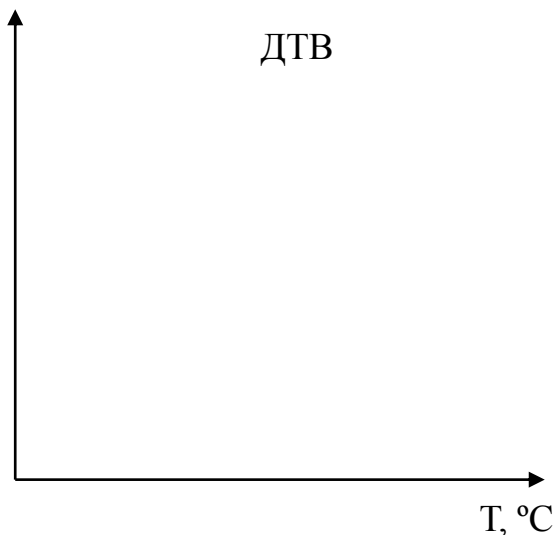
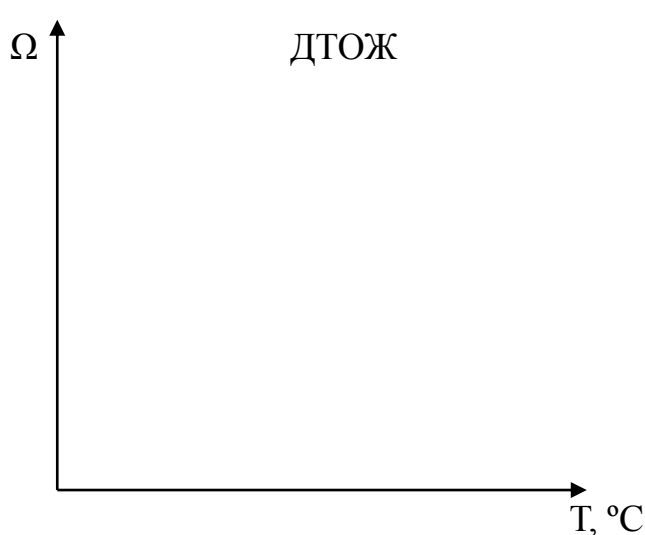
Параметр	Температура, °С		
	0	20	40
Сопротивление, Ом	7470 – 11970	3060 – 4045	1315 – 1600

ОТЧЕТ

о выполнении практической работы № 3
**Датчик температуры охлаждающей жидкости
и датчик температуры воздуха во впускном трубопроводе**

Марка датчика температуры охлаждающей жидкости	Температура, °С		
	Сопротивление датчика, Ом		
1			
2			
3			

Марка датчика температуры воздуха	Температура, °С		
	Сопротивление датчика, Ом		
1			
2			
3			



Заключение о техническом состоянии датчика:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Отчет выполнил _____ « _____ » _____ 20__ г.

Отчет принял _____ « _____ » _____ 20__ г.

1. Каково назначение датчика температуры охлаждающей жидкости?
2. Объясните устройство и принцип действия ДТОЖ.
3. Каково назначение датчика температуры впускного трубопровода?
4. Объясните устройство и принцип действия датчика температуры впускного трубопровода.

Использованная литература

1. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
2. Bosch. Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 992 с.

V. БАНК КЕЙСОВ

Проблема- механический датчик –центробежного измерителя скорости (ЦИС) система автоматического регулирования (САР) частоты вращения ДВС имеет недостатки - большая масса и соответст-венная инерционность, люфты, зазоры, наличие пружины ухудшает ее динамические и качественные показатели. Для решения указанной проблемы необходимо, на основе изучения последних достижений по разработке аппаратных средств автоматизаций, в т.ч. датчиков, исполнительных устройств и т. п., сравнительного их анализа выбрать электронные или электрические аппаратные средства для САР частоты вращения ДВС в замен механических и составит функциональные и структурные схемы.

1. Исходная принципиальная схема САР частоты вращения ДВС

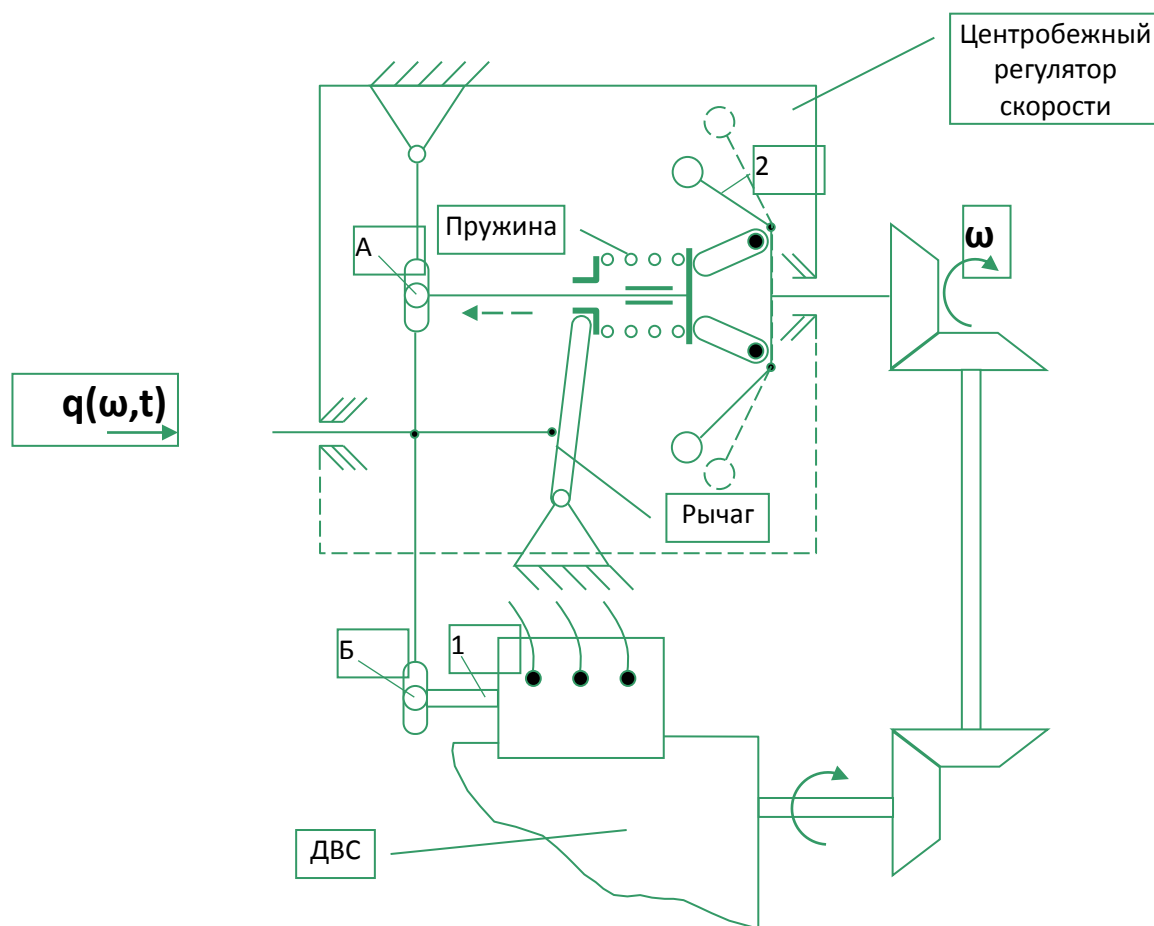
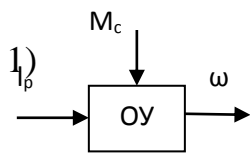


Рис. 5.1 Принципиальная схема САР частотой вращения ДВС

Описание принципа работы:

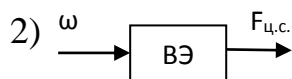
При вращении вала двигателя, в центробежном регуляторе частоты вращения, вращаются два шарообразных грузика 2 центробежного измерителя скорости(ЦИС). При увеличении частоты вращения грузики расходятся в стороны, пружина сжимается перемещая рычаг в точке А, рычаг в свою очередь перемещает рейку топливного насоса 1 в точке Б, уменьшая подачу топлива. Когда частота вращения уменьшается, грузики 2 опускаются, пружина разжимается и по средствам рычага заслонка увеличивает подачу топлива в двигатель.

2.Функциональных элементы исходной схемы САР

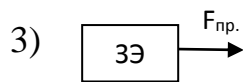


ОУ – объектом управления является ДВС
 I_p – входная величина – перемещение рейки (количество подачи топлива)
 ω – выходная величина – угловая скорость коленчатого вала

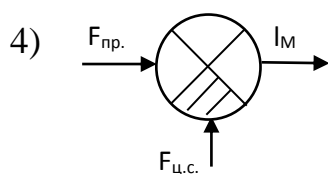
Функциональные элементы:



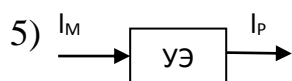
ВЭ – воспринимающим элементом является ЦИС (механический тахометр)
 ω – входная величина- угловая скорость
 $F_{ц.с.}$ – выходная величина – центробежная сила



ЗЭ – задающий элемент – пружина
 $F_{пр.}$ – выходная величина (усилие пружины ном. частоты)



ЭС – элементом сравнения является муфта (3)



УЭ – усиливающим элементом является рычаг
 I_A – входная величина – перемещение точки А крепление оси ЦИС
 I_B – выходная величина перемещение точки Б крепление рычага к рейки топливного насоса.

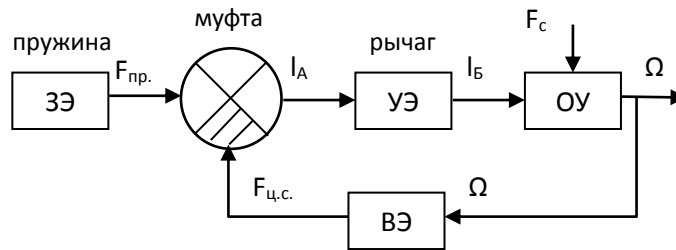


Рис. 5.2 Функциональная схема САР

Необходима подобрать и заменить морально устаревшие функциональные элементы:

ВЭ – воспринимающий элемент

УпрЭ – управляющий элемент взамен ЗЭ, ЭС и УЭ

ИЭ – исполнительный элемент для перемещения рейки топливного насоса.

3. Изучения и анализ последних достижений по разработке электронных аппаратных средств автоматизаций, в т.ч. датчиков, управляющих и исполнительных устройств по их результатам составит таблицы сравнительного анализа

Таблица сравнительного анализа датчиков, управляющих и исполнительных устройств

№	Наименование датчика (управляющих и исполнительных)	Преимущества	Недостатки	Источник	Премичание
1	2	3	4	5	6
2					
3					
...					

По результатам сравнительного анализа выбираются соответствующие элементы и составляется функциональная схема модернизированной САР.

VI. ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Слушатель во время подготовки самостоятельной работы по данной дисциплине должен:

- изучить главы и содержание учебника и учебных пособий по предмету;
- освоить по раздаточному материалу определенные части лекций;
- работать над темами модуля с использованием специальной литературы;
- глубоко изучить главы предмета, связанные с выполнением учебно-научной работой;
- использовать интерактивные методы обучения, дистанционное обучение.

Темы самостоятельных работ:

1. Основные компоненты электронных и микропроцессорных систем автомобиля
2. Микропроцессорные системы зажигания
3. Вариаторные автоматические коробки передач
4. Системы распределения крутящего момента
5. Электронные системы рулевого управления
6. Электрогидравлическая тормозная система автомобиля
7. Электропневматическая тормозная система
8. Антипробуксовочные системы автомобиля
9. Комплексные системы безопасности автомобиля
10. Системы управления подвеской автомобиля
11. Основные компоненты электронных и микропроцессорных систем тракторов ф. CLAAS
12. Основные компоненты электронных и микропроцессорных систем зерноуборочных комбайнов ф. CLAAS
13. Бортовые системы контроля автомобил «GM Uzbekistan» Matiz, Nexia, Lasseti
14. Навигационные системы автомобилей
15. Назначение системы Климат-контроль.
16. Назначение системы Круиз-контроль.
17. Элементы активной электронной системы рулевого управления.
18. Назначение системы курсовой устойчивости.
19. Задачи и устройство системы автоматического управления подвеской.

VII. ГЛОССАРИЙ

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
Активная система управления подвеской	Активная система управления подвеской – подвеска, способная самостоятельно изменять свои характеристики в зависимости от дорожных условий.	Active Body Control (ABC) system – suspension that capable to change characteristics independently depending on road conditions.
Анти-Блокировочная система	Анти-Блокировочная система - система управления тормозами, которая в нестандартных ситуациях (движение автомобиля по мокрому или по обледенелому асфальту) обеспечивает управляемость автомобилем (предотвратить его занос и обеспечить устойчивость) при торможении за счет устранения блокировки (полного затормаживания) колес.	Anti-Blocking System- It is system of control brake, which in not on the regular staff situation secure control automobile when it is breaking with cleaning block system driving wheel. (Functioning automobile on wet asphalted road or covered-ice, avert it and secure stability)
Алгоритм управления	Совокупность предписаний (правил), ведущих к правильному выполнению алгоритма функционирования	control algorithm – the whole set of instructions leading compliance with operation algorithm.
Алгоритм функционирования	совокупность предписаний (правил), ведущих к правильному выполнению технологического процесса.	operation algorithm - the whole set of instructions leading compliance with technological process.
Бортовая диагностическая система	Автомобильный экологический стандарт бортового диагностирования, например .OBD-II бортовая диагностическая система предназначена для обнаруживая ухудшений работы средств доочистки токсичных выбросов	Onboard diagnostic-I «OBD-I» and «OBD-II» - automotive ecological board diagnostication, e,g; «OBD-II» board diagnostic system meant for discovering reduction of operation

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
	двигателя..	
Система адаптивного круиз-контроля	Система адаптивного круиз-контроля - поддержания заданной скорости автомобиля, определяет дистанцию до впереди идущего автомобиля, относительную скорость и с помощью соответствующих исполнительных механизмов корректируют скорость своего автомобиля без вмешательства водителя.	Adaptive cruise control system (ACC) – maintenance speed which was/will be given determine distance between automobile, relative speed and with help conformity executors mechanism correction speed each automobile.
Системы автоматического определения местоположения транспортного средств	Системы автоматического (автоматизированного) определения местоположения транспортного средств	Automatic Vehicle Location system – determination transports situation.
CAN	Информационная сеть контролеров- стандарт промышленной сети, ориентированный на объединение в единую сеть различных исполнительных устройств и датчиков, разработан компанией Robert Bosch GmbH в середине 1980-х годов. Является стандартом для транспортной автоматике.	Controller Area Network- standart of industry network orientation on unification to deference executive appliances to single network and sensors. This standart was developed by Robert Bosch GmbH company in the middle of 1980 years. Standart also is for transport automatic machinery.
Глобальная навигационная спутниковая система GPS - Global Positioning System	Трекер –стройство приёма-передачи данных для спутникового мониторинга объектов, к которому оно прикрепляется, спутниковая система навигации для точного определения местонахождения объекта, разработана, реализована и	Global Positioning System - Positioning System, an accurate worldwide navigational and surveying facility based on the reception of signals from an array of orbiting satellites

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
	эксплуатируется Министерством обороны США.	
ГЛОНАСС	Глобальная Навигационная Спутниковая Система, разработана по заказу Министерства обороны РФ.	Glonass - global navigation satellite system Russian version of Global Positioning System an accurate worldwide navigational and surveying facility
<i>GSM Groupe Spécial Mobile,</i>	Глобальный цифровой стандарт для мобильной сотовой связи, разработан под эгидой Европейского института стандартизации электро-связи (<i>ETSI</i>) в конце 80-х годов.	Global System (or Standard) for Mobile, a standardized international system for digital mobile telecom-munication
Датчик	первичный преобразователь — элемент, преобразующий контролируемую величину в сигнал, удобный для измерения, передачи, хранения и регистрации, а также для воздействия им на управляемые процессы.	sensor is a device used to measure some quantity of interest and produce a signal (usually electrical) representing that measurement.
Информация	сообщение и процесс передачи сообщений, сведений; снимаемая, уменьшаемая часть неопределенности, неупорядоченности, разнообразия.	acts provided or learned about something or someone; data, information, intelligence
Индикатор	указатель, прибор (устройство, элемент), отображающий ход процесса или состояние объекта в форме, удобной для визуального восприятия человеком.	An indicator is a measurement or value which gives you an idea of what something is like.
Коэффициент усиления, передаточный	параметр линейного элемента (системы) направленного действия, численно равный отноше-	Amplification, coefficient of amplification, amplification coefficient, gain coefficient, amplification constant, gain

<i>Термин</i>	<i>Определение на русском языке</i>	<i>Definition in English</i>
коэффициент	нию приращения выходного сигнала к вызвавшему его приращению входного сигнала.	constant, amplification factor, gain
Мехатроника	mechatronics от mechanics и electronics - мехатроника направление, связанное с применением в робототехнике управляемых электроникой электромеханических устройств.	mechatronics from mechanics и electronics - technology combining electronics and mechanical engineering. Origin: 1980s: blend of mechanics and electronics.
Лазер оптический квантовый излучатель- генератор (ОКГ)	прибор, в котором осуществляется генерация монохроматических (одноцветных, одной частоты) электромагнитных волн оптического диапазона.	laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)- the device. which generation of monochromatic (one-colour, one frequency) electromagnetic wave optical range.
Осциллограмма	кривая какого-либо электрического процесса, записанная посредством осциллографа.	oscillogram, oscilloscope picture, oscilloscope pattern, oscilloscope trace, trace, tracing

VIII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Goering C.E., Stone M.L., Smith D.W. and Turnquist P.K. Off- road vehicle engineering principle. USA, ASABE, 2006 – 474 p.
2. Srivastava A. K., Goering C. E., Rohrbach R.P., Buckmaster D. R. Engineering principles of agricultural machines. ASABE, 2006 -559 p.
3. Denton T. Automotive electronics. Published by Elsevier Ltd, 2006 / Дентон Т. Автомобильная электроника /пер. с англ. В.М.Александрова. – НТ Пресс, 2008. – 576 с.
4. Bosch Automotive Handbook. 5th Edition / Автомобильный справочник. Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО«КЖИ За рулем», 2004.– 992 с.
5. Борщенко Я.А., Васильев В.И. Электронные и микропроцессорные системы автомобилей: Учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2007.– 207 с.
6. Bishop R.H. Mechatronics. A Introduction. Taulor & Francis, 2006 .
7. Абдазимов А.Д., Улжаев Э., Убайдуллаев У.М., Омонов Н.Н. Основы автоматизации контроля и управления технологическими параметрами хлопкоуборочных машин (монография).- Т.: ТашГТУ, 2014,- 164 с.
8. Звонкин Ю.З., Багно А.М. «Электронные системы автомобилей». Учебное пособие. – Ярославль: Издательство Ярославского ГТУ, 2003 г. – 183с.

Интернетные ресурсы:

1. Устройство, диагностика и ремонт систем управления [Электронный ресурс]: Статьи издательства, / Издательство Легион-Автодата;. – Электрон.дан. – Москва: Издательство Легион-Автодата, 2006. – Режим доступа: <http://www.autodata.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. The OBD-II Home Page [Электронный ресурс];, / V&V Electronics;. – Электрон. дан. – V&V Electronics, 2006. – Режим доступа: <http://www.obdii.com>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. англ.
3. On-Board Diagnostics (OBD) [Электронный ресурс];, / EPA - Environmental Protection Agency;. – Электрон. дан. – United States Environmental Protection Agency, 2006. – Режим доступа: <http://www.epa.gov/obd/index.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. англ.
4. www.ziyonet.uz
5. www.edu.uz
6. <http://systemsauto.ru/feeding/feeding.html>
7. http://systemsauto.ru/another/automatic_driving.html
8. <http://www.cartest.omega.kz/system.html>, свободный. – Загл. с экрана. – яз.рус.