

Министерство образования и науки Украины

Севастопольский национальный технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим работам по дисциплине
"Информационные и микропроцессорные
системы автомобилей"
для студентов направления 6.070106
"Автомобильный транспорт"
дневной формы обучения

Севастополь
2010

УДК 629.3.05

Методические указания к практическим работам по дисциплине "Информационные и микропроцессорные системы автомобилей" / Сост. С. В. Огрызков. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2010. – 76 с.

Цель методических указаний – помощь студентам при выполнении практических работ по дисциплине "Информационные и микропроцессорные системы автомобилей". Излагаются основные теоретические сведения о принципах построения управляющих систем на автомобилях, порядок проведения и требования к оформлению отчетов по практическим работам.

Методические указания предназначены для студентов направления 6.070106 "Автомобильный транспорт" дневной формы обучения.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Автомобильного транспорта (протокол № 3 от 19.10. 2010 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний

Рецензент: Филлипович О. В. кандидат техн. наук, доцент кафедры АПС

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Практическая работа №1.	
Изучение основных элементов микропроцессорной техники.....	4
2. Практическая работа №2.	
Изучение микропроцессорных систем регулирования генераторной установки.....	12
3. Практическая работа №3.	
Изучение микропроцессорных систем управления зажиганием.....	21
4. Практическая работа №4.	
Изучение микропроцессорных систем распределения зажигания.....	29
5. Практическая работа №5.	
Изучение системы управление распределенной системой впрыска топлива...	37
6. Практическая работа №6.	
Изучение принципа действия антиблокировочных систем торможения.....	47
7. Практическая работа №7.	
Изучение систем управления плавностью хода.....	53
8. Практическая работа №8.	
Изучение способов диагностирования микропроцессорных систем автомобиля.....	66
Библиографический список.....	75

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1.

ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Цель работы: – изучить назначение основных логических элементов;
– изучить обозначение логических элементов на схемах.

1.1. Теоретический раздел

1.1.1. Общие сведения

Подавляющее большинство современных электронных систем реализованы на цифровой элементной базе.

Интегральные схемы (ИС) являются элементами современных цифровых устройств. Применение ИС освобождает разработчика от необходимости проектирования схем из таких дискретных элементов, как транзисторы, диоды и резисторы. Благодаря микроэлектронной технологии на крошечном кусочке (кристалле) кремния можно изготовить огромное число эквивалентных дискретных элементов. Получающаяся интегральная схема оказывается не только намного компактнее своего аналога из дискретных элементов, но и значительно дешевле и гораздо надежнее. Количество отдельных полупроводниковых элементов N на кристалле обычно связывается со степенью интеграции $K_{II} = \lg N$, численные характеристики которой приведены в таблице 1.1. В скобках приведена западная классификация [1].

Таблица 1.1. Характеристики степени интеграции

Степень интеграции	Аббревиатура	Обозначение	Число логических элементов
Первая (малая)	МИС	ИМС-1	1—10
Вторая (средняя)	СИС	ИМС-2	10—100
Третья (большая)	БИС	ИМС-3	100—1000
Четвертая (сверхбольшая)	СБИС	ИМС-4, БИС	1000—10000
Пятая (супербольшая)	—	ИПС-5, СБИС	10 000—100 000

Микропроцессор – программно-управляемое электронное цифровое устройство, предназначенное для обработки информации, представленной в цифровом виде, и построенное на одной или нескольких БИС.

Микропроцессорный комплект — совокупность БИС и других интегральных микросхем, совместимых друг с другом по конструктивному и технологическому исполнению и предназначенных для совместного применения.

Микрокомпьютер (микроЭВМ, микропроцессорная система) — миниатюрная вычислительная машина, состоящая из микропроцессора, запоминающего устройства, устройства ввода-вывода и блоков сопряжения с устройствами ввода-вывода (контроллеров).

Контроллер — устройство для управления передачей данных между микропроцессором и внешним устройством.

1.1.2. Основные логические элементы

Условные обозначения логических элементов и их таблицы истинности приведены в таблице 1.2 [2].

Буфер не изменяет логического состояния цифрового сигнала, т. е. логическая 1 (или 0) на входе вызывает логическую 1 (или 0) на выходе. Буферы обычно применяются для повышения нагрузочной способности по току, а также формирования логических уровней, действующих в интерфейсе (устройстве сопряжения).

Инвертор осуществляет дополнение логического состояния, т. е. логическая 1 на входе вызывает логический 0 на выходе и наоборот. Кроме того, инверторы усиливают сигнал по току и, как буферы, применяются в схемах интерфейсов.

Элемент И. На выходе элемента И логическая 1 появляется, если только все входы одновременно находятся в состоянии логической 1. Все остальные комбинации входов приводят к образованию на выходе логического 0.

Элемент НЕ-И. На выходе элемента НЕ-И образуется логический 0, когда все входы одновременно находятся в состоянии логической 1. Любая другая комбинация входов вызывает появление на выходе логической 1. Следовательно, элемент НЕ-И — это просто элемент И с инвертированным выходом; кружок на выходе показывает эту инверсию.

Элемент ИЛИ. На выходе элемента ИЛИ появляется логическая 1, если хотя бы один из входов находится в состоянии логической 1. Другими словами, выход элемента ИЛИ соответствует логическому 0, если состояния всех входов одновременно равны логическому 0.

Элемент НЕ-ИЛИ. Элемент НЕ-ИЛИ выдает на выходе логическую 1, если только все его входы одновременно находятся в состоянии логического 0. Любая другая комбинация входов вызывает появление на выходе логического 0. Нетрудно заметить, что этот элемент представляет собой элемент ИЛИ с инвертированным выходом. По-прежнему на инверсию указывает небольшой кружок на выходе элемента,

Элемент исключающее ИЛИ. Выход элемента исключающее ИЛИ (сумматора по модулю 2) соответствует логической 1, если один из входов находится в состоянии логической 1, а другой—в состоянии логического 0. На выходе появляется логический 0, когда логические состояния обоих входов одинаковы.

Инверторы и буферы имеют по одному входу, элементы исключающее ИЛИ — два входа, а остальные логические элементы могут иметь до восьми входов.

Таблица 1.2 – Основные логические элементы

Наименование	Обозначение	Эквивалентная схема	Таблица истинности		
Буфер		$Y1 = X1$	X1	Y1	
			0	0	
			1	1	
Инвертор		$Y1 = \overline{X1}$	X1	Y1	
			0	1	
			1	0	
«И»		$Y1 = X1 \wedge X2$	X1	X2	Y1
			0	0	0
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	1
«И-НЕ»		$Y1 = \overline{X1 \wedge X2} = \overline{X1} \vee \overline{X2}$	X1	X2	Y1
			0	0	1
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	0
«ИЛИ»		$Y1 = X1 \vee X2$	X1	X2	Y1
			0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	1
«ИЛИ-НЕ»		$Y1 = \overline{X1 \vee X2} = \overline{X1} \wedge \overline{X2}$	X1	X2	Y1
			0	0	1
			0	1	0
			1	0	0
			1	1	0
Исключающее ИЛИ		$Y1 = (X1 \wedge \overline{X2}) \vee (\overline{X1} \wedge X2) = X1 \oplus X2$	X1	X2	Y1
			0	0	0
			0	1	1
			1	0	1
			1	1	0

1.1.3. Триггеры

Устройство, которое может хранить логическое состояние (0 или 1) неопределенно долго (пока есть питание) образуют элементарную разновидность памяти, а поскольку их выход может находиться в одном из двух устойчивых состояний, их называют бистабильными схемами или триггерами [2].

Таблица 1.3 – Обозначение входов триггеров

Наименование входа	Обозначение входа
Раздельная установка: единицы	S
нуля	R
Установка состояния в универсальном JK - триггере: единицы	J
нуля	K
Информационный вход для установки в единицу или нуль	D
Подготовительный вход для разрешения приема информации	V
Исполнительный вход для осуществления приема информации	C
Вход синхронизации	

Простейший триггер реализуется на двух элементах НЕ-И или НЕ-ИЛИ (рис. 1.1). Он имеет два входа установки и сброса и два дополняющих выхода Q и $\bar{Q}$.

Сигнал логической 1 на входе установки заставляет выход Q перейти (или остаться) в состоянии логической 1, а сигнал логической 1 на входе сброса заставляет выход Q перейти (или остаться) в состояние логического 0. В любом случае триггер останется в установленном или сброшенном состоянии до тех пор, пока входной сигнал не изменит это его состояние.

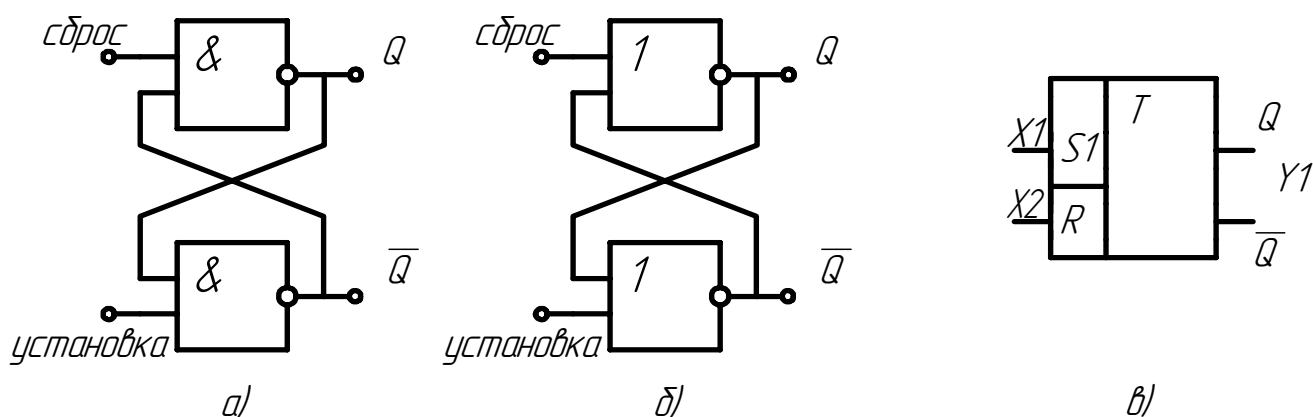


Рисунок 1.1 – RS-триггер:

а) на элементах И-НЕ; б) на элементах ИЛИ-НЕ; в) условное обозначение

У простейших триггеров, выполненных на элементах НЕ-И или НЕ-ИЛИ, имеется существенный недостаток, который виден из таблицы состояния (табл. 1.4). Невозможно предсказать выходное состояние, которое останется после подачи логической 1 на оба входа одновременно. Следовательно, необходимы специальные меры, чтобы предотвратить такую запрещенную входную комбинацию.

Таблица 1.4 – Таблица состояния асинхронного RS-триггера

X1	X2	Y1	
Установка, S	Сброс, R	Q	$\bar{Q}$
0	0	Не изменяется	
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	Не определено	

На практике триггеры на элементах НЕ-И и НЕ-ИЛИ встречаются редко, так как существует множество более универсальных микросхем триггеров, поведение которых полностью предсказуемо.

D-триггер имеет два основных входа: D (от Delay — задержка или Data — данные) и C (синхронизация). Входные данные (логический «0» или логическая «1») подаются в триггер так, что его выходное состояние изменяется только в те моменты, когда меняется состояние сигнала синхронизации. Такая работа называется синхронизируемой. Предусматриваются также вспомогательные входы (обычно с активным низким уровнем), предназначенные для прямой установки или сброса триггера.

Типичное использование D-триггера как однобитной защелки данных показано на рис. 1.2. б. Работа схемы наглядно поясняется временной диаграммой на рис. 1.3.

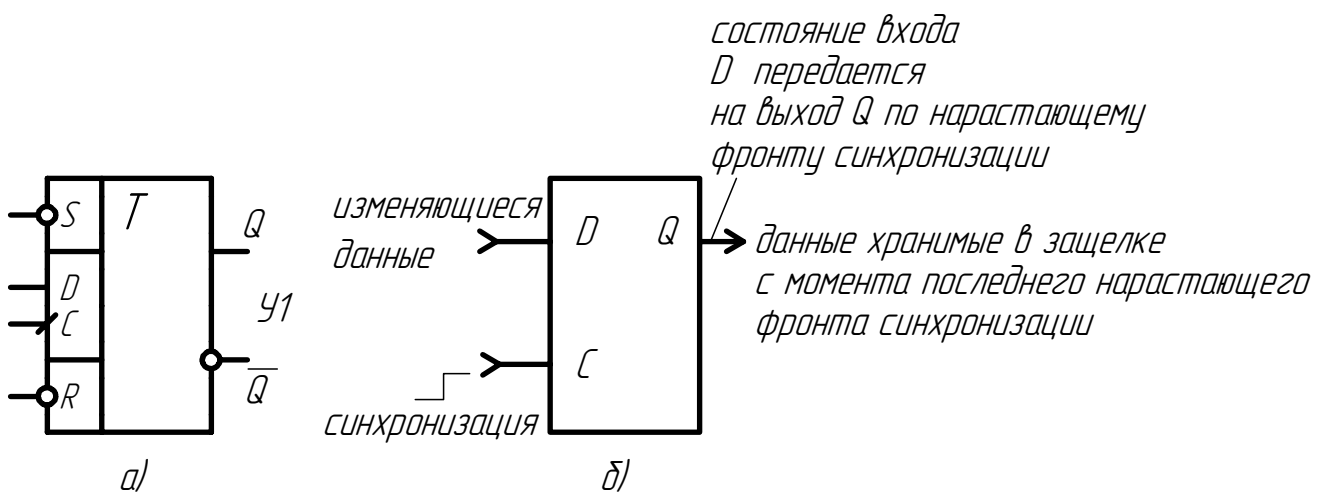


Рисунок 1.2 – D-триггер:

а) условное обозначение; б) принцип работы

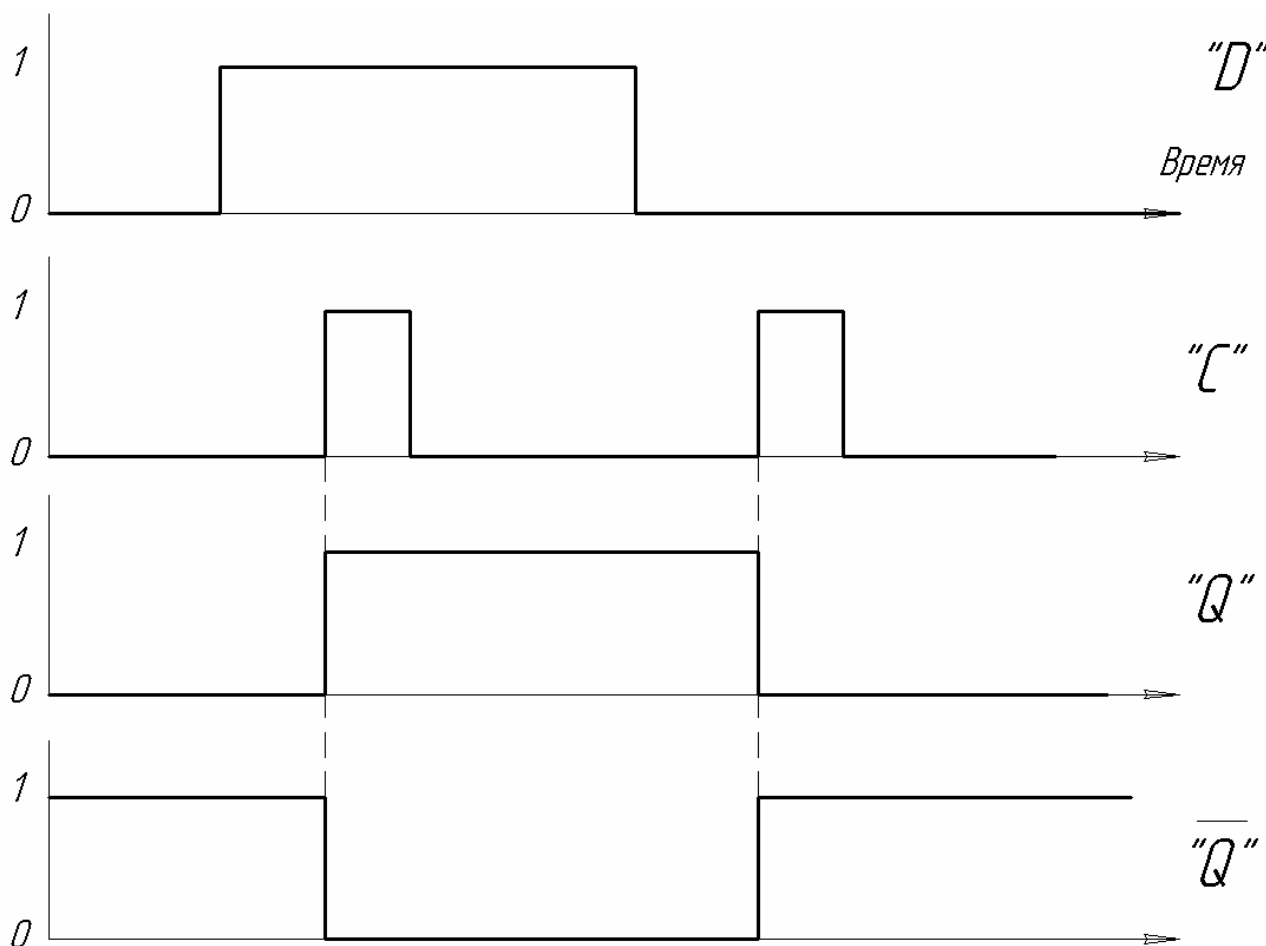


Рисунок 1.3 – Временная диаграмма работы D-триггера

Как видно из диаграммы, состояние входа D передается на выход Q по нарастающему фронту сигнала синхронизации. Спадающий фронт сигнала синхронизации не оказывает воздействия на выход Q.

D-триггеры, синхронизируются нарастающим фронтом C, а JK-триггеры — спадающим фронтом.

JK-триггер (рисунок 1.4) имеет два синхронизируемых входа J и K, два прямых входа S и R, вход синхронизации C, и два дополняющих выхода.

Входы S и R активны при низком уровне, т. е. сигнал логического 0 на входе S переводит выход Q в состояние логической 1, а сигнал логического 0 на входе R — в состояние логического 0. Таблица состояний JK-триггера приведена в табл. 1.5, описание действия сигналов установки S и очистки R приведены в табл. 1.6.

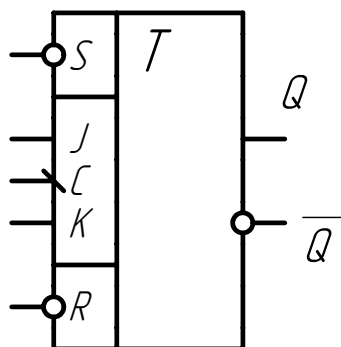


Рисунок 1.4 – Обозначение JK-триггера

Таблица 1.5 – Таблица состояния JK-триггера

Вход		Выход Q_{n+1} (Q после перехода синхронизации $1 \rightarrow 0$)	Примечание
J	K		
0	0	0	Без изменений ($0 \rightarrow 0$; $1 \rightarrow 1$)
0	1	0	Выход сбрасывается в ноль
1	0	1	Выход устанавливается в 1
1	1	0	Состояние выхода меняется ($1 \rightarrow 0$; $0 \rightarrow 1$)

Таблица 1.6 – Описание действия сигналов S и R

S	R	Q
0	0	Не определено
0	1	1
1	0	0
1	1	Разрешается синхронизируемая работа

1.2. Практическое задание

1) Составить логические выражения заданных соединений логических элементов (рисунок 1.5).

2) Составить таблицы истинности.

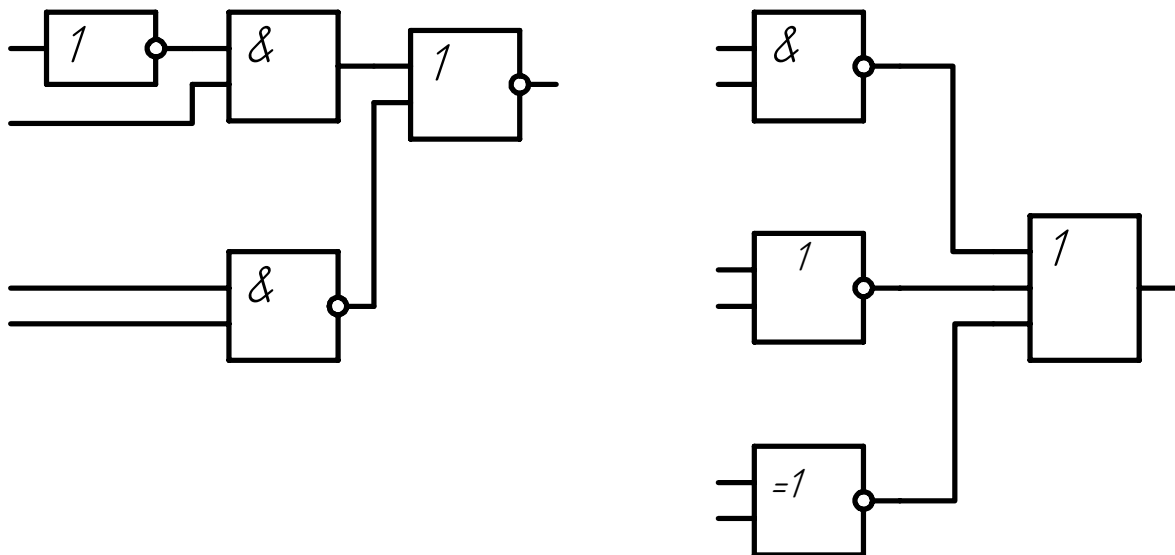


Рисунок 1.5 – Задание на практические работы

1.3. Содержание отчета

- 1) Ответы на контрольные вопросы 1-5.
- 2) Характеристики основных логических элементов (таблица 1.1).
- 3) Характеристики основных видов триггеров.
- 4) Таблицы истинности для заданных схем.

1.4. Контрольные вопросы

- 1) Что такое интегральная схема?
- 2) Что такое микропроцессор ?
- 3) Что такое микропроцессорный комплект?
- 4) Что такое микрокомпьютер?
- 5) Что такое контроллер?
- 6) Перечислите основные логические элементы и их функции.

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Цель работы: – изучения характеристик операционного усилителя;
– изучение преобразователей с широтно-импульсной модуляцией;
– изучение микропроцессорных системы регулирования напряжения и силы тока генераторной установки.

2.1. Теоретический раздел

2.1.1. Общие сведения

Генераторные установки являются источником электрической энергии в системах электроснабжения автомобилей. Они состоят из электрогенератора, выпрямителя, регулятора напряжения и аккумуляторной батареи.

Напряжение на выходе электрогенератора определяется по формуле:

$$U_{\Gamma} = E_{\Gamma} - 2U_o - ZI_{\Gamma} = C_e n \Phi - 2U_o - ZI_{\Gamma}, \quad (2.1)$$

где E_{Γ} – ЭДС генератора; U_o – падение напряжения на выпрямительном элементе; Z – полное сопротивление обмотки статора; I_{Γ} — ток генератора (среднее значение выпрямленного тока); C_e — конструктивный коэффициент электрической машины переменного тока; n — частота вращения ротора; Φ — магнитный поток.

Без учета остаточного магнитного потока полюсов ротора магнитный поток генератора можно представить в виде линеаризованной зависимости

$$\Phi = \frac{I_B}{a + bI_B}, \quad (2.2)$$

где I_B – ток возбуждения; a , b – постоянные коэффициенты аппроксимации кривой намагничивания, зависящие от конструкции генератора и применяемых магнитных материалов.

С учетом этой зависимости

$$U_{\Gamma} = \frac{C_e n I_B}{a + bI_B} - 2U_o - ZI_{\Gamma}. \quad (2.3)$$

На основании полученного выражения можно сделать вывод, что постоянства напряжения генератора при изменении частоты вращения ротора и

тока нагрузки можно добиться изменением тока возбуждения. Повышение частоты вращения должно сопровождаться уменьшением тока возбуждения, а увеличение нагрузки — увеличением тока возбуждения. Поэтому на основании выражения (2.3) можно создать программный регулятор напряжения.

Генераторная установка является системой автоматического регулирования (САР) напряжения и стабилизирует его на заданном уровне $U_r = const$ и в заданной точке при всех режимах работы. Объектом управления является электрогенератор, управляющей подсистемой — регулятор. Возмущающими воздействиями на САР являются: частота вращения ротора генератора, сила тока нагрузки и температура окружающей среды T . Все современные САР напряжения АиТ в качестве регулирующего воздействия используют ток возбуждения генератора, который определяет магнитный поток генератора, а следовательно, и выходное напряжение.

На рисунке 2.1 представлена структурная схема генератора как объекта управления, где U_o , Z , I_r , n , T — возмущающие воздействия; I_B — управляющее воздействие; U_r — регулируемая величина.

Входной величиной генератора можно считать угловое перемещение G_a , а выходной — ток нагрузки I_r .

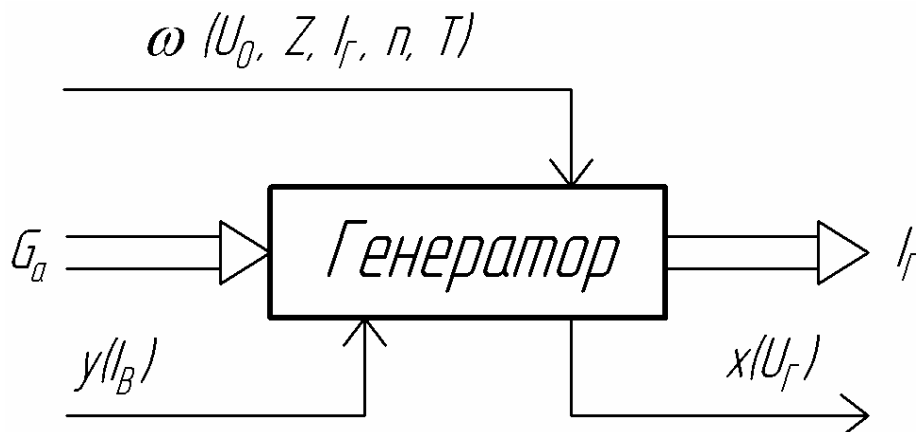


Рисунок 2.1 – Структурная схема генератора как объекта регулирования

2.1.2. Операционные усилители

Широкое применение в аналоговых системах обработки информации, используемых в устройствах автоматического управления, нашли операционные усилители (ОУ). Они обеспечивают большое усиление (до 10^5) малых входных токов за счет обратных связей между выходом и входом ОУ, могут выполнять алгебраическое суммирование сигналов, интегрирование и дифференцирование, служат для сравнения уровней двух сигналов, ограничения сигнала, для коммутации цепей. Поэтому на основе ОУ выполняются компараторы, формирователи импульсов, генераторы гармонического и линейно изменяющегося напряжения и импульсные генераторы [3].

Как правило, операционный усилитель имеет шесть выводов; положительный и отрицательный выводы питания, общий, два входных (неинверсный (+) и инверсный (–)) и один выходной. Средняя точка источника питания соединяется с общей шиной, относительно которой измеряется U_{BX} и $U_{BЫX}$. Если входной сигнал U_{BX} подается на прямой вход, то $U_{BЫX}$ сохраняет знак U_{BX} , а если на инверсный, то $U_{BЫX}$ меняет знак.

Основные параметры операционных усилителей следующие: коэффициент усиления напряжения, Ом

$$K = U_{BЫX} / U_{BX} = 10^3 \dots 10^5, \quad (2.4)$$

входное сопротивление, Ом

$$R_{BX} = U_{BX} / I_{BX} = 10^3 \dots 10^6, \quad (2.5)$$

входное сопротивление для синфазного сигнала – отношение приращения напряжения на обоих входах (по отношению к общей шине) к приращению среднего входного тока

$$R_{CФ} = U_{CФ} / I_{CФ} \gg R_{BX}, \quad (2.6)$$

выходное напряжение

$$U_{BЫX} = K(U_{BX.H} - U_{BX.И}) \leq U_{ИП} (0,5 \dots 0,8), \quad (2.7)$$

разность входных, токов

$$\Delta I_{BX} = I_{BX1} - I_{BX}, \quad (2.8)$$

выходное сопротивление, Ом

$$R_{BЫX} \ll R_{BX} = 10^2 \dots 10^3, \quad (2.9)$$

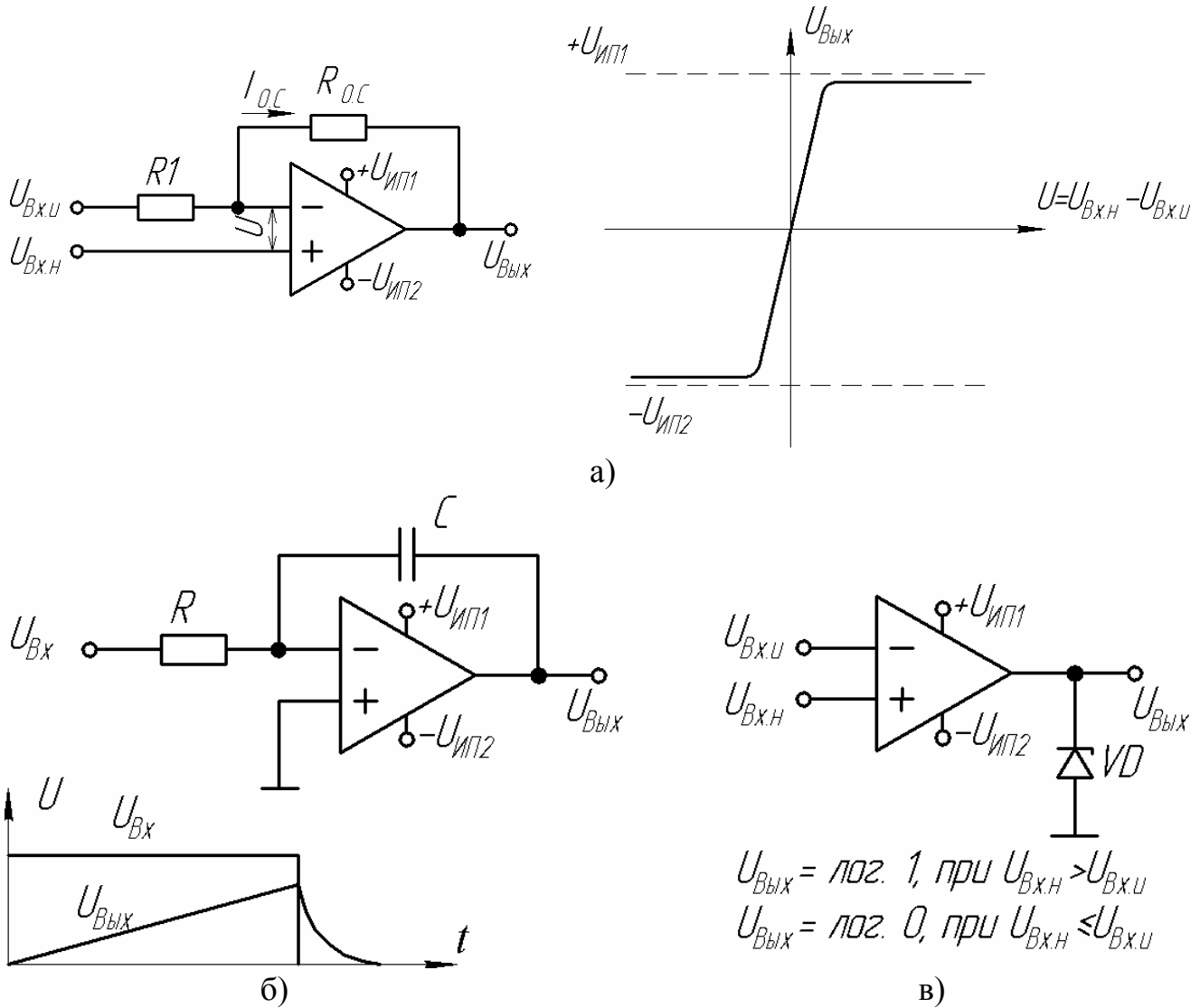


Рисунок 2.2 – Примеры включения ОУ и их характеристики:
а – вычитатель усилитель; б – аналоговый интегратор; в – компаратор

Для получения нужных свойств в ОУ вводятся обратные связи (рис. 2.2) [2, 3].

2.1.3. Преобразователи с широтно-импульсной модуляцией

Преобразование непрерывной величины с амплитудной модуляцией в сигнал с широтно-импульсной модуляцией можно осуществить с помощью устройства, схема которого, а также диаграммы, поясняющие принцип его работы, приведены на рис. 2.3 [4]. Устройство содержит генератор линейно изменяющегося напряжения (ГЛН), выполненный на операционных усилителях $DA1$, $DA2$, устройство сравнения УСр, выполненное на операционном усилителе $DA2$, и триггер DD .

Входной сигнал $U_{Вх}$ (диаграмма 2) сравнивается на устройстве сравнения УСр с линейно изменяющимся напряжением $U_{Л}$ (диаграмма 3). Частота работы ГЛН постоянна и выбирается исходя из решаемой задачи. По обратному ходу

пилообразного напряжения (диаграмма 1) триггер DD устанавливается в логическую «1» (диаграмма 5).

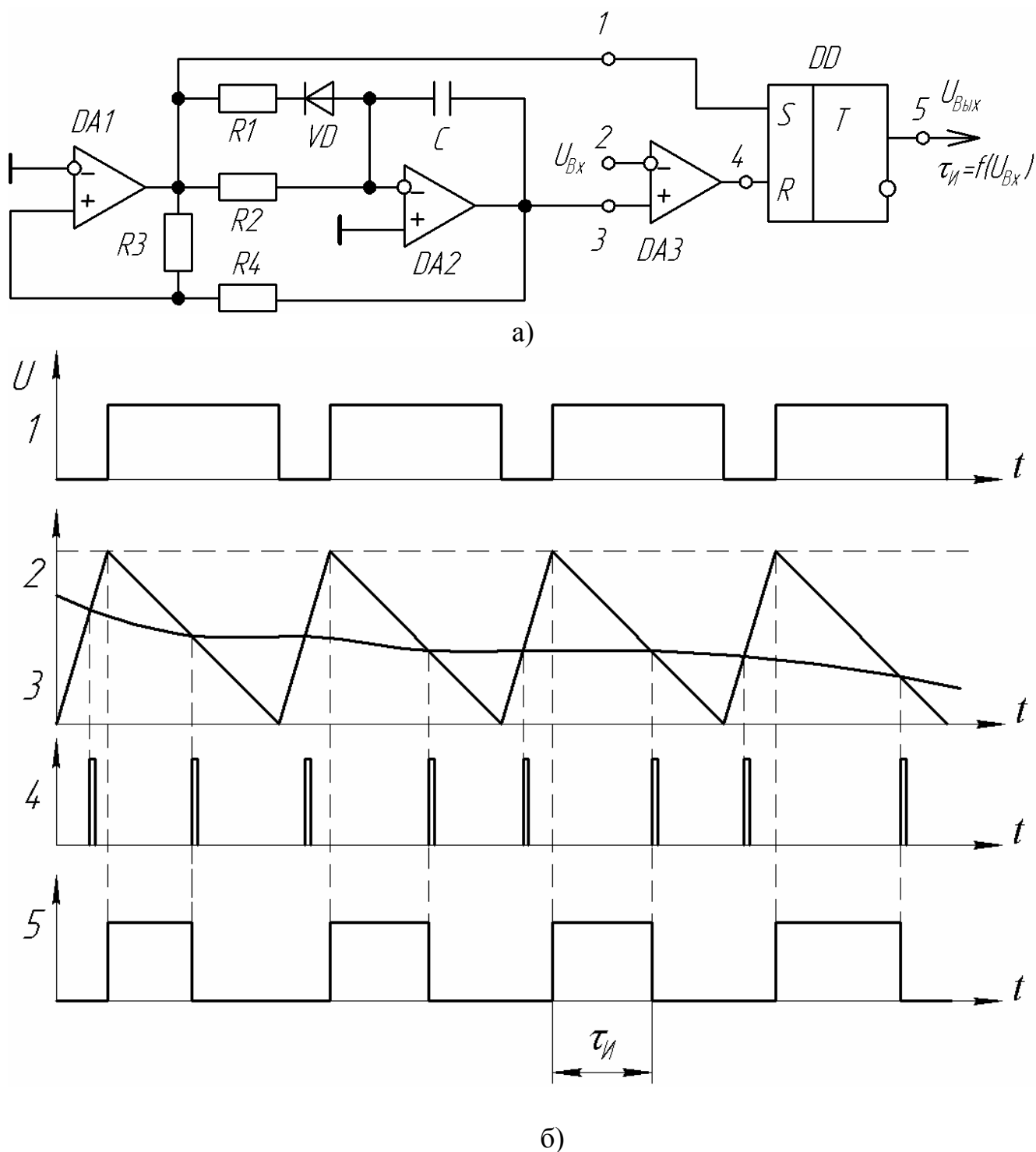


Рисунок 2.3 – Преобразователь с широтно-импульсной модуляцией:
а — схема; б — диаграммы сигналов в контрольных точках

При совпадении напряжений на входах $DA3$ на его выходе появляется сигнал (диаграмма 4), устанавливающий триггер DD в логический «0». Длительность импульса на выходе триггера пропорциональна напряжению на входе в моменты сравнения $\tau_H = f(U_{ВХ})$. На выходе преобразователя получается сигнал с ШИМ.

Преобразователь осуществляет преобразование

$$U_{BX}(AM)E \longrightarrow U_{ВЫХ}(ШИМ)E. \quad (2.10)$$

Импульсы, идущие с УСр, по отношению к началу пилообразного напряжения можно рассматривать как сигнал с фазоимпульсной модуляцией (ФИМ).

2.1.4. Регуляторы напряжения с широтно-импульсной модуляцией

Применение регуляторов дискретного действия с постоянной частотой переключений позволяет устранить ряд негативных свойств двухпозиционных регуляторов непрерывного действия.

Можно синтезировать несколько вариантов таких регуляторов [4]. На рис. 2.4 представлена одна из возможных САР напряжения с использованием преобразователя напряжение — временной интервал (преобразователя сигнала с ШИМ).

Система содержит генератор G с обмоткой возбуждения LG , выпрямитель UZ , датчик регулятора D , как правило, выполненный в виде делителя напряжения, формирователь опорного напряжения $\PhiОН$, выполняющий функции задающего устройства, устройство сравнения $УСр1$, преобразователь напряжение — время ПНВ и усилитель мощности $УМ$. ПНВ, в свою очередь, состоит из генератора тактовых импульсов $ГТИ$, генератора линейного напряжения $ГЛН$, устройства сравнения $УСр2$ и триггера T . Для питания электронной части системы используется стабилизатор напряжения $СН$ второй ступени стабилизации. Он же используется для формирования заданного (опорного) напряжения U_z .

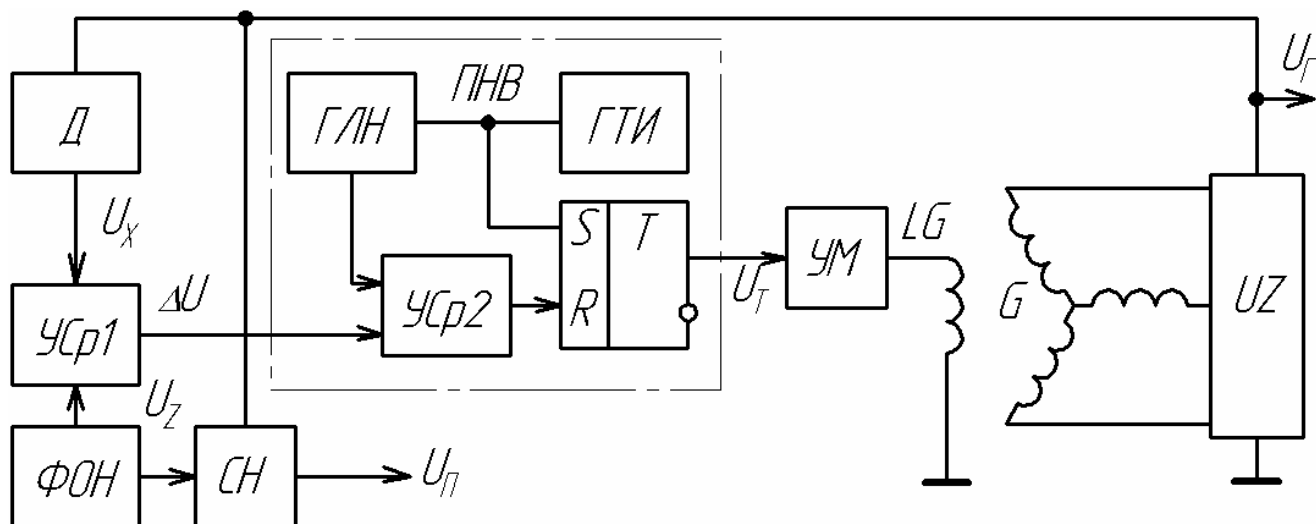


Рисунок 2.4 – Функциональная схема системы регулирования напряжения дискретного действия с преобразователем напряжение — временной интервал (с ШИМ преобразователем)

Работает система регулирования следующим образом. На устройство сравнения УСр1 подается напряжение с ФОН и датчика Д. Разность напряжений U_x и U_z с выхода УСр1, равная ΔU , поступает на устройство сравнения УСр2 преобразователя ПНВ. Генератор тактовых импульсов ГТИ дискретизирует процесс регулирования. Время, равное периоду следования импульсов с ГТИ, определяет цикл преобразования напряжения в длительность импульса (временной интервал). Импульсы с ГТИ синхронизируют работу генератора линейного напряжения ГЛН. В УСр2 напряжение с ГЛН сравнивается с напряжением ДК. При совпадении значений сравниваемых напряжений на выходе устройства сравнения УСр2 вырабатывается сигнал, который сбрасывает триггер Т в лог. «0». Предварительно триггер импульсом с ГТИ устанавливается в лог. «1». Импульсы с выхода триггера поступают на усилитель мощности УМ и далее на обмотку возбуждения. ПНВ осуществляет преобразование:

$$\Delta U(AM)E \longrightarrow U_T(ШИМ)E \quad (2.11)$$

с функцией преобразования

$$\tau_H = f(\Delta U), \quad (2.12)$$

где τ_H — длительность (ширина) электрического импульса на выходе триггера.

2.1.5. Регулятор с микропроцессорным контроллером

При использовании микропроцессоров могут решаться и другие задачи, например включение генератора только после разгона ротора до заданной частоты вращения. Такая система автоматического регулирования напряжения генераторной установки является многоконтурной. Генераторная установка с микропроцессорным контроллером представлена на рис. 2.5 [4].

Объектом управления является электрогенератор Г, переменное напряжение которого выпрямляется с помощью выпрямителя VD3...VD8.

Информация о состоянии объекта управления и параметрах внешней среды поступает на микроконтроллер, выполняющий функции устройства управления и обработки информации, от датчиков через устройство сопряжения с объектом УСО. Для управления генераторной установкой используются следующие параметры: напряжение генераторной установки U_G , ток нагрузки I_H , частота вращения ротора генератора n_p , температура наружного воздуха T_{HB} и температура электролита T_3 . Для получения ряда параметров используются датчики температуры электролита D_3 и температуры наружного воздуха D_{HB} .

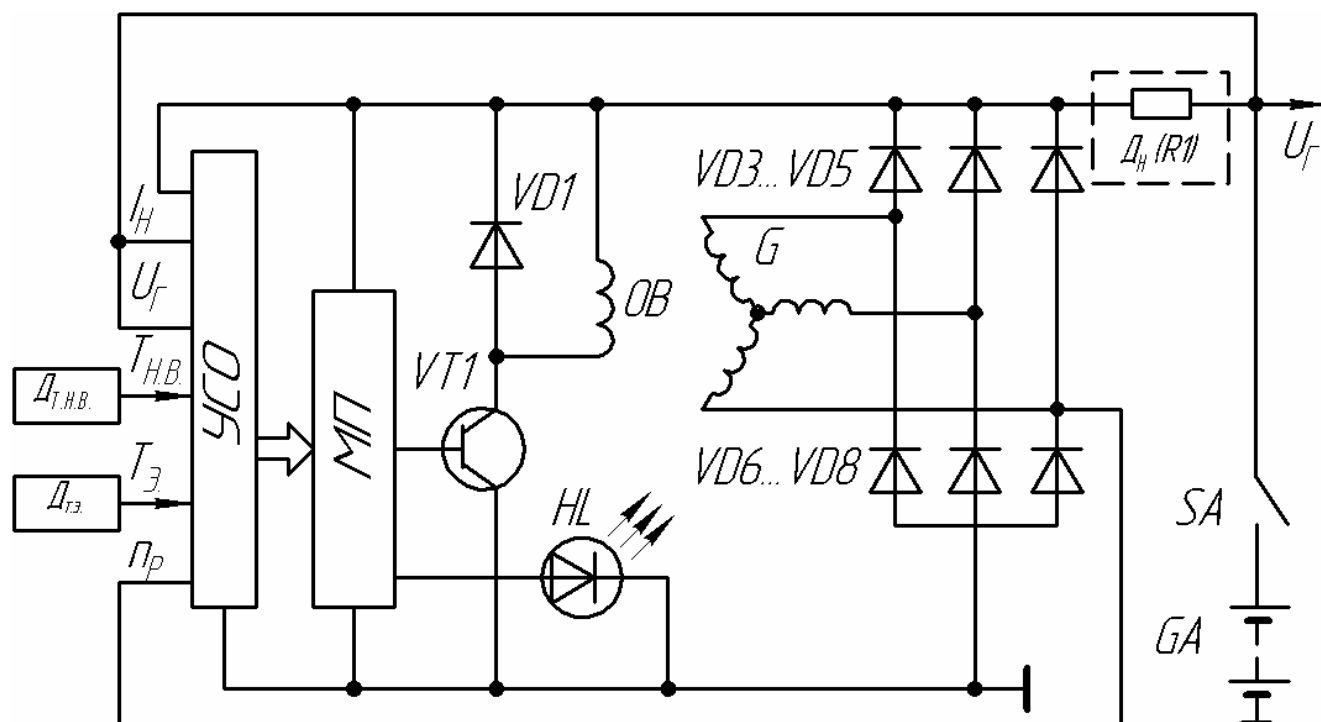


Рисунок 2.5 – Генераторная установка с микропроцессорным контроллером

В качестве датчика тока нагрузки D_n можно использовать низкоомный стабильный резистор, включаемый в цепь полной нагрузки, либо участок электрической цепи. Падение напряжения на таком сопротивлении будет пропорционально току нагрузки. Заданное значение номинального напряжения при нормальных условиях вводится в память микроконтроллера при выпуске изделия на производстве. В качестве сигнала частоты вращения используется напряжение фазы генератора. Это напряжение поступает на контрольную лампу HL.

Для облегчения пуска ДВС осуществляется отключение тока возбуждения на низких частотах вращения ротора. это разгружает двигатель в переходном режиме.

2.1.6. Диагностирование регулятора с микропроцессорным контроллером

Бортовая система диагностики может определять следующие неисправности в системе электроснабжения: низкий уровень сигнала напряжения бортовой сети, высокий уровень сигнала напряжения бортовой сети [5-8].

Низкий уровень в сети определяется если напряжение на клеммах АКБ при включенном зажигании ниже 6,3 В. Это может быть вызвано отсутствием тока зарядки или неисправность генератора. Перед диагностированием генератора и регулятора необходимо проверить целостность цепей соединяющих генератор и АКБ.

Высокий уровень напряжения фиксируется при превышении напряжения 17,2 В в течении 2 секунд. Это может быть вызвано недостаточным контактом с "массой" потребителей электроэнергии, неисправностью регулятора напряжения

или регулятора. Для проверки подключается сканер или мультиметр и измеряется напряжение на клеммах АКБ. Если напряжение при частоте 1200 об/мин превышает допустимое, то неисправность следует искать в генераторе и регуляторе. Если напряжение в норме, то необходимо последовательно включать потребители напряжения. Если при включении какого-либо потребителя напряжение превысит допустимое, то неисправность найдена. В противном случае необходимо повысить частоту вращения до 2000 об/мин. Если напряжение не превысило допустимого, то рекомендуется покачать контакты в сети.

После устранения неисправностей необходимо удалить коды неисправностей и проверить работу системы.

2.2. Практическое задание

- 1) Изучить принцип действия операционного усилителя.
- 2) Изучить принцип преобразования аналогового сигнала в сигнал с широтно-импульсной модуляцией.
- 3) Изучить устройство регулятора напряжения с широтно-импульсной модуляцией.
- 4) Изучить устройство регулятора напряжения с микропроцессорным контроллером.
- 5) Изучить неисправности и диагностирование системы электроснабжения.

2.3. Содержание отчета

- 1) Рисунок 2.2 и основные параметры операционных усилителей.
- 2) Рисунок 2.3. и порядок работы преобразователя.
- 3) Рисунок 2.4. и порядок работы регулятора.
- 4) Рисунок 2.5 и описание работы микропроцессорного контроллера.
- 5) Алгоритм диагностирования системы электроснабжения.

2.4. Контрольные вопросы

- 1) Перечислите характеристики операционного усилителя.
- 2) Принцип преобразования сигнала с амплитудной модуляцией в сигнал с широтно-импульсной модуляцией.
- 3) Принцип работы САР напряжения с ШИМ.
- 4) Принцип работы САР с микропроцессорным контроллером.
- 5) Перечислите основные неисправности системы электроснабжения и способы их обнаружения.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЖИГАНИЕМ

Цель работы: – изучения характеристик реверсивного счетчика;
– изучение принципа формирования высоковольтного импульса с помощью дискретно-кодовых формирователей.

3.1. Теоретический раздел

3.1.1. Формирование амплитудных параметров импульса зажигания

Для формирования высоковольтного импульса из низковольтного напряжения бортовой сети питания при современном уровне развития техники в качестве высоковольтного преобразователя (ВП) используется исключительно высоковольтный импульсный трансформатор (ВИТ) («катушка зажигания»), работающий в режиме ударного возбуждения (рисунок 3.1).

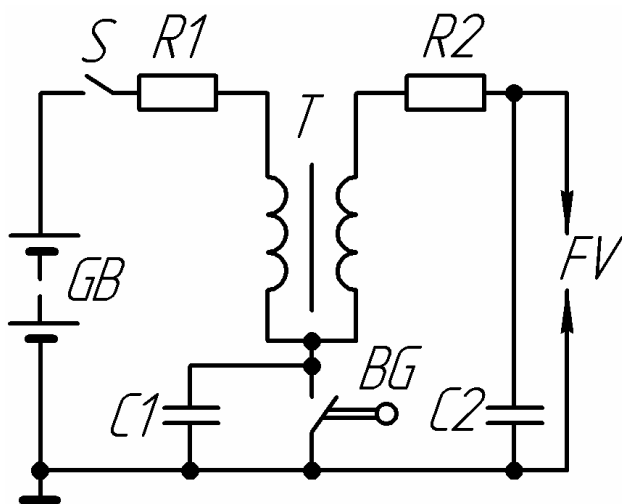


Рисунок 3.1– Схема формирования высоковольтного импульса

Начальный электрический импульс синхронизации U_H поступает в цепь канала обратной связи от механоэлектрического преобразователя (МЭП), преобразующего угловое положение коленчатого вала α в фазу φ электрического импульсного сигнала с амплитудой $U_H(\alpha \rightarrow \varphi)$. Сформированный по длительности и амплитуде импульс напряжения U_H подается на первичную обмотку трансформатора T .

Один конец первичной и вторичной обмоток трансформатора T через конденсатор $C1$ подключается к «массе», другой конец первичной обмотки через резистор $R1$ подключается к батарее, а вторичной обмотки — к конденсатору $C2$ и разряднику F (свеча зажигания).

Для снижения потребления электроэнергии и уменьшения тепловых потерь в элементах системы, особенно в ВИТ, в системе зажигания используется положительный импульс (рис. 3.2, а) с передним фронтом, нарастающим от низкого уровня напряжения к высокому уровню, и спадающим задним фронтом (срезом импульса).

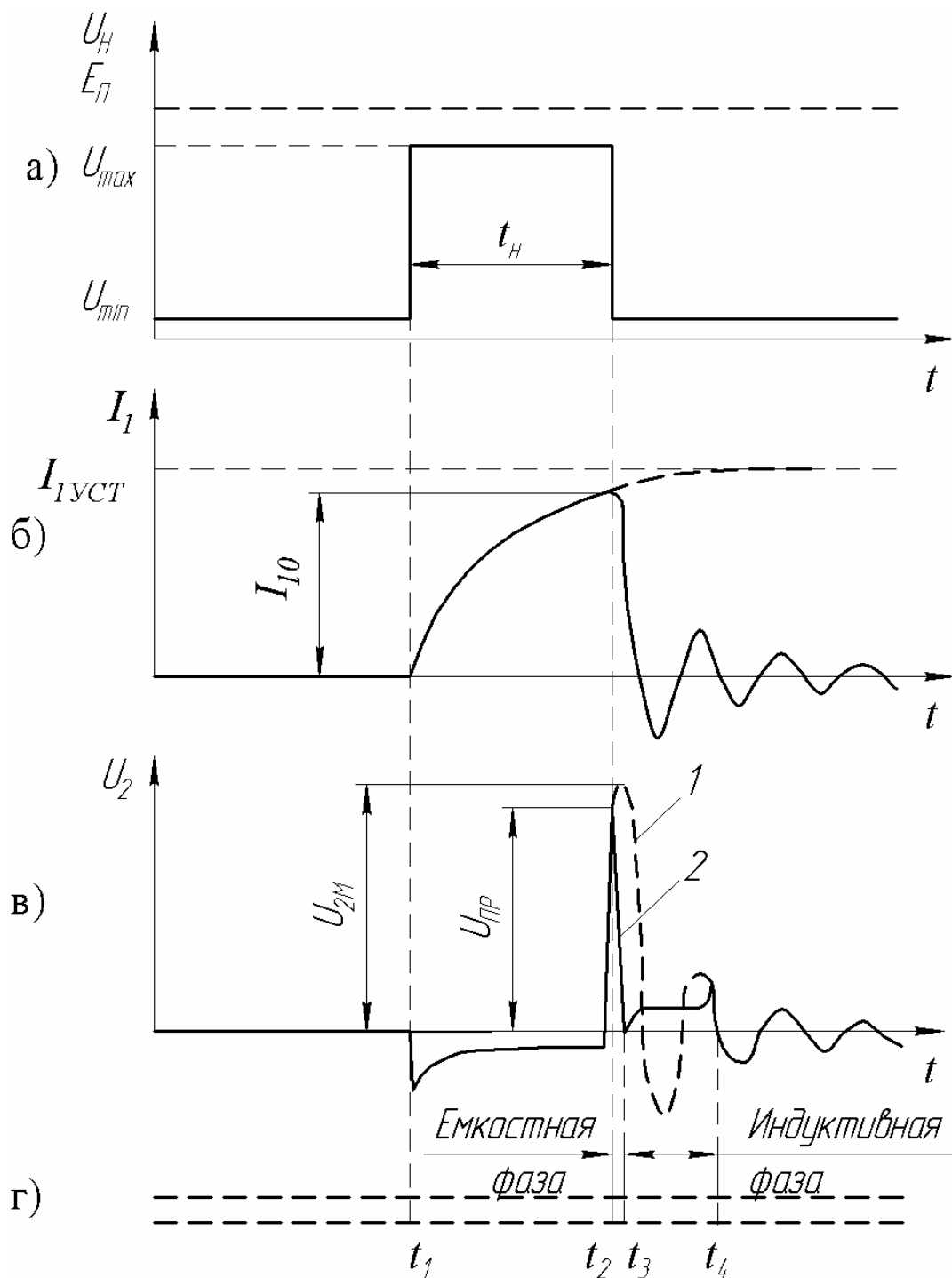


Рисунок 3.2 – Временные диаграммы формирования импульса зажигания:
а — импульс накопления; б — ток в первичной обмотке; в — напряжение на вторичной обмотке; г — фазы искрового разряда

Трансформатор не может работать в цепях постоянного тока и передает во вторичную цепь только изменяющиеся величины напряжения и тока. Только при изменении магнитного потока, создаваемого током первичной цепи, происходит трансформация электрической энергии из первичной цепи во вторичную цепь. Напряжение во вторичной цепи в первую очередь зависит от коэффициента трансформации, а также величины и скорости изменения тока в первичной цепи.

Поступление на первичную обмотку трансформатора положительного импульса с амплитудой, близкой к значению напряжения источника питания в момент времени t_1 , эквивалентно подключению первичной обмотки трансформатора к источнику питания. К этому моменту все реактивные элементы цепи обратной связи должны разрядиться. Переходный процесс в цепи постоянного тока обусловит нарастание тока в обмотке по экспоненциальному закону, характеризующему инерционные процессы. Ток в первичной цепи трансформатора будет нарастать от нулевого значения до установившегося $I_{уст}$ (рис. 3.2, б). Установившееся значение тока определяется параметрами первичной обмотки (индуктивностью, активным сопротивлением и емкостью). При этом в начальный момент времени, когда скорость изменения тока максимальна, ток невелик. Это препятствует оптимальной передаче напряжения во вторичную обмотку. В установившемся режиме через первичную обмотку протекает постоянный ток, и вторичное напряжение становится равным нулю. В реактивных элементах (катушек индуктивности, конденсаторе и паразитной емкости первичной обмотки) накапливается электромагнитная энергия. При окончании импульса в момент времени t_2 (по заднему фронту) происходит отключение первичной обмотки ВИТ от источника питания. Ток в первичной цепи начинает резко уменьшаться от установившегося значения к нулевому. Происходит ударное возбуждение связанных контуров, состоящих из катушек индуктивности и эквивалентных емкостей. Возникает затухающий колебательный процесс, обусловленный обменом энергии между магнитным полем трансформатора и электрическим полем в емкостях. Частота колебаний определяется резонансной частотой контура, а декремент затухания — потерями. Процессы саморегулирования будут уменьшать скорость изменения тока, но большой ток и высокая скорость его изменения позволяют получить значительно более высокое вторичное напряжение. По этой причине также целесообразно использовать положительный импульс в цепи зажигания. В этом случае напряжение вторичной обмотки будет определяться значением тока в первичной обмотке в момент среза импульса. Если длительность импульса t_H накопления электромагнитной энергии в реактивных элементах цепи зажигания превышает необходимое время для получения оптимального тока, электрическая энергия тока, протекающего по первичной обмотке, идет на тепловые потери. Это приводит к перегреву трансформатора. Для защиты трансформатора от перегрева регулируют длительность и амплитуду импульса.

Если напряжение U_{2m} не достигает напряжения пробоя $U_{пр}$ то процесс формирования высокого напряжения на вторичной обмотке трансформатора отражается зависимостью, представленной графиком 1 (рис. 3.2, в). Если максимальное значение вторичного напряжения U_{2m} превышает напряжение пробоя искрового промежутка свечи, то возникает необходимая для зажигания горючей смеси искра и процесс развивается по графику 2 (см. рис. 3.2, в).

После пробоя искрового промежутка вторичное напряжение резко уменьшается (рис. 3.2, в). В первый момент образования искры разряжаются емкостные реактивные элементы (емкостная составляющая). Первый момент характеризуется непродолжительностью и большой силой тока. Затем наступает

второй момент — разряд индуктивностей, во время которого происходит выделение энергии, накопленной в магнитном поле трансформатора. Индуктивная составляющая отличается значительной продолжительностью, небольшой силой тока и большим количеством электричества. Именно значение индуктивной составляющей определяет бесперебойное искрообразование.

Алгоритм определения угла опережения зажигания (УОЗ) и времени накопления импульса показана на рисунке 3.3 [5].

3.1.2. Дискретно-кодовые формирователи длины импульса

Преимущества таких устройств перед аналоговыми значительны. Эталонные сигналы для частотно-временных систем имеют на порядок более высокую точность по сравнению с амплитудными, например с опорным напряжением. Температурная зависимость логических элементов ничтожно мала по сравнению температурной зависимостью аналоговых элементов.

Принципиальная электрическая схема формирователя импульса накопления показана на рис. 3.4 [4]. Формирователь содержит генератор G эталонной частоты f_0 ($DD2$) с триггером ($DD3.1$), делящим эталонную частоту f_0 на два; восьмиразрядный синхронный реверсивный счетчик, включающий в себя две микросхемы $DD5$ и $DD6$; дешифратор заданного кода N_o , содержащий схему совпадения на восемь входов ($DD7$) и инверторы ($DD1.3-6$); триггер $DD3.2$; одновибратор, собранный на логических элементах $DD8$; схему совпадения $DD9$, выделяющую импульс накопления, и логические элементы $DD1$, $DD4$ и $DD8$.

Тип микросхем выбирается исходя из условий работы на АТС.

Для реализации многоразрядного реверсивного счетчика на микросхемах К555ИЕ17 необходимо учитывать особенности работы этой схемы. Управление счетом осуществляется по входу 1 (+1/-1). На схеме он обозначен $U/\bar{D}$. При лог. «1» на входе управления счетом счетчик считает единичные приращения, формируя двоичный позиционный код, при лог. «0» счетчик вычитает единичные приращения из кода, записанного в счетчик. Со входов $D1...D4$ осуществляется параллельная синхронная запись двоичного позиционного кода по спаду тактового импульса отрицательной полярности на входе C и подаче лог. «0» на вход разрешения загрузки EL .

При счете импульсов, представляющих единичный код, на вход EL должна подаваться лог. «1». Для разрешения переноса и разрешения счета на входы EP и ES необходимо подавать лог. «0». Разрешающим сигналом на выходе переноса P является лог. «0», при этом на выходе разрешения переноса EP должен быть лог. «0».

Диаграммы сигналов в контрольных точках, поясняющие принцип работы ФПД, показаны на рис. 3.5.

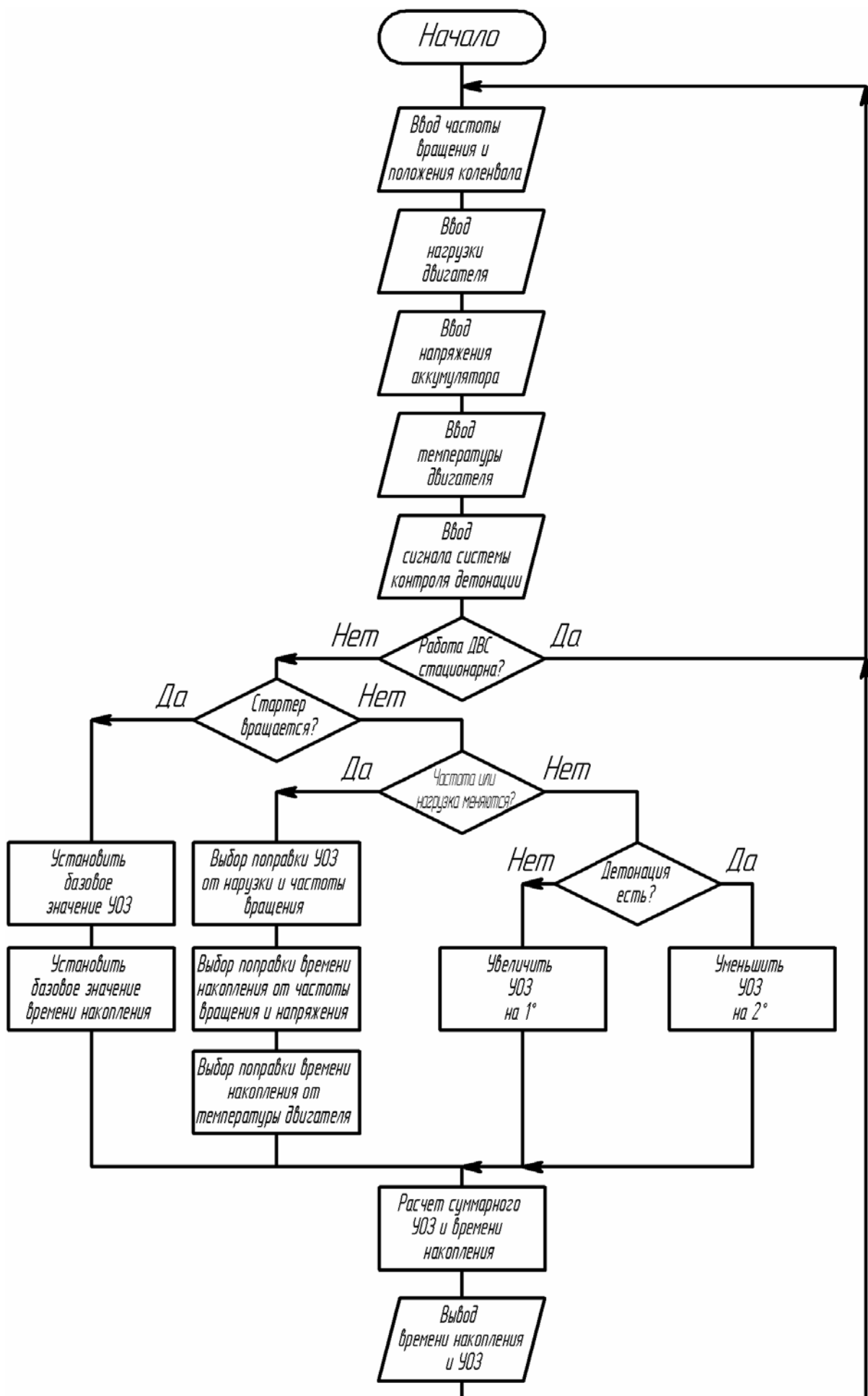


Рисунок 3.3 – Блок-схема вычисления УОЗ и времени накопления импульса

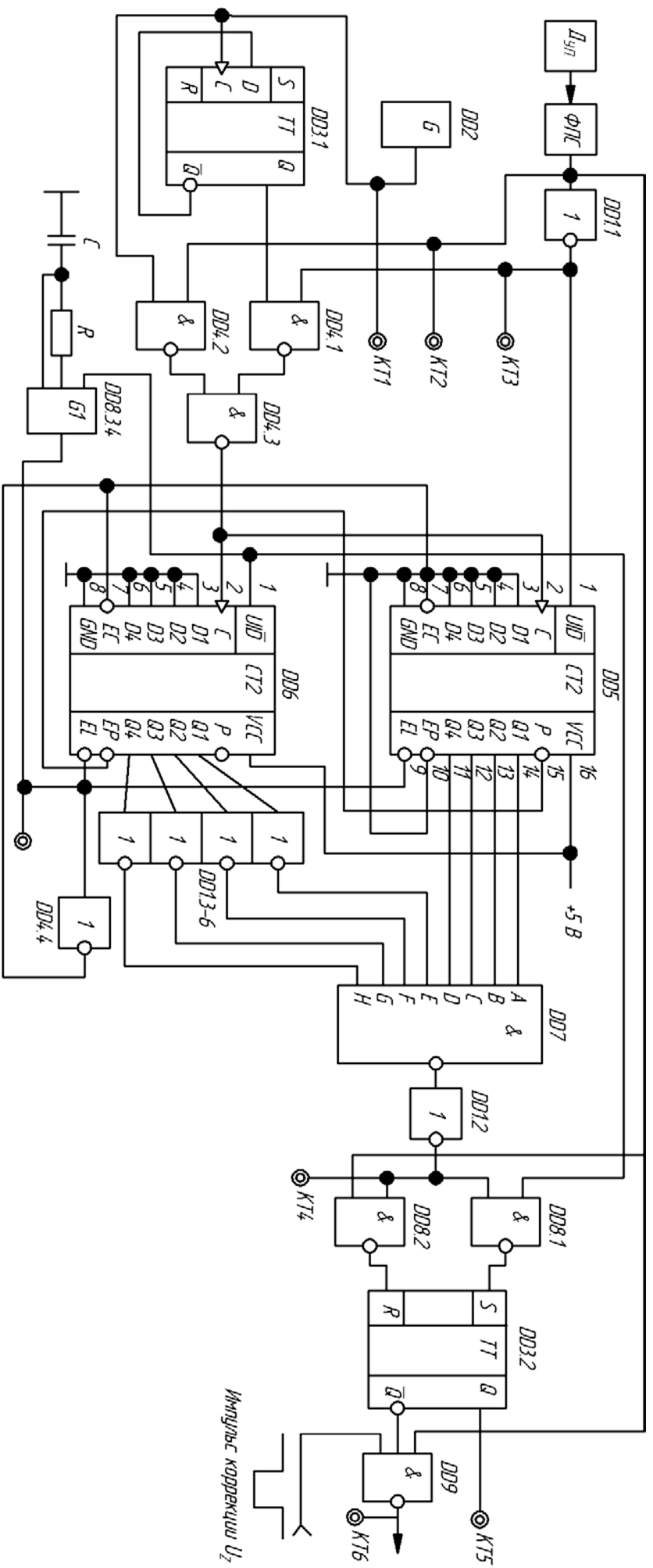


Рисунок 3.4 – Принципиальная электрическая схема формирователя импульса накопления

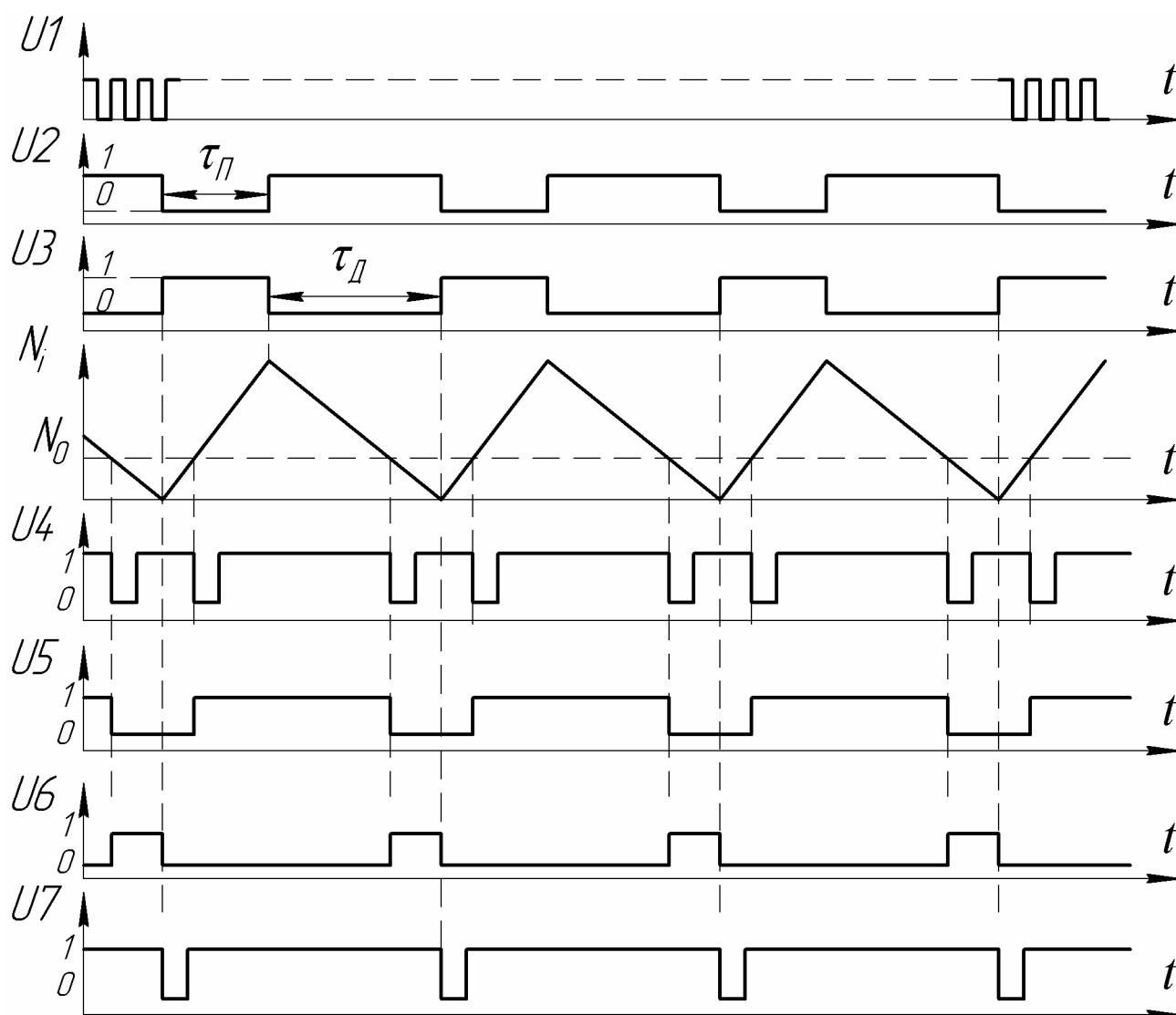


Рисунок 3.5 – Диаграммы сигналов в контрольных точках ФПД импульса накопления с использованием дискретно-кодовых элементов с частотно-временными сигналами

Работает формирователь следующим образом.

На вход управления счетом 1 счетчика $CT2$ поступает сигнал с датчика углового положения вала $Д_{уп}$, прошедший формирователь постоянной скважности ФПС и инвертор $DD1.1$ (контрольная точка КТ3). Скважность – отношение продолжительности сигнала к частоте повторения сигналов. Предварительно счетчик $CT2$ устанавливается в исходное состояние импульсом с одновибратора $G1$ (КТ7), сформированным по нарастающему фронту импульса со схемы $DD1.1$. Эта операция осуществляется путем записи в счетчик $CT2$ по входам $D1...D4$ обеих микросхем кода $N_2^8 = 0$ по разрешающему сигналу на входе EL , соответствующему лог. «0», который формируется одновибратором $G1$. При подаче разрешающего сигнала на вход EL производится запись кода в счетчик по спаду тактового импульса отрицательной полярности на входе C . При высоком уровне, равном лог. «1», который поддерживается в течение длительности паузы

τ_{II} , реверсивный счетчик *CT2* работает в режиме суммирования единичных приращений (+1), поступающих на вход *C* счетчика *CT2* в виде импульсов эталонной частоты $f_1 = f_0$ с генератора *G* (КТ1) через логические элементы *DD4.2* и *DD4.3*.

Счетчик начинает суммировать импульсы, поступающие на вход *C*. За время паузы в счетчике сформируется код

$$(N_2^8)_+ = \int_0^{\tau_{II}} f_0 dt = f_0 \tau_{II}. \quad (3.1)$$

По окончании паузы сигнал на входе *I* сменит уровень на логический «О». Счетчик переходит на режим вычитания импульсов, следующих с частотой $f_2 = f_0/2$ из кода, сформированного в нем. Деление частоты следования импульсов осуществляет триггер *DD3.1*. Сигнал с его выхода *Q* через схему совпадения *DD4.1* и схему *DD4.3* поступает на вход *C* счетчика. Логическая схема И-НЕ *DD4.3* для сигналов, представленных лог. «О», выполняет логическую функцию ИЛИ. За время импульса датчика τ_D из счетчика будет вычитаться код

$$(N_2^8)_- = \int_0^{\tau_D} (f_0/2) dt = (f_0/2) \tau_D. \quad (3.2)$$

Так как

$$\tau_D = 2\tau_{II}, \quad (3.3)$$

то

$$(N_2^8)_+ = (N_2^8)_-. \quad (3.4)$$

Состояние счетчика *CT2* при изменении кода N_{i+} и N_i графически показано на рис. 3.5 без отражения процесса квантования. При достижении кодом в счетчике заданного значения, равного N_o , срабатывает дешифратор и на выходе схемы *DD 7* появляется сигнал (КТ4). В рассматриваемой схеме $N_o=15$. Импульс с выхода *DD7* инвертируется и проходит через схему *DD8.1* при уровне лог. «1» во время паузы или через схему *DD8.2* при уровне лог. «1» во время импульса датчика. Эти импульсы устанавливают триггер *DD3.2* соответственно в состояние лог. «1» или лог. «0» (КТ5). На выходе схемы совпадения *DD9* формируется импульс накопления U_H длительностью t_H . На один из входов схемы *DD9* может подаваться импульс коррекции длительности t_H при превышении током в первичной обмотке трансформатора заданного значения.

Характерной особенностью таких формирователей является последовательное преобразование вида модуляции ШИМ → КИМ → ШИМ.

3.2. Практическое задание

- 1) Изучить алгоритм управления зажиганием.
- 2) Составить структурную схему формирователей длины импульса.
- 3) Изучить принцип действия дискретно-кодовых формирователей длины импульса.
- 4) Изучить осциллограммы напряжений в цепях системы зажигания.

3.3. Содержание отчета

- 1) Рисунки 3.1, 3.2.
- 2) Рисунок 3.3.
- 3) Принцип работы счетчиков.
- 3) Рисунки 3.4, 3.5.
- 4) Описание работы дискретно-кодowego формирователя длины импульса.

3.4. Контрольные работы

- 1) Принцип работы систем зажигания с накоплением импульса в индуктивных элементах.
- 2) Преимущества систем зажигания с дискретно-кодовым формирователем длины импульса перед аналоговыми системами.
- 3) Сигналы каких датчиков могут использоваться для определения нагрузки на двигатель?
- 4) Как влияет величина УОЗ на детонацию?
- 5) Как влияет напряжение и температура двигателя на величину времени накопления импульса?
- 6) Что такое скважность сигнала?
- 7) Какие операции выполняют счетчики?
- 8) Принцип действия дискретно-кодowego формирователя длины импульса

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4. ИЗУЧЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЖИГАНИЯ

Цель работы: – изучение принципов работы микропроцессорных систем управления распределения зажигания;

4.1. Теоретический раздел

4.1.1. Распределители импульсов зажигания по цилиндрам

Развитие микропроцессорной техники позволило использовать в системе управления ДВС единый микропроцессорный контроллер, в который встраиваются функции системы зажигания. Дальнейшее развитие систем управления привело к использованию универсальных микропроцессоров, которые строятся в соответствии с параметрическими рядами по производительности. На таких процессорах можно построить многоуровневую систему управления в виде управляющей сети.

В современных системах зажигания используется следующая структура (для 4-х цилиндровых двигателей), рисунок 4.1:

$$D \rightarrow \Phi\Phi_{из} \rightarrow \begin{cases} 1HP(2K)I \rightarrow \Phi D_{ин} + \Phi A_{ит} + УМ \rightarrow Н \rightarrow ВИТ + ВР(2K)II \} \begin{matrix} \rightarrow FV1 \\ \rightarrow FV4 \end{matrix} \\ 2HP(2K)I \rightarrow \Phi D_{ин} + \Phi A_{ит} + УМ \rightarrow Н \rightarrow ВИТ + ВР(2K)II \} \begin{matrix} \rightarrow FV2 \\ \rightarrow FV3 \end{matrix} \end{cases}, (4.1)$$

где D – датчик углового положения коленчатого вала; $\Phi\Phi_{из}$ – формирователь фазы импульса; $1HP(2K)I$, $2HP(2K)I$ – низковольтные распределители первой ступени первой и второй группы соответственно; $\Phi D_{ин}$ – формирователь длительности импульса накопления; $\Phi A_{ит}$ – формирователь тока в виде САР с управлением по амплитуде или длительности; УМ – усилитель мощности; Н – элемент накопления энергии; ВИТ – высоковольтный импульсный трансформатор (катушка зажигания), выполняющий функции высоковольтного формирователя амплитуды импульса зажигания; $ВР(2K)II$ – высоковольтный распределитель импульсов зажигания на 2 канала второй ступени; FV – свечи.

Устройство управления и обработки информации, выполненное на цифровых элементах или микропроцессоре, на первой ступени с помощью низковольтного дешифратора разделяет объединенный канал на два групповых канала — первый и четвертый цилиндры, а также второй и третий цилиндры. На второй ступени разделение каналов производится с помощью двухвыводных высоковольтных обмоток трансформаторов $T1$, $T2$. Искровые промежутки свечей

FV1 и *FV4* первого и четвертого цилиндров, моменты зажигания которых смещены на один оборот по коленчатому валу, включаются последовательно.

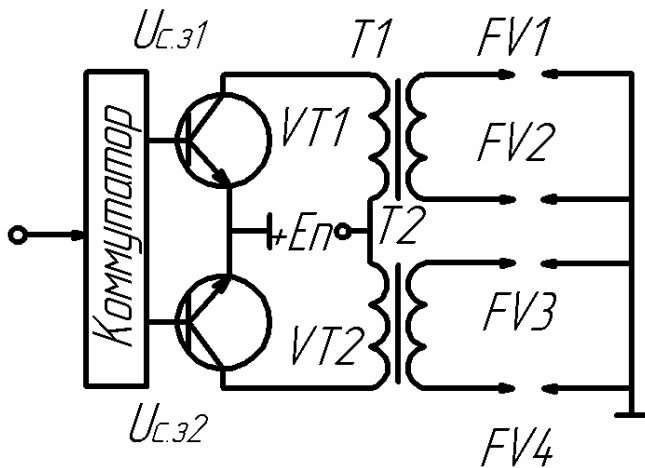


Рисунок 4.1 – Схема двухступенчатого распределителя зажигания

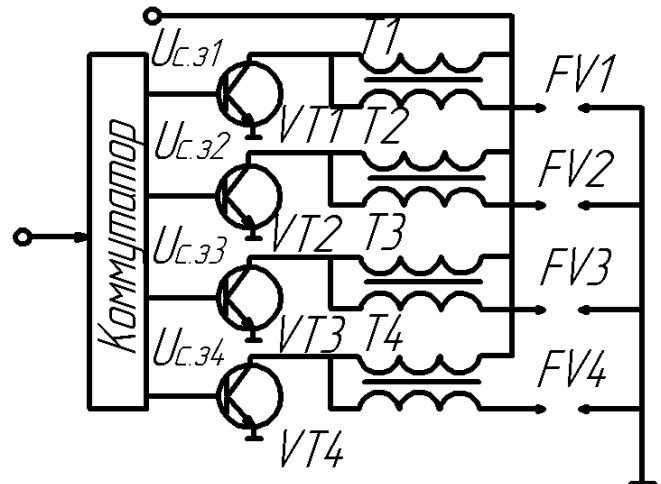


Рисунок 4.2 – Схема низковольтного распределителя зажигания

Схему замещения вторичной обмотки трансформатора можно представить в виде включенных последовательно двух сопротивлений и источника высокого напряжения. Высокое напряжение U_B каждой из катушек зажигания распределяется между соответствующей парой цилиндров следующим образом. Например, для первой пары цилиндров имеем:

$$U_B = U_1 + U_4 \Rightarrow \begin{cases} U_1 = U_B \frac{R_1}{R_1 + R_4} \\ U_4 = U_B \frac{R_4}{R_1 + R_4} \end{cases}, \quad (4.2)$$

где U_1 и U_4 — напряжения, приложенные к искровому промежутку свечей первого и четвертого цилиндров; R_1 и R_4 — сопротивления искрового промежутка свечей первого и четвертого цилиндров.

Поскольку в момент искрообразования первого группового канала поршни первого и четвертого цилиндров находятся в положении, близком к ВМТ, но в различных тактах рабочего цикла ДВС, то сопротивления искрового промежутка свечей этих цилиндров не равны между собой.

Если в первом цилиндре в рассматриваемый момент завершается такт сжатия, при этом сопротивление R_1 будет достаточно велико, а в четвертом цилиндре завершается такт выброса высокоионизированных отработавших газов и сопротивление R_4 будет мало. Тогда из (4.2) для данного режима получим: при $R_1 \gg R_4$ напряжение $U_1 \approx U_B$, а $U_4 \approx 0$, т. е. искрообразование произойдет в первом цилиндре.

В настоящее время начинают использоваться непосредственные системы зажигания с низковольтным распределителем каналов НР (рисунок 4.2), структура которых представляется формулой

$$Д \rightarrow \Phi\Phi_{из} \rightarrow НР(nK) \left\{ \begin{array}{l} 1K \rightarrow \Phi Д_{ин} \rightarrow \Phi А_{ит} + УМ \rightarrow H \rightarrow ВИТ1 \rightarrow FV1 \\ \dots \\ nK \rightarrow \Phi Д_{ин} \rightarrow \Phi А_{ит} + УМ \rightarrow H \rightarrow ВИТn \rightarrow FVn \end{array} \right. , \quad (4.3)$$

где n — количество каналов (цилиндров), $НР(nK)$ — низковольтный распределитель на первой ступени на n каналов ;

В такой системе разделение каналов осуществляется низковольтным дешифратором. А далее идет пространственное разделение каналов, когда каждый канал имеет индивидуальный коммутирующий ключ $VT1...VT4$ (усилитель мощности) и трансформатор $T1...T4$ с одним высоковольтным выводом вторичной обмотки. Это позволяет устанавливать трансформаторы непосредственно на свечи зажигания $FV1...FV4$. В такой конструкции могут отсутствовать высоковольтные провода. Управление работой ключей $TV1...TV4$ осуществляется импульсными сигналами $U_{C.31}, ..., U_{C.34}$ поступающими с коммутатора.

4.1.2. Интегрированные формирователи систем зажигания

В усилителях мощности в выходной цепи применяются мощные транзисторы, способные коммутировать токи до 10 А в индуктивной нагрузке коллекторной цепи. В системах с накоплением в емкости применяются тиристоры.

В современных системах зажигания все большее распространение получают высоковольтные ключи на транзисторах. В настоящее время для высоковольтных ключей используются биполярные транзисторы с МОП-управлением, получившие название IGBT — Insulated Gate Bipolar Transistor (биполярный транзистор с изолированным вентилем). Все ведущие производители мощных транзисторов изготавливают эти микросхемы. IGBT представляет собой $p-n-p$ транзистор, управляемый от сравнительно низковольтного МОП-транзистора с индуцированным каналом через высоковольтный n -канальный полевой транзистор. Новая технология позволила соединить в одном элементе достоинства полевых и биполярных транзисторов. У IGBT практически отсутствуют входные токи. Эти транзисторы имеют хорошие динамические характеристики. В то же время потери у них растут пропорционально току, а не квадрату тока, как у полевых транзисторов. Максимальное напряжение IGBT ограничено только технологическим пробоем, и уже сегодня выпускаются приборы с рабочим напряжением до 2000 В. При этом напряжение насыщения у них не превышает 2...3 В в рабочих режимах. Основным недостатком IGBT пока являются динамические потери, что снижает допустимый ток коллектора на частотах выше 10 кГц. Однако для усилителей мощности систем зажигания, где рабочие частоты не

превышают 200...300 Гц, микросхемы с IGBT подходят более других полупроводниковых приборов.

Совершенствование формирователей амплитуды и длительности импульсов систем зажигания идет несколькими путями. Основной путь — схемотехнический, т.е. совершенствование схемных решений устройств. Другой путь — конструкторский и технологический. Главным направлением здесь является микроминиатюризация систем, основу которой составляет интеграция отдельных устройств в единую микросхему, выполненную по полупроводниковой технологии.

Использование систем с частотно-временными видами модуляции и логических элементов резко улучшает качество систем управления зажиганием.

Однако внедрение микропрограммных систем управления с кодово-импульсной модуляцией на базе микропроцессора (МП) позволяет переложить на него многие функции по формированию параметров импульса накопления и зажигания. Эти операции выполняются программным путем с использованием материальных ресурсов МП. При этом функции физических формирователей не исчезают, а сами они превращаются в элементы схемы алгоритма обработки и фактически в виртуальные устройства системы зажигания, включенные в МП.

Примером реализации этих идей могут служить высоковольтные ключи выполненные в виде микросхем VB027ASP, BTS214SJ и BTS2165. Две последние схемы изготовлены по технологии IGBT.

VB027ASP (рисунок 4.3) представляет собой высоковольтную микросхему, предназначенную для управления током отключения катушки зажигания высокой энергии. Интегральная схема изготавливается с транзисторами Дарлингтона на выходе и совместима с логическими уровнями схемы запуска.

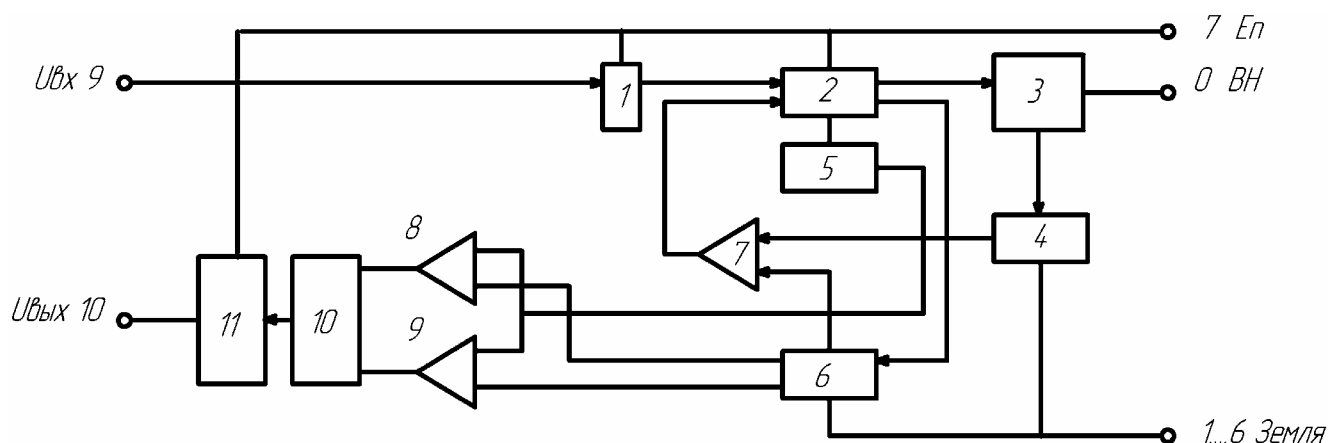


Рисунок 4.3 — Функциональная схема микросхемы VB027ASP:

1 — формирователь (триггер Шмитта); 2 — регулятор (драйвер); 3 — транзистор Дарлингтона с ограничением напряжения, защитой от перенапряжения и смены полярности напряжения; 4 — датчик тока; 5 — линеаризатор; 6 — измерительные цепи; 7 — устройство сравнения (компаратор); 8 — компаратор первого уровня тока; 9 — компаратор второго уровня тока; 10 — схема ИЛИ; 11 — выходной буферный усилитель

Встроенные схемы защиты ограничивают ток в катушке и фиксируют коллекторное напряжение, что позволяет использовать VB027 в качестве интеллектуального, высоковольтного, сильноточного интерфейса в перспективных электронных системах зажигания.

По входу VB027 может управляться от маломощного внешнего контроллера, который формирует как время накопления, так и момент зажигания. При высоком уровне входного сигнала $U_{BX} > 4B$ эта микросхема обеспечивает пропорциональное увеличение тока в катушке до заранее заданного уровня, после достижения которого ток остается постоянным до момента искрообразования, что соответствует моменту перехода $U_{BX} > 4B$ от высокого уровня к низкому (типовой порог составляет 1,9 В). В момент отключения тока высокое напряжение (ВН) на катушке фиксируется на определенном, заранее заданном уровне (обычно 345 В).

При переходе транзистора от режима насыщения к режиму отсечки ток катушки ограничивается и включается защита от перенапряжения. Допускается максимальное перенапряжение 20 В.

Ограничение тока в катушке направлено на тепловую защиту. В структурной схеме VB027ASP имеется устройство, называемое противотемпературной защитой. Оно предназначено для изменения текущего уровня сравнения в компараторе на первый диагностический активизирующийся нижний уровень относительно 2,5 А. Информация об этом может поступать в МП и использоваться для управления процессом коррекции в направлении уменьшения рассеиваемой мощности. Это устройство выполняет контрольно-диагностические функции. Оно только обнаруживает повышение тока и перегрев. При понижении текущего уровня сравнения в компараторе (первого флага) температура не может опуститься ниже 125 °С (398 К). Для функционирования этого устройства можно предложить очень простой алгоритм управления, в котором микроконтроллер выполняет простые арифметические действия для вычисления момента включения устройства после срабатывания первого порога (первого флага) компаратора.

Применение МП в качестве устройств обработки в формирователях фазы и амплитуды импульса зажигания и накопления позволяет упростить общую схему системы зажигания и не использовать аналоговую информационную часть микросхем.

Типовая схема соединения высоковольтного ключа VB027ASP (усилителя мощности) и микроЭВМ, рекомендуемая фирмой-разработчиком элементов, приведена на рисунке 4.4.

Схема разработана для системы с двухступенчатым распределением каналов. Сигналы управления поступают с микроЭВМ на каждую микросхему VB027ASP. Информационные (диагностические) выходы с высоковольтного ключа подключаются на вход микроЭВМ. По этим линиям передается информация об амплитуде тока в первичной обмотке.

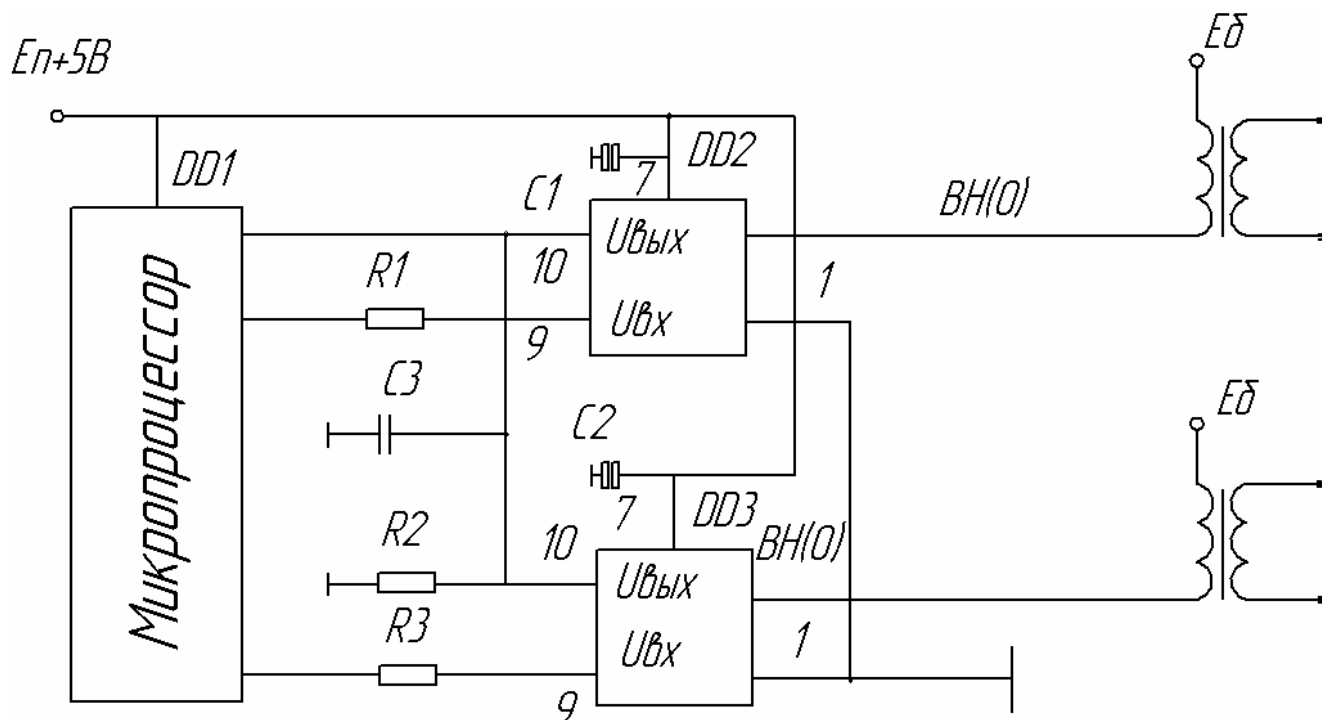


Рисунок 4.4 – Типовая схема соединения высоковольтного ключа VB027ASP в системе зажигания с двухканальным коммутатором

Применение МП в качестве устройств обработки информации в формирователях фазы и амплитуды импульса зажигания и накопления позволяет в настоящее время исключить аналоговую систему регулирования. В микросхеме BTS21165 (рисунок 4.5) оставлена только силовая часть с датчиком тока.

Структурная схема системы управления с непосредственным зажиганием приведена на рисунок 4.6.

Такое решение позволяет повысить качество систем зажигания, а также создать программы индивидуального управления искрообразованием в каждом цилиндре, что особенно важно для двигателей с V-образным расположением цилиндров.

МикроЭВМ может обрабатывать информацию с датчика не только для участка накопления энергии и формирования первичного тока, но и после разряда, отслеживая процесс сгорания по ионным токам в цилиндре. Это позволяет заранее прогнозировать наступление детонации и предупреждать ее путем коррекции угла опережения зажигания.

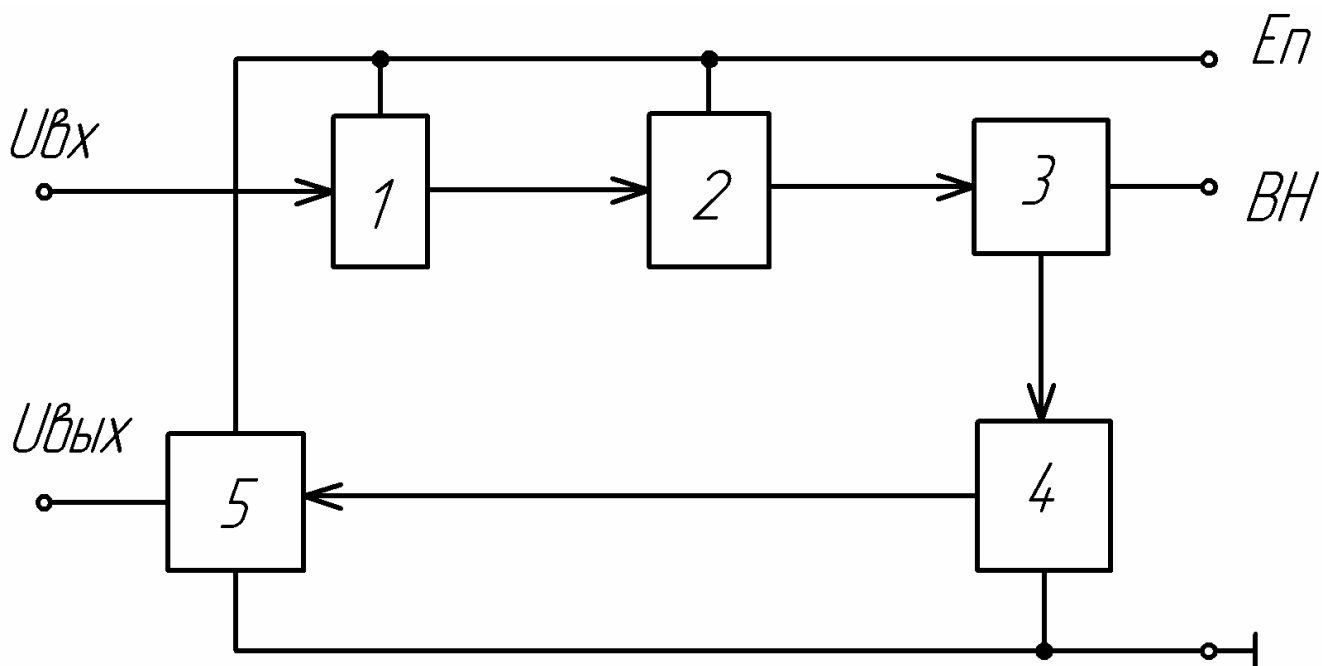


Рисунок 4.5 – Функциональная схема микросхемы BTS21165:

1 — формирователь (триггер Шмитта); 2 — устройство согласования (драйвер); 3 — IGBT-транзистор с ограничением напряжения, защитой от перенапряжения и смены полярности напряжения; 4 — датчик тока; 5 — выходной буферный усилитель

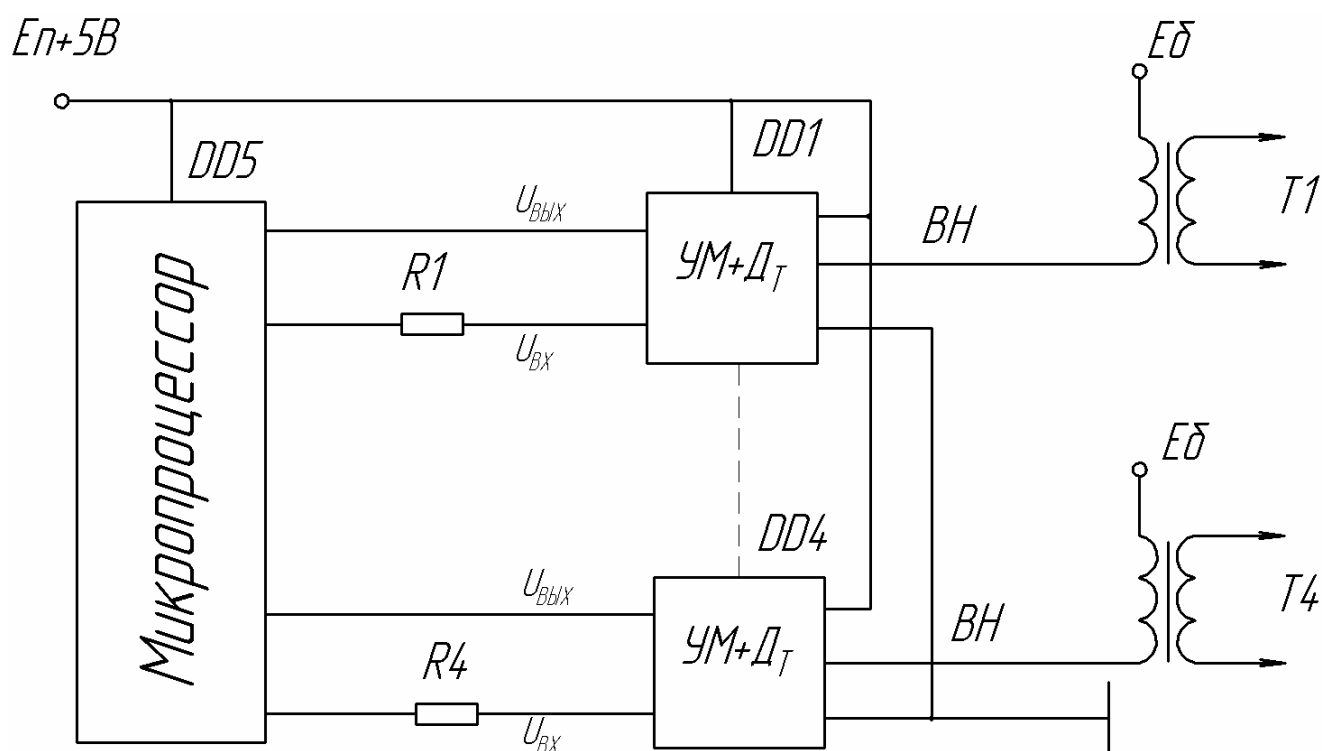


Рисунок 4.6 – Структурная схема системы управления с непосредственным зажиганием

4.1.3. Диагностирование системы зажигания

Бортовая система диагностики может определять следующие неисправности в системе зажигания: короткое замыкание нагрузки цепей зажигания, обрыв нагрузки цепей зажигания, короткое замыкание на массу в цепи зажигания [5-8].

Короткое замыкание цепей определяется при измерении заданного количества (6...10 раз) превышении напряжения в цепи зажигания 12 В при наличии импульсов от датчика положения коленчатого вала.

Короткое замыкание на массу в цепи зажигания и обрыв определяется по отсутствию напряжения на выходе из ЭБУ при наличии импульсов от датчика положения коленчатого вала.

4.2. Практическая часть

- 1) Изучить принцип работы распределителей зажигания.
- 2) Изучить схемы интегрированных распределителей импульса систем зажигания

4.3. Содержание отчета

- 1) Схемы двухступенчатого распределителя зажигания, формулы (4.1), (4.2).
- 2) Схемы низковольтного распределителя зажигания, формула (4.3).
- 3) Описание интегрированных распределителей систем зажигания (рисунки 4.3-4.6).

4.4. Контрольные вопросы

- 1) Каким образом работает двухступенчатый распределитель зажигания?
- 2) Каким образом работает низковольтный распределитель зажигания?
- 3) Что такое IGBT?

5. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5.

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМОЙ ВПРЫСКА ТОПЛИВА

Цель работы: – изучить систему управления двигателем с искровым зажиганием и распределенным впрыском топлива.

5.1. Теоретический раздел

Структурная схема управления двигателем внутреннего сгорания с искровым зажиганием и распределенной системой впрыска топлива приведена на рисунке 5.1 [4]. Двигатель как объект управления имеет сложную структуру. Поэтому система управления ДВС строится как иерархическая многоуровневая система управления, структура которой соответствует сложным системам автоматизированного управления технологическими процессами (АСУТП).

Устройством управления и обработки информации УУиОИ на втором уровне является центральный контроллер на базе микропроцессора. Информация о состоянии двигателя и его агрегатов ($x_1...x_8$) поступает на центральный контроллер от следующих датчиков: датчика температуры охлаждающей жидкости $D_{ТОЖ}$; датчика детонации D_d ; датчика скорости автомобиля D_{CA} ; датчика массового расхода воздуха D_{MPB} ; датчика частоты вращения коленчатого вала $D_{ЧВ}$; датчика углового положения коленчатого вала $D_{УП}$; датчика концентрации кислорода $D_{КК}$. Выходные сигналы датчиков с различной модуляцией должны быть преобразованы в сигналы с кодовой модуляцией, используемой в микропроцессоре центрального контроллера. Сигналы с амплитудной модуляцией через коммутатор датчиков поступают на преобразователь аналог— код ПАК и далее на контроллер. Сигналы с частотной модуляцией воспринимаются микропроцессором контроллера как кодовые, представленные унитарным единичным кодом, сигналы с двухпозиционных датчиков — как одноразрядные двоичные коды. Поэтому такие сигналы подаются непосредственно на контроллер. Параметры, имеющие одинаковую природу со входными сигналами ПАК, поступают на него непосредственно. Датчик в этом случае представляет собой электрический контакт. Это видно на примере снятия сигнала о напряжении в бортовой сети.

В качестве задающего воздействия z в систему управления поступает сигнал о положении дроссельной заслонки $B5$, управляемой педалью $SA1$. Для преобразования сигнала с дроссельной заслонки используется преобразователь положения дроссельной заслонки $П_{ДЗ}$. Он устанавливается на дроссельном патрубке и связывается с осью дроссельной заслонки. Преобразователь представляет собой потенциометр, с ползунка которого снимается аналоговый выходной сигнал. Потенциометр подключается к источнику напряжения, в результате чего обеспечивается преобразование $G_{ДЗ}(AM)M \rightarrow R(AM)E \rightarrow U(AM)E$.

Когда дроссельная заслонка поворачивается, изменяется напряжение на выходе преобразователя: при закрытой дроссельной заслонке оно минимальное; при полностью открытой заслонке — становится максимальным. В зависимости от угла открытия дроссельной заслонки блок управления корректирует подачу топлива в форсунки. На контроллер также подаются двухпозиционные команды с выключателя кондиционера $SA2$ (x9) и ключа зажигания $SA3$ (x10).

Датчик температуры охлаждающей жидкости $D_{ТОЖ}$ представляет собой термистор (полупроводниковый резистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от температуры). Датчик ввернут в выпускной патрубок охлаждающей жидкости, закрепленный на головке цилиндров, и находится в потоке охлаждающей жидкости. При низкой температуре охлаждающей жидкости датчик имеет высокое, а при высокой температуре низкое сопротивление. На датчик подается напряжение, чем обеспечивается преобразование $T(AM)T \rightarrow R(AM)E \rightarrow U(AM)E$ и получение аналогового сигнала. Напряжение на выходе датчика будет высоким на холодном двигателе и низким, когда двигатель прогрет.

Датчик детонации D_d устанавливается в верхней части блока цилиндров и воспринимает аномальные вибрации (детонационные удары) в двигателе. Чувствительным элементом датчика является пьезокристаллическая пластинка, наклеенная на эластичную мембрану. Параметры мембраны подбираются так, что частота ее собственных колебаний совпадает с частотой колебаний при резонансе. При детонации на выходе датчика генерируются импульсы напряжения, амплитуда которых увеличивается с возрастанием интенсивности детонационных ударов. Выходными сигналами датчика детонации являются амплитуда напряжения импульса, пропорциональная силе удара P , и частота следования импульсов S . Блок управления по сигналам датчика регулирует опережение зажигания для устранения детонационных вспышек топлива.

Датчик скорости автомобиля D_{CA} устанавливается на коробке передач на приводе спидометра. Линейная скорость автомобиля обеспечивается скоростью вращения вторичного коробки передач. Поэтому скорость определяется по частоте вращения вала $n_{КП}$. Принцип действия датчика частоты вращения основан на эффекте Холла. Датчик осуществляет преобразование $n_{КП}(AM)M \rightarrow S_K(AM)E$ и выдает на блок управления прямоугольные импульсы напряжения с частотой, пропорциональной скорости вращения ведущих колес S_K . Датчик массового расхода воздуха D_{MPB} устанавливается между воздушным фильтром и шлангом, идущим к дроссельному патрубку. Датчик определяет температуру воздуха и расход. Блок управления использует информацию от датчика массового расхода воздуха для определения длительности импульса открытия форсунок.

Датчики частоты вращения $D_{ЧВ}$ и углового положения коленчатого вала $D_{УП}$ являются индукционными и имеют общий ротор с зубьями.

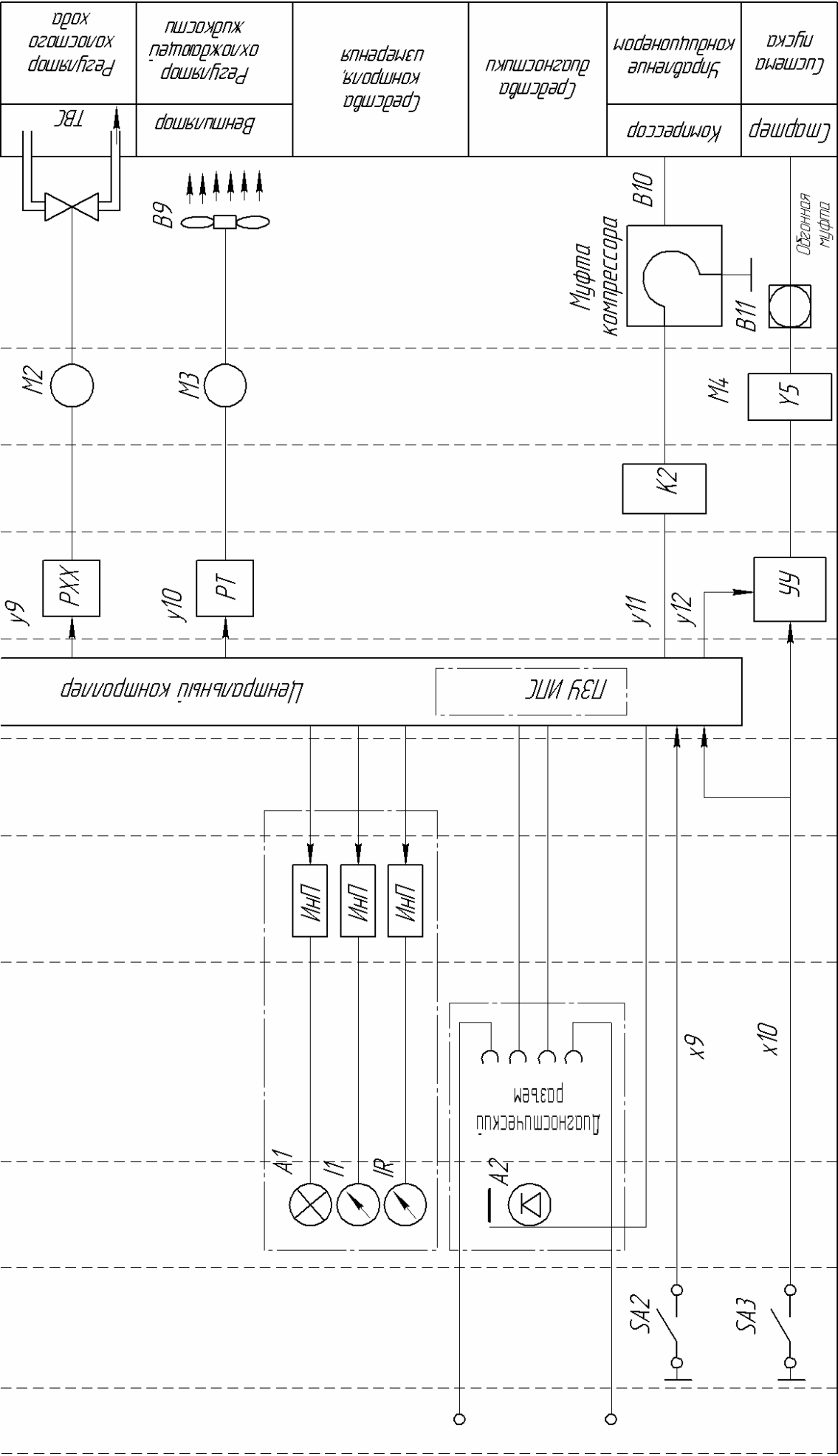


Рисунок 5.1 – Структурная схема системы управления ДВС с распределенным впрыском

Датчик $D_{чв}$ генерирует электрические импульсы напряжения при прохождении в его магнитном поле зубьев диска ротора, частота следования которых пропорциональна частоте вращения коленчатого вала $n_{кв}$. Обычно один – два зуба срезаются для создания импульса синхронизации, который необходим для согласования работы контроллера с ВМТ поршней в первом и четвертом цилиндрах. Блок управления по сигналам датчиков $D_{чв}$ и $D_{уп}$ определяет частоту вращения коленчатого вала и выдает импульсы управления на форсунки.

Датчик концентрации кислорода $D_{кк}$ устанавливается на приемной трубе глушителя. Он воспринимает содержание остаточного кислорода Q в потоке отработавших газов. Датчик является электролитической ячейкой, состоящей из окиси циркония, используемой в качестве электролита, и платиновых электродов. В зависимости от разности концентрации кислорода в атмосфере и в отработавших газах датчик вырабатывает сигнал в виде напряжения. Оно изменяется приблизительно от 0,1 В (высокое содержание кислорода — бедная смесь) до 0,3 В (малое содержание кислорода — богатая смесь). Для обеспечения нормальной работы температура датчика должна быть не ниже 360 °С (633 К). Поэтому для быстрого прогрева после пуска двигателя в датчик встроен нагревательный элемент. Отслеживая выходное напряжение датчика концентрации кислорода, блок управления определяет, какую команду по корректировке состава рабочей смеси подавать на форсунки.

Современный уровень интеграции элементов в микросхемах позволяет объединить конструктивно в одном блоке микропроцессорный контроллер, входные и выходные коммутаторы, устройства согласования, ряд информационных преобразователей и выходных каскадов усилителей исполнительных устройств.

Блок управления непрерывно обрабатывает информацию от датчиков и управляет агрегатами ДВС, обеспечивая эксплуатационные показатели автомобиля. В блок управления поступает следующая информация: о положении и частоте вращения коленчатого вала, массовом расходе воздуха двигателем, температуре охлаждающей жидкости, положении дроссельной заслонки, содержании кислорода в отработавших газах, наличии детонации в двигателе, напряжении в бортовой сети автомобиля, скорости автомобиля, положении выключателя кондиционера. На основе полученной информации блок формирует команды, поступающие на устройства воздействия следующих систем:

- топливоподдачи (форсунки и электробензонасос);
- зажигания;
- пуска двигателя;
- компрессора кондиционера (если он есть на автомобиле).

Центральный контроллер управляет рядом локальных регуляторов первого уровня управления: регулятором холостого хода РХХ, регулятором температуры системы охлаждения двигателя РТ.

Блок управления включает в себя выходные транзисторные усилители, предназначенные для согласования выходных сигналов с характеристиками входов исполнительных устройств. С выхода центрального контроллера снимаются управляющие команды $y1...y12$, которые подаются на

соответствующие устройства воздействия систем управления агрегатами двигателя.

В блоке управления имеются три вида запоминающих устройств: постоянное ПЗУ, оперативное ОЗУ и постоянное перепрограммируемое ППЗУ. Постоянная память содержит в виде микропрограммы полные алгоритмы управления двигателем и не нуждается в питании для сохранения записанной информации. Оперативная память используется процессором контроллера при работе. Процессор обращается к ОЗУ при необходимости, записывая или считывая информацию. Для сохранения записанной информации необходимо подключение питания. При отключении питания хранящиеся в оперативной памяти коды неисправностей и другие данные стираются. Перепрограммируемая постоянная память содержит различную калибровочную информацию об автомобиле и находится в отдельном блоке — в запоминающем устройстве констант, которое может отсоединяться от блока управления. Она применяется для того, чтобы одну модель блока управления можно было устанавливать на различных моделях автомобилей. Запоминающее устройство констант содержит информацию о массе автомобиля, двигателе, трансмиссии, главной передаче и некоторые другие данные. Если блок управления (без запоминающего устройства) может применяться на различных автомобилях, то запоминающее устройство констант специфично для каждого автомобиля. Поэтому при замене блока управления запоминающее устройство констант меняться не должно.

Система питания состоит из электробензонасоса $B4$, топливного фильтра Φ_T топливопроводов, регулятора давления $РД$ и электромагнитных форсунок, включающих в себя электромагниты $Y1$, клапаны $B1$ и дроссели $Др$. Электробензонасос подает топливо через фильтр к форсункам. В системе питания имеется штуцер для присоединения манометра, контролирующего давление топлива. Блок управления включает форсунки по очереди, попарно через каждые 180° поворота коленчатого вала. Когда блок управления включает форсунку, то клапан форсунки поднимается и открывает отверстия в направляющей пластине, через которые распыляется топливо. Коническая струя тонкораспыленного топлива направлена на впускной клапан. Здесь топливо испаряется, соприкасаясь с нагретыми деталями, и в парообразном состоянии попадает в камеру сгорания.

Регулятор давления топлива предназначен для поддержания постоянного перепада давлений топлива в форсунках и воздуха во впускной трубе. Регулятор представляет собой мембранный клапан $B6$. С одной стороны на мембрану действует давление топлива, а с другой — усилие пружины и давление воздуха из ресивера, с которым регулятор соединен шлангом. Чем больше давление воздуха в ресивере (т.е. чем больше нагрузка на двигатель), тем выше давление топлива. При уменьшении нагрузки на двигатель, когда давление топлива превышает суммарное усилие от пружины и выше давления воздуха, клапан регулятора открывается и избыток топлива по сливной магистрали возвращается в топливный бак.

Система пуска двигателя включает в себя устройство управления $УУ$, тяговый электромагнит $Y5$, обгонную муфту $B11$. Во время пуска добавочное топливо и добавочный воздух поступают соответственно через клапан $B2$ и заслонку $B3$, управляемые электромагнитами $Y2$, $Y3$.

Регулятор холостого хода состоит из клапана с конусной иглой *B8*, управляемого шаговым электродвигателем *M2*. Регулятор регулирует частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу, изменяя количество воздуха, проходящего в обход закрытой дроссельной заслонки. Когда игла регулятора выдвинута, клапан полностью перекрывает проход воздуха. Когда игла вдвигается, то обеспечивается расход воздуха, пропорциональный числу шагов отхода иглы от седла.

Регулятор температуры охлаждающей жидкости *PT* по командам с центрального контроллера через моторный исполнительный механизм *M3* управляет производительностью вентилятора *B9*.

Система зажигания с электронным распределением высоковольтной энергии работает следующим образом. Блок управления по сигналам датчиков определяет момент зажигания и выдает управляющие импульсы на модуль зажигания, в котором объединены «катушки» (трансформаторы) *Tr1...Tr4* зажигания и коммутатор цилиндров. Такая система зажигания не имеет каких-либо подвижных деталей и поэтому не требует обслуживания и регулировок в эксплуатации. Для точного расчета момента зажигания блок управления использует информацию о частоте вращения и положении коленчатого вала, массовом расходе воздуха (нагрузке на двигатель), температуре охлаждающей жидкости, наличии детонации. Модуль зажигания по сигналам блока управления выдает импульсы высокого напряжения на свечи зажигания *B7*. При использовании двухвыводных «катушек» включаются сразу две свечи: первого и четвертого или второго и третьего цилиндров.

Если на автомобиле установлен кондиционер, то сигнал о включении поступает от выключателя кондиционера *S42*, установленного на панели приборов. При включении выключателя *S42* блок управления сначала подстраивает регулятор холостого хода, чтобы компенсировать дополнительную нагрузку на двигатель от компрессора кондиционера, а затем включает реле *K2*, управляющее через муфту *L10* работой компрессора кондиционера.

Электронный блок управления имеет встроенную систему диагностики. Он может распознавать неполадки в работе системы, предупреждая о них водителя через контрольную лампу «CHECK ENGINE» (*A2*). Кроме того, он хранит в ПЗУ информационно-поисковой системы диагностические коды, указывающие области возможных неисправностей, что облегчает обслуживающему персоналу поиск и устранение отклонений от нормального технического состояния ДВС. Информацию о неполадках в работе систем двигателя можно получить через колодку диагностики, к которой подключается специальный диагностический прибор.

На современных системах в запоминающем устройстве ИПС регистрируются все отказы, случившиеся при эксплуатации. Возможно несколько режимов работы ИПС:

- считывание информации, записанной в память отказов и поступающей на индикатор диагностической системы с предварительной обработкой и выдачей кодов неисправностей;
- проверка узлов и агрегатов на работающем или остановленном двигателе.

На четвертом уровне в систему управления входят системы контроля и измерения, информация с которых выводится на соответствующие индикаторы: показывающие $I1$ (показания тахометра) и сигнализирующие $A1$. Информация с центрального контроллера может выводиться на дисплей IR . Кроме указанных систем на объектах могут использоваться независимые системы контроля и измерительные приборы.

Работает система управления ДВС следующим образом. Количество топлива, подаваемого форсунками, регулируется электрическим импульсным сигналом от блока управления. Блок управления отслеживает множество данных о состоянии двигателя, рассчитывает потребность в топливе и определяет необходимую длительность подачи топлива форсунками. Для увеличения количества подаваемого топлива ширина импульса удлиняется, а для уменьшения подачи топлива — сокращается. Ширина (длительность) импульса подбирается блоком управления в зависимости от различных условий работы двигателя (например, таких как пуск, мощностное обогащение рабочей смеси, торможение, работа в условиях высокогорья и т. д.). На рисунке 5.2 показан один из возможных алгоритмов определения времени впрыска топлива [5].

Обычно к форсункам подается один импульс на один опорный импульс от датчика положения коленчатого вала. Импульсы подаются поочередно сразу на две форсунки. Например, сначала на форсунки первого и четвертого цилиндров, затем через 180° на форсунки второго и третьего цилиндров, затем через 180° снова на форсунки первого и четвертого цилиндров и т.д. Впрыск топлива может осуществляться двумя способами: синхронно с опорными импульсами от датчика положения коленчатого вала и асинхронно, независимо от опорных импульсов. Синхронный впрыск — наиболее распространенный способ подачи топлива. Асинхронный впрыск применяется в том случае, когда необходимо дополнительное топливо при резком открытии дроссельной заслонки, о чем сигнализирует датчик положения дроссельной заслонки. Этот впрыск топлива подобен подаче топлива ускорительным насосом карбюратора при резком открытии дроссельной заслонки. Независимо от метода впрыска подача топлива определяется состоянием двигателя, т.е. режимом его работы.

Конструктивная схема системы управления двигателем с распределенным впрыском топлива представлена на рис. 5.3.

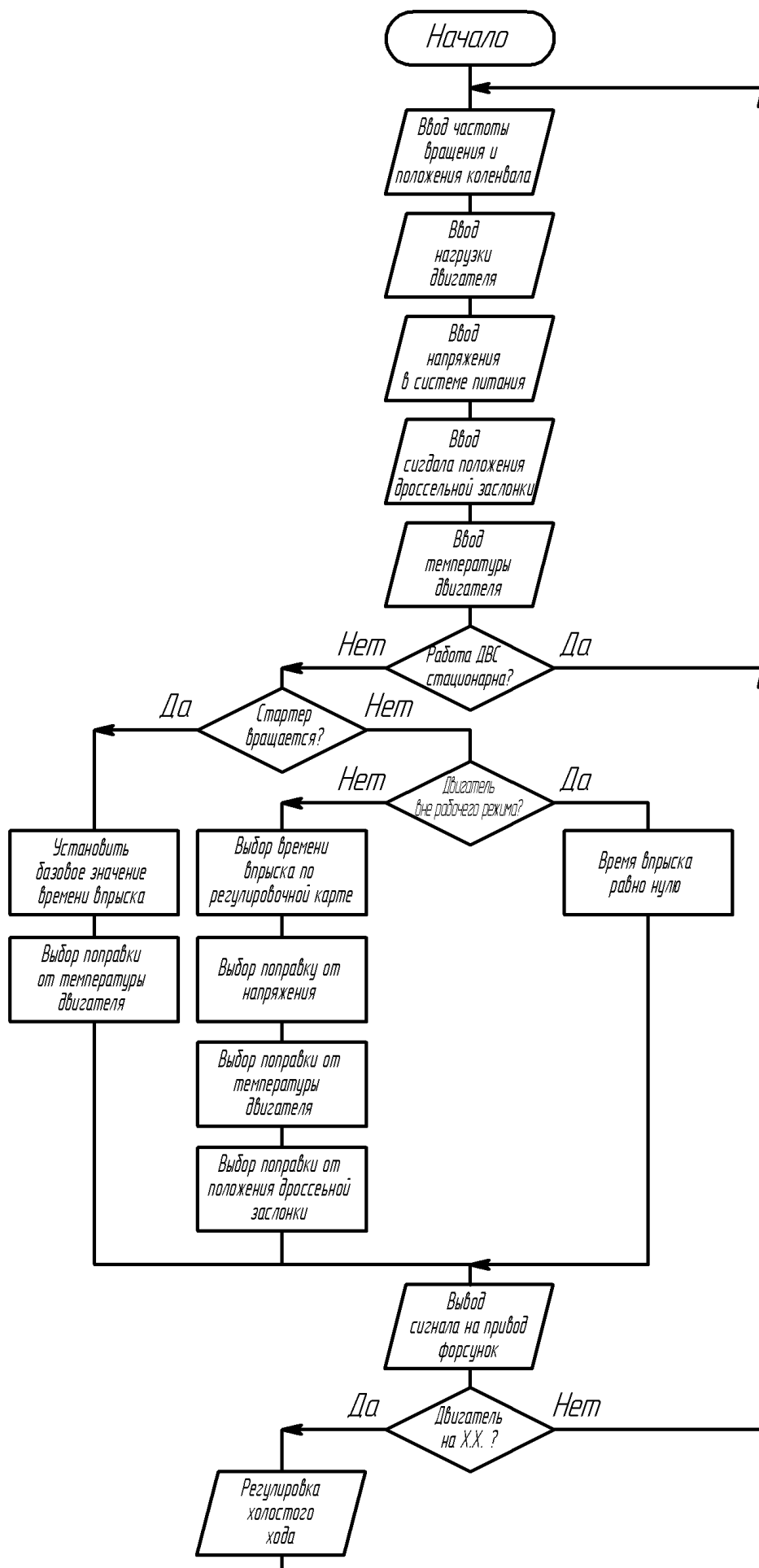


Рисунок 5.2 – Блок-схема алгоритма управления подачей топлива и частотой вращения холостого хода

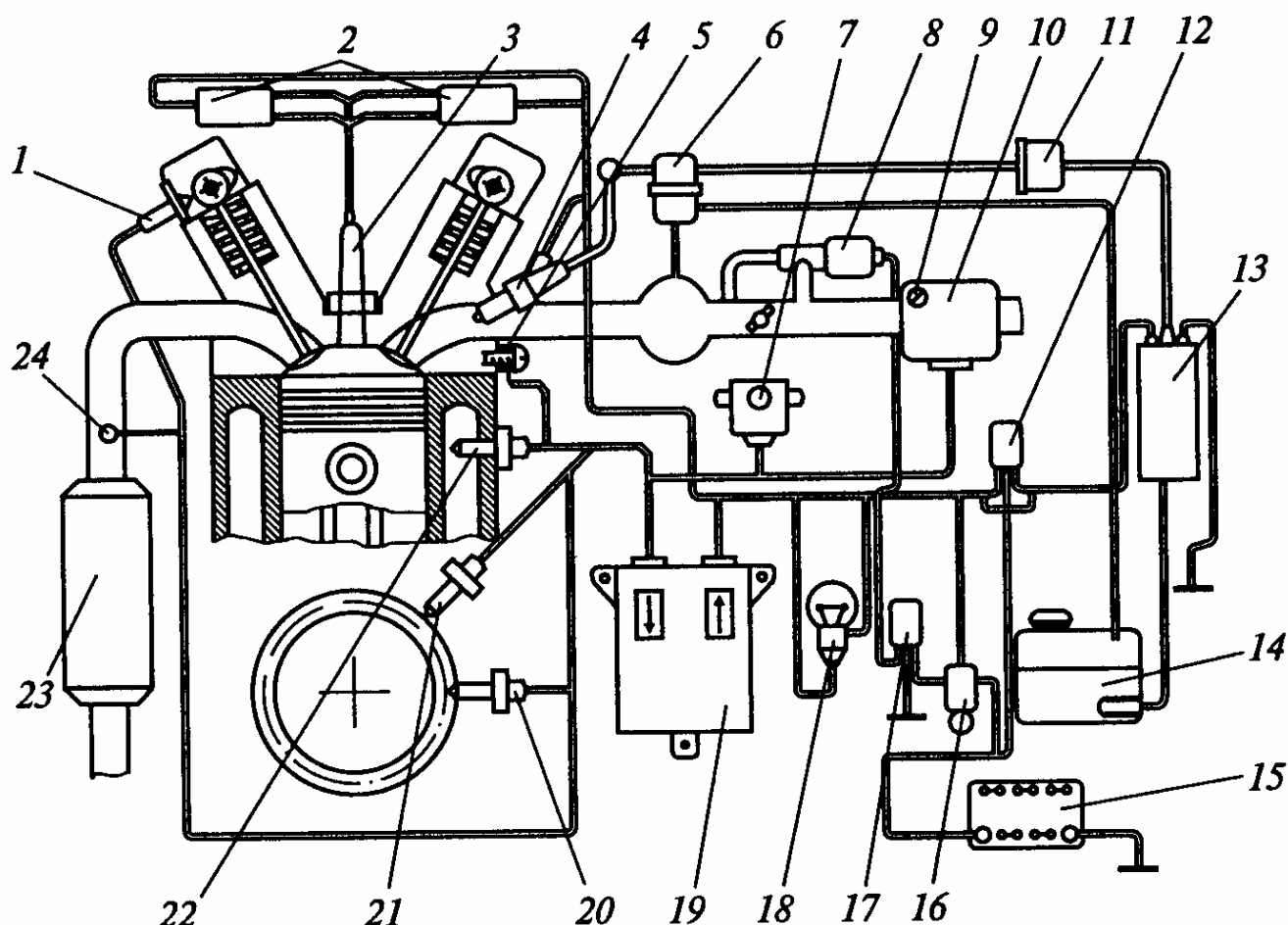


Рисунок 5.3 – Конструктивная схема системы управления двигателем с распределенным впрыском топлива:

1 — датчик фазы; 2 — катушка зажигания; 3 — свеча зажигания; 4 — топливная форсунка; 5 — датчик детонации; 6 — регулятор давления топлива; 7 — датчик положения дроссельной заслонки; 8 — регулятор подачи дополнительного воздуха в режиме холостого хода; 9 — потенциометр регулировки содержания выхлопных газов в режиме холостого хода; 10 — датчик массового расхода воздуха; 11 — топливный фильтр; 12 — реле топливного насоса; 13 — топливный насос; 14 — топливный бак; 15 — аккумуляторная батарея; 16 — замок зажигания; 17 — реле системы; 18 — сигнальная лампа; 19 — блок управления; 20 — датчик начала отсчета; 21 — датчик частоты вращения коленчатого вала; 22 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 23 — нейтрализатор отработавших газов; 24 — датчик концентрации кислорода

5.2. Практическая часть

- 1) Изучить назначение элементов системы управления.
- 2) Изучить работу системы управления двигателем.
- 3) Изучить алгоритм управления топливоподачей и холостым ходом.

4) Изучить конструктивную схему системы управления двигателем с распределенным впрыском топлива.

5) Изучить расположение элементов систем управления на макетах двигателей.

5.3. Содержание отчета

1) Рисунок 5.1, с описанием элементов системы управления.

2) Назначение элементов системы.

3) Блок-схема алгоритма управления топливоподачей и холостым ходом

5.4. Контрольные вопросы

1) Перечислите элементы системы управления двигателем.

2) Перечислите уровни управления ДВС и элементы входящие в них.

3) Виды и назначение запоминающих устройств в системе управления ДВС.

4) Перечислите состав и функции встроенной системы диагностирования.

6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6. ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ АНТИБЛОКИРОВОЧНЫХ СИСТЕМ ТОРМОЖЕНИЯ

Цель работы: – изучить принцип действия антиблокировочной системы (АБС) торможения.

6.1. Теоретический раздел

Блокирование колес при торможении и разгоне нежелательно по следующим причинам: нарушается устойчивость автомобиля при торможении и буксовании; частое блокирование колес и, следовательно, движение автомобиля «юзом» приводит к прогрессирующему изнашиванию шин и снижению срока их службы; снижается эффективность торможения.

Из теории автомобиля известно, что при торможении колеса к нему подводится тормозной момент M_τ , препятствующий вращению колеса и создающий в контакте колеса с дорогой тормозную силу $F_\tau = \frac{M_\tau}{r_d}$. Блокировка колеса наступает при условии

$$F_\tau - \frac{J_K \varepsilon}{r_d} > F_\phi, \quad (6.1)$$

где J_K — момент инерции колеса; ε — угловое замедление колеса, r_d — динамический радиус колеса; F_ϕ — сила сцепления колеса с опорной поверхностью).

Сила сцепления колеса с поверхностью характеризуется коэффициентом сцепления ϕ_x в продольном направлении, который определяется выражением

$$\phi_x = \frac{F_x}{N}, \quad (6.2)$$

где ϕ_x — горизонтальная реакция дороги; N — вертикальная реакция на колесо.

Сцепление шин с дорогой в поперечном направлении обеспечивает устойчивость и управляемость автомобиля и характеризуется коэффициентом сцепления в поперечном направлении ϕ_y

$$\phi_y = \frac{F_y}{N}, \quad (6.3)$$

где F_y — поперечная реакция дороги при воздействии боковых сил.

При торможении автомобиля возникает проскальзывание колес

$$S_{\Pi} = V_a - V_k, \quad (6.4)$$

где V_a — скорость автомобиля; $V_k = \omega_k r_{\text{Д}}$ — линейная скорость колеса;
 ω_k — угловая скорость колеса.

Проскальзывание влияет на силы сцепления колеса с дорогой. Типовая диаграмма, показывающая зависимость коэффициентов сцепления φ_x и φ_y от относительного проскальзывания от относительного проскальзывания $S_{\Pi O} = (V_a - V_k) / V_a$ показана на рис 6.1.

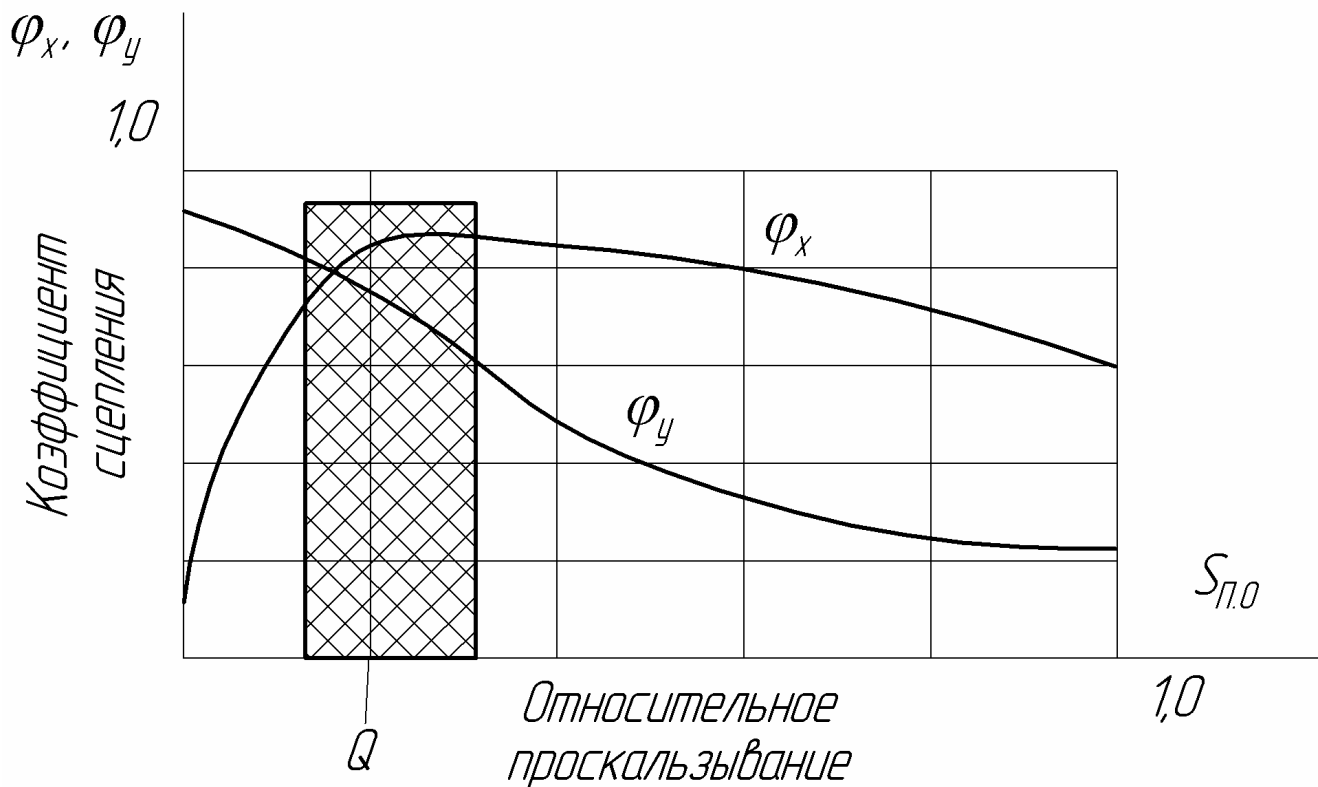


Рисунок 6.1 – Диаграмма $\varphi - S_{\Pi O}$

Из диаграммы видно, что для достижения минимальной длины тормозного пути необходимо поддерживать проскальзывание колеса соответствующим максимальному значению, а наибольшая величина боковой силы реализуется при свободно катящемся колесе. Торможение в состоянии юза, т.е. когда линейная скорость колеса равна нулю и проскальзывание равно единице, приводит к увеличению длины тормозного пути и снижению устойчивости и управляемости.

Для обеспечения оптимального сочетания устойчивости и тормозной эффективности автомобиля вне зависимости от условий торможения применяются антиблокировочные системы торможения (АБС, ABS). Задачей АБС является удержание тормозящего колеса в зоне оптимального относительного проскальзывания ($S_{\Pi O} = 0,1 \dots 0,25$), при котором еще не наступает блокирование колес. АБС относятся к системам активной безопасности АТС.

Применяемые АБС представляют собой замкнутую систему автоматического регулирования. Она состоит из объекта регулирования (колесо автомобиля) и управляющей подсистемы, в которую входят устройство измерения угловой скорости колеса, устройство управления и обработки информации и устройство воздействия, включающее в себя тормозной механизм. Для согласования сигналов устройства управления с датчиками и исполнительными механизмами применяются устройства согласования. На данном этапе развития в автомобиле используются исключительно пневматические или гидравлические исполнительные приводы регулирующих органов (тормозных механизмов). Поэтому для согласования устройства управления с ними используют преобразователи команд, представленных электрическими сигналами, в команды, представленные пневматическими или гидравлическими сигналами. Такие преобразователи получили название модуляторов. Если в качестве устройства управления и обработки информации используется микропроцессорный контроллер, то модулятор выполняет функции преобразователя код —аналог.

Цикл управления АБС показан на рис. 6.2 [5, 9].

При воздействии водителя на педаль тормоза давление в тормозной системе возрастает (фаза 1). Точка максимальное сцепление колеса с дорогой достигается когда замедление вращения колеса лежит меньше заданного уровня

$$\dot{V}_K < -a_1. \quad (6.5)$$

В промежутке между a_1 и a_2 давление на тормозных механизмах удерживается постоянным (фаза 2). При условии

$$\dot{V}_K < -a_2 \quad (6.6)$$

тормозное усилие будет расти (фаза 3). Колесо начнет ускоряться. При достижении уровня a_1 давление должно оставаться постоянным (фаза 4). Когда ускорение колеса лежит в диапазоне

$$\dot{V}_K > a_4 \quad (6.7)$$

давление увеличивается, чтобы предотвратить вращение колеса со слишком маленьким тормозным моментом (фаза 5). При условии

$$a_4 > \dot{V}_K > a_3 \quad (6.8)$$

давление будет удерживаться постоянным (фаза 6), а при

$$\dot{V}_K < a_3 \quad (6.9)$$

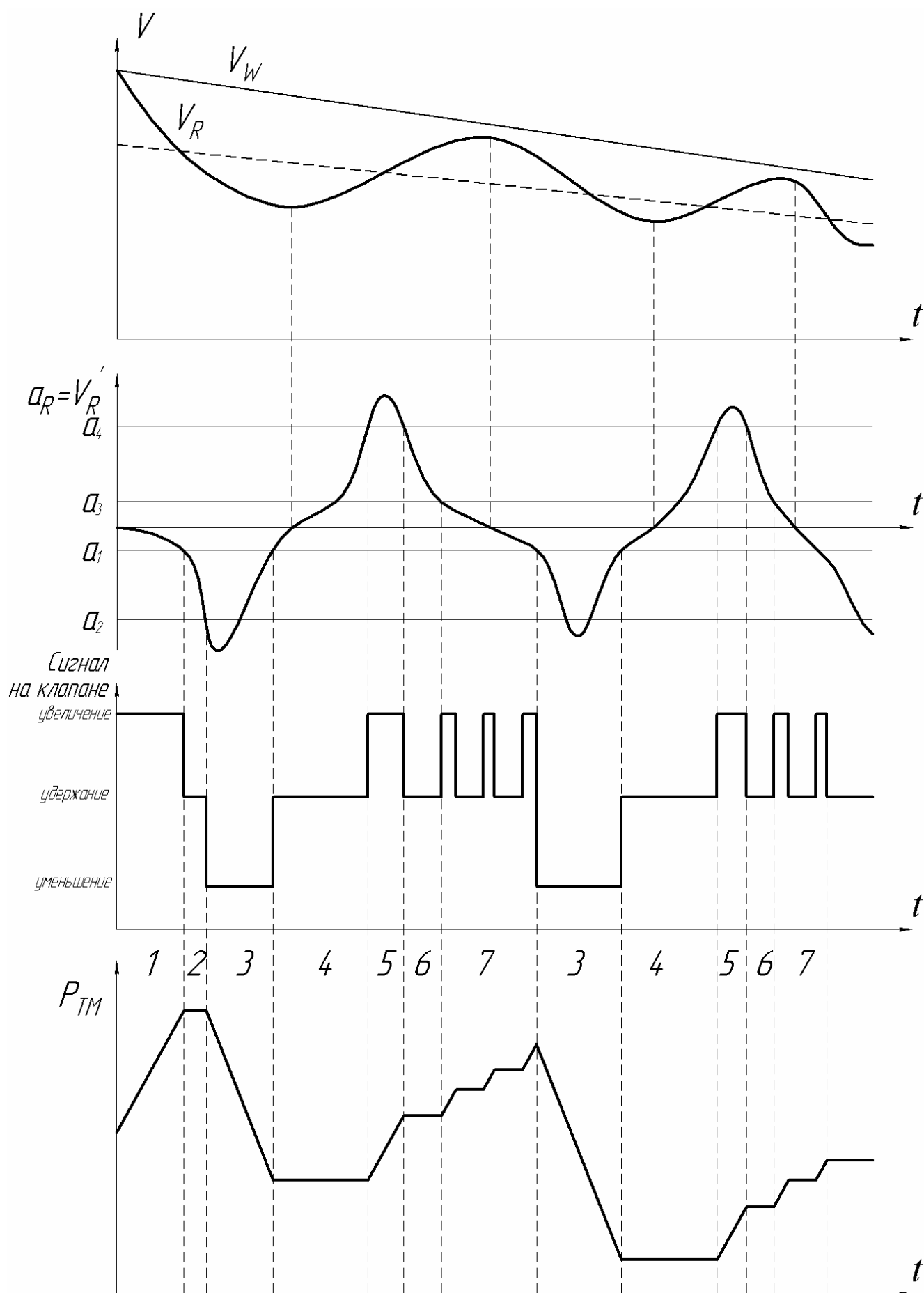


Рисунок 6.2. – Циклы управления в АБС

будет медленно расти (фаза 7). Для этого клапан будет открываться на короткие периоды времени, до тех пор пока ускорение опять не станет ниже уровня (6.5). После этого снова начнется фаза 2.

В существующие системы управления, алгоритм управления построен таким образом, что давление начинает уменьшаться, не дожидаясь когда уровень a_2 будет достигнут (вторая фаза 3). Благодаря этому колесо будет поддерживаться в зоне минимального проскальзывания и тормозной путь будет минимальный.

Принципиальная схема АБС с гидравлическим приводом тормозных механизмов приведена на рис. 6.3. На колесе 2 устанавливаются индукционный датчик 1 угловой скорости и тормозной механизм 3. Сигналы с датчика поступают на блок управления 4. Он выполняет функции преобразователя частота—код, УУиОИ и выходных усилителей мощности для управления ЭМК. Информация в блоке управления обрабатывается по заданным алгоритмам и на выходе представляется в виде двухуровневых импульсных сигналов с широтно-импульсной модуляцией. При приближении угловой скорости колеса к минимальной (заданной уставкой для данной начальной скорости, т.е. когда колесо начинает блокироваться) команды с блока управления 4 подаются на модулятор 5. Модулятор преобразует род энергии носителя информативного параметра (электрического в гидравлический) и является электрогидравлическим преобразователем. Модулятор содержит два ЭМК: впускной 6, который открывает магистрали от главного цилиндра 11 и жидкость под давлением поступает к тормозному цилиндру, когда надо увеличить тормозное усилие; выпускной 7, позволяющий жидкости уйти в гидроаккумулятор 8, когда тормозное усилие надо уменьшить. Жидкость из гидроаккумулятора насосом 10 с электроприводом 9 перекачивается в главный цилиндр, создавая требуемое давление в магистрали питания.

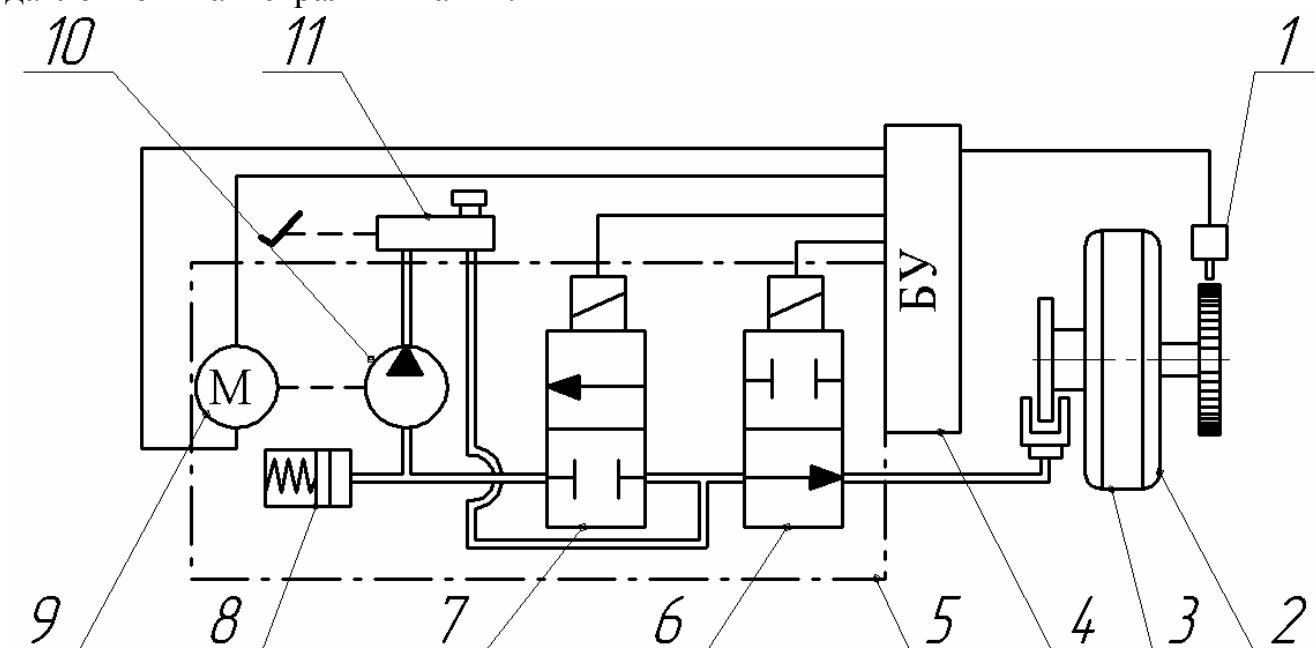


Рисунок 6.3 – Принципиальная схема АБС с гидравлическим приводом тормозных механизмов

Производительность современных контроллеров, особенно на базе

микропроцессоров, достаточно велика, что позволяет возложить на них ряд сервисных функций. Они организуют контроль исправности элементов АБС, отключают АБС в случае ее неисправности, переводят систему в режим обычного торможения с оповещением водителя об отключении АБС.

6.2. Практическая часть

- 1) Изучить назначение АБС.
- 2) Изучить циклы работы АБС.
- 3) Изучить принципиальную схему АБС с гидравлическим приводом тормозных механизмов.
- 4) Составить алгоритм работы АБС.

6.3. Содержание отчета

- 1) Основные теоретические сведения.
- 2) Циклограмма и описание работы АБС.
- 3) Принципиальная схема АБС с гидравлическим приводом тормозных механизмов.
- 4) Алгоритм работы АБС.

6.4. Контрольные вопросы

- 1) Как изменяется коэффициент сцепления при торможении.
- 2) Назначение системы АБС?
- 3) С какими системами управления связана работа АБС?
- 4) Перечислите основные циклы работы АБС?
- 5) Перечислите основные элементы АБС и их назначение.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7.

ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПЛАВНОСТЬЮ ХОДА

Цель работы: – изучить виды управляемых подвесок

– изучить принцип действия систем управления плавностью хода автомобиля

7.1. Теоретический раздел

7.1.1. Классификация управляемых подвесок

В большинстве обычных автомобилей характеристики подвески выбираются в результате поиска компромисса между противоречивыми требованиями устойчивости, управляемости и комфортности. Характеристики подвески оптимизируют с точки зрения среднестатистических условий, в которых будет работать данный автомобиль.

Очевидно, что подвеска, оптимизированная по всему диапазону условий эксплуатации автомобиля, оказывается неоптимальной в каждой из конкретных текущих дорожных ситуаций, отличающихся от расчетной среднестатистической. Так, при движении автомобиля по ровной дороге оптимальной является более жесткая подвеска, при движении этого же автомобиля по неровной дороге необходимо, чтобы подвеска была более мягкой. При движении по прямому участку дороги можно иметь более мягкую подвеску, увеличивающую плавность хода, а при прохождении поворотов, при разгоне и торможении подвеска должна становиться более жесткой, чтобы обеспечить устойчивость автомобиля, не допускать большого крена или опрокидывания. Для обеспечения постоянной частоты колебаний автомобиля необходимо изменять жесткость подвески при изменении веса груза.

Конструкции подвесок, параметры которых изменялись бы автоматически в зависимости от некоторых текущих условий, можно подразделить на три группы [10-12].

Управление подвесками первой группы осуществляется различными, гидравлическими или пневматическими устройствами. Например, специальное устройство пружинно-листовых амортизаторов Roadmaster, «активно-реактивная» или «активно-пассивная» подвеска Monroe Kinetic. Функциональное разнообразие действий таких подвесок не велико, при этом требуется установка дополнительного сложного оборудования, что утяжеляет машину, снижает ее надежность.

Ко второй группе можно отнести подвески, системы управления которых работают на основе электронных схем или контроллеров, реализующих значение параметров подвески по некоторому детерминированному закону. Такие системы требуют оснащения подвески определенными датчиками, и исполнительными устройствами. Контролер устанавливает фиксированное отображение показаний датчиков в заранее определенные команды исполнительным устройствам,

реализующим указанные значения параметров подвески. Очевидно, что таким способом можно реализовать гораздо более сложные детерминированные законы управления, чем посредством механических и гидравлических устройств. Такого рода системы могут управлять подвеской гораздо более динамичнее, чем это может делать человек-водитель, и могут делать это более точно. Основные проблемы этого класса систем связаны как с трудностями построения точной математической модели автомобильной подвески, так и с необходимостью создания специальных исполнительных устройств – актуаторов.

Примером таких управляемых механизмов, которые используются в качестве исполнительных устройств в подвеске, являются амортизаторы с управляемой силой демпфирования. В данных амортизаторах изменяется проходное сечение клапанов, что позволяет в широком диапазоне изменять характеристику амортизатора. Быстродействие такого актуатора довольно высокое, оно ограничивается возможностями переключающего механического устройства клапана. Еще более быстродействующим актуатором является являться амортизатор переменной вязкости, в котором в качестве жидкости используется так называемая магнито-реологическая жидкость (MRF) [13], которая представляет собой суспензию в масле очень мелкодисперсных металлических магнитных частиц – диполей. Металлические диполи могут управляться внешним магнитным полем, создаваемым соленоидом, заставляющим их одновременно ориентироваться в заданном направлении, например, вдоль или поперек потока жидкости, что и приводит к изменению вязкости MRF в заданном направлении. Такой актуатор имеет очень высокое быстродействие, он может переключаться до 1000 раз в секунду. Высокое быстродействие системы и широкий диапазон рабочих режимов делают ее очень эффективной. Примером подвески с MRF является подвеска MagneRide, устанавливаемая на автомобилях Cadillac Catera.

Проблема при проектировании данных подвесок состоит в том, что разработать точную математическую модель автомобиля очень трудно. Попытки учесть чуть более сложные и реалистические элементы автомобиля делают его математическую модель чрезмерно сложной и не поддающейся расчетам. Ситуацию усложняет то обстоятельство, что свойства реального автомобиля постоянно изменяются даже в течение одной поездки – изменяется его масса в результате изменения числа пассажиров или массы груза, изменяется температурный режим, свойства конструктивных элементов, свойства дороги, режим движения. Поэтому всякая зафиксированная математическая модель в целом оказывается неверной, а качество управления, следовательно, ограничено.

К третьей группе можно отнести активные подвески, системы управления (СУ) которых строятся не на основе математических моделей, а на основе подходов, характерных для задач анализа "черного ящика". Это системы, основанные на идеях самообучения, автоматической работы со знаниями, с автоматическими распознающими системами, использующие нечеткую логику, нейросети, гибридные системы и т.п. подходы.

По методу регулирования подвески можно разделить на подвески с статическим и динамическим регулированием [10]. Цель статического регулирования – обеспечить рациональное соответствие параметров пассивных

элементов подвески каждому из конкретных, необходимых в данный момент времени, стационарных режимах её работы. Динамическое регулирование осуществляется посредством переменного во времени дополнительного силового воздействия на корпус автомобиля со стороны подвески.

Установлено [10], что с точки зрения плавности хода АТС наиболее эффективны активные подвески без упругодемпфирующих элементов. В этом случае подвеска перемещает корпус машины по оптимальной траектории, вычисляемой по заложенному в системе управления алгоритму. Однако существующие конструкции подобных подвесок сложны по конструкции и требуют значительных затрат мощности двигателя.

По виду подвода энергии подвески можно разделить на пассивные, полуактивные, активные и комбинированные [9, 11]. К пассивным подвескам относятся нерегулируемые и подвески с дискретным регулированием. Полуактивными называются подвески в которых происходит регулирование текущих параметров пассивных элементов (например управление проходным сечением клапана амортизатора). В активных подвесках происходит подвод энергии из вне. Например, гидропневматическая рессора, в которую из внешнего резервуара под высоким давлением может впрыскиваться, или, наоборот, откачиваться масло. Быстродействие такого актуатора заметно уступает системам с MRF, однако в целом эффективность его может быть выше за счет активного и сильного воздействия на подвеску. Примером такого рода активной подвески является подвеска “Active Body Control” (ABC), которой с 2002 года оснащаются автомобили Mercedes Benz CL500 и CL600. При помощи гидравлики высокого давления, многочисленных датчиков и мощных микропроцессоров эта активная подвеска мгновенно подстраивает поддрессирование кузова под соответствующую дорожную ситуацию. Недостатком такой системы является повышенный расход топлива, требуемый для приведение в действие такой активной подвески.

На рис. 7.1 показаны амплитудно-частотные характеристики вынужденных колебаний центра масс многоопорной машины для различных типов подвесок при возбуждающем воздействии под одной опорой [11]. На собственной частоте системы при пассивной подвески возникает резонанс выходных колебаний (кривая 1). Активная подвеска (кривая 3) значительно эффективнее пассивной: во-первых, относительные коэффициенты демпфирования активной подвески с двумя степенями свободы можно регулировать независимо одни от другого, не изменяя распределения масс или места крепления упругих элементов; во-вторых, активная подвеска на зарезонансных частотах является оптимальной, так как демпфирование связано с изменением абсолютных величин, характеризующих колебания изолируемой массы. Для сравнения с пассивной подвеской на рис. 7.1 приведена лучшая характеристика активной подвески с датчиком, реагирующим на возбуждающее воздействие (кривая 4). При дополнительной информации о возбуждающем воздействии в активной подвеске можно использовать оптимальное опережающее управление по возмущению, которое позволит снизить уровень виброускорения изолируемой массы. Характеристика полуактивной управляемой подвески (кривая 2) является промежуточной.

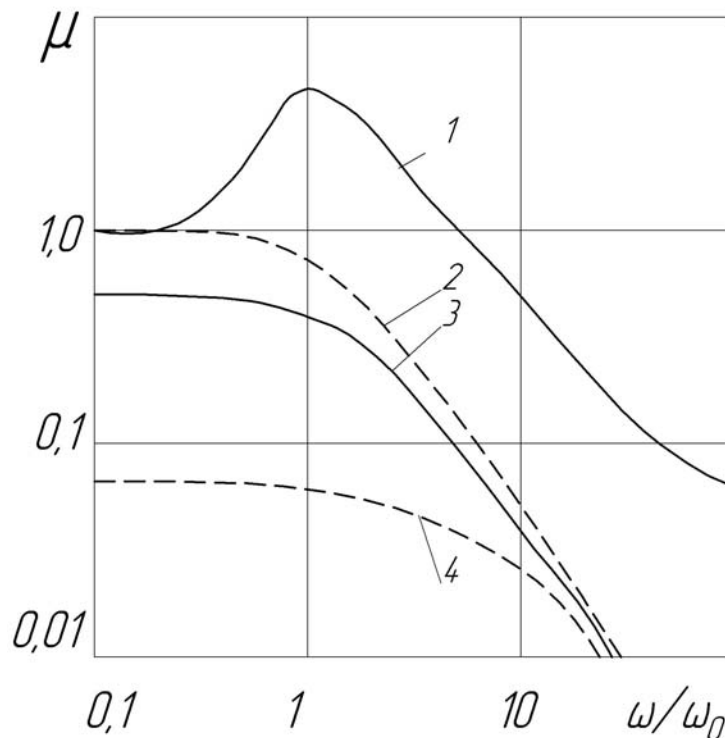


Рисунок 7.1 – Амплитудно-частотные характеристики вынужденных угловых колебаний многоопорной машины:

$\mu = \left| \frac{Z}{q} \right|$ – коэффициент передачи; ω – угловая частота возмущающего воздействия; ω_0 – собственная угловая частота колебаний кузова

7.1.2. Подвеска с регулируемыми амортизаторами

Возможная схема подвески с регулируемым амортизатором показана на рис. 7.2 [5].

Измерение текущего значения вертикального ускорения колеса осуществляется с помощью датчика 2. Датчик 3 измеряет ускорение поддресоренных масс в точке опоры подвески. Сигналы от датчиков поступают в электронный блок управления. В нем выполняется функция интегрирования сигналов датчиков для определения скорости перемещения штока амортизатора v_{III} , м/с

$$v_{III} = (a_3 - a_2) \Delta t, \quad (7.1)$$

где a_2 , a_3 – ускорение колеса и кузова соответственно, м/с²; Δt – постоянная интегрирования, с.

В зависимости от значения ускорения кузова, усилия на подвеске, режима работы подвески, рассчитывается необходимое сопротивление амортизатора и необходимый коэффициент сопротивления амортизатора k , Н·м/с

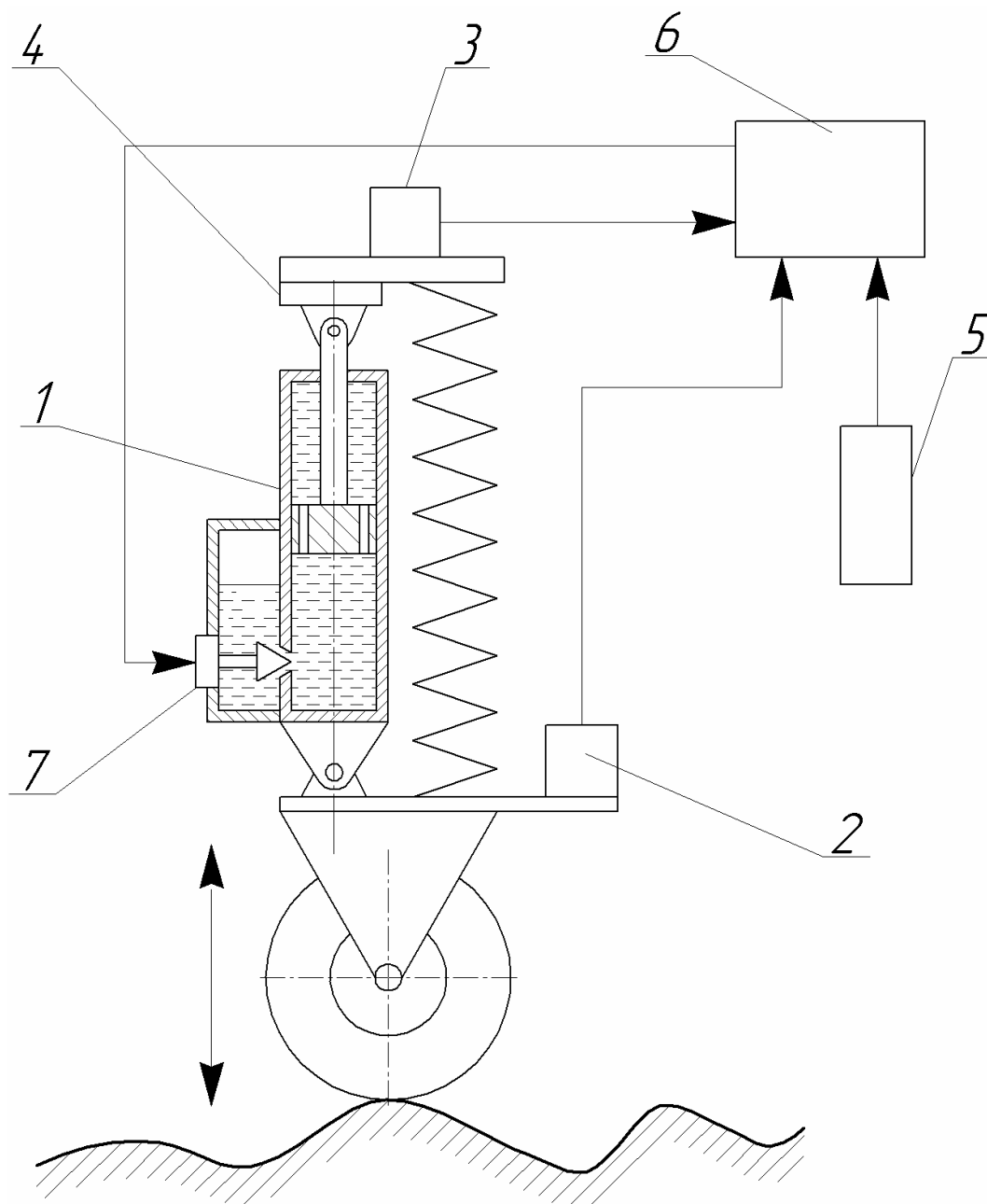


Рисунок 7.2 – Схема подвески с регулируемым амортизатором:
 1 – регулируемый амортизатор; 2 – датчик ускорения колеса; 3 – датчик ускорения кузова автомобиля; 4 – датчик усилия; 5 – переключатель режима работы подвески; 6 – электронный блок управления; 7 – регулируемый клапан

$$k = \frac{P_c}{v_{ш}}, \quad (7.2)$$

где P_c – сила сопротивления, определенная электронным блоком управления, Н.

Полученное значение пересчитывается в управляющий сигнал для органа управления регулируемого клапана 7 амортизатора 1, который, например, может управляется с помощью шагового двигателя.

Регулирование силы сопротивления амортизатора может осуществляться с помощью магнитореологической жидкости.

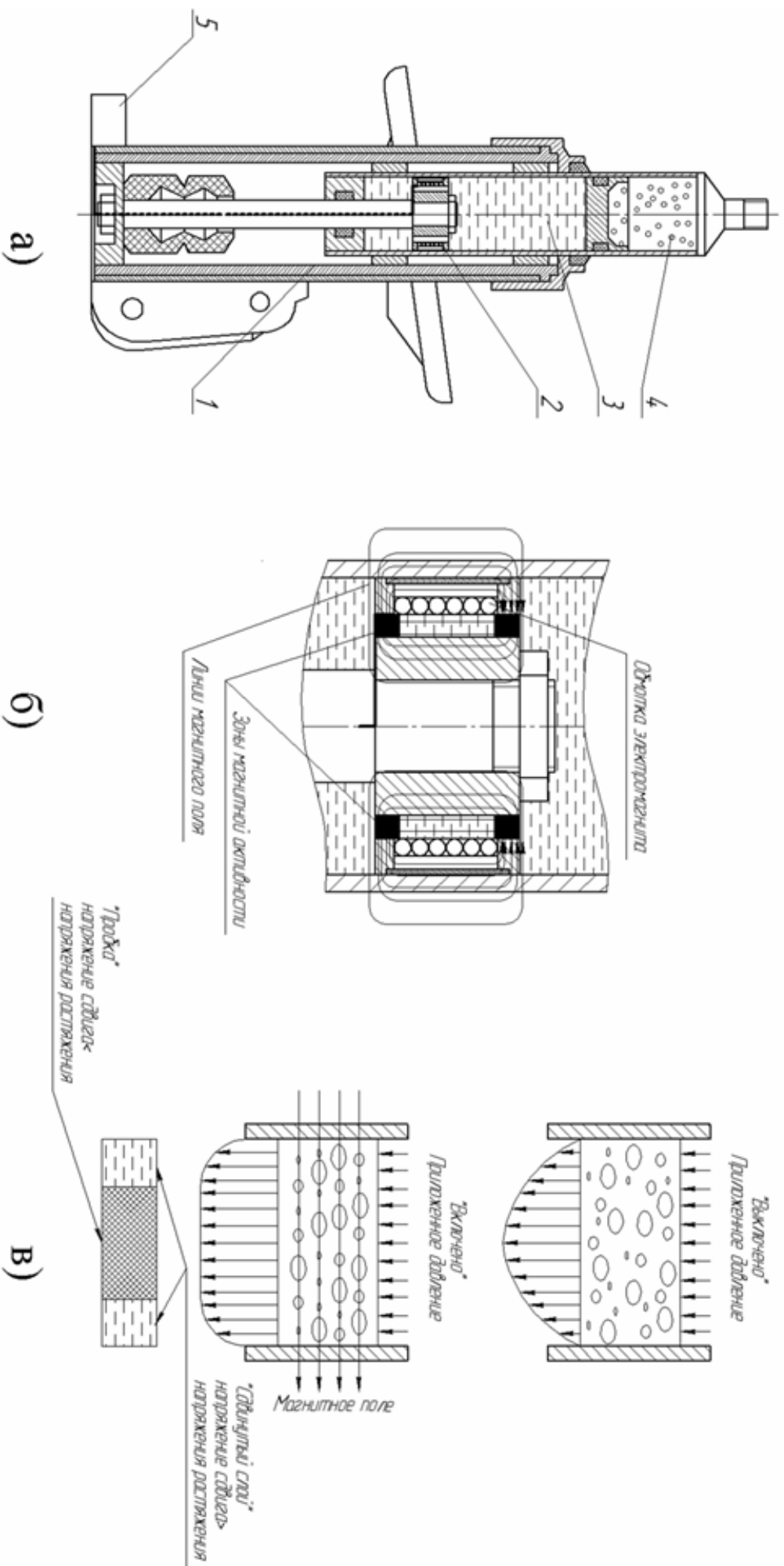


Рисунок 7.3 – Амортизатор с магнито реологической жидкостью

Система MagneRide™, созданная компанией Delphi, реализует первую в автопромышленности технологию полуактивной подвески без электромеханических клапанов. Система полуактивной подвески на основе магнито-реологической жидкости (MR-жидкости) состоит из цилиндрической стойки, заполненной MR-жидкостью (рисунок 7.3, а, б), цилиндрических амортизаторов, набора датчиков и бортового контроллера [13].

Магнито-реологическая жидкость — суспензия из частиц магнитомягкого материала, типа железных микросфер, в жидкости на основе синтетического углеводорода. Когда MR-жидкость находится в состоянии «выключено», она не намагничена, и частицы образуют случайные структуры. Но в состоянии «включено», или состоянии намагничивания, приложенное магнитное поле выстраивает металлические частицы в волокнистые структуры, изменяя реологию жидкости таким образом, что она по своим характеристикам начинает напоминать пластмассу (рисунок 7.3, в).

Используемая в качестве рабочей среды внутри стоек и амортизаторов, MR-жидкость выполняет функцию активного управления для системы MagneRide. Управляя током в электромагнитной катушке в поршне демпфера (рисунок 7.3, б), можно менять степень вязкости жидкости, что изменит сопротивление ее потоку. Тонкая настройка магнитного потока позволяет получить внутри демпфера любое состояние жидкости — от ее малого сопротивления давлению при выключенном токе до большого сопротивления при включении тока. В результате осуществляется непрерывно изменяемое оперативное демпфирование.

Стойка MagneRide изолирует и смягчает действие каждого колеса. На гравии и скользких поверхностях система MagneRide объединяется с системой управления тягой, чтобы обеспечить максимальную устойчивость автомобиля. MagneRide работает с системой ABS, чтобы помочь ей удерживать автомобиль сбалансированным и уравновешенным.

Сравнение характеристик амортизаторов различных типов показано на рисунке 7.4 [13].

7.1.2. Активная подвеска с пневмогидравлическими рессорами

Схема активной подвески показана на рисунке 7.5 [5].

Датчик нагрузки используется, чтобы определить фактическую нагрузку на каждый гидравлический узел.

В качестве датчика смещения и вертикального ускорения могут использоваться простые переменные резисторы или более точные и чувствительные линейные датчики типа LVDT.

Боковое и продольное ускорение может быть определено при помощи маятникового датчика, использующего тензодатчики, связанные с массой, или устройства, подобные датчику детонации в двигателе.

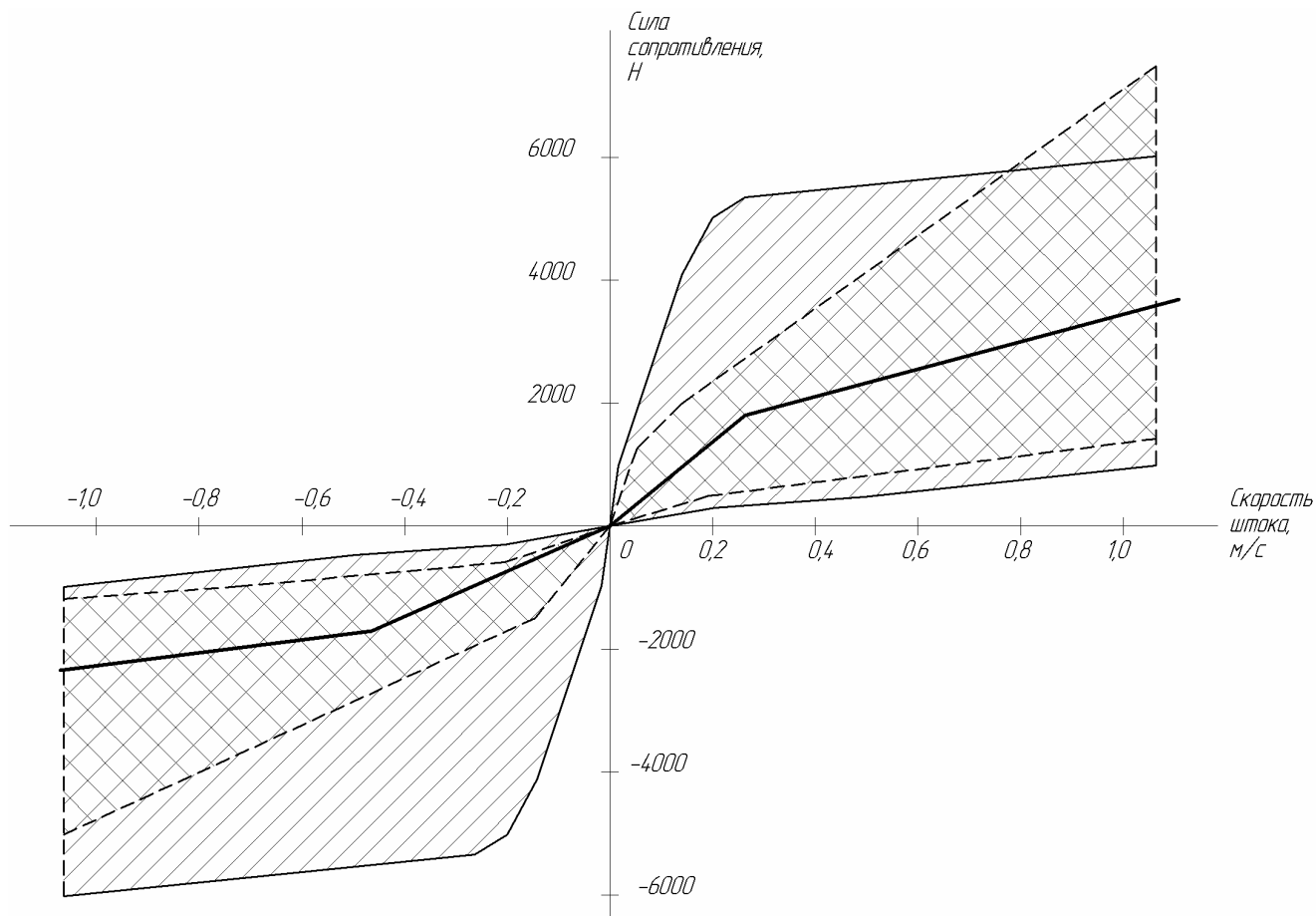


Рисунок 7.4 – Рабочие характеристики амортизаторов

Отклонение от курса может быть определено датчиком заноса по боковому ускорению, если датчик установлен в передней или задней части транспортного средства.

Помимо положения руля, скорость изменения направления движения определяется по сигналу от датчика вращения. Это устройство может быть датчиком на основе луча света с детектором или чем-либо подобным. Если скорость изменения положения руля окажется за определенным порогом, то система переключится к более жесткому регулированию подвески.

Скорость транспортного средства измеряется с помощью стандартного датчика, который используется для спидометра или от датчиков вращения колес ABS.

Датчик положения дроссельного клапана аналогичен существующим потенциометрам. Он показывает намерение водителя ускорить или замедлит движение, позволяя подвеске перейти в более жесткий режим, если для этого предусмотрен соответствующий механизм.

В системе предусмотрен выключатель, позволяющий водителю выбрать мягкие или жесткие параметры настройки системы. Но даже если будет выбрано мягкое регулирование, то система переключится на более жесткое при определенных эксплуатационных условиях.

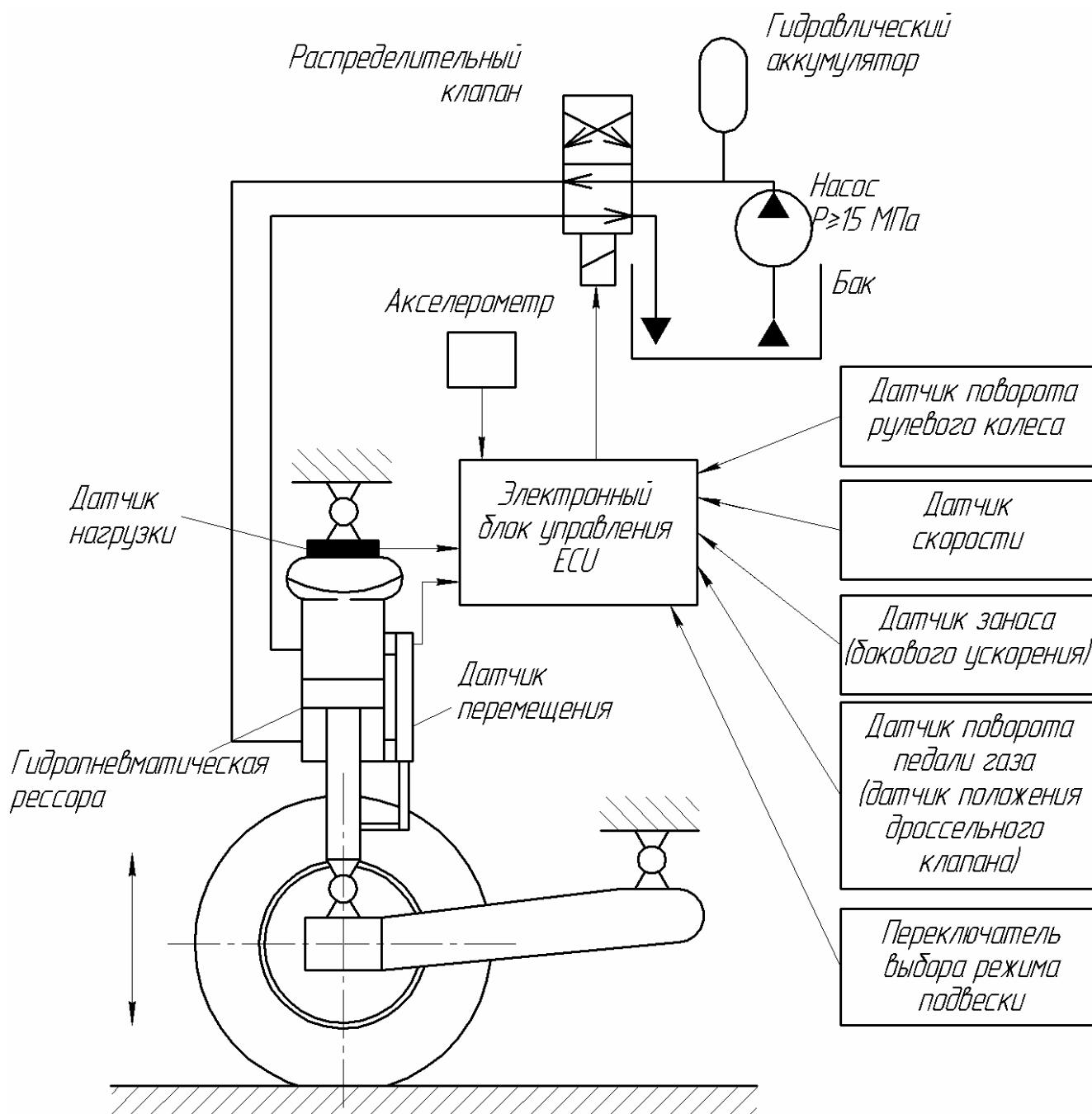


Рисунок 7.5 – Схема активной подвески

Функционирование всей системы происходит следующим образом. В момент, когда колесо встречает на дороге выпуклость, возникает вертикальное ускорение вверх и увеличение вертикальной нагрузки. Эта информация подается к ЭБУ, который вычисляет идеальное смещение колеса. Сигнал управления от ЭБУ посылается сервоклапанам, которые управляют положением главных гидравлических узлов. Поскольку этот процесс может происходить сотни раз в секунду, колесо может точно следовать за контуром дорожной поверхности. Это смягчает действие нежелательных нагрузок на корпус автомобиля.

Благодаря анализу информации от датчиков, приводы могут перемещаться так, чтобы всегда обеспечивать максимальную устойчивость.

7.2. Практическая часть

- 1) Изучить классификацию управляемых подвесок.
- 2) Изучить устройство и принцип работы подвески с управляемыми амортизаторами.
- 3) Изучить устройство и принцип работы активной подвески.
- 4) Составить алгоритм работы активной подвески.

7.3. Содержание отчета

- 1) Основные теоретические сведения.
- 2) Схема работы подвески с управляемым амортизатором.
- 3) Схема работы амортизатора с магнитореологической жидкостью.
- 3) Схема активной подвески.
- 4) Алгоритм работы активной подвески.

7.4. Контрольные вопросы

- 1) Перечислите преимущества и недостатки управляемых подвесок автомобилей.
- 2) Перечислите виды управляемых подвесок.
- 3) Принцип работы подвески с управляемыми амортизаторами.
- 4) Принцип работы активной подвески.

8. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8.

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ

Цель работы: – изучить способы диагностирования систем управления;
– изучить работу с программным обеспечением диагностического оборудования.

8.1. Теоретический раздел

8.1.1. Диагностирование с помощью универсального оборудования

Основной инструмент для того, кто работает с электрическими и электронными системами автомобиля, — это хороший цифровой мультиметр. Цифровые мультиметры являются самыми подходящими приборами для получения точных показаний, кроме того, они обладают дополнительными возможностями. Рассмотрим список основных функций мультиметра (табл. 8.1).

Таблица 8.1 – Функции, диапазон и точность мультиметра

Функция	Диапазон	Точность
Напряжение постоянного тока	500 В	0,3%
Сила постоянного тока	10 А	1,0%
Сопротивление	0-10 МОм	0,5%
Напряжение переменного тока	500 В	2,5%
Сила переменного тока	10 А	2,5%
Длительность фазы зажигания	3, 4, 5, 6, 8 цилиндров	2,0%
Число оборотов в минуту	10 000 об/мин	0,2%
Сквозность	$t_{вкл} / t_{выкл}$	0,2%. 1/кГц
Частота	Свыше 100 кГц	0,01%
Температура	Более 90С	0,3% + 3 °С
Измерение сильного тока	1000 А (постоянный ток)	Зависит от условий

Мультиметр UT70В имеет возможность подключения к ЭВМ через COM-порт. Интерфейс программного обеспечения показан на рисунке 8.1.

Рассмотрим несколько примеров диагностирования датчиков. Датчик вращения коленчатого вала или положения распределительного вала может быть проверен несколькими способами. Можно измерить сопротивление (для датчика индуктивного типа), выходное напряжение переменного тока или частоту.

Чтобы проверить кислородный датчик (лямбда-датчик), установите тестер на измерение постоянного напряжения и запишите максимальное и минимальное цифровое значение. Некоторые мультиметры сделают такую запись

автоматически. Если величина напряжения изменяется между 0,2 и 0,8 В, обычно это указывает на исправность датчика. Напомним, что некоторые такие датчики имеют нагревательный элемент, питаемый от источника 12 В.

Измерение температуры легко выполнить, если использовать простой пробник. Нужно прикоснуться им к металлической части поблизости от того места, где требуется произвести измерение, — к гнезду под температурным датчиком, например.

Инжекторы могут быть проверены путем измерения сопротивления (обычно около 16 Ом) или путем проверки процента рабочей части цикла.

Чтобы измерить ток, цепь необходимо разорвать и включить в разрыв измерительный прибор, либо нужно использовать «индуктивный» зажим (токоизмерительные клещи).

Для измерения скорости вращения необходимо произвести подключение к отрицательной клемме катушки зажигания, либо к проводу, идущему на свечу. Если проверка выполняется на системе зажигания без распределителя, необходимо приходится удваивать снимаемое показание.

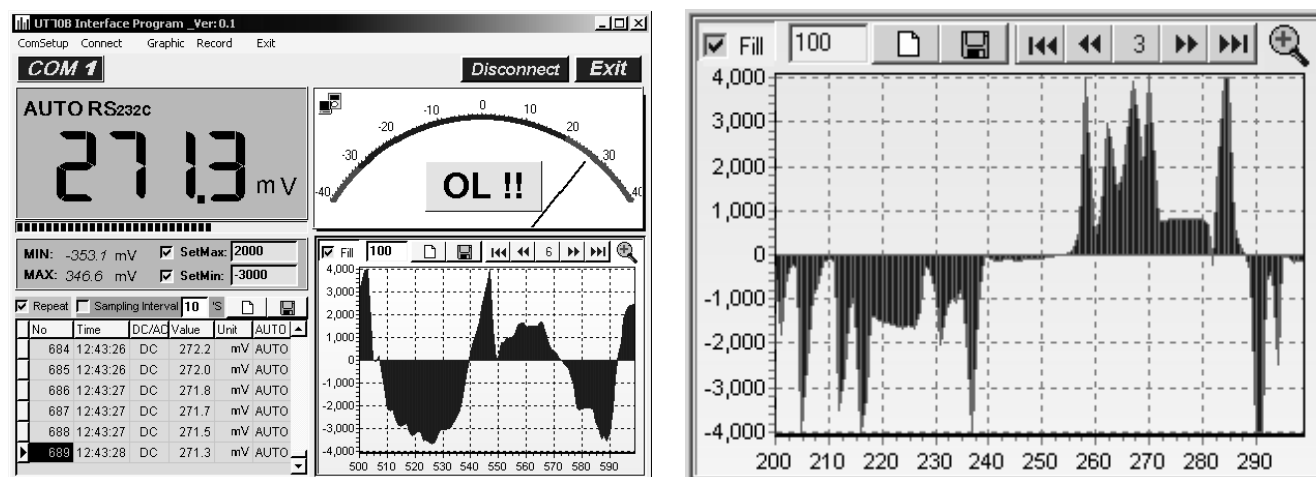


Рисунок 8.1 – Интерфейс программного обеспечения мультиметра UT70B

Более подробную картину дает применение осциллографов и осциллометров. Эти приборы позволяют получить изменение сигнала во времени, сохранять результаты и передавать их в ЭВМ для дальнейшего исследования. Сравнение осциллограмм с эталонными позволяет сделать заключение о техническом состоянии элементов системы управления. Многоканальные осциллометры позволяют проверить совместную работу нескольких датчиков.

Измерение давления топлива в инжекторном двигателе имеет очень большое значение при поиске неисправности. Имеется множество типов манометров, часто они снабжаются комплектом различных адаптеров и соединителей.

8.1.2. Диагностирование с помощью диагностических автомобильных сканеров

Новейшие типы сканеров целиком базируются на персональном компьютере. Такой инструмент предоставляет много возможностей, которые могут быть еще более увеличены за счет программного обеспечения.

Сканер, предназначенный для диагностики автомобиля, состоит из трех основных частей: мультиметр; газовый анализатор; осциллограф.

Ключевой компонент любого анализатора двигателя — осциллографические приборы, которые позволяют пользователю «видеть» контролируемый сигнал.

Сканер, основанный на персональном компьютере и специально спроектированный для использования в условиях СТО — новая концепция в создании оборудования для авторемонтной мастерской. Такое оборудование обеспечивает возможности, значительно превышающие те, которые могло предоставить диагностическое оборудование прошлого поколения.

Программное обеспечение используется для того, чтобы придать диагностической машине «индивидуальность» в качестве машинного анализатора, системного тестера, системы установки развала/схождения колес (или любого из других применений, создаваемых на базе ПК). Управляют машиной с помощью либо инфракрасного пульта, либо стандартной клавиатуры. Информация отображается на цветном мониторе с высокой разрешающей способностью. Если потребуются документальные копии для клиента, изображения можно послать на стандартный принтер.

Существует множество внешних измерительных модулей и прикладных программ. Модули связаны с главным компьютером при помощи высокоскоростного интерфейса RS422 или последовательного интерфейса связи RS232. Прикладное программное обеспечение и операционная система загружаются на жесткий диск. Специфические данные автотранспортного средства могут быть также сохранены на диске, чтобы обеспечить возможность быстрого доступа к информации, а также осуществлять контроль результатов. Современная тенденция в отношении машинных анализаторов, по-видимому, направлена на то, чтобы проводить испытательные процедуры с выдачей рекомендаций типа «прошло/отказ» для менее квалифицированного техника и обеспечить возможность проверки любого электрического устройства имеющимися в наличии средствами. Второе направление более соответствует высококвалифицированному технику

Связь по последовательному протоколу передачи данных — это область, которая продолжает развиваться. Для считывания данных требуется специальный интерфейс. Такой стандарт разработан, чтобы работать с однопроводным или двухпроводным портом, соединяющим электронные системы транспортного средства с диагностическим разъемом. Когда сканер подключен, становятся доступными многие функции (таблица 8.2):

- идентификация блока управления двигателем (ЭБУ) и системы, гарантирующая, что контрольные данные действительно соответствуют системе;
- считывание потока показаний датчиков таким образом, чтобы случайные отклонения могли быть легко опознаны. Информация может быть отображена и

сравнена с контрольными значениями;

– моделирование функций системы позволяет проверить и приводы, воздействуя на них и наблюдая за соответствующим откликом;

– программирование изменений системы. Основной расчет СО при холостом ходе или изменения характеристик с течением времени могут быть заложены в систему на уровне программ.

Таблица 8.2 – Измеряемые параметры

Точка подключения	Цель или пример для использования
Положительная клемма батареи	Напряжение батареи и подзарядки
Отрицательная клемма батареи	Соединение с общей землей
Положительная клемма катушки зажигания	Проверить подачу напряжения питания на катушку
Отрицательная клемма катушки зажигания	Просмотр рабочего цикла, оборотов двигателя и формы сигнала в первичной цепи зажигания
Высоковольтный зажим катушки зажигания	Форма сигнала вторичной цепи зажигания
Зажим на свечу первого цилиндра	Лампа стробоскопа и последовательность импульсов
Токовый зажим («клещи») для батареи	Ток зарядки и разрядки батареи
Пробник температуры масла (в отверстие измерителя уровня)	Температура масла в двигателе
Соединение с вакуумным усилителем	Нагрузка на двигатель

В настоящее время существуют несколько стандартов, что означает необходимость применения нескольких различных типов последовательных сканеров или, в лучшем случае, нескольких различных адаптеров и программных модулей. Новый стандарт, названный «бортовой диагностикой II» (OBD II), был разработан Обществом автоинженеров (SAE). В США все новые транспортные средства должны соответствовать этому стандарту. Это значит, что со всеми новыми транспортными средствами будет работать только один тип сканера. Подобный стандарт, известный как EOBD, недавно был принят и в Европе.

CARMAN SCAN VG (рисунок 8.2) это интегрированная информационная система, которая позволяет проводить диагностику автомобилей ведущих мировых производителей в режиме реального времени. Система также имеет функцию записи сигнала и самодиагностики.

На экране сканера можно получать высококачественные гистограммы в ручном и автоматическом режимах, а также пользоваться справочной информацией.

Главное меню показано на рисунке 8.3.



Рисунок 8.2 – Передняя панель прибора CARMAN SCAN VG
 1 – статус дисплея LED; 2 – кнопки направления; 3 – ENTER/ESC; 4 – HELP;
 5,7 – динамики; 6 – специальные кнопки; 8 – кнопка питания;
 9 – включение/выключение; 10 – кнопки направления; 11 – LCD

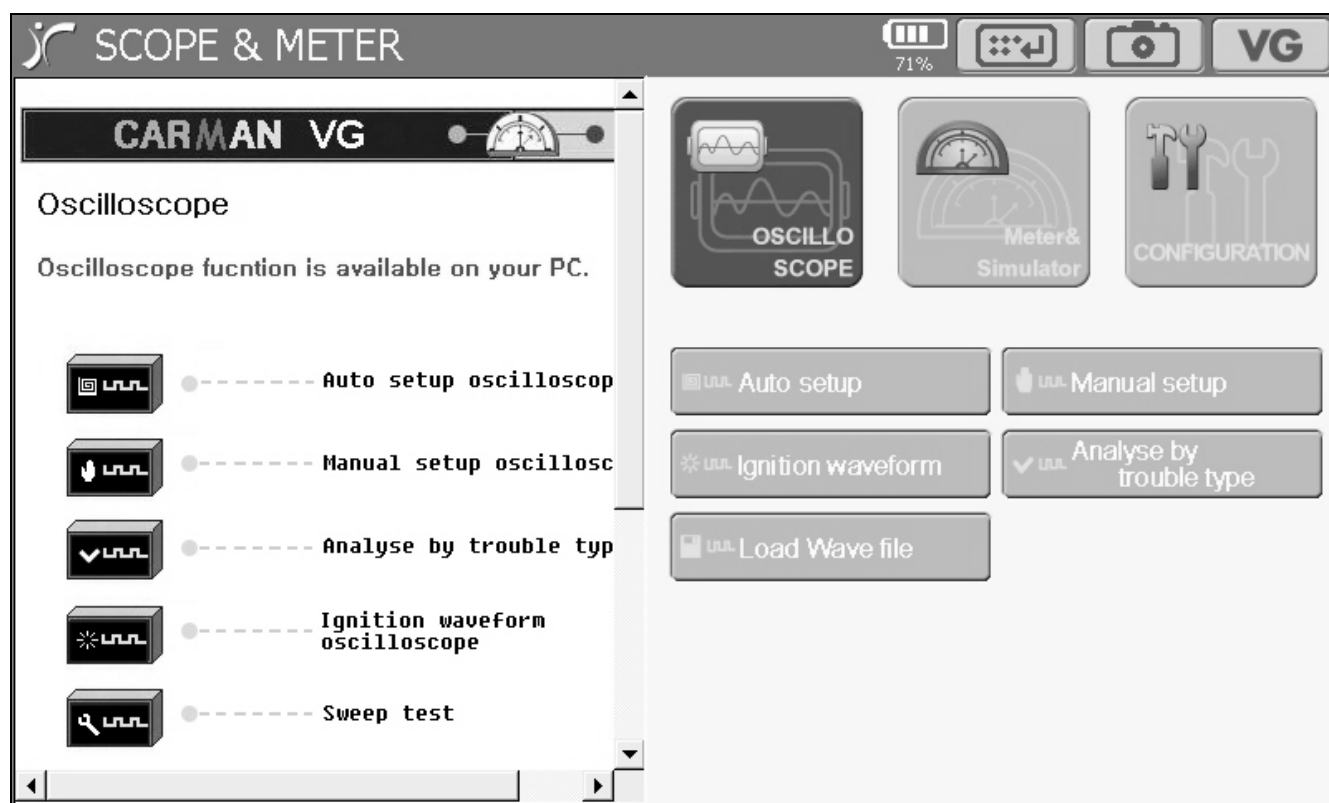


Рисунок 8.3 – Главное меню осциллоскопа

8.1.3. Бортовые системы диагностики

Современные ЭБУ имеют систему бортовой диагностики (OBD), позволяющую ЭБУ контролировать состояние своих входов и выходов и, если какие-либо из них окажутся неправильными, сохранить код ошибки. Будет также включен индикатор предупреждения водителя. Эти коды могут быть получены в ходе испытаний.

Цифровая электроника позволяет проверить и датчики, и приводы. Это обеспечивается сохранением в памяти параметров всех рабочих режимов для датчиков и приводов. Если будет обнаружено отклонение от контрольных значений, состояние фиксируется в памяти и может быть выведено при техобслуживании, чтобы помочь в поиске неисправности.

Для обеспечения функционирования OBDII требуется множество дополнительных датчиков. Второй лямбда-датчик, располагаемый после каталитического конвертера, контролирует его работу. Датчик давления воздушного потока и клапан необходимы для управления фильтром из активированного древесного угля, чтобы уменьшать и контролировать испарение топлива из топливного бака. Дифференциальный датчик давления контролирует проходимость топливного бака. Для функционирования этой системы, включающей также индикаторы неисправности для водителя, требуется значительное увеличение возможностей электроники блока управления.

Диагностический разъем, используемый системами, соответствующими стандарту OBD II, должен иметь конфигурацию штырьков, представленную в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Конфигурация выводов диагностического разъема

Номера штырьков	Сигнал
1	На усмотрение производителя
2	Положительная пиния шины стандарта SAE J1850
3	На усмотрение производителя
4	Корпусная земля
5	Сигнальная земля
6	Высокий уровень стандарта CAN (J-2284)
7	К-линия стандарта ISO 9141
8	На усмотрение производителя
9	На усмотрение производителя
10	Отрицательная линия шины стандарта SAE J1850
11	На усмотрение производителя
12	На усмотрение производителя
13	На усмотрение производителя
14	Низкий уровень стандарта CAN (J-2284)
15	L-линия стандарта ISO 9141
16	Положительный вывод батареи автомобиля

8.1.4. Диагностирование с помощью ПК

До недавнего времени диагностическая процедура, которая требовала доступа к сохраненным в памяти кодам ошибок и другим данным, была возможна только с использованием специализированного оборудования или относительно дорогих считывателей кодов или сканеров. Однако с быстрым ростом числа автомобилей, оснащенных системами EOBD/OBD-2 (Европейская/бортовая диагностика, версия 2), стало возможным извлекать информацию из ЭБУ при использовании простой шины интерфейса и стандартного компьютера, использующего соответствующее программное обеспечение.

С 1 января 2001 года все автомобили, проданные в Европе, должны иметь бортовые диагностические системы. Европейская Директива объявила Стандарты 98/69/ЕС обязательного мониторинга состава выхлопных газов автомобилей. Автомобили также должны быть оснащены стандартным диагностическим разъемом. Система EOBD подобна системе OBD-2, используемой в США. Чтобы уведомить водителя о каких-либо проблемах, используется индикатор предупреждения «Проверка двигателя» на приборной панели. Сигнал не дает никакой информации водителю или технику кроме той, что была обнаружена ошибка, через разъем диагностической связи (diagnostic link connector – DLC) – рисунок 8.4.

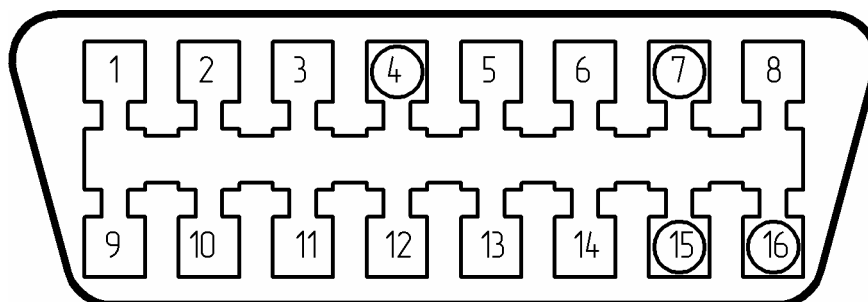


Рисунок 8.4 – Разъем диагностической связи (DLC)

В автомобилях используются три основных протокола OBD-2/EOBD, имеющих незначительные различия между собой. По неписаному правилу большинство европейских и азиатских автомобилей использует электронное оборудование стандарта ISO 9141, как и компания Chrysler. Автомобили GM и легкие грузовики используют протокол SAE J1850 VPW (переменная широтно-импульсная модуляция ШИМ), а автомобили Ford — протокол SAE J1850 PWM (широтно-импульсная модуляция) [5]. Можно определить, какой протокол используется на данном автомобиле, исследуя диагностический разъем:

- если разъем имеет штырек в позиции номер 7 и не имеет штырьков с номерами 2 или 10, то автомобиль использует протокол ISO 9141;
- если отсутствует штырек в позиции номер 7, автомобиль использует протокол SAE;
- если есть штырек в позициях 7 и 2 и/или номер 10, автомобиль может использовать протокол ISO.

Хотя существует три протокола подключения к сети OBD-2, набор команд установлен стандартом SAE J1979.

Чтобы считывать коды ошибок, теперь доступен целый ряд недорогих приборов. Их можно использовать, чтобы просматривать реальные показания датчиков. Память кодов ошибок можно очистить, а световые индикаторы предупреждения установить в исходное состояние. Системы OBD контролируют и запоминают информацию датчиков со всего автомобиля. Показания датчика, которые оказываются вне предварительно запрограммированного диапазона, вызывают генерацию диагностического кода неисправности (Diagnostic Trouble Code – DTC).

Коды неисправности стандарта OBD-2/EOBD имеют следующую структуру [5]. Первый символ кода имеет отношение к системе транспортного средства, которая сгенерировала код ошибки:

P – управление движением;

B – корпус;

C – шасси;

U – сеть.

Следующий символ может быть или 0, или 1:

0 – стандартный код (SAE) OBD;

1 – собственный код изготовителя автомобиля.

Следующий символ идентифицирует определенную часть рассматриваемой системы. Для систем управления движением это:

1 – измерение топлива и воздуха;

2 – измерение топлива и воздуха, конкретно — схем инжектора;

3 – система зажигания и обнаружение пропуска зажигания;

4 – вспомогательные средства контроля выхлопа;

5 – система управления скоростью автомобиля и система управления холостым ходом;

6 – выходные схемы компьютера;

7, 8 – ошибки, связанные с трансмиссией;

Последние два значения идентифицируют специфическую ошибку, обнаруженную бортовыми системами.

Например, код P0115 обозначает: «Сбой в схеме измерения температуры охлаждающей жидкости двигателя».

Единственное необходимое оборудование для такой диагностики — простой кабель интерфейса, который соединяет диагностический разъем с последовательным портом на компьютере. Чтобы обеспечить связь со стендовым ПК, достаточно использовать один удлиненный кабель. Полезная особенность конструкции, на которую стоит обратить внимание, состоит в том, что «земляные» (соединенные с корпусом) штырьки разъема DLC более длинные, чем другие. Поэтому они будут всегда соединяться первыми и защищать чувствительные компоненты от всплесков напряжения.

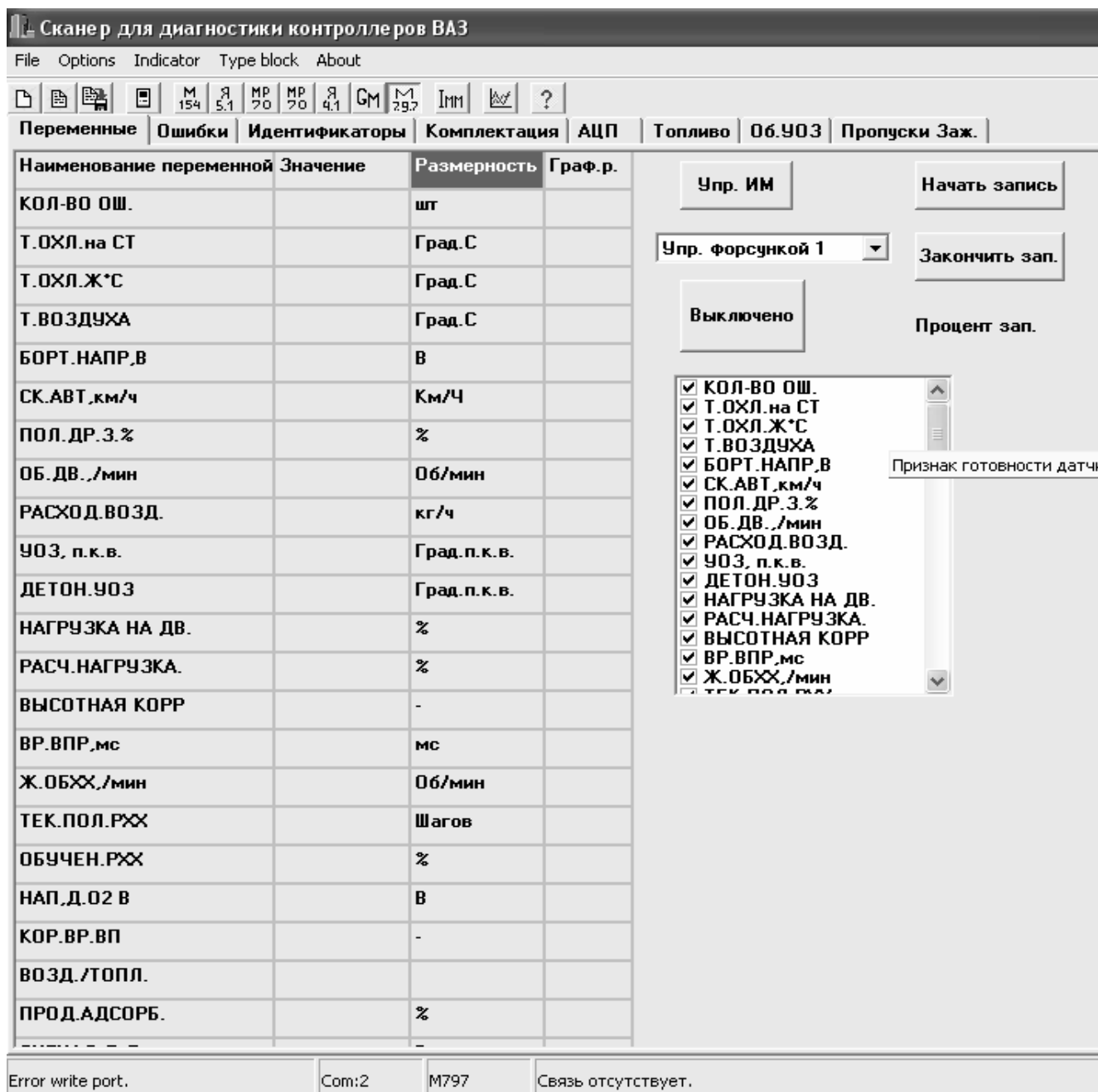


Рисунок 8.5 – Интерфейс программного обеспечения для диагностирования с помощью ПК

8.2. Практическая часть

- 1) Изучить способы диагностирования электронных систем автомобилей.
- 2) Изучить структуру диагностических кодов.
- 3) Используя справочную литературу [6] и руководства по эксплуатации автомобилей [7, 8] изучить коды неисправностей, выдаваемых бортовыми системами диагностики через сигнальную лампу.
- 4) Изучить расположение диагностических разъемов на макетах двигателей.
- 5) Изучить функциональные возможности мультитестера UB-70B.

6) Изучить функциональные возможности сканера CARMANSCAN.

7) Изучить работу с программным обеспечением диагностического оборудования.

8.3. Содержание отчета

1) Перечень функций мультитестера UB-70B и схемы подключения к основным датчикам.

2) Порядок считывания кодов бортовой диагностической системы.

3) Структура кодов неисправности стандарта OBD-2/EOBD

3) Порядок диагностирования с помощью сигнальной лампы.

8.4. Контрольные вопросы

1) Перечислите способы диагностирования микропроцессорных систем управления.

2) Какие виды неисправностей различает бортовая информационно-поисковая система?

3) Какие неисправности можно определить с помощью мультитестера?

4) Для предназначены автомобильные сканеры?

5) В чем заключаются преимущества диагностирования систем управления с помощью программного обеспечения ПК?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тули М. Справочное пособие по цифровой электронике / М. Тулии; пер. с англ. В. Л. Григорьева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с
2. Гуревич Б. М. Справочник по электронике для молодого рабочего / Б. М. Гуревич, Н. С. Иваненко. – М.: Высшая школа, 1987. – 272 с.
3. Алексенко А. Г. Микросхемотехника: учеб. пособие для вузов / А. Г. Алексеенко, И. И. Шагурин. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.
4. Мельников А. А. Управление техническими объектами автомобилей и тракторов: Системы электроники и автоматики: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Мельников. – М.: Академия, 2003. – 376 с.
5. Дентон Т. Автомобильная электроника / Т. Дентон; пер. с англ. В. М. Александрова. – М.: ИТ Пресс, 2008. – 576 с.
6. Твег Р. Диагностика электронной системы управления двигателя автомобиля / Р. Твегг. – М.: ООО "Издательство Астрель": ООО "Издательство АСТ", 2003. – 144 с.
7. Николаенко В. ZAZ-DAEWOO SENS: с 2002 г. вып: Бензиновый двигатель: Руководство по эксплуатации. Техническое обслуживание. Ремонт. Особенности конструкции. Электросхемы / Сост. В. Николаенко, А. Лешик, Л. Черноостровская. — К.: Автомастер, 2004. — 182 с:
8. Руководство по техническому обслуживанию и ремонту автомобиля Ланос. – Запорожье: ЗАО-Автозав-DAEWOO, 2004. – 2174 с.
9. U. Kiencke, L.Nielsen. Automotive Control Systems: For Engine, Driveling, and Vehicle // Kiencke U, Nielsen L. – Berlin: Springer, 2005. – 514 p.
10. Жданов А. А. AdCAS – система автономного адаптивного управления активной подвеской автомобиля / А.А. Жданов, Д.Б. Липкевич // Труды Института системного программирования. Том 7: Новые подходы в нейроноподобных и основанных на знаниях системах / Под ред. А.А. Жданова – М.: ИСП РАН, 2004. – С. 119-159.
11. Белоусов Б. Н. Управляемые подвески автомобилей / Б. Н. Белоусов, И. В. Меркулов, И. В.Федотов // Автомобильная промышленность, 2004, № 1. – С. 23–24.
12. Фурунжиев Р. И. Управление колебаниями многоопорных машин / Р. И. Фурунжиев, Останин А. Н.. – М.:Машиностроение, 1984. – 207 с.
13. Magnoride™ controlled suspension [Электронный ресурс]. – Электронные текстовые данные (20602 bytes). – Режим доступа: http://www.bwigroup.com/static/suspension_magneride/ Monday, 8 November 2010 15:23:05

Заказ № _____ от " _____ " _____ 2010. Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ