

давление							
	кгс/см	10	9	8	7	6	5

5. Откройте вентиль выпуска сжатого воздуха. Выкрутите свечу, положите на место.
6. Вкрутите снова свечу, накачайте соответствующее свече табличное давление.
8. Наконечник 2 закрепите на электроде свечи.
9. Тумблер 1 переведите в положение «Проверка» - в свече произойдет искрообразование.
10. Кликните на окно 11, выведется меню с увеличенными электродами свечи и искры, проскакивающей между ними. Сделайте выводы о пригодности свечи.
- Повторное нажатие на окно 11 или меню убирает само меню.
11. При нажатии на зеркало-отражатель 10 в меню появятся металлический держатель со стеклом, отражающим свечу (торцом) и, возможно, ареол вокруг электродов. Сделайте выводы о пригодности свечи.

4.2. Последовательность выполнения работы

1. Изобразить электрическую схему контактной системы зажигания и стрелками показать путь движения тока в низковольтной и высоковольтной цепях.
2. Ознакомиться с конструкцией основных элементов контактной системы зажигания (высоковольтные провода, свечи зажигания, катушка зажигания, контактная группа, конденсатор).
3. Измерить основные электрические параметры контактной системы зажигания: сопротивление первичной и вторичной обмоток катушки зажигания, сопротивления высоковольтных проводов, сопротивление резистора бегунка; емкость конденсатора, сопротивление на контактах прерывателя. Для измерения сопротивления служит мультиметр, для чего он переводится в режим измерения сопротивления (для высоковольтных проводов, резистора бегунка, вторичной обмотки КЗ - в кОм, для первичной обмотки КЗ и контактов – в Ом)
4. Получить и изобразить осциллограммы напряжений первичной и вторичной обмоток катушек зажигания. Для проведения этого опыта необходимо подключить осциллограф к аккумуляторной батарее, датчик синхронизации 13 (рис.1.8) к высоковольтному проводу первого цилиндра; индукционный датчик 12 для измерения величины высоковольтного напряжения к центральному проводу катушки зажигания.

Далее перевести осциллограф в режим измерения напряжения в первичной цепи катушки зажигания и получить осциллограмму первичного напряжения, затем перевести осциллограф в режим измерения напряжения во вторичной цепи катушки зажигания и получить осциллограмму вторичного напряжения.

5. Объяснить, зачем необходим конденсатор.
6. Объяснить диагностическое значение основных участков диаграммы напряжений вторичной обмотки катушки зажигания изображенной на рис.1.9.

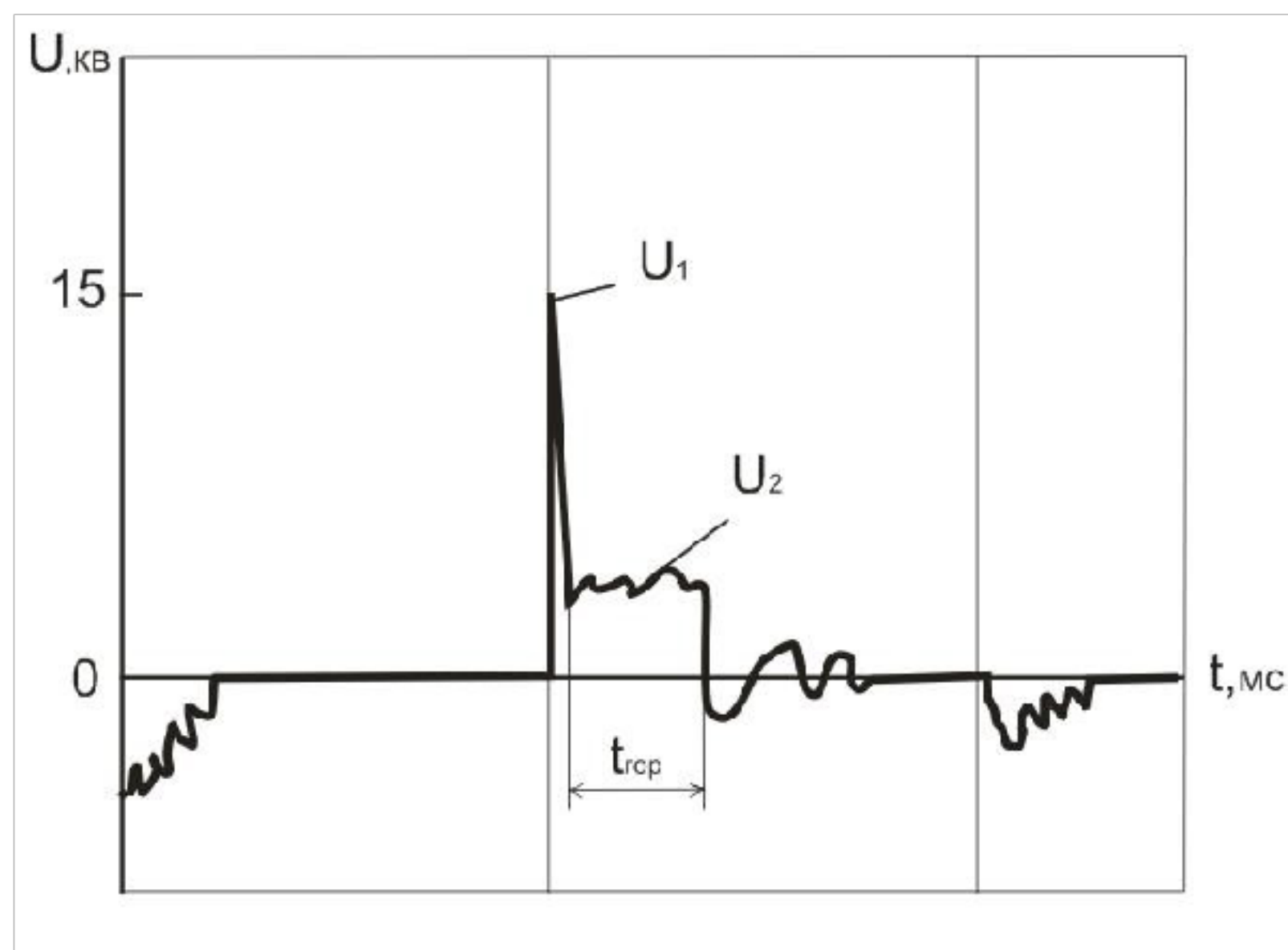


Рис. 1.9. Осциллограмма напряжений

7. Охарактеризовать влияние УЗСК на энергию искрового разряда и на угол опережения зажигания.
8. Ознакомиться с устройством экспериментальной установки и контрольно- измерительными приборами.
9. Запустить в работу экспериментальную установку и убедиться в наличии искр на свечах зажигания.
10. Подсоединить осциллограф к высоковольтному проводу и измерить основные диагностические параметры из полученной осциллограммы вторичного напряжения (пробивное напряжение, напряжение горения искры и время горения искры).
11. Исследовать влияние конденсатора на мощность искрового разряда. Для этого отключить конденсатор, включить установку и наблюдать за изменением мощности искрового разряда визуально и с помощью осциллографа. Примерные результаты для автомобиля ВАЗ - 2106 представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

	$U_1(U_{проб.}), \text{кВ}$	$U_2(U_{гор.}), \text{кВ}$	$t_{гор.}, \text{мсек}$
С конденсатором	21	1,5	1,5
Без конденсатора	7,5	1,1	0,9

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Как видно из таблицы 1.2., при отсутствии или неисправности конденсатора пробивное напряжение U_1 на электродах свечи зажигания уменьшается с 21 до 7,5 кВ (в 2,8 раза), напряжение U_2 , при котором горит искра, - с 1,5 до 1.1 кВ (в 1,25 раза) и время горения искры – с 1,5 до 0,9 мс (в 1,7 раза). Такие параметры приводят к возникновению «слабой» искры и, как следствие, к плохому сгоранию топлива и пригоранию (электроэрозии) контактов прерывателя распределителя зажигания.

12. Ознакомиться с методикой измерения УЗСК.

13. Исследовать влияние УЗСК на энергию искрового разряда и его зависимость от зазора на контактах прерывателя. Для этого необходимо поочередно изменять зазор на контактах прерывателя 9 (рис.1.7) и наблюдать с помощью осциллографа за энергией искрового разряда при различных оборотах распределителя зажигания. Прибор для измерения УЗСК подключается на массу и на управляющий провод катушки зажигания 7. Зависимость УЗСК от зазора на контактах прерывателя, для автомобиля ВАЗ – 2106 изображена на рис. 1.10.

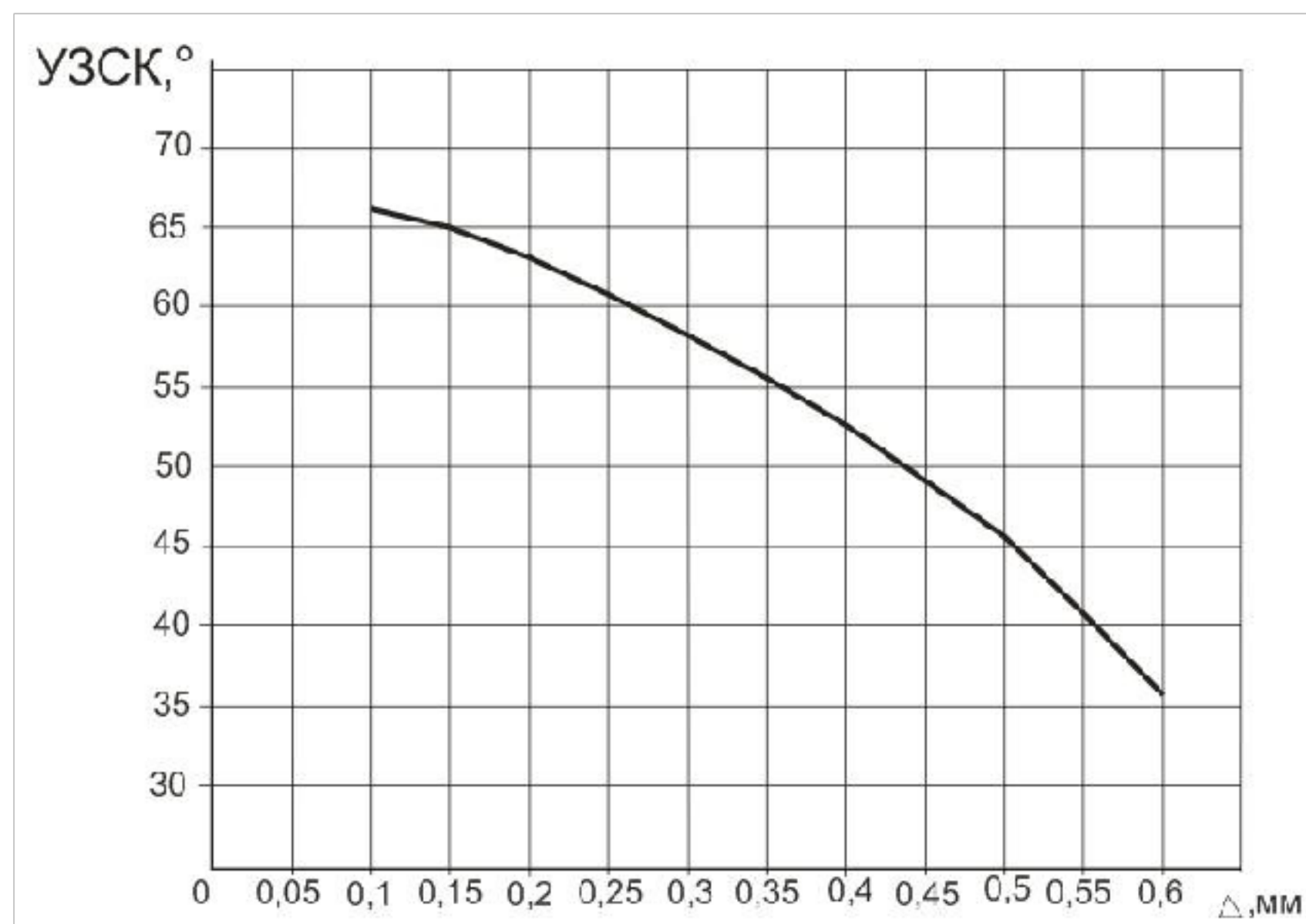


Рис. 1.10. Влияние зазора на контактах прерывателя на изменение УЗСК

Как видно из рис. 1.10, с увеличением зазора между контактами прерывателя угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) прерывателя уменьшается. Эта зависимость позволяет с помощью прибора для измерения УЗСК по данному углу регулировать зазор, обеспечивая тем самым требуемые условия для эффективного сгорания топлива в цилиндрах двигателя. Например, для автомобиля ВАЗ – 2106 величина УЗСК должна находиться в пределах 54 – 58 , которому соответствует зазор в пределах 0,35 – 0,45 мм. Отклонение УЗСК от указанного предела в обе стороны ведет к резкому снижению мощности искрового разряда. Регулировка УЗСК ведется следующим образом. Если прибор показывает значение УЗСК, равное, например, 30, то это означает, что зазор намного больше 0,45 мм. В таком

случае, уменьшая этот зазор с помощью регулировочного винта, величина УЗСК доводится до нормальных значений. При значениях УЗСК, больше их заданного предела, операция регулировки проводится в обратном порядке.

14. Исследовать влияние УЗСК на угол опережения зажигания. Для этого необходимо поочередно изменять зазор на контактах прерывателя, измерять УЗСК и наблюдать с помощью стробоскопа за изменением угла опережения зажигания на диске 10 с метками (рис. 1.7а). Проведение эксперимента позволит установить взаимосвязь между УЗСК и углом опережения зажигания в виде графика, представленного на рис. 1.11.

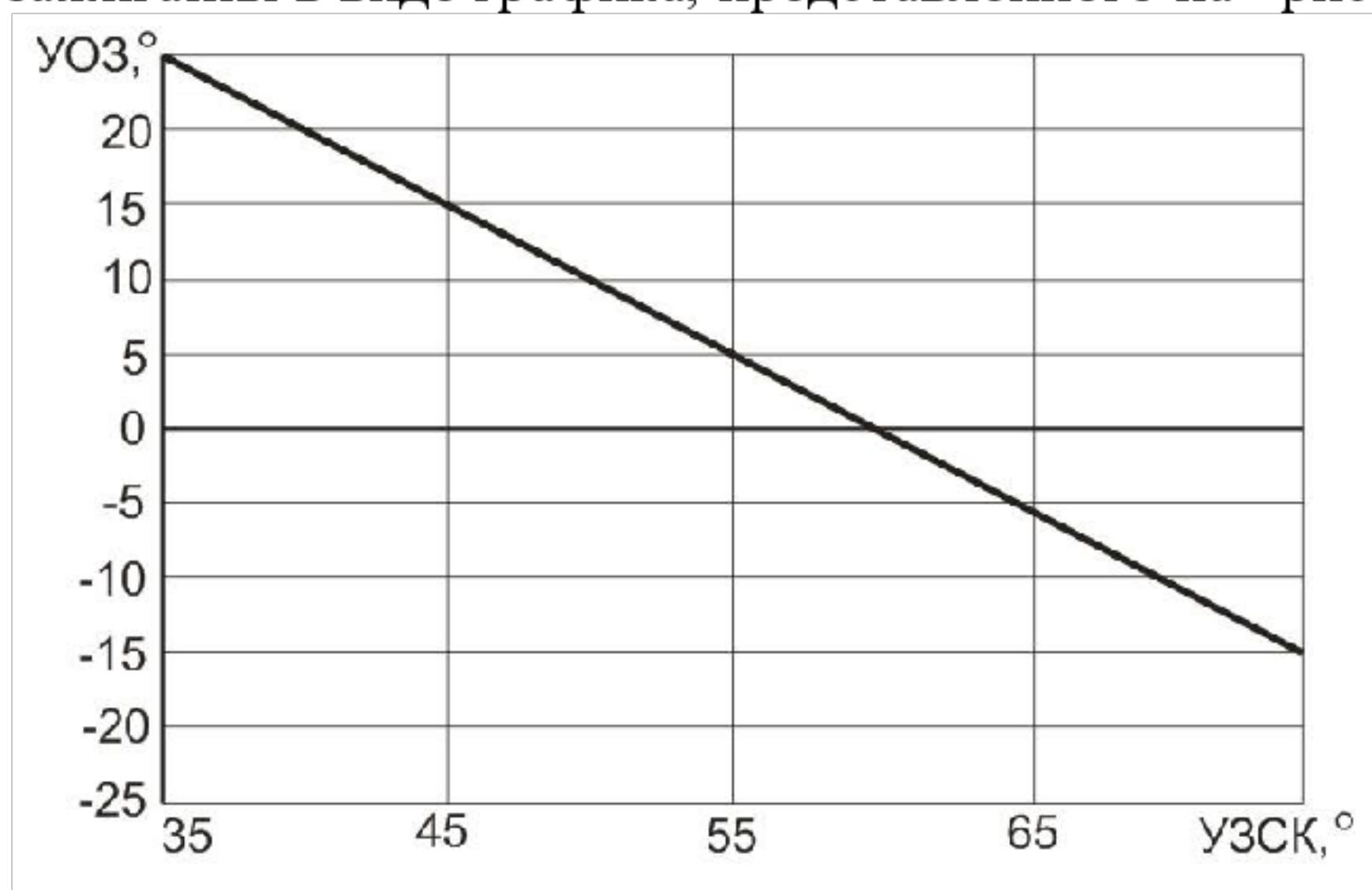


Рис. 1.11. Взаимосвязь УЗСК и угла опережения зажигания

Как видно из рис. 1.11, между УОЗ и УЗСК имеет место обратно пропорциональная зависимость, т.е. с увеличением УЗСК (уменьшением зазора между контактами прерывателя) угол опережения зажигания (УОЗ) уменьшается, что ведет к более позднему зажиганию топливной смеси. Эта зависимость позволяет с помощью прибора для измерения УЗСК и стробоскопа установить необходимый УОЗ. Сначала по вышеописанной методике устанавливается нормальное значение УЗСК, после чего с помощью стробоскопа, вращая корпус распределителя зажигания на холстом ходу, устанавливают требуемое значение УОЗ, например, для автомобиля ВАЗ – 2106 в пределах 5-7.

15. Исследовать влияние частоты вращения вала распределителя зажигания на изменение УЗСК. Для этого УЗСК выставляется близким к норме, и затем с помощью регулятора частоты вращения привода 5 (рис. 1.7а) повышаются обороты вала распределителя до максимума и изменяется значение УЗСК. При этом величина УЗСК не должна увеличиваться более чем на 2.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

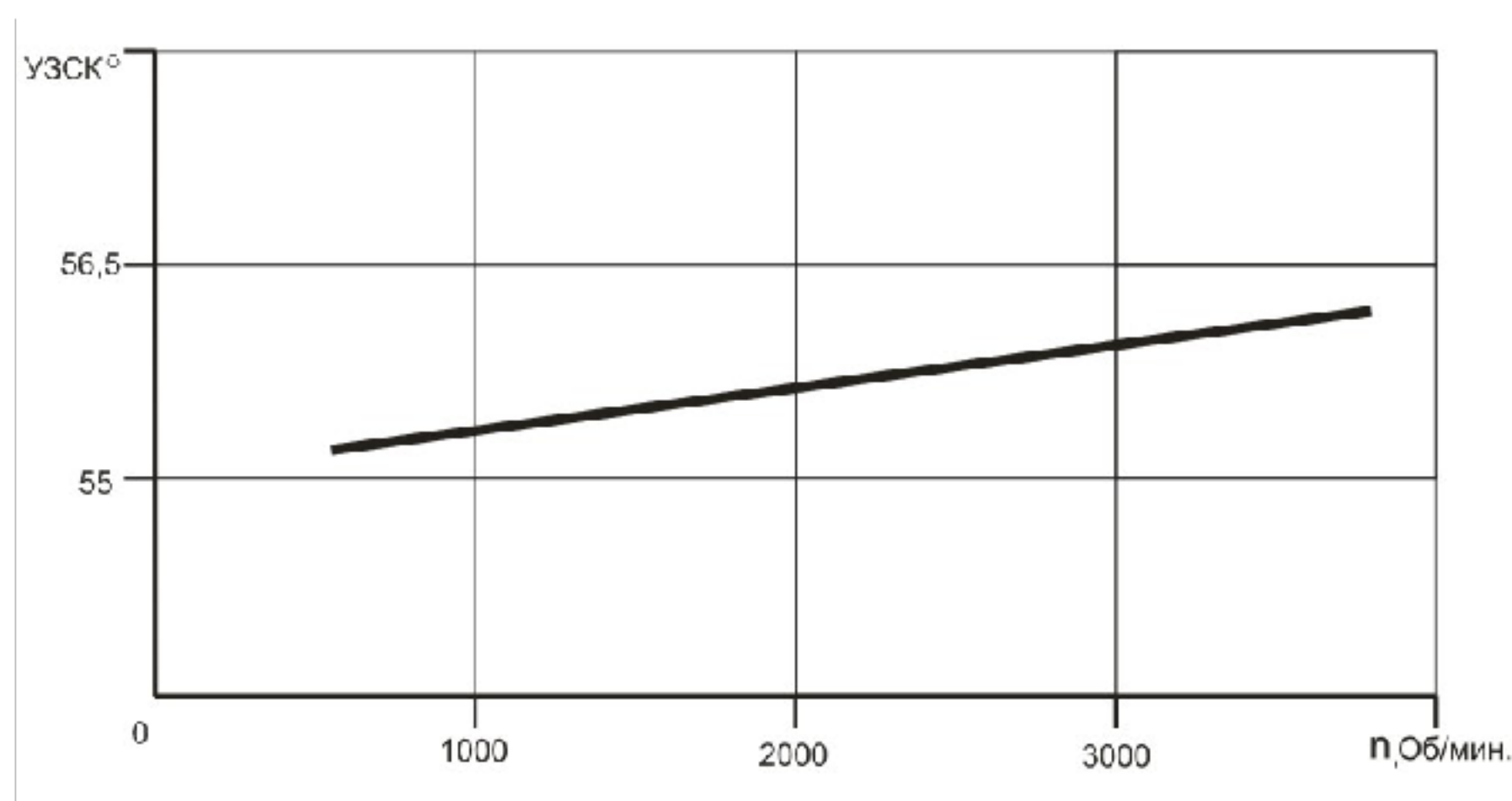


Рис. 1.12. Влияние оборотов вала распределителя на величину УЗСК

Проведенные эксперименты позволяют выявить зависимость УЗСК от частоты вращения n вала распределителя зажигания, приведенную на рис. 1.12. Из этого рисунка видно, что имеет место прямо пропорциональная зависимость между УЗСК и n . Причем при увеличении n от 600 до 3900 об/мин величина УЗСК увеличивается с 55,25 до 56,25, т.е. всего на 1, что соответствует норме.

5. Содержание отчета

Лабораторная работа

"Устройство, характеристики и оценка технического состояния искровых свечей зажигания. Контактная система зажигания"

1. Цель работы.
2. Применяемое оборудование.
3. Краткие теоретические сведения по теме.
4. Результаты и краткие выводы.

Работу сдал, ФИО, группа _____

" ____ " _____ 20__ года

6. Контрольные вопросы

1. Как устроена свеча зажигания?
2. Как маркируются свечи зажигания? Что показывает калильное число свечи зажигания?
3. Каковы принцип и режимы работы свечи?
4. Как провести проверку свечи зажигания на герметичность?
5. Как провести проверку свечи зажигания на работоспособность?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9A88B952205E7BA540060000043E
Владелец: 1005310000 ТОО «СМТ-ЭЛЕКТРОН»
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

6. Как движется ток в низковольтной и высоковольтной цепях контактной системы зажигания?
7. Почему ток в первичной обмотке увеличивается не мгновенно?
8. Зачем необходим конденсатор?
9. Объяснить значение основных участков диаграммы напряжений вторичной обмотки катушки зажигания?
10. Как влияет УЗСК на энергию искрового разряда?
11. Как влияет УЗСК на угол опережения зажигания?
12. Как устроен высоковольтный провод?
13. Как измерить сопротивление первичной и вторичной обмоток катушки зажигания?
14. Как проверить исправность конденсатора?
15. Указать значения основных электрических параметров контактной системы зажигания?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Лабораторная работа № 5.

Тема: «Транзисторные и микропроцессорная системы зажигания»

Цель: - ознакомиться с устройством транзисторной системы зажигания. Исследовать основные параметры работы датчика Холла, индукционного датчика и коммутатора.

- ознакомиться с устройством и принципом работы микропроцессорной системы зажигания. Исследовать частоты вращения коленчатого вала, нагрузки на двигатель и температуры охлаждающей жидкости на угол опережения зажигания.

Задачи:

- Изучить общие сведения о системе зажигания
- Изучить транзисторную систему зажигания с индукционным датчиком
- Изучить функции, выполняемые коммутатором
- Изучить управление экономайзером принудительного холостого хода
- Общие сведения о микропроцессорной системе зажигания
- Распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»
- Коррекция УОЗ по сигналам датчика детонации

2. Теоретическая часть

2.1. Общие сведения о транзисторной системе зажигания

В транзисторных системах зажигания отсутствует контактная группа и ее функцию, т.е. замыкания первичной обмотки катушки зажигания на «массу» и размыкания от «массы», выполняет «электронный ключ» (транзистор), расположенный в коммутаторе. Транзистор не подвергается механическим воздействиям и поэтому более надежный, чем контактная группа. Наибольшее распространение получили транзисторные системы зажигания с датчиком Холла и с индуктивным датчиком.

2.1.1. Транзисторная система зажигания с датчиком Холла

Датчик холла, схема которого представлена на рис. 2.1 а, включает постоянный магнит 1, ротор (шторку) 2 и элемент холла 3.

Известно, что, если через пластину полупроводника проходит ток, и пластина пронизывается магнитным полем, то на гранях пластины, перпендикулярных току возникает ЭДС (рис. 2.1 а). На этом принципе работает датчик холла.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

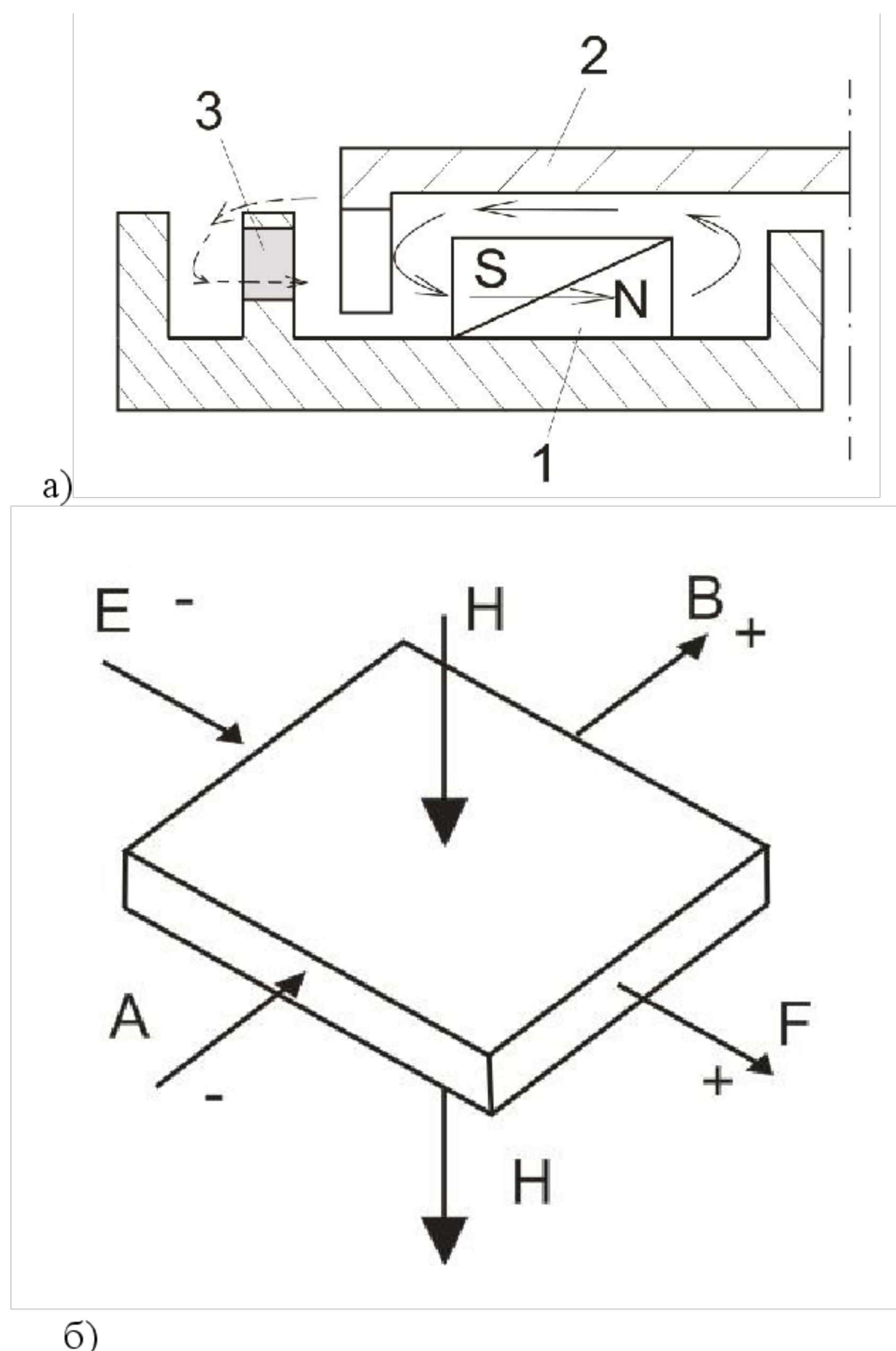


Рис 2.1. Схема датчика импульсов напряжений (датчик Холла)

Магнитное поле создается постоянным магнитом 1 датчика, а прерывание магнитного поля осуществляется ротором (шторкой) 2 с прорезями, укрепленным на валу распределителя зажигания. При прохождении прорези ротора около постоянного магнита силовые линии его магнитного поля пронизывают поверхность элемента Холла 3, и на его выходе возникает ЭДС.

При прохождении лопасти зубца ротора около постоянного магнита его магнитное поле экранируется, ЭДС Холла исчезает.

Величина ЭДС Холла очень мала и поэтому должна быть усилена вблизи кристалла. Функцию усиления сигнала выполняет специальная микросхема, встроенная в датчик, которая усиливает сигнал примерно до 9В.

Интегральная микросхема, встроенная в датчик, инвертирует сигнал датчика Холла. Таким образом, когда тело экрана находится в зазоре датчика, то на его выходе имеется напряжение $U_{\max}$ (примерно 9В), а при прохождении прорези напряжение резко падает до 0,4В (рис.2.2).

Скважность импульса Q должна быть в пределах 30% ($Q=(T_H/T_0) \cdot 100\%$).

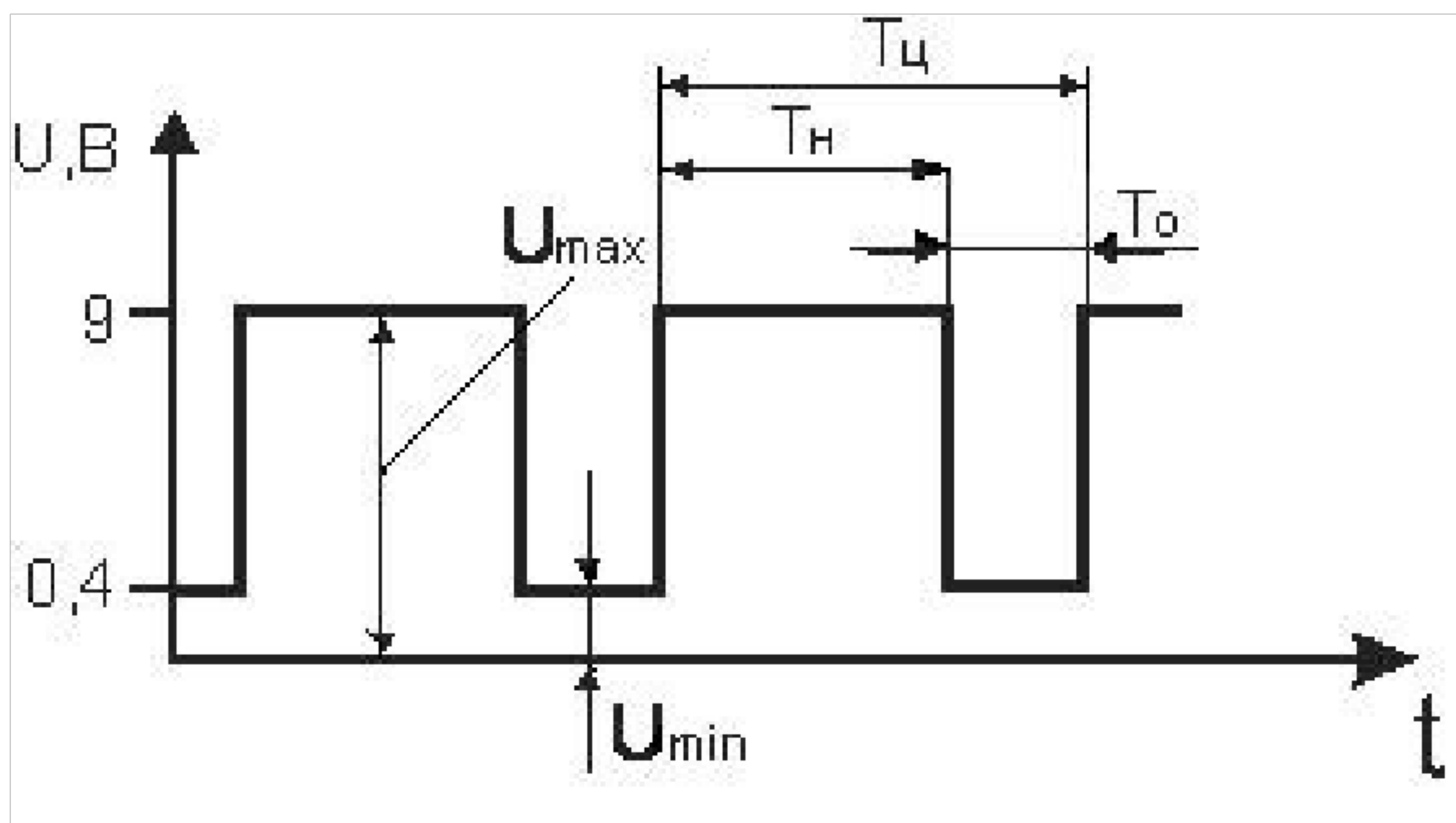


Рис 2.2. Осциллограмма импульсов датчика Холла: U_{max} , U_{min} – максимальное и минимальное значение напряжения, вырабатываемое датчиком Холла; T_H – время поддержания U_{max} ; T_0 – время поддержания U_{min} ; $T_ц$ – время цикла

Транзисторная система зажигания состоит из катушки зажигания 1 (рис.2.3), коммутатора 2, распределителя зажигания 3, свечей зажигания 4, высоковольтных проводов 5 и соединительного жгута 6.

Управляющие импульсы на коммутатор подаются от бесконтактного датчика Холла, расположенного в распределителе зажигания. На выходном блоке коммутатора установлен транзистор. Базой транзистора управляет датчик Холла, который при вращении вала распределителя вырабатывает сигналы прямоугольной формы.

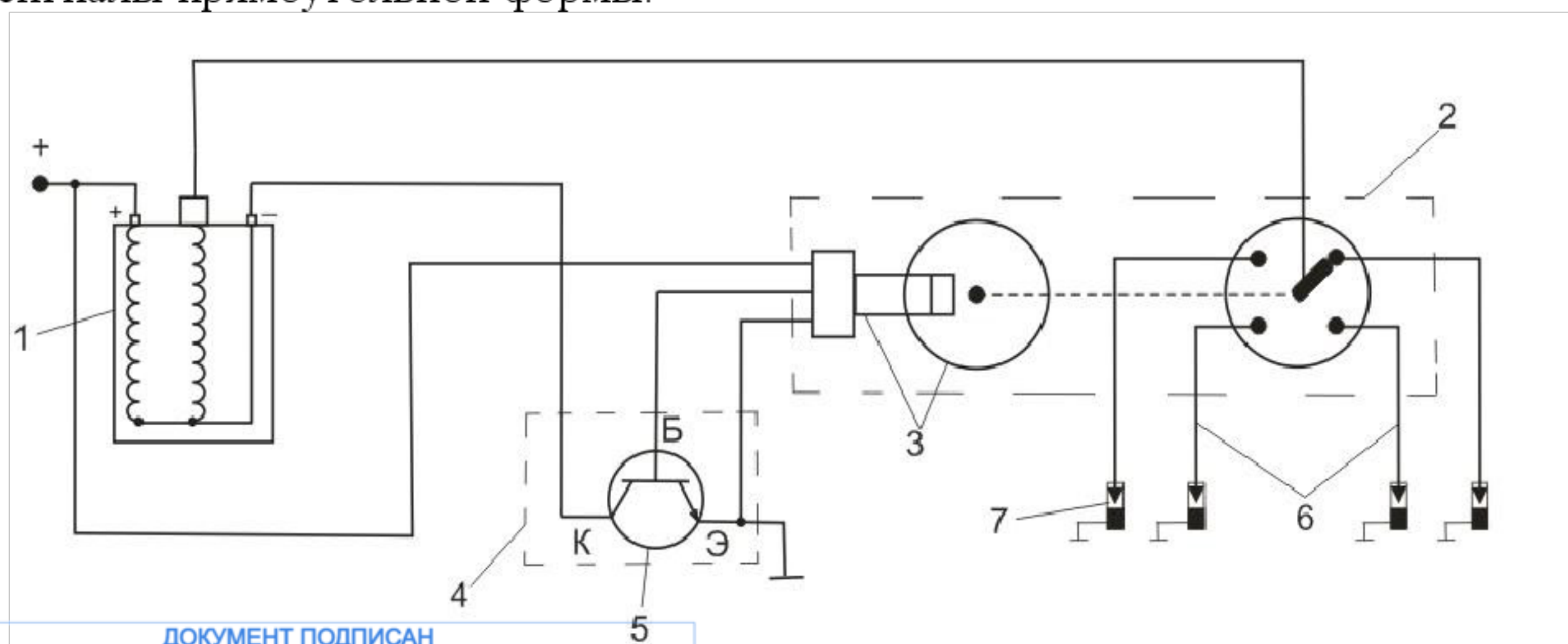


Рис 2.3. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с датчиком Холла: 1 – катушка зажигания; 2 – распределитель

зажигания; 3 – датчик Холла; 4 – коммутатор; 5 – выходной транзистор; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания.

Если амплитуда импульса составляет 9 В, транзистор открывается и замыкает цепь первичной обмотки катушки зажигания на «массу». При этом происходит накопление энергии в катушке зажигания. При падении амплитуды до 0,4 В транзистор закрывается, что приводит к размыканию первичной обмотки катушки зажигания и возникновению искры на свече зажигания.

2.1.2. Транзисторная система зажигания с индукционным датчиком

Индукционный датчик состоит из ротора 1, статора 2, постоянного магнита 3 и обмотки 4 (рис.2.4).

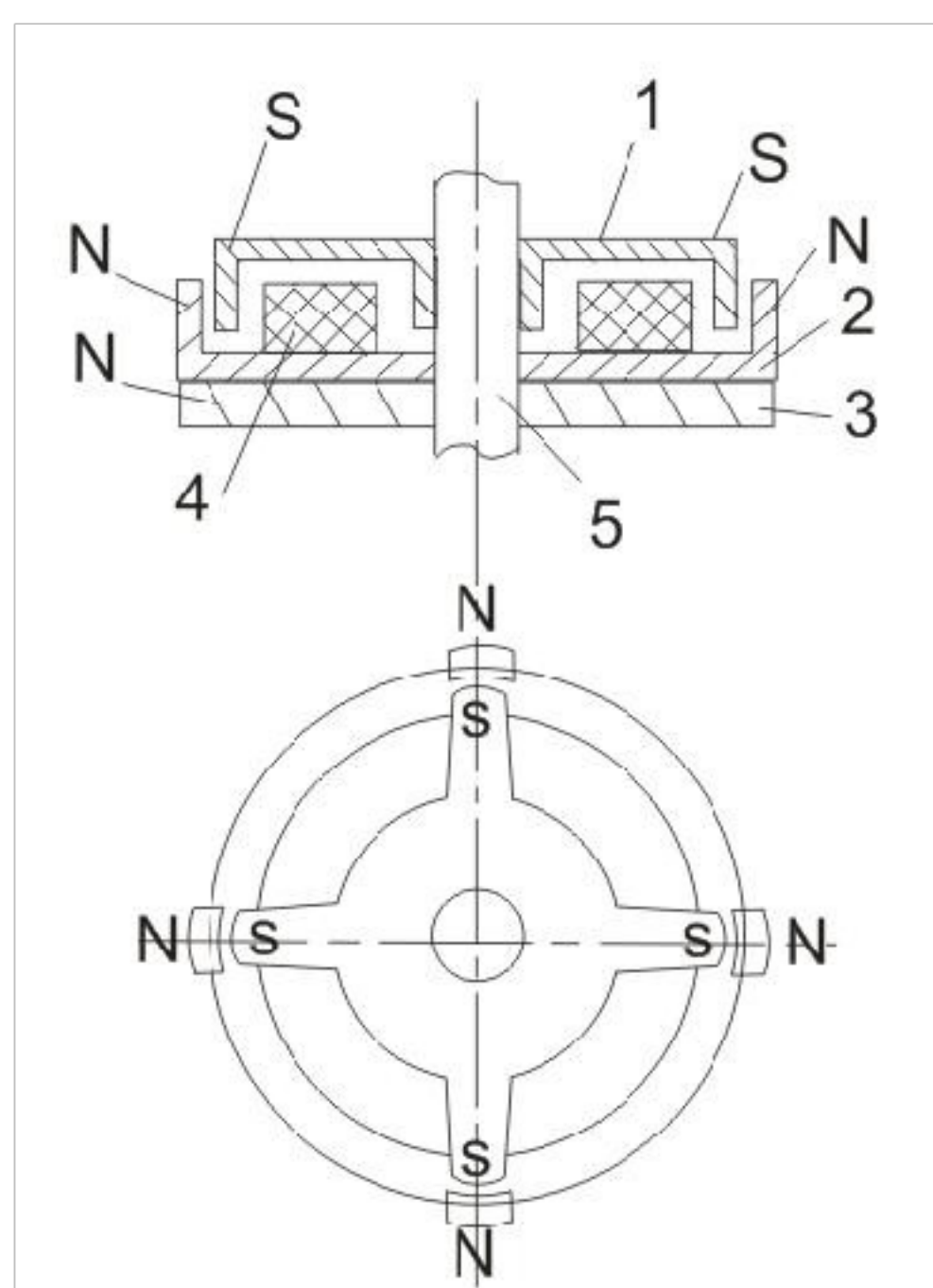


Рис. 2.4 . Схема индукционного датчика: 1 – ротор; 2 – статор; 3 – постоянный магнит; 4 – обмотка статора; 5 – вал распределителя зажигания.

Ротор 1 закреплен на валу распределителя зажигания и вращается вместе с ним. Ротор имеет заостренные загнутые зубья. Их количество соответствует количеству цилиндров двигателя. Статор 2 выполнен из пластины с загнутыми зубьями. К нижней части статора крепится постоянный магнит 3, а к верхней – обмотка 4.

При вращении зубчатого ротора в обмотке датчика индуцируется переменное напряжение (рис.2.5). Когда один из зубьев ротора приближается к зубу статора, магнитный поток резко увеличивается, и индуцируемое в обмотке напряжение достигает максимального значения. Известно, что величина индуцируемого напряжения зависит от скорости изменения магнитного потока, т.е. от первой его производной. При совпадении средних линий зубьев ротора и статора магнитный поток меняет

направление, и производная становится равной нулю. Поэтому напряжение начинает резко изменяться в противоположном направлении.

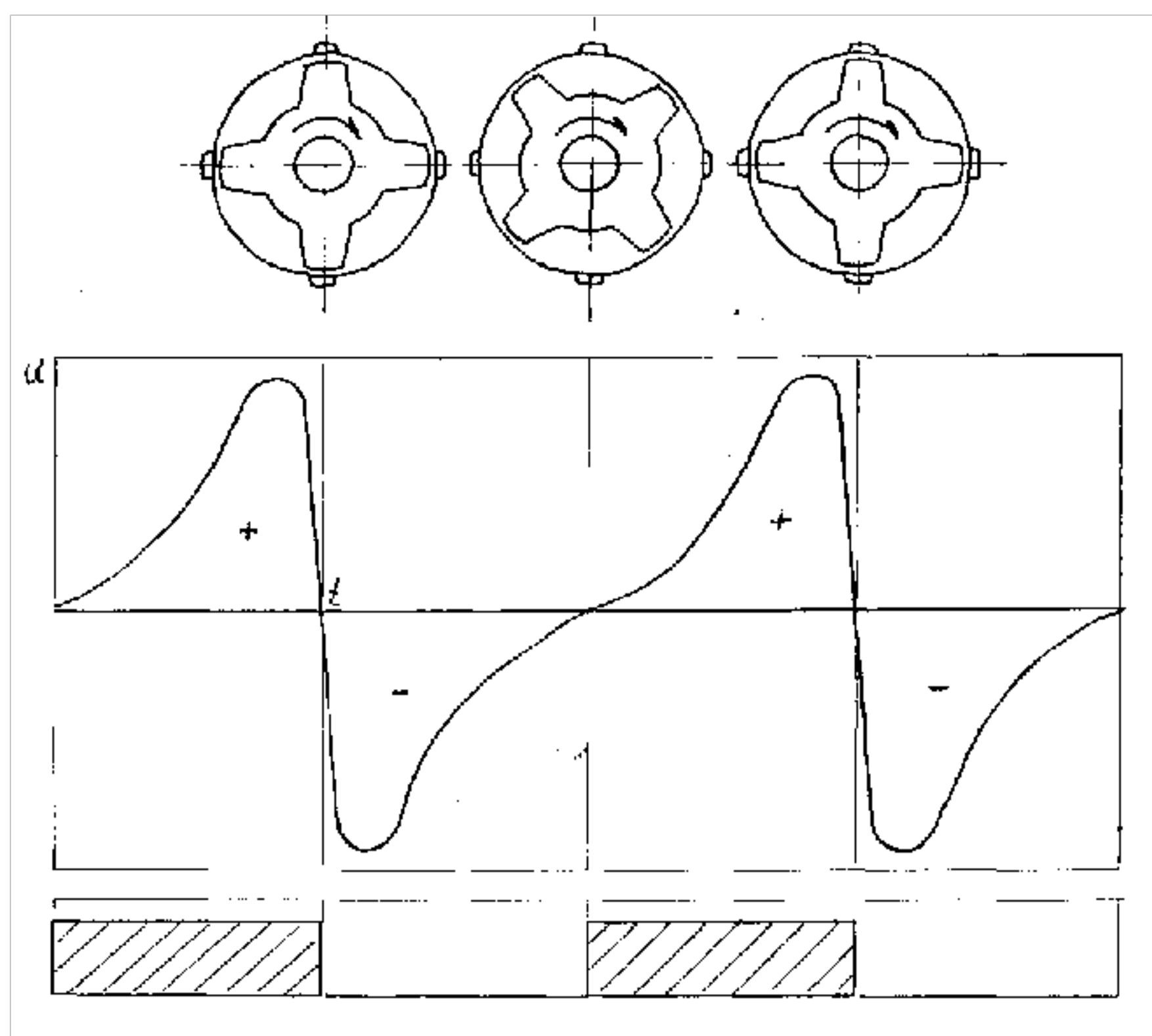


Рис.2.5. Изменение напряжения на обмотках катушки индукционного датчика в зависимости от угла поворота ротора: U – управляющее напряжение; t – момент возникновения искры, I – управляющий ток..

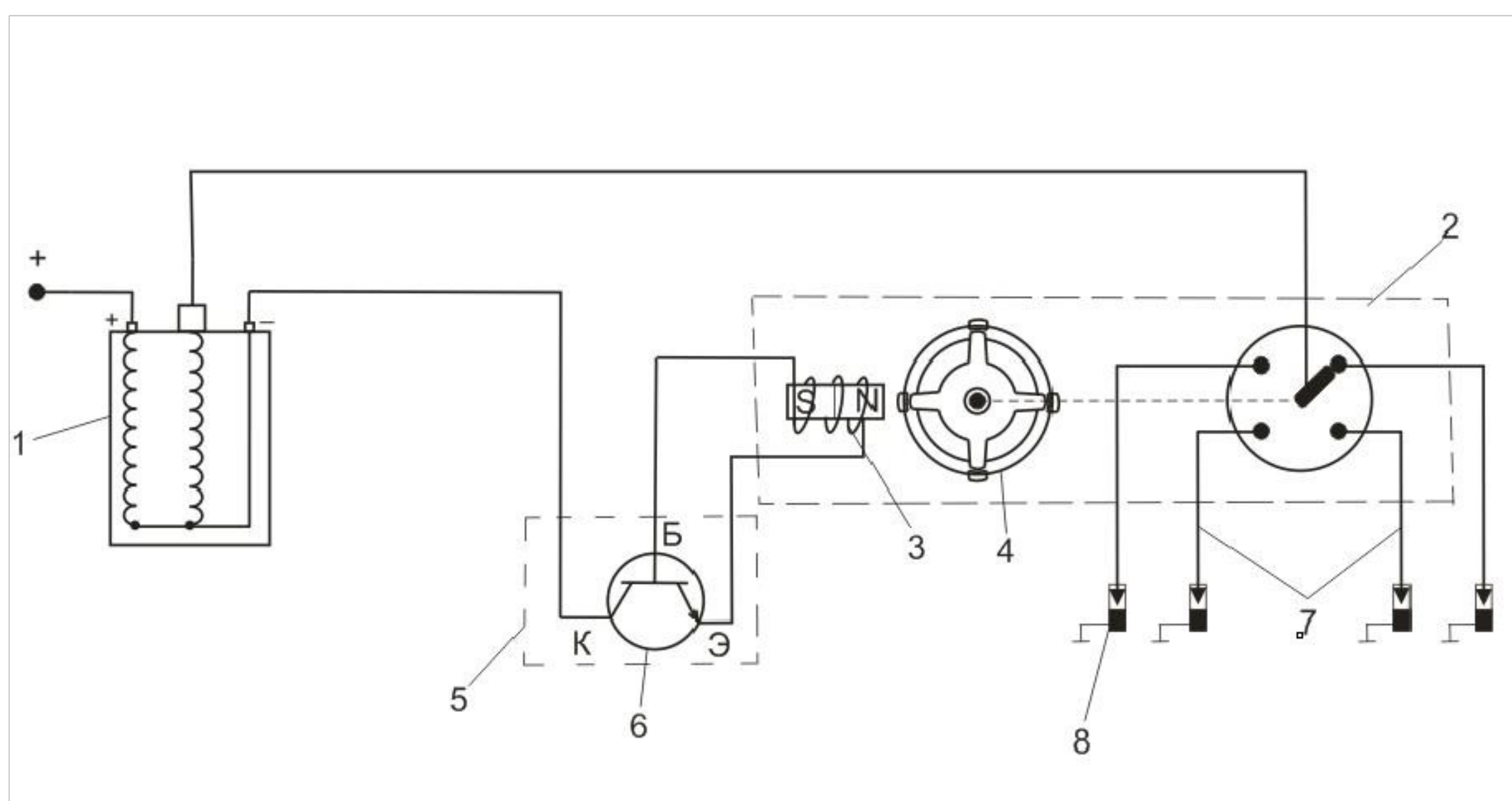


Рис. 2.6. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индуктивным датчиком: 1-катушка зажигания; 2-распределитель зажигания; 3-индукционный датчик; 4-зубчатый ротор; 5-коммутатор; 6-транзистор; 7-высоковольтные провода; 8-свечи зажигания

Сертификат
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индукционным датчиком представлена на рис 2.6. Данная система работает следующим образом. С индукционного датчика на транзистор коммутатора подаются сигналы переменного напряжения. Положительные полупериоды этого напряжения открывают транзистор, и первичная обмотка катушки зажигания замыкается на «массу». При прохождении амплитуды через точку $U=0$, транзистор закрывается, что приводит к размыканию первичной цепи катушки зажигания и возникновению искры.

2.1.3. Функции, выполняемые коммутатором

Коммутатор представляет собой электронный блок, выполняющий следующие функции: управление углом замкнутого состояния контактов (УЗСК); ограничение силы тока первичной цепи; защита выходного транзистора; защита катушки зажигания от перегрева.

Управление углом замкнутого состояния катушки. Шторка распределителя зажигания имеет соотношение лопасть–окно 70:30%, тем самым обеспечивается постоянный УЗСК. Однако на высоких оборотах двигателя время замкнутого состояния может оказаться недостаточным для нарастания тока в первичной обмотке до необходимого уровня (из-за индуктивности катушки), и искра начинает слабеть или вообще пропадать. Поэтому коммутатор обеспечивает возможность изменять УЗСК на катушке путем электронного регулирования ширины импульсов в зависимости от оборотов двигателя. С увеличением оборотов УЗСК должен увеличиваться.

Ограничение силы тока первичной цепи. Чтобы обеспечить малое время накопления и одновременно увеличить значение запасаемой энергии, в транзисторных системах зажигания используются катушки с низким значением сопротивления первичной обмотки (обычное значение $R_n = 0,3 - 0,5 \text{ Ом}$), в этом случае максимальное значение тока в первичной обмотке может достигать значения $I = U/R = 12/0,3 = 40 \text{ А}$. При таком большом токе энергия тратится бесполезно на нагрев катушки, особенно на низких оборотах двигателя.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

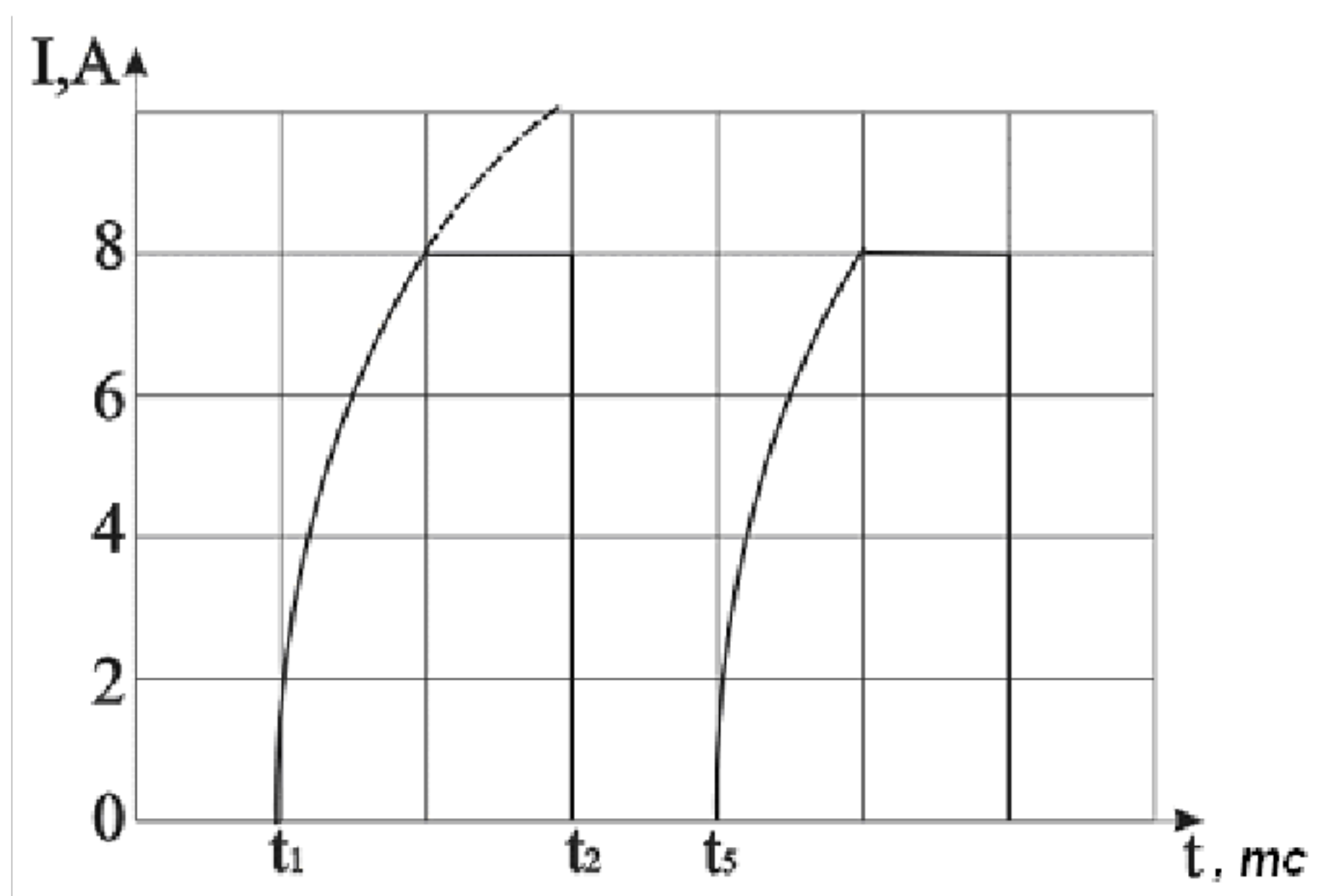


Рис 2.7. Ограничение тока в первичной обмотке катушки зажигания

Поэтому электронный блок коммутатора ограничивает ток на уровне $6 \div 10$ А (рис.2.7), чем обеспечивается постоянство накопленной энергии в магнитном поле первичной обмотки катушки зажигания независимо от скорости вращения коленчатого вала двигателя.

Защита выходного транзистора. Выходной транзистор должен иметь защиту как от перенапряжения, так и от действия напряжений отрицательной полярности. Наиболее распространенным способом защиты является включение стабилитрона VD 1 (рис.2.8).

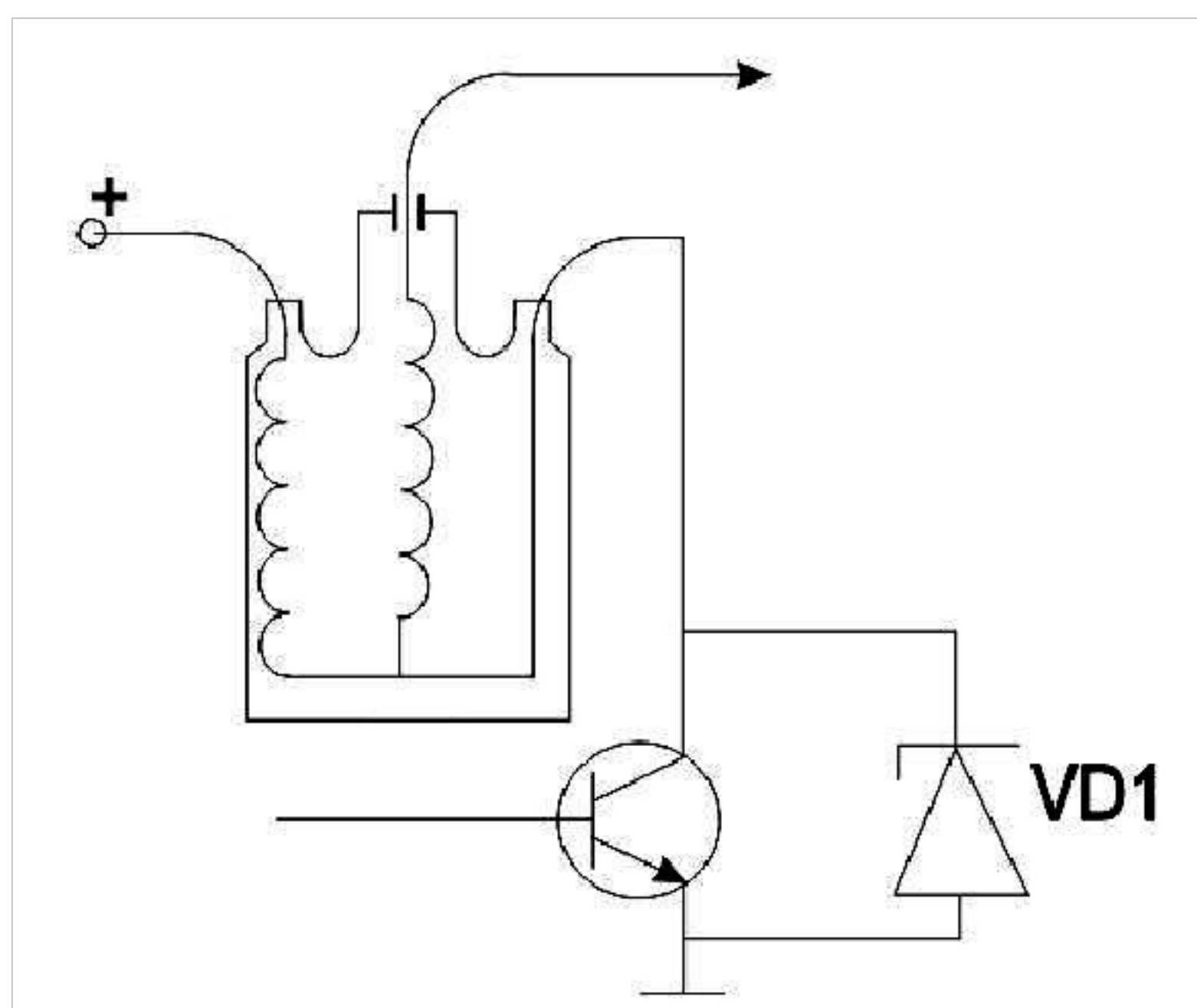


Рис.2.8. Защита выходного транзистора

В этом случае имеет место ограничение амплитуды первичного напряжения на уровне $300 \div 400$ В. При напряжении на стабилитроне ниже некоторого порогового значения он имеет очень высокое сопротивление, так что его цепь можно считать практически разомкнутой. При достижении напряжением порогового значения наступает «пробой», и ток в нем

лавинообразно возрастает, удерживая питающее напряжение практически на неизменном уровне.

Защита катушки зажигания от перегрева. Если двигатель не работает, а ключ зажигания остался включенным, то коммутатор отключит первичную обмотку катушки зажигания от «массы», и тем самым предотвращается перегрев катушки.

Для проверки этой функции между клеммой «плюс» катушки зажигания и «массой» автомобиля подключают контрольную лампу на 12В. При включении замка зажигания лампочка будет гореть тускло, а через 1-2с загорится ярко. Это означает, что коммутатор отключил первичную обмотку катушки от «массы».

2.1.4. Проверка исправности датчика Холла, индукционного датчика и коммутатора

Датчик Холла. При отсутствии искры на центральном проводе катушки зажигания проверяют наличие питания на датчике Холла. Если питание есть, то центральный провод катушки зажигания подсоединяют к разряднику и на короткое время замыкают управляющий провод датчика на «массу» через лампочку 12В (3Вт). Если искра проскакивает, то катушка и коммутатор исправны, и под подозрение попадает датчик Холла. Наличие сигнала с датчика Холла можно проверить путем подсоединения между управляющим проводом и «массой» вольтметра или прибора для измерения УЗСК. При вращении двигателя стартером с исправного датчика будет выходить импульсный сигнал. При использовании вольтметра последний покажет среднее напряжение 7 – 8В, а измеритель УЗСК примерно 30 – 32°.

Причиной пропусков зажигания на работающем двигателе может быть искажение формы сигнала, вырабатываемого датчиком Холла, например, из-за:

- попадания в процессе эксплуатации металлической пыли в зазоры датчика Холла;

- биения вала распределителя в результате износа втулок распределителя;

- неисправности в самом датчике или его микросхеме.

Форма сигнала контролируется с помощью осциллографа. Форма импульсного сигнала должна соответствовать форме, изображенной на рис 2.2.

Индукционный датчик. Для проверки необходимо снять разъем с датчика, измерить его сопротивление и сравнить с технической характеристикой для данного двигателя. Сопротивление датчиков колеблется в пределах от 200 до 1500 Ом. При вращении вала распределителя напряжение на датчике в стартерном режиме должно быть примерно 1В, а при 3000 об/мин – 40В.

Искажение формы сигнала датчика проверяется с помощью осциллографа, подсоединенного между управляющим проводом и массой.

Обратная полярность подсоединения индукционного датчика приведет к неравномерной работе двигателя из-за очень раннего зажигания.

Коммутатор. Одним из признаков неисправности коммутатора является наличие низкого напряжения на клеммах «+» катушки зажигания при включенном замке зажигания. Причиной может быть пробой прокладки выходного транзистора или пробой в эмиттер – коллекторном переходе транзистора. Проверить переход эмиттер-коллектор можно не разбирая коммутатор. Эмиттер обычно связан с «массой» корпуса коммутатора или имеет отдельный вывод, а коллектор связан с управляющим проводом катушки зажигания и имеет отдельный вывод на коммутаторе. Сопротивление эмиттер-коллекторного перехода должно быть высоким независимо от полярности подключения мультиметра. По переходу эмиттер-коллектор течет большой ток, поэтому токопроводящие пути (дорожки) к ним должны быть более широкие.

Остальные переходы можно проверить только после разборки коммутатора и распайки выводов транзистора.

Для этого тестер в режиме омметра поочередно подключают к базе и коллектору, к базе и эмиттеру (рис. 2.9).

Если тестер показывает различное сопротивление одних и тех же переходов при замене мест проводов тестера (30–50 Ом и 0,5–2,0 мОм), то транзистор исправен. Если же сопротивление переходов существенно отличается от указанных значений, то транзистор считается неисправным. Сопротивление эмиттер-коллекторного перехода должно иметь высокое значение независимо от полярности. Если транзистор исправен, то неисправностью коммутатора является выход из строя других элементов печатной платы. Определяется неисправный элемент обычно по внешнему виду. Если никаких явных признаков нет, то в начале с помощью тестера проверяются стабилитрон и диоды (с выпаиванием выводов), а затем и остальные элементы.

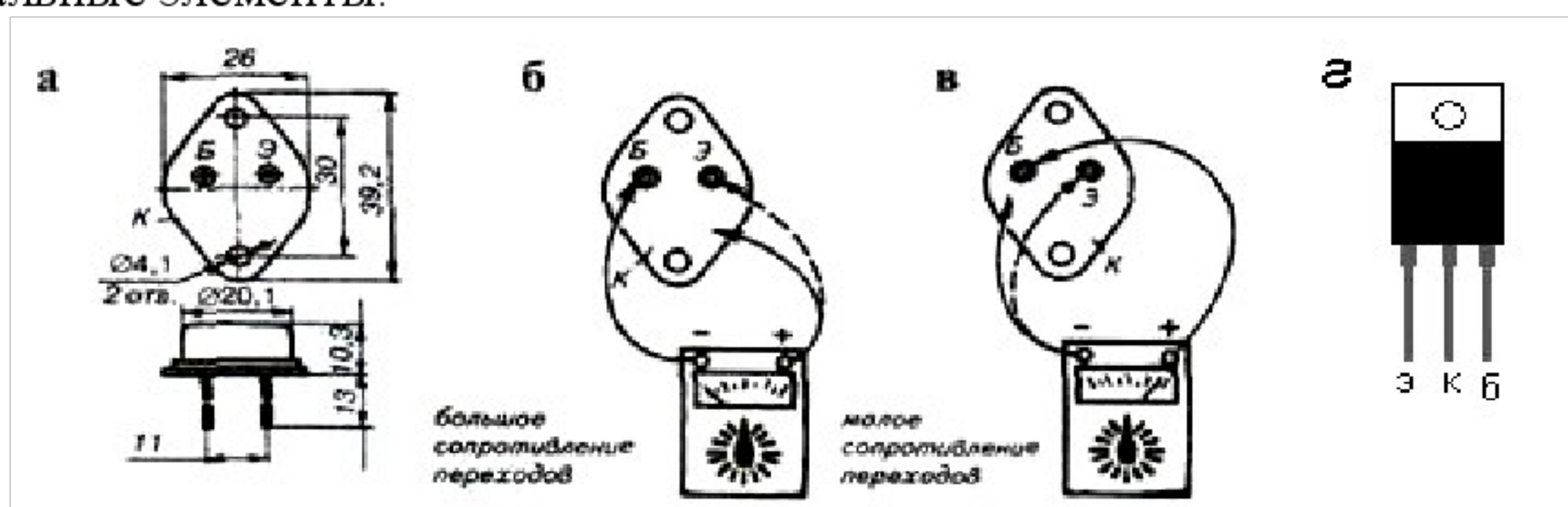


Рис 2.9. Проверка исправности транзистора: а - расположение транзистора; б - проверка переходов транзистора в прямом направлении; в - проверка переходов транзистора в обратном направлении; К-коллектор; Б - база; Э - эмиттер.

блок коммутатора, ответственный за изменение УЗСК в зависимости от оборотов двигателя.

Для измерения УЗСК прибор подсоединяют к клемме «–» катушки зажигания и «массе» автомобиля. С увеличением частоты коленчатого вала двигателя УЗСК должен увеличиваться (табл.2.1).

Таблица 2.1.

Зависимость УЗСК от частоты вращения коленчатого вала двигателя

п, об/мин	700	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	5000
УЗСК, град.	10	13	17	22	25	30	34	40	50

2.1.5. Управление экономайзером принудительного холостого хода

Экономайзер принудительного холостого хода (ЭПХХ) предназначен для экономии топлива в режиме торможения двигателем, для уменьшения выброса токсичных веществ в атмосферу с отработавшими газами и меньшего износа тормозной системы.

Режим принудительного холостого хода или иначе режим торможения двигателем наступает, когда дроссельная заслонка карбюратора закрыта и обороты коленчатого вала превышают 2000 об/мин.

При выполнении этих двух условий электронный блок отключает питание электромагнитного клапана карбюратора, который закрывает жиклер холостого хода, и подача топлива прекращается. Чтобы двигатель не заглох, подача топлива возобновляется при снижении оборотов до 1900 об/мин.

Электрическая схема системы представлена на рис.2.10. Сигналы о частоте вращения коленчатого вала и положении дроссельной заслонки электронный блок получает от управляющего провода катушки зажигания и конечного выключателя, установленного на рычаге дроссельной заслонки.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

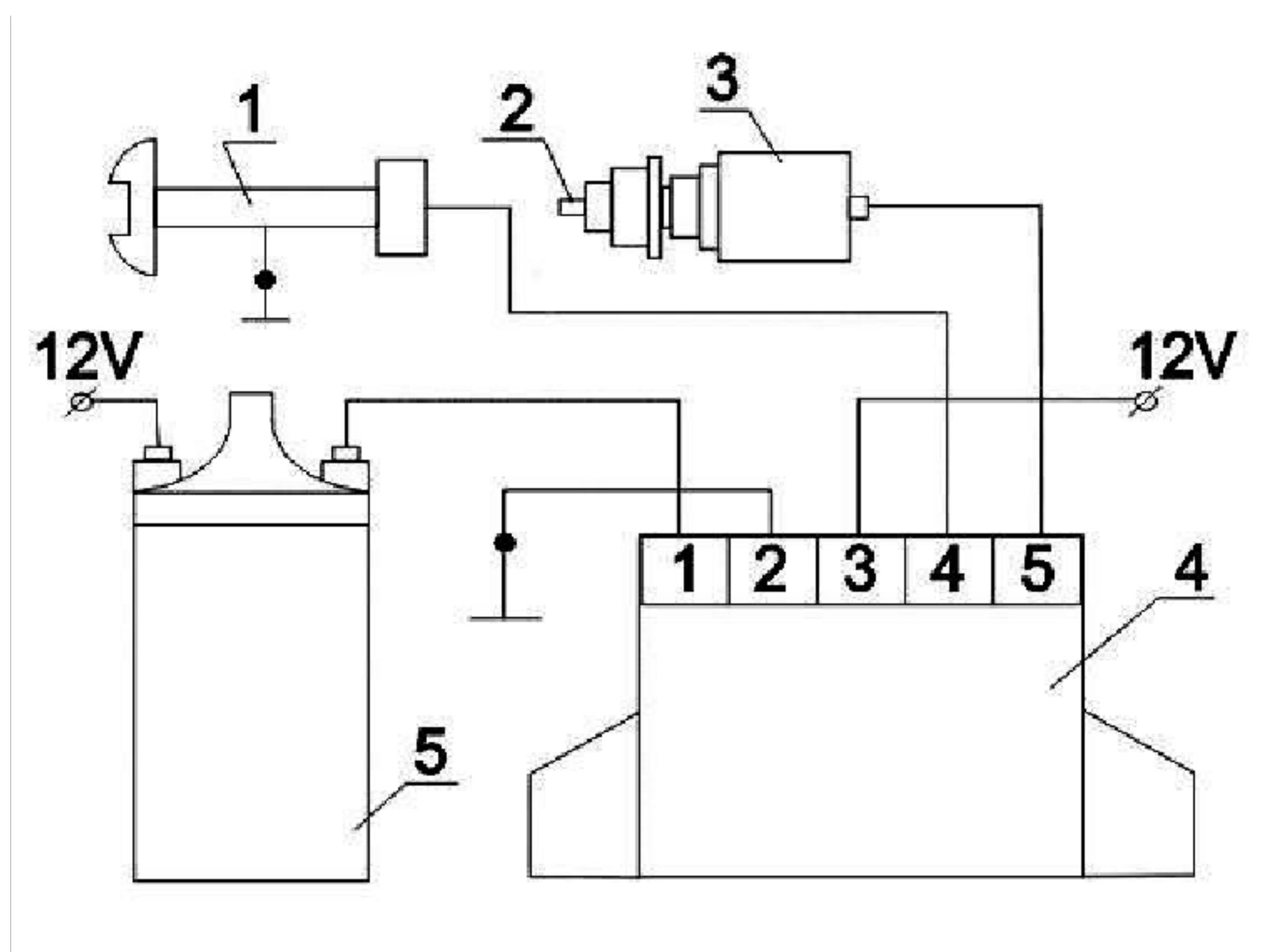


Рис. 2.10. Схема управления электромагнитным клапаном карбюратора: 1 – конечный выключатель дроссельной заслонки; 2 – шток электромагнитного клапана ЭПХХ; 3 – электромагнитный клапан; 4 – электронный блок управления ЭПХХ; 5 – катушка зажигания

Для проверки работы системы необходимо подсоединить вольтметр к электромагнитному клапану и, открывая дроссельную заслонку, довести обороты двигателя до более 2000 об/мин. Затем провод, подходящий к конечному выключателю, замкнуть на «массу», имитируя закрытие дроссельной заслонки. При этом электромагнитный клапан отключит подачу, а вольтметр покажет отсутствие напряжения. При уменьшении оборотов до 1900 об/мин электромагнитный клапан окажется под напряжением и включит подачу топлива.

2.2. Общие сведения о микропроцессорной системе зажигания.

2.2.1. Блок – схема микропроцессорной системы зажигания и функции, выполняемые электронным блоком управления

Микропроцессорная система зажигания состоит из датчиков, электронного блока управления (ЭБУ), катушек зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания (рис. 9.1). ЭБУ выполняет две функции: управление искрообразованием на свечах зажигания и управление электромагнитным клапаном (ЭМК) системы экономайзера принудительного холостого хода (ЭПХХ) карбюратора.

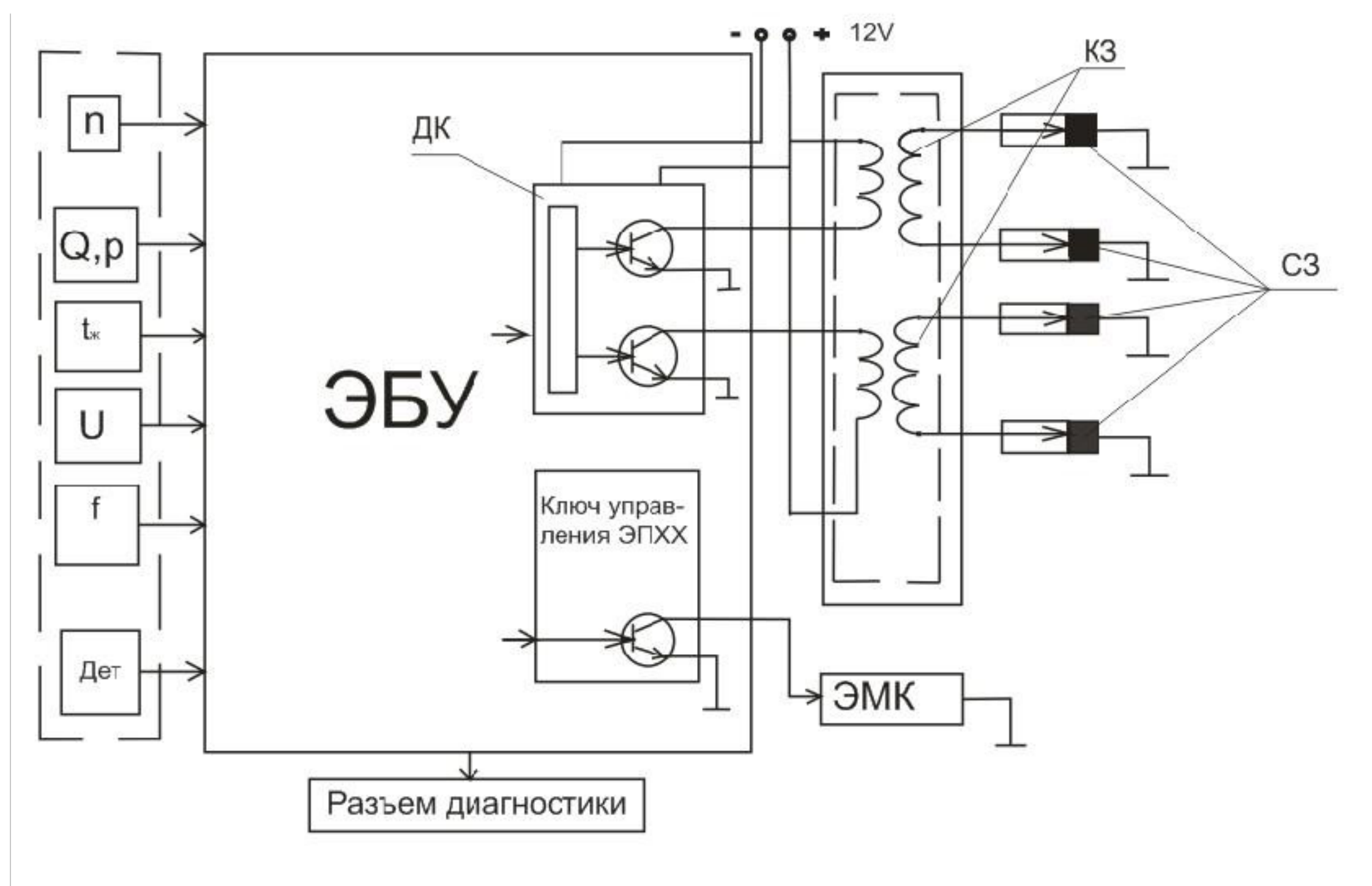


Рис 9.1. Блок-схема микропроцессорной системы зажигания: n – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; Q, P – датчик нагрузки на двигатель; t_ж – датчик температуры охлаждающей жидкости; U – сигнал напряжения аккумулятора; Дет – датчик детонации; f – конечный выключатель дроссельной заслонки; ЭБУ – электронный блок управления; ДК – двухканальный коммутатор; КЗ - катушки зажигания; СЗ – свечи зажигания; ЭМК – электромагнитный клапан системы ЭПХХ карбюратора.

Угол опережения зажигания рассчитывается блоком управления на основе информации от датчиков частоты вращения и положения коленчатого вала n, нагрузки на двигатель P,Q, температуры охлаждающей жидкости t, детонации Дет, учитывается также величина напряжения аккумуляторной батареи U. Если напряжение аккумулятора отличается от эталонного, то в момент включения катушки угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) сдвигается вперед или назад для достижения постоянной мощности разряда.

ЭБУ управляет ЭМК системы ЭПХХ карбюратора в зависимости от частоты вращения коленчатого и от положения конечного выключателя дроссельной заслонки. При закрытой заслонке (конечный выключатель замкнут на массу) ЭБУ отключает ЭМК при частоте вращения коленчатого вала, превышающей 1750 об/мин, и снова включает ЭМК при снижении ее до 1650 об/мин. Если дроссельная заслонка карбюратора приоткрыта (конечный выключатель не замкнут с массой), то клапан не открывается.

2.2.2 Алгоритм вычисления угла опережения зажигания УОЗ в микропроцессорной системе зажигания

Известно, что угол опережения зажигания в значительной степени зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки на двигатель

Нагрузка на двигатель определяется помощью датчика абсолютного давления во всасывающем коллекторе или датчика расхода воздуха.

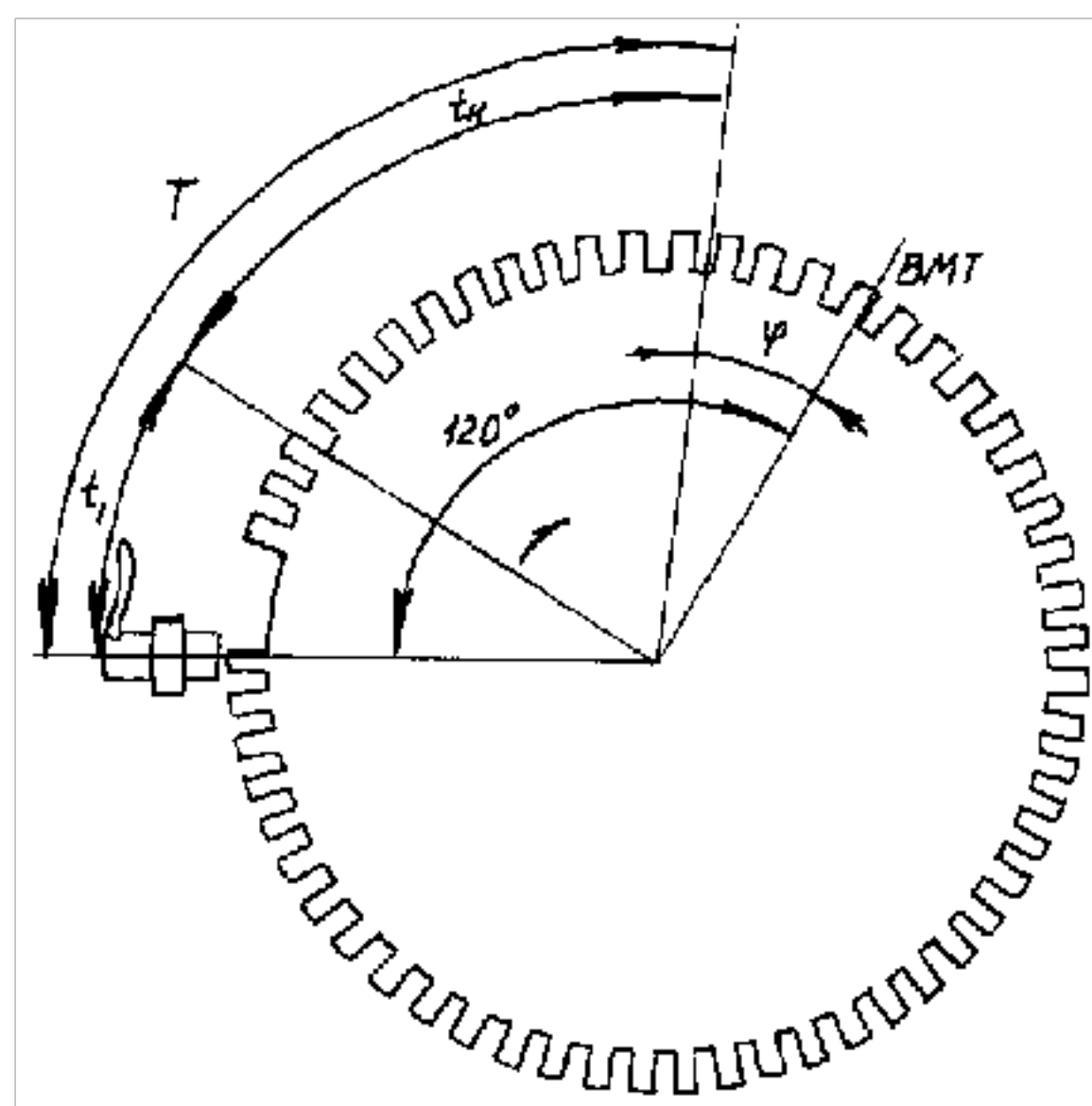


Рис.9.2. Схема маркерного диска

При создании нового двигателя разработчики проводят его испытание в полном диапазоне скоростей и нагрузок. Для каждого сочетания скорости и нагрузки и при фиксированной температуре охлаждающей жидкости (прогретый двигатель) определяют оптимальное значение угла опережения зажигания (рис. 9.3). Полученные данные в виде матрицы записываются в ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) электронного блока управления (ЭБУ).

Разряжение Р, кПа					
-70	14,5	26,0	29,5	35,5	41,0
-60	14,0	25,5	29,5	35,0	43,0
-40	14,5	26,0	30,5	35,5	40,5
-20	14,5	23,5	30,5	31,5	36,5
-10	14,5	19	25,5	26,5	31,5
0	14,5	16,5	20,5	23,0	27,5
Обороты коленчатого вала об/мин	280	840	1200	1480	1840

Сертификат
Владелец: К

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис 9.3. Базовая матрица

После получения информации о частоте вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель блок управления выбирает из матрицы, записанной в ПЗУ, необходимый в данный момент угол опережения зажигания. Затем выбранное значение корректируется в зависимости от температуры охлаждающей жидкости и температуры воздуха путем умножения базового значения УОЗ на коэффициент коррекции по температуре охлаждающей жидкости. Коэффициент коррекции по температуре также записан в одной из матриц ПЗУ.

Вычислив УОЗ и зная частоту вращения КВ, микропроцессор производит пересчет этого угла за время T , которое пройдет от момента прохождения пропущенных зубьев мимо датчика до момента образования искры, обеспечивающее необходимый УОЗ (рис.9.4).

Стабилизация тока разрыва на заданном уровне ($6,5 \div 8,5$ А) осуществляется микропроцессором за счет поддержания оптимального времени протекания тока по первичной обмотке катушки зажигания на основании информации, хранящейся в ПЗУ.

Время t до момента замыкания на «массу» первичной обмотки катушки зажигания определяется микропроцессором, как $t = T - t_n$, где t_n – время накопления энергии в катушке зажигания.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

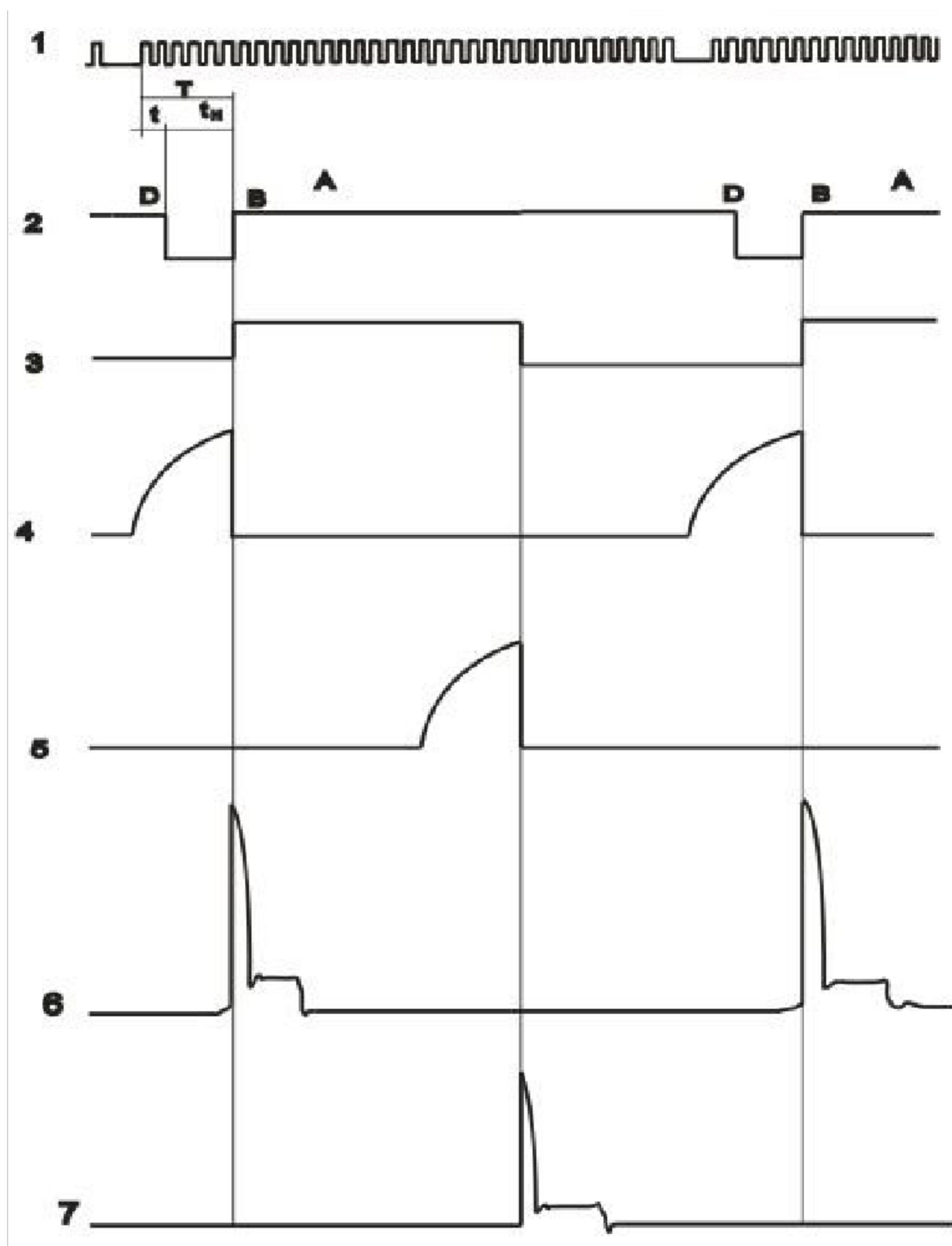


Рис. 9.4. Осциллограммы импульсов напряжений и токов: 1 – импульсы сигналов датчика частоты вращения и положения КВ; 2 - импульсные сигналы на момент подачи искры; 3 – импульсные сигналы выбора канала (выбора катушки зажигания); 4 – импульсы тока на выходе 1-го канала; 5 - импульсы тока на выходе 2-го канала; 6 – импульсы напряжения во вторичной обмотке 1-ой катушки зажигания; 7 - импульсы напряжения во вторичной обмотке 2-ой катушки зажигания; А – ВМТ поршней 1-го и 4-го цилиндров; В – момент зажигания в 1-ом и 4-ом цилиндрах; С – момент зажигания во 2-ом и 3-ем цилиндрах; D – момент замыкания первичной обмотки катушки зажигания на «массу»; Т – время от начала прохода пропущенных зубьев на маркерном диске до момента образования искры; t_n – время накопления энергии в катушке зажигания; F – угол опережения зажигания.

Сертификат
Владелец: Шебажова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Определив время t и T , микропроцессор вырабатывает управляющие импульсы сигналов (осциллограммы 3 на рис.9.4) замыкания первичной

обмотки катушки зажигания на «массу» (точка Д) и сигнала момента образования искры (точка В), а также сигнала выбора канала (осциллограмма 4), которые посылаются в двухканальный коммутатор. Последний управляет двумя катушками зажигания. Длительность импульса выбора канала определяется поворотом коленчатого вала на 180 град. После прохождения пропущенных зубьев мимо датчика частоты вращения и положения КВ искра одновременно подается в 1-ый и 4-ый цилиндры одной из катушек зажигания, и через 180 град. поворота КВ вторая катушка подает искру во 2-ой и 3-ий цилиндры. Далее процесс повторяется.

2.2.3 Распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»

Данный способ распределения высоковольтной энергии одновременно к двум свечам зажигания называют методом «WasteSpark», т.е. – «холостая искра» (рис.4. 5).

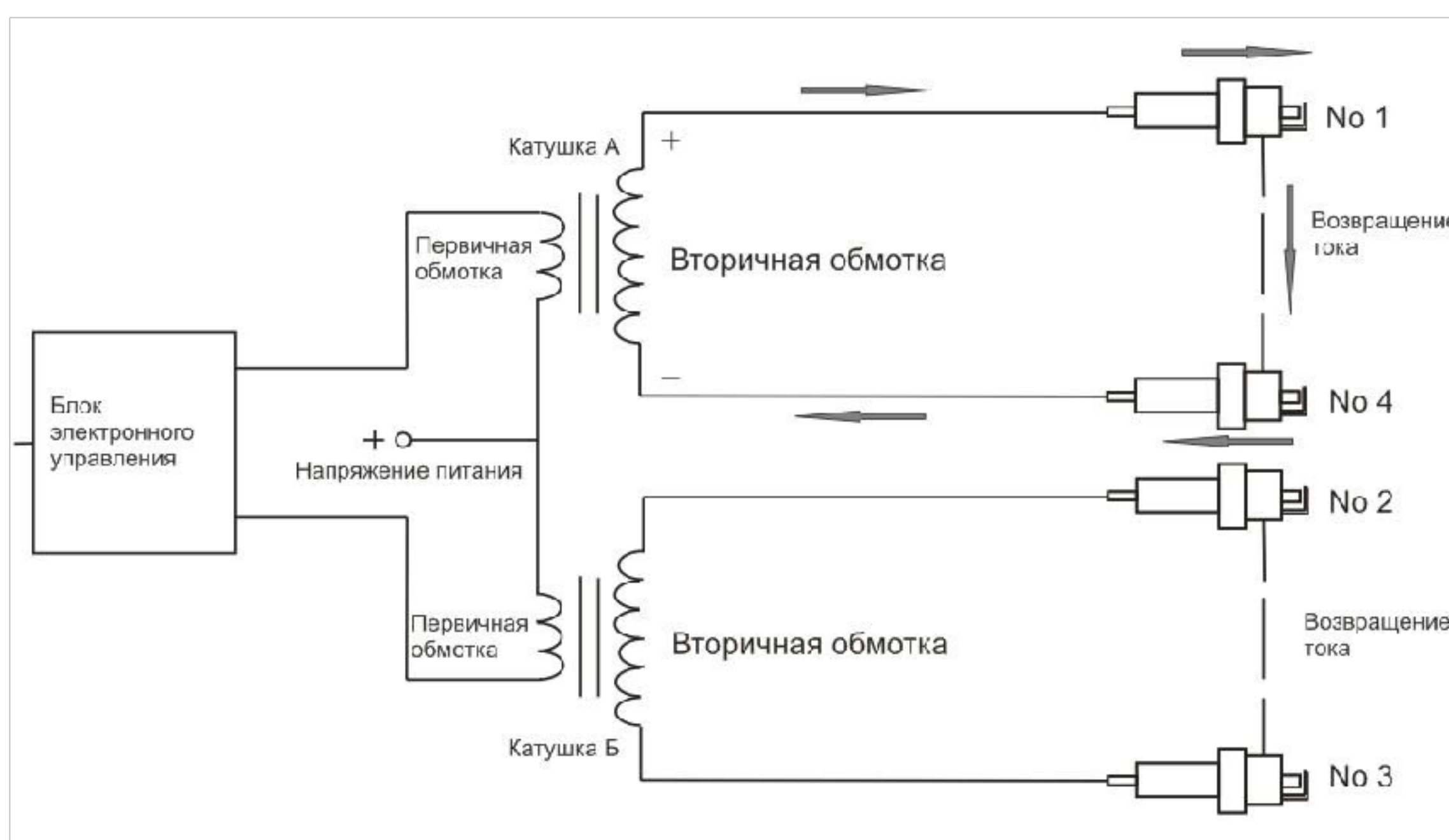


Рис 9.5. Распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»

Когда вторичная обмотка получает сигнал на разряд, искры происходят сразу в двух цилиндрах. Разряд одной свечи происходит в цилиндре, где заканчивается такт сжатия, а второй свечи – в цилиндре, где заканчивается такт выпуска. Первая свеча поджигает рабочую смесь, а вторая искра тратится вхолостую. Направление искры будет правильным только в одной свече, а в другой – неправильным, так как направление тока будет обратным. Центральный электрод должен быть положительным, а периферийный – отрицательным. Напряжение вторичной обмотки составляет 37кВ, что

вполне достаточно для поддержания разряда в двух свечах одновременно. Из-за наличия «холостой искры» свечи изнашиваются быстрее, и поэтому их приходится заменять каждые 20 тыс. км пробега. Первичная обмотка катушки зажигания имеет сопротивление $0,5 \div 0,05$ Ом, а вторичная – от 11 до 16 кОм.

2.2.4. Факторы, влияющие на возникновение детонации

После возникновения искры фронт пламени распространяется от свечи зажигания к отдельным зонам камеры сгорания со скоростью примерно 50 – 70 м/с. При определенных условиях (низкое октановое число топлива, очень ранний УОЗ, высокая степень сжатия, бедная топливная смесь и др.) может произойти самовоспламенение смеси еще до прихода фронта пламени в зоны, отдаленные от очага воспламенения. Это вызывает ударную волну, которая, встречая на своем пути подготовленное к воспламенению топливо, сжимает его. От сжатия топливо тут же вспыхивает, увеличивая скорость распространения пламени до сверхзвуковых скоростей (800–1200 м/с).

Детонацию иногда называют быстрым горением. Когда волна детонации взаимодействует со стенками камеры сгорания, цилиндра, поршня, слышен металлический звук высокого тона.

Из-за нарушения нормального процесса сгорания топлива энергия топлива используется не более чем наполовину. Это приводит к перегреву и потере мощности двигателя, увеличению расхода топлива, а детали поршневой группы подвергаются недопустимым механическим воздействиям (прогоранию и повреждению перегородок поршней и т.п.).

Вероятность появления детонации зависит от следующих факторов.

1. Октановое число топлива.

Топливо с более низким октановым числом способно самовоспламеняться при более низких температурах и, следовательно, более склонно к появлению детонации. Моторное масло, которое может попадать в камеру сгорания, например, через поврежденные сальники клапанов, будет уменьшать октановое число топлива, что может привести к детонации.

2. Степень сжатия.

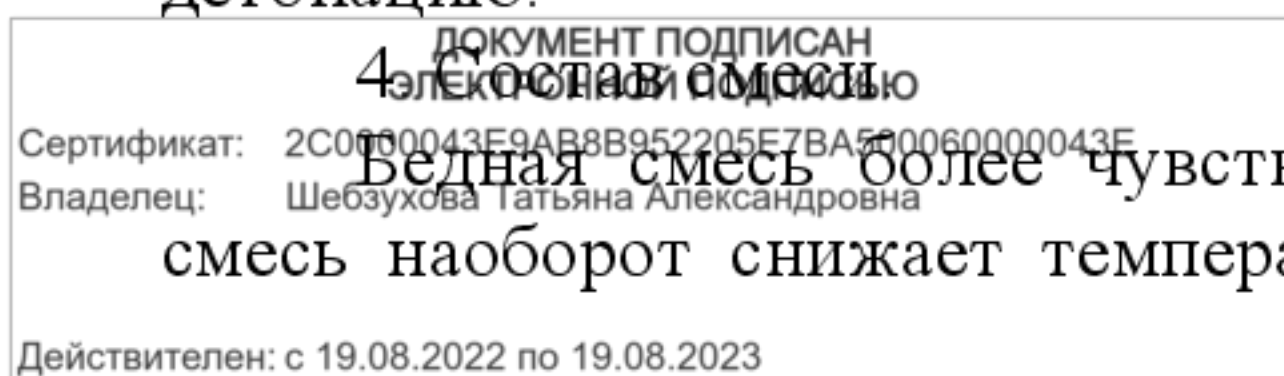
При высокой степени сжатия скорость распространения пламени возрастает в связи с увеличением давления смеси в камере сгорания, и вероятность появления детонации возрастает. После фрезерования головки блока степень сжатия может повыситься выше допустимых значений.

3. Установка момента зажигания.

Если смесь поджечь намного раньше установленной нормы, то давление в цилиндре достигнет критического (максимального) значения еще до прихода поршня в ВМТ, и смесь практически взорвется, вызывая детонацию.

4. Состав смеси.

Бедная смесь более чувствительна к появлению детонации. Богатая смесь наоборот снижает температуру сгорания топлива, и, следовательно,



5. Наличие остаточных выхлопных газов.

На некоторых двигателях (ALFA-ROMEO, TOYOTA, NISSAN) вместо одной свечи устанавливают две на один цилиндр. Такая конструкция является достаточно эффективной для уменьшения склонности двигателя к детонации при повышении степени сжатия за счет сокращения длины пути фронта пламени по камере сгорания.

Снижает вероятность возникновения детонации более низкая температура поверхностей камеры сгорания и днища поршня. Снижают температуру камеры сгорания за счет снижения температуры охлаждающей жидкости с 90 – 950С до 50 – 550С.

На детонационное сгорание топлива оказывают влияние много факторов. Однако, только изменяя УОЗ, электронный блок управления способен поддерживать процесс горения топлива на грани детонации, удерживая максимально возможный УОЗ для данного режима работы и обеспечивая тем самым хорошие ездовые качества и низкий расход топлива. Величина угла опережения зажигания, рассчитанного блоком управления с использованием базовой «матрицы», непрерывно корректируется по сигналам датчика детонации.

Сигнал с датчика детонации вместе с сигналом с датчика положения частоты вращения и положения коленчатого вала подаются на ЭБУ, который на основе этих данных определяет в каком цилиндре происходит детонация. Предварительно компьютер определяет средний уровень вибрации для каждого цилиндра. Если сигнал детонации от какого-либо цилиндра превзойдет пороговый уровень вибрации этого цилиндра, компьютер уменьшает опережение в этом конкретном цилиндре на 1,5 – 2град.

Если сигнал детонации продолжает поступать, то блок управления уменьшает УОЗ еще на один шаг. После прекращения детонации в течение нескольких десятков тактов начинается постепенный возврат значений угла опережения зажигания к значениям, записанным в базовой «матрице». Причем возврат происходит уже с небольшими приращениями ($0,2 \div 0,30$). ЭБУ не контролирует работу датчиков детонации до тех пор, пока двигатель не прогреется до рабочей температуры.

Если с помощью датчика детонации не удастся прекратить детонацию в цилиндрах двигателя, то количество впрыскиваемого топлива увеличивается за счет этого снижается температура сгорания. Перед переключением передачи автоматическая коробка передач посылает на ЭБУ запрос на управление крутящим моментом, на что ЭБУ реагирует

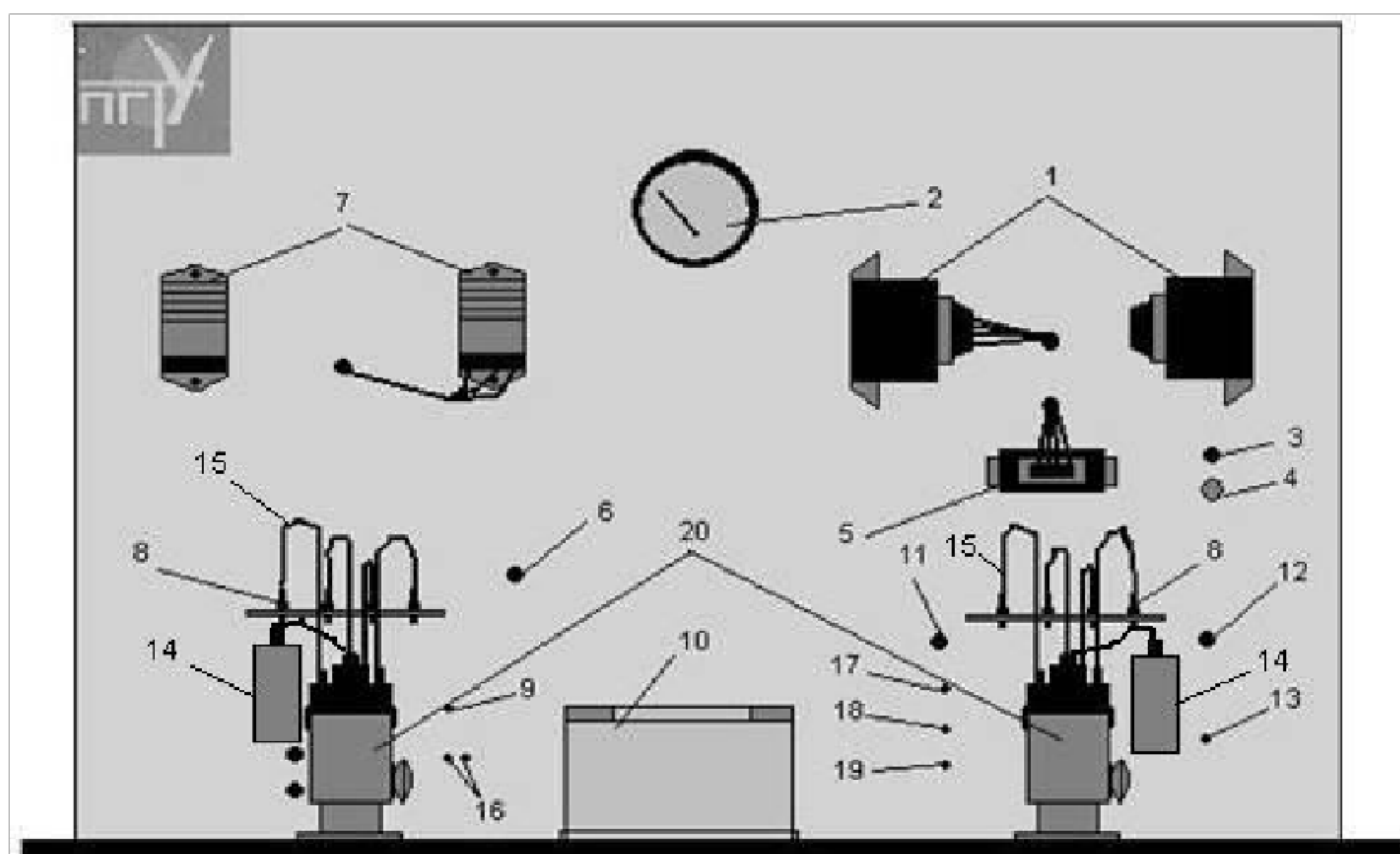
В цилиндрах двигателя, то
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
увеличивается за счет этого
Сертификат: L10B000049E522837BA0A000000000
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
переключением передачи автомат
запрос на управление крутящ
Действителен с 19.08.2022 по 19.08.2023

кратковременным уменьшением угла опережения зажигания. ЭБУ также посылает сигнал подтверждения на блок управления коробкой передач, который в свою очередь обеспечивает переключение передачи.

3.Оборудование и материалы

3.1. Лабораторная установка и контрольно-измерительные приборы.

Для проведения экспериментальных исследований транзисторной системы зажигания на кафедре «Сервис автомобильного транспорта и транспортного оборудования » Пятигорского государственного технологического университета разработана лабораторная установка, схема и общий вид которой представлены на рис. 2.11, а электрические схемы – на рис. 2.12 и 2.13.



а)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



б)

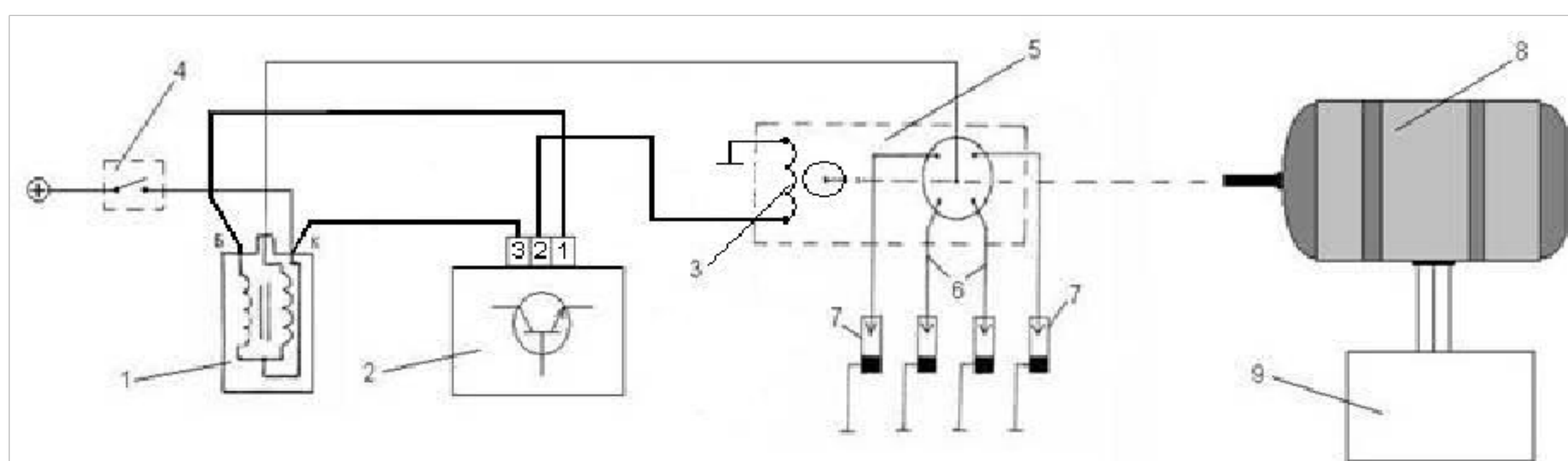
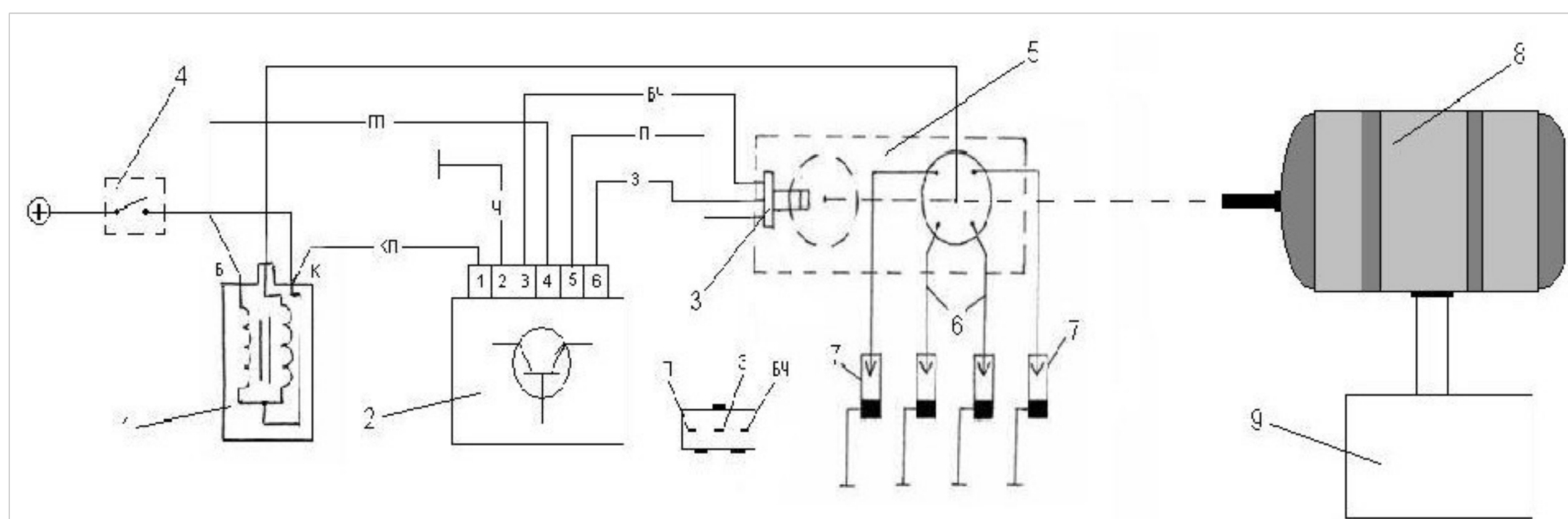
Рис. 2.11. Лабораторная установка для диагностирования и регулировок транзисторных систем зажигания: а – схема; б – общий вид; 1 – коммутатор установки с датчиком Холла; 2 – тахометр; 3 – индикатор включения привода распределителя зажигания; 4 – электромагнитный клапан; 5 – блок управления ЭПХХ; 6 - индикатор включения привода распределителя зажигания; 7 – коммутаторы установки с индуктивным датчиком; 8 – свечи зажигания; 9 – выключатель зажигания на установке с индуктивным датчиком; 10 – аккумуляторная батарея; 11 – индикатор включения регулятора ЭМК; 12 – индикатор включения зажигания; 13 – выключатель зажигания на установке с датчиком Холла; 14 – катушка зажигания; 15 – высоковольтные провода; 16 – выключатель привода установки с индуктивным датчиком; 17 – выключатель концевого дроссельной заслонки; 18 – регулятор частоты вращения привода установки с датчиком Холла; 19 – выключатель привода установки с датчиком Холла; 20 – распределитель зажигания.

Установка (рис. 2.11) включает в себя две разновидности транзисторных систем зажигания: с датчиком Холла и с индукционным датчиком.

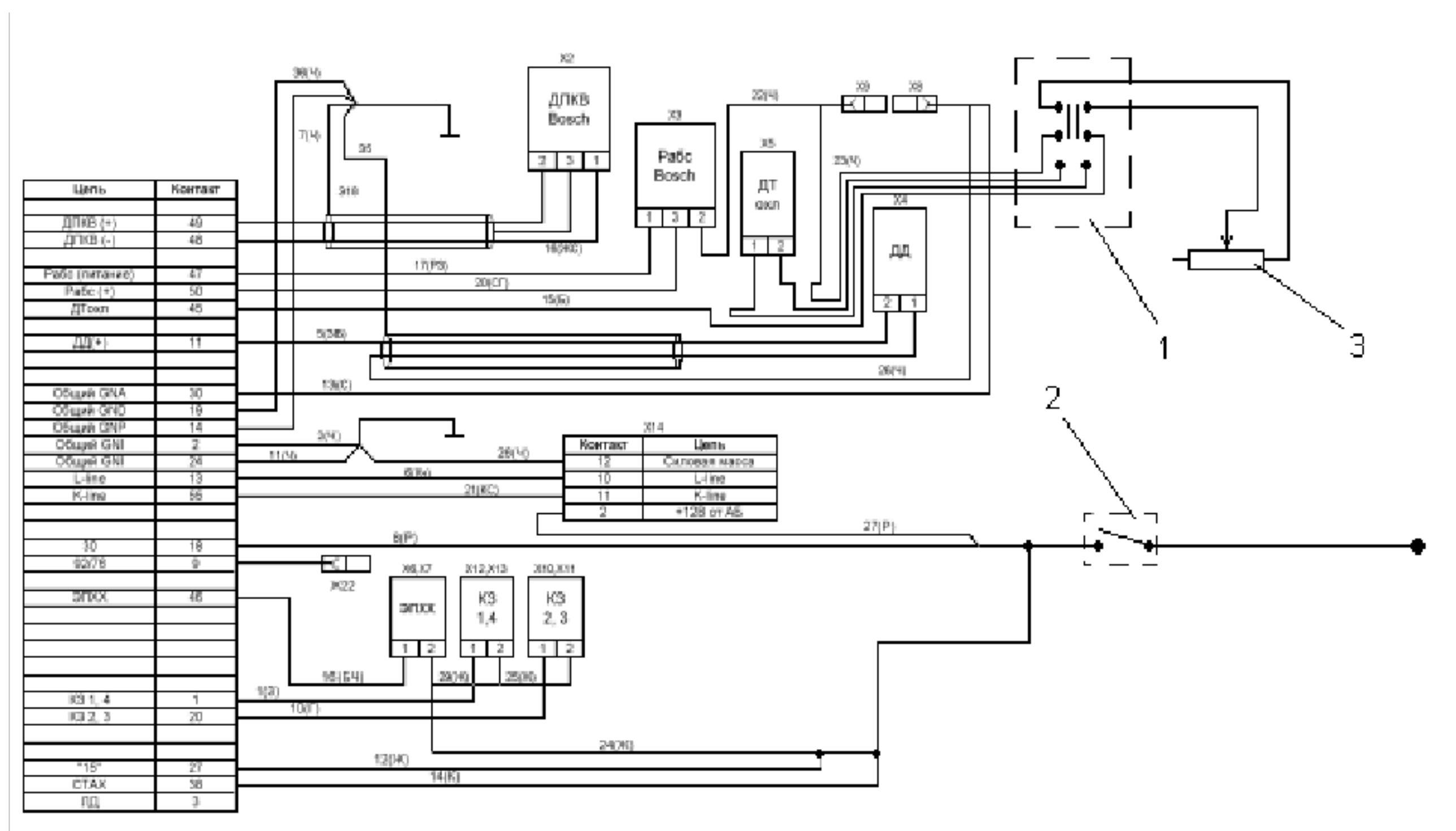
Транзисторная система зажигания с датчиком Холла состоит из аккумуляторной батареи 10, катушки зажигания 14, распределителя зажигания 20 с датчиком Холла, коммутаторов 1, электронного блока экономайзера принудительного холостого хода 5, электромагнитного клапана карбюратора 4, свечей зажигания 8, высоковольтных проводов 15, выключателей и контрольных ламп.

Запуск приводов распределителей зажигания производится путем замыкания выключателей 19 и 15, а подача электрического тока в системы зажигания производится при замыкании выключателей 13 и 9 (рис.2.11).

Транзисторная система зажигания с индукционным датчиком (рис 2.11) состоит из катушки зажигания 14, распределителя зажигания с индукционным датчиком, двух коммутаторов 7, свечей зажигания 8, высоковольтных проводов 15, выключателей и контрольных ламп.



Для измерения параметров транзисторных систем зажигания используется вольтметр, омметр, прибор измерения УЗСК, тахометр и осциллограф DMO - 510.



3.2. Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 м.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: ООО "Автомобильная Академия"

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

4. Задания

4.1. Последовательность выполнения работы

1. Изобразить электрические схемы транзисторных системы зажигания с датчиком Холла и с индукционным датчиком и стрелками показать путь движения тока в низковольтной и высоковольтной цепях.
2. Изобразить схемы и изучить устройство датчика Холла и индукционного датчика.
3. Измерить основные электрические параметры транзисторных систем зажигания: сопротивление первичной и вторичной обмоток катушки зажигания, сопротивление высоковольтных проводов, сопротивление резистора бегунка, сопротивление индукционного датчика. Измеренные результаты занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Основные электрические параметры транзисторной системы зажигания

	Катушка зажигания		Высоковольтные провода	Резистор бегунка		Обмотка индуктивного датчика
	1 обмотка	2 обмотка		Датчик Холла	Индуктивный датчик	
Сопротивление Ом	1,3/1,0	4900/17500	212	1000	997	404

4. Описать функции, выполняемые коммутатором.

5. Исследовать работу датчика Холла. Для этого необходимо подключить осциллограф между управляющим выводом (зеленый провод) датчика Холла и «массой» и ступенчато изменять частоту вращения вала распределителя зажигания в следующей последовательности: 250, 425 и 1000 об/мин. Для каждой частоты вращения фиксируются осциллограммы прямоугольных импульсов датчика Холла. По полученным осциллограммам определяются максимум и минимум напряжения прямоугольных импульсов (рис. 2.14), время $T_{\text{поддержания}} U_{\text{мах}}$ и время $T_{\text{поддержания}} U_{\text{мин}}$ и определяется скважность импульса по формуле

$$Q = \frac{T_n}{T_{\text{ц}}} \cdot 100\%$$

где $T_{\text{ц}}$ – суммарное время поддержания U_{max} и U_{min} (время цикла)

$$T_{\text{ц}} = T_n + T_o$$

Результаты измерений и вычислений записываются в таблицу 2.3.

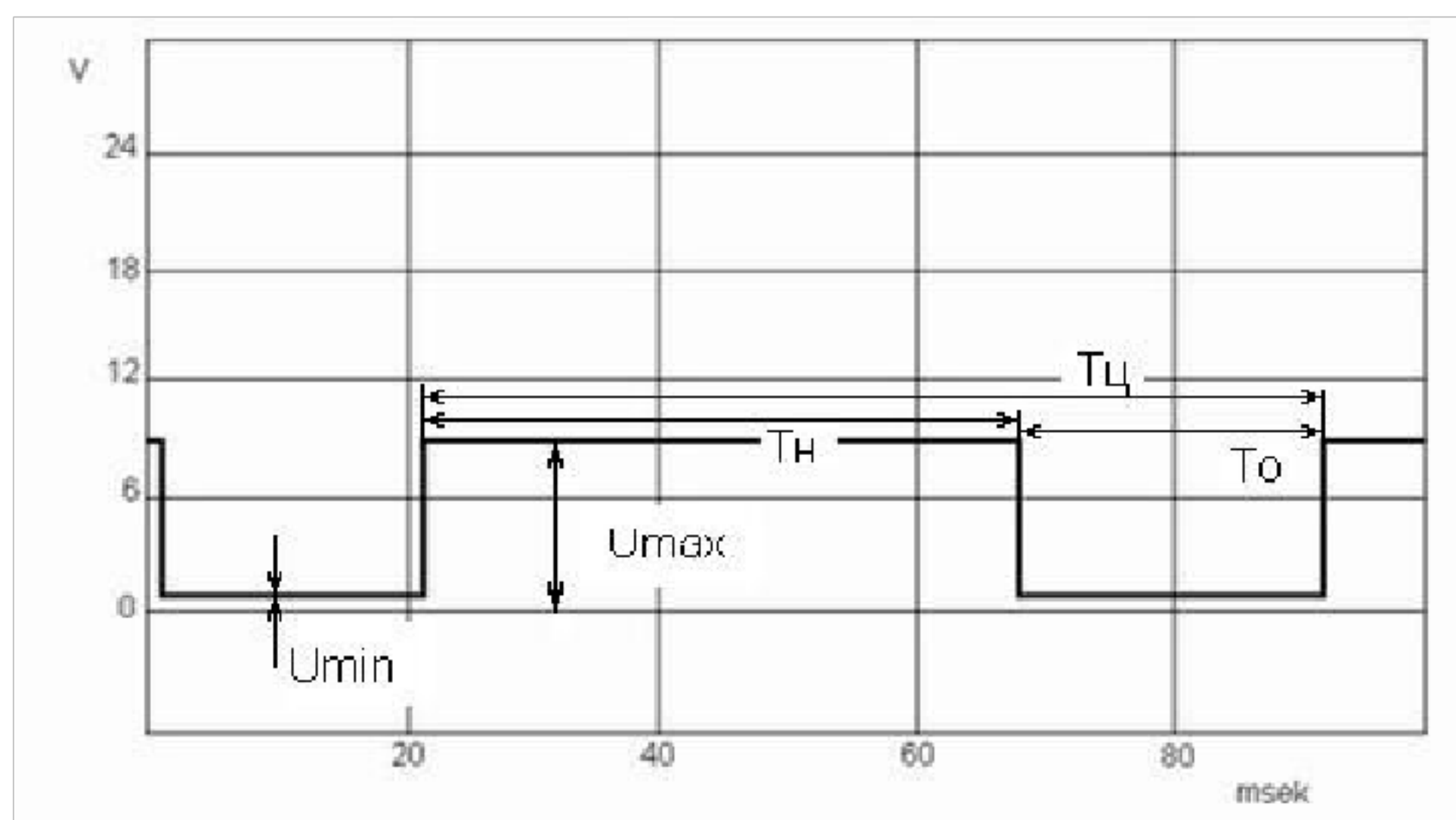


Рис.2.14. Осциллограмма датчика холла при 250 об/мин.

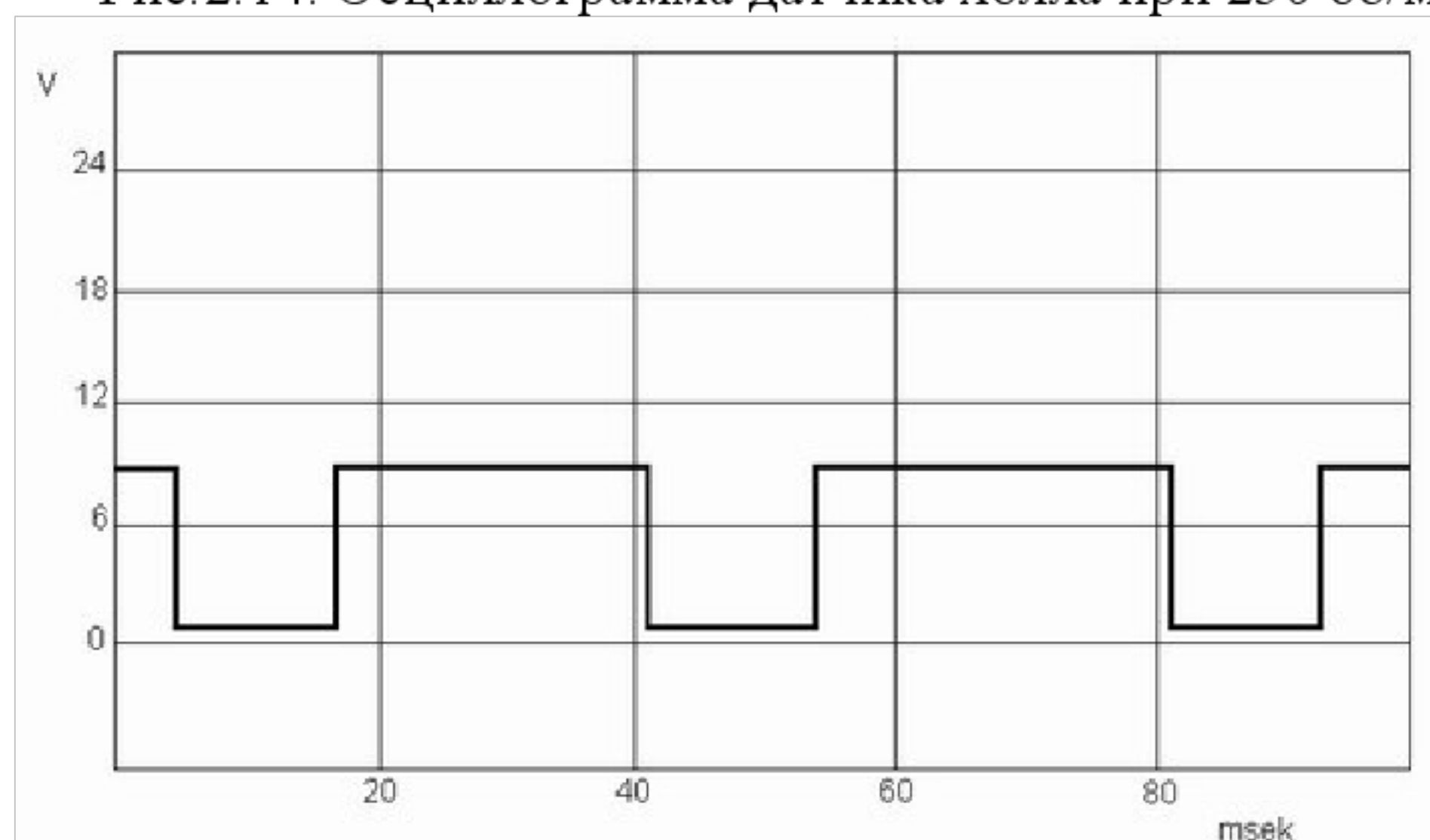


Рис. 2.15. Осциллограмма датчика холла при 425 об/мин.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

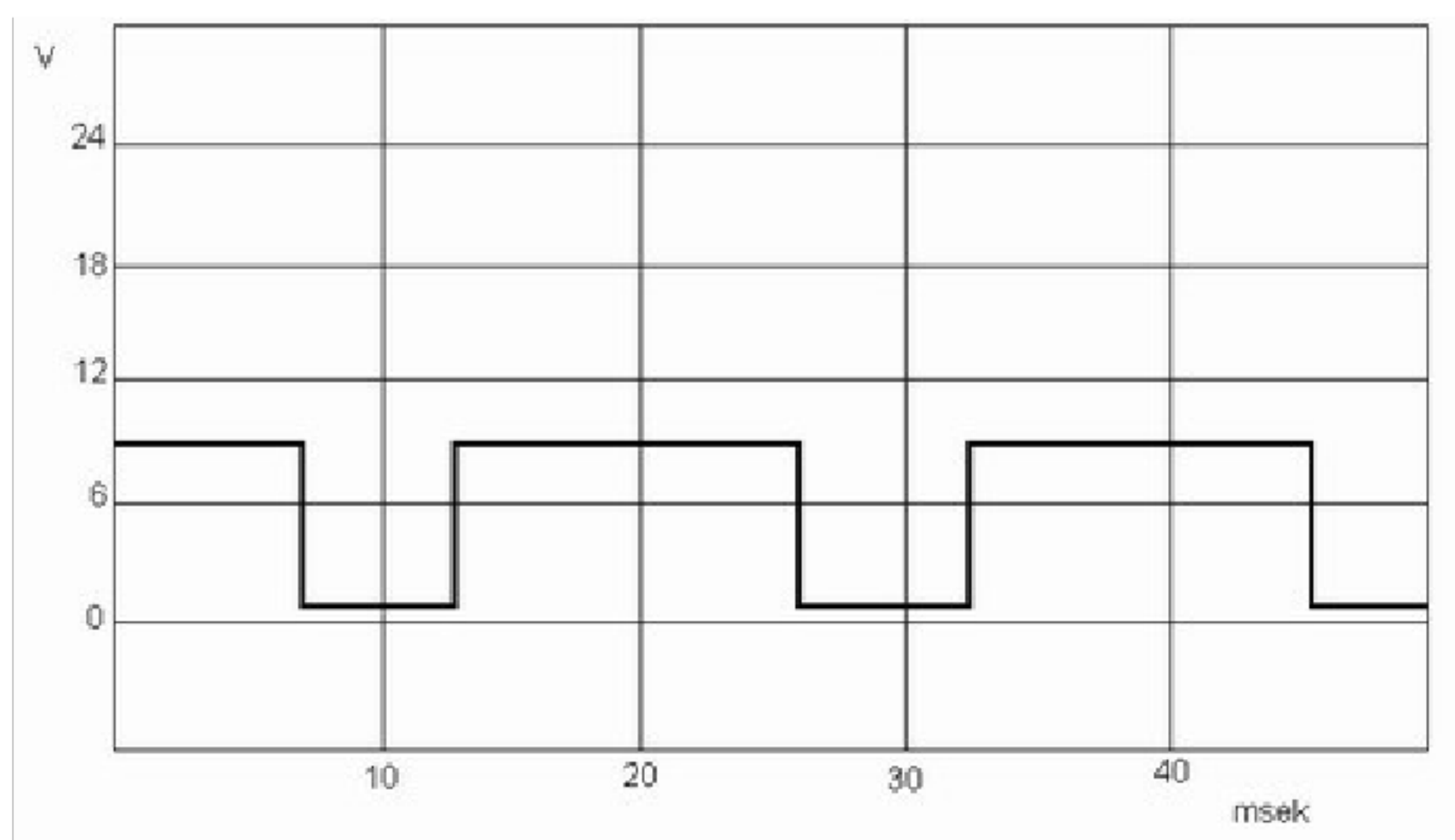


Рис. 2.16. Осциллограмма датчика холла при 1000 об/мин.

Таблица 2.3

Результаты исследований датчика Холла

Частота вращения вала распределителя, об/мин	250	425	1000
U _{min} В	0,4	0,4	0,4
U _{max} В	8,7	8,7	8,7
T _н , мс	45	25	13
T _о , мс	20	11	6
T _ц , мс	65	36	19
Скважность	69	69	69

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы.

Импульсы сигналов датчика Холла имеют строго прямоугольную форму.

Максимальное U_{max} и минимальное U_{min} напряжения на выходе из датчика во всем исследуемом интервале частоты вращения вала распределителя зажигания остаются постоянными и равными соответственно 8,7 и 0,4 В.

При увеличении частоты вращения вала распределителя от 250 до 1000 об/мин время поддержания максимального напряжения U_{max} уменьшается от 45 до 13 мс, время поддержания минимального напряжения U_{min} – от 20 до 6 мс, а время цикла – от 65 до 19 мс. При этом скважность импульсов сигналов датчика Холла остается постоянной и равной 69%.

Таким образом, строго прямоугольная форма импульсов сигналов и постоянство значений скважности свидетельствует об исправности датчика Холла. В противном случае датчик будет неисправен.

6. Исследовать работу блока коммутатора, ответственного за изменение УЗСК в зависимости от частоты вращения вала распределителя зажигания. Для этого необходимо подключить прибор для измерения УЗСК между клеммой «-» катушки зажигания и «массой» лабораторной установки.

Частоту вращения вала распределителя зажигания изменяют ступенчато от 450 до 1050 об/мин, и измеряется соответствующий УЗСК. Результаты заносятся в таблицу и строится график (рис.2.17).

Таблица 2.4.

Результаты исследования коммутатора, ответственного за изменение УЗСК от частоты вращения вала распределителя зажигания

n, об/мин	450	600	750	900	1050
УЗСК,°	9	11	13	15	17

Как видно из таблицы 2.4. и рис. 2.17, с увеличением частоты вращения вала распределителя зажигания угол замкнутого состояния катушки зажигания (УЗСК) увеличивается по зависимости, близкой к прямолинейной. Это свидетельствует о том, что коммутатор выполняет свою функцию. Нарушение данной закономерности, особенно на высоких оборотах, означает, что коммутатор неисправен. В результате время замкнутого состояния катушки может оказаться недостаточным для нарастания тока в первичной обмотке до необходимого уровня, и искра начнет слабеть или вообще пропадать.

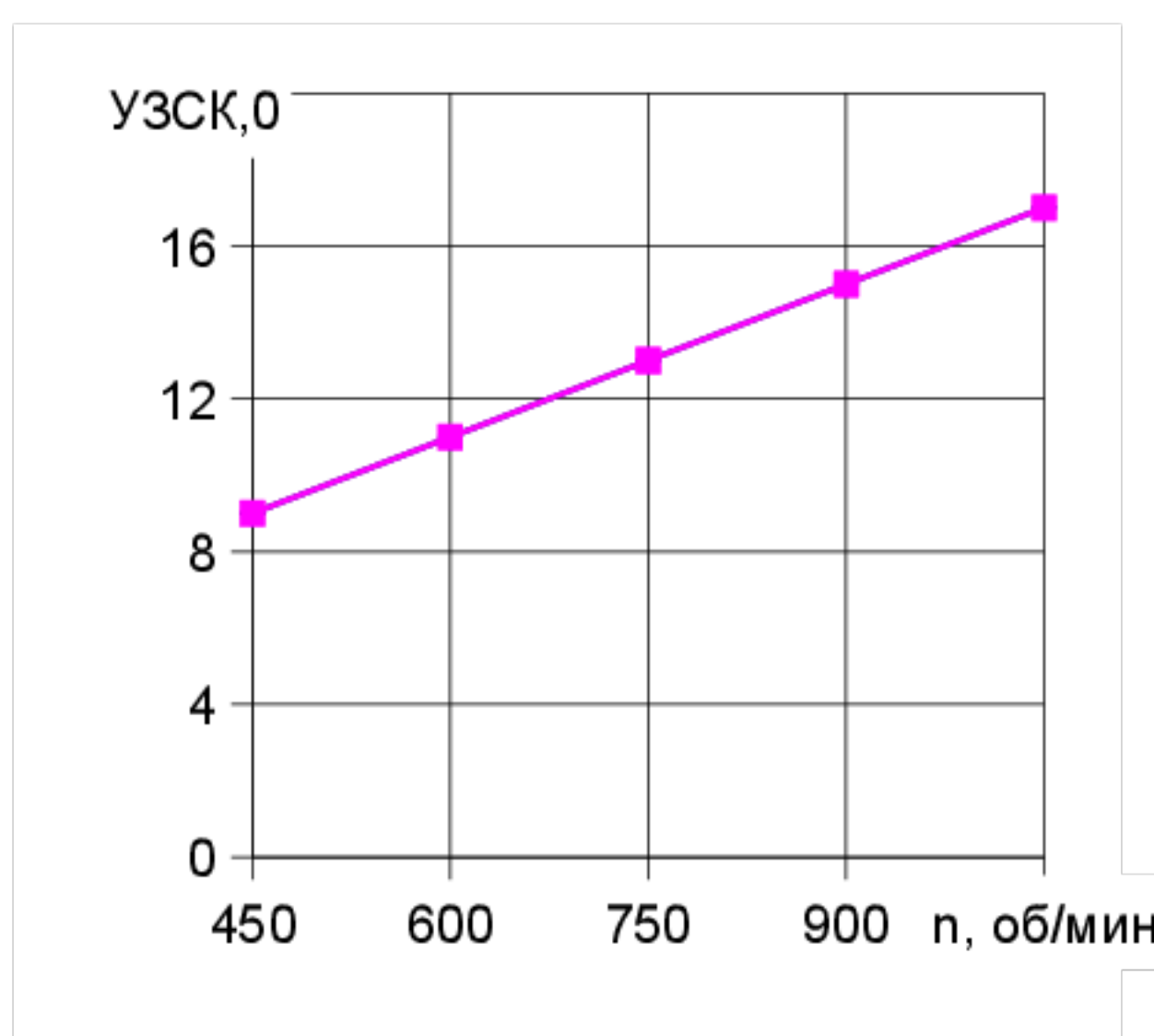


Рис. 2.17. Зависимость УЗСК от частоты вращения вала распределителя зажигания

7. Исследовать работу блока коммутатора, ответственного за защиту катушки зажигания от перегрева. Если ключ зажигания оставлен включенным, то коммутатор должен отключить первичную обмотку катушки зажигания от «массы» и тем самым предотвратить перегрев катушки. Для проверки этой функции коммутатора необходимо к выводу «минус» катушки зажигания подсоединить контрольную лампочку или вольтметр, а второй конец к «массе». При включении замка зажигания лампочка в течение 1-2 секунд будет гореть тускло (напряжение низкое), а затем загорится ярко. Это означает, что коммутатор отключил первичную обмотку катушки зажигания от «массы».

8. Исследовать работу индукционного датчика. Для этого необходимо подключить осциллограф между проводом индукционного датчика и «массой» и включить привод распределителя зажигания.

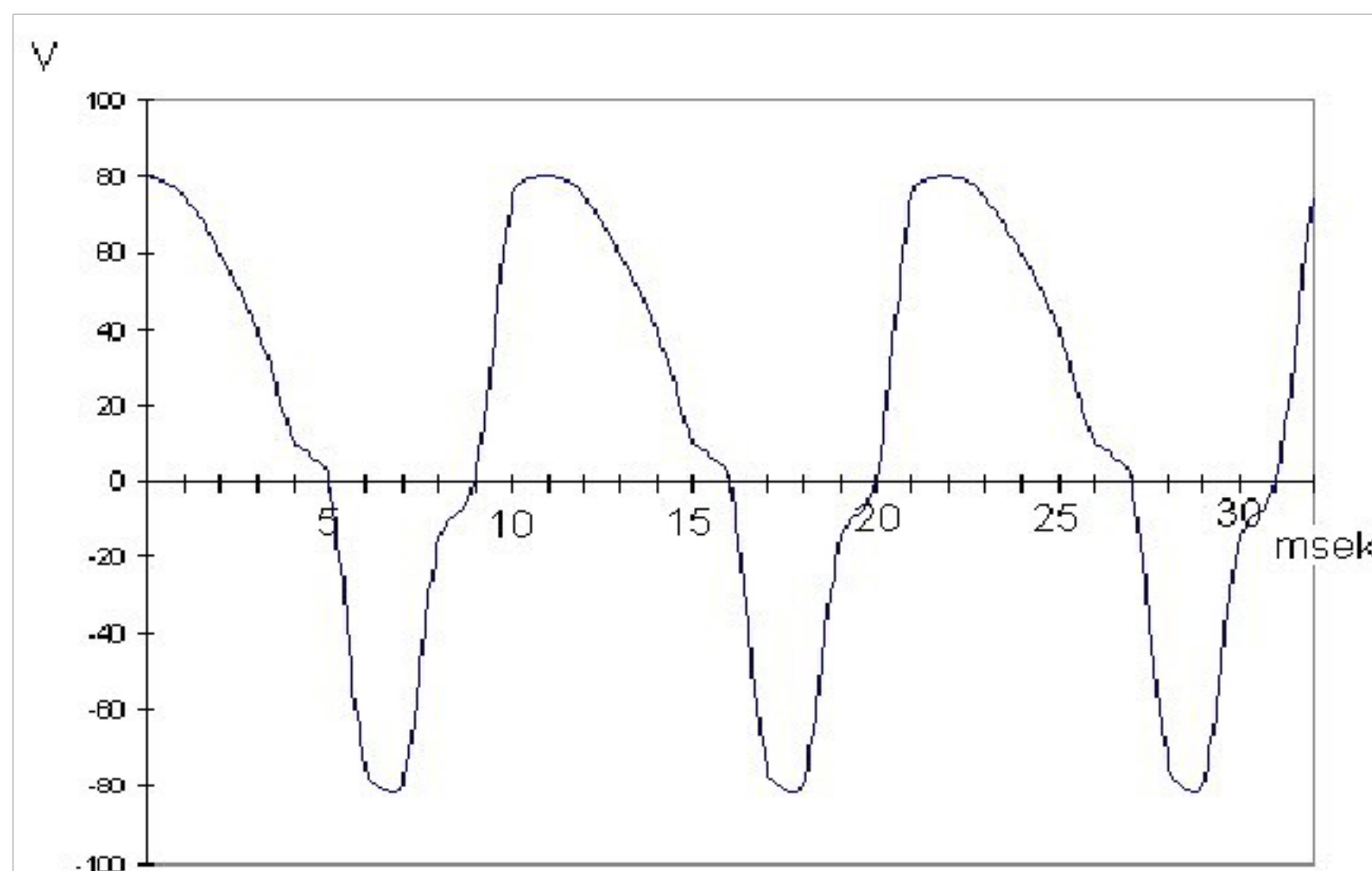


Рис. 2.18. Осциллограмма индуктивного датчика при частоте вращения вала распределителя зажигания 600 об/мин.

Полученные импульсы изменения напряжения на выходе катушки индуктивного датчика представлены на рис. 2.18. Осциллограмма, представленная на рис. 2.18, имеет форму, близкую к эталонной, что свидетельствует об исправности индукционного датчика.

9. Проверить исправность выходного транзистора коммутатора.

Для этого тестер в режиме омметра (прозвонка – зуммер) поочередно подключают к базе и коллектору, к базе и эмиттеру (рис. 2.19).

Если тестер показывает различное сопротивление одних и тех же переходов при замене мест проводов тестера, то транзистор исправен. Если же сопротивление переходов существенно отличается от указанных значений, то транзистор считается неисправным. Переход эмиттер-коллектор должен иметь высокое значение независимо от полярности.

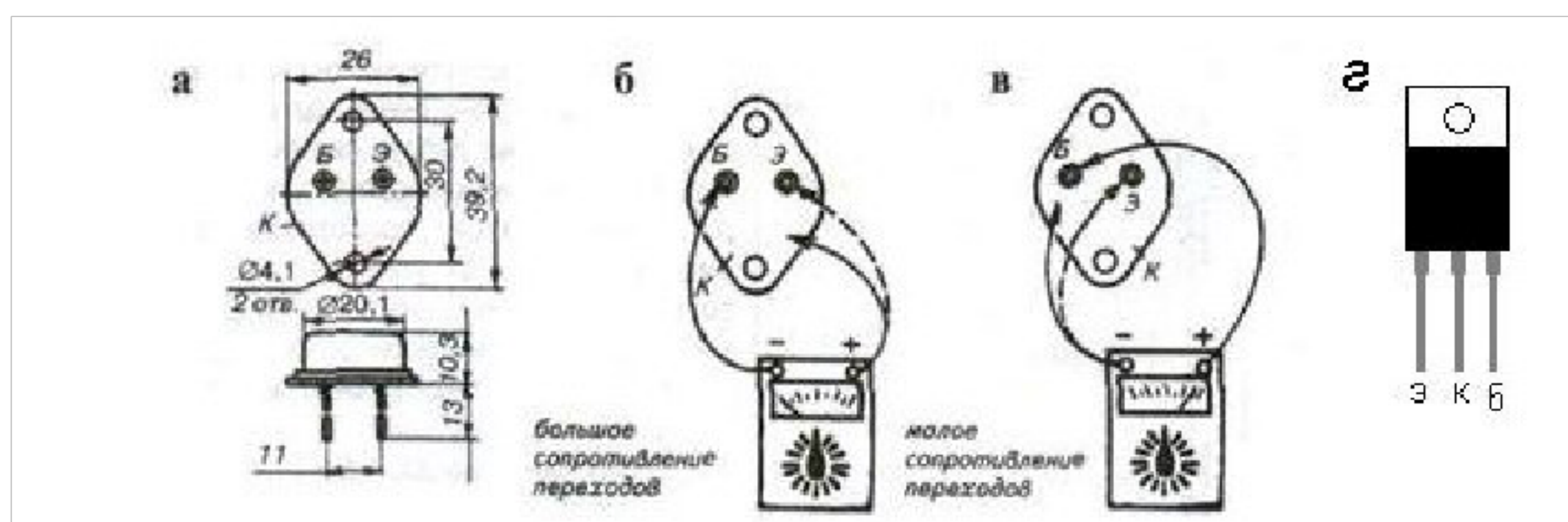


Рис 2.19. Проверка исправности транзистора: а - расположение транзистора; б - проверка переходов транзистора в прямом направлении; в - проверка переходов транзистора в обратном направлении; г – транзистор в пластмассовом корпусе; К - коллектор; Б - база; Э - эмиттер.

Микропроцессорная система зажигания позволяет более точно определить оптимальный угол опережения зажигания, обеспечивая тем самым топливную экономичность и снижение вредных выбросов в атмосферу. А поддержание опережения зажигания на пороге начала детонации позволяет обеспечить повышение мощности и приемистости двигателя.

4.2 Методика выполнения работы для микропроцессорной системы зажигания

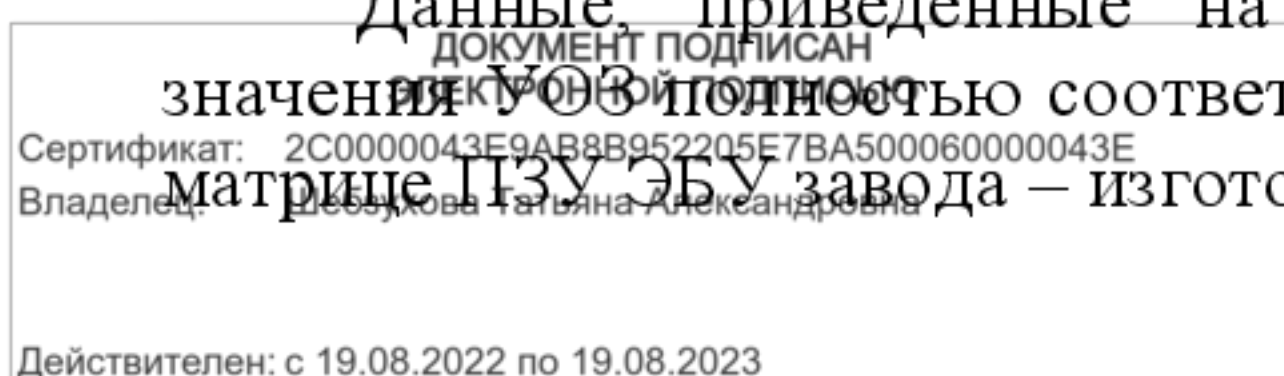
1. Вычертить блок-схему микропроцессорной системы зажигания и стрелками показать направление потоков информации.
2. Описать функции, выполняемые ЭБУ.
3. Вычертить схему маркерного диска с датчиком частоты вращения и положения коленчатого вала (ДПКВ). Описать алгоритм вычисления УОЗ с использованием осциллограмм токов и напряжений.
4. Вычертить схему распределения высоковольтного напряжения методом «холостая искра» и стрелками показать путь движения тока.
5. Исследовать влияние частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель на угол опережения зажигания. Для этого изменяется частота вращения маркерного диска n и нагрузка на двигатель путём изменения разряжения P вакуумным насосом, подсоединённым к датчику абсолютного давления. При заданных значениях n и P измеряется угол опережения зажигания. Эти измерения проводятся при фиксированной температуре охлаждающей жидкости 100°C с помощью программного комплекса «Мотор – тестер».

На основе полученных данных строится фрагмент базовой матрицы, записанной в ПЗУ электронного блока управления (рис.9.8)

Разряжение P , кПа	УОЗ				
-70	14,5	26,0	29,5	35,5	41,0
-60	14,0	25,5	29,5	35,0	43,0
-40	14,5	26,0	30,5	35,5	40,5
-20	14,5	23,5	30,5	31,5	36,5
-10	14,5	19	25,5	26,5	31,5
0	14,5	16,5	20,5	23,0	27,5
Частота вращения коленчатого вала n , об/мин	280	840	1200	1480	1840

Рис. 9.8. Базовая матрица

Данные, приведенные на рис. 4.8, показывают, что измеренные значения УОЗ полностью соответствуют значениям, приведенным в базовой матрице ПЗУ ЭБУ завода – изготовителя.



Кроме того, из рис. 4.8 видно, что увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя способствует увеличению УОЗ, а уменьшение разряжения (увеличение нагрузки) – уменьшению УОЗ, что находится в полном соответствии с процессом полного сгорания топлива.

6. Исследовать влияние температуры охлаждающей жидкости на угол опережения зажигания. Для этого при фиксированных значениях $n=840$ об/мин и $P=0$ кПа изменяется температура охлаждающей жидкости от -20°C до 100°C с шагом 20°C и измеряется угол опережения зажигания. Результаты заносятся в таблицу 9.1.

Таблица 9.1. Результаты замеров УОЗ

Температура $t, ^{\circ}\text{C}$	-20	0	20	40	60	80	100
УОЗ	18,5	18,5	18,5	18,5	16,5	16,5	16,5

Из таблицы 9.1 видно, что при холодном двигателе (температура охлаждающей жидкости t от -20 до $+40^{\circ}\text{C}$) величина УОЗ составляет $18,5^{\circ}$; при прогреве же двигателя ($t = 60 - 100^{\circ}\text{C}$) величина УОЗ уменьшается и составляет $16,5^{\circ}$.

7. Исследовать работу датчика частоты вращения и положения коленчатого вала. Для этого к выводным контактам датчика подсоединяется осциллограф и, изменяя частоту вращения маркерного диска от 500 до 2700 об/мин, фиксируются осциллограммы напряжений датчика (рис. 9.9 – 9.13).

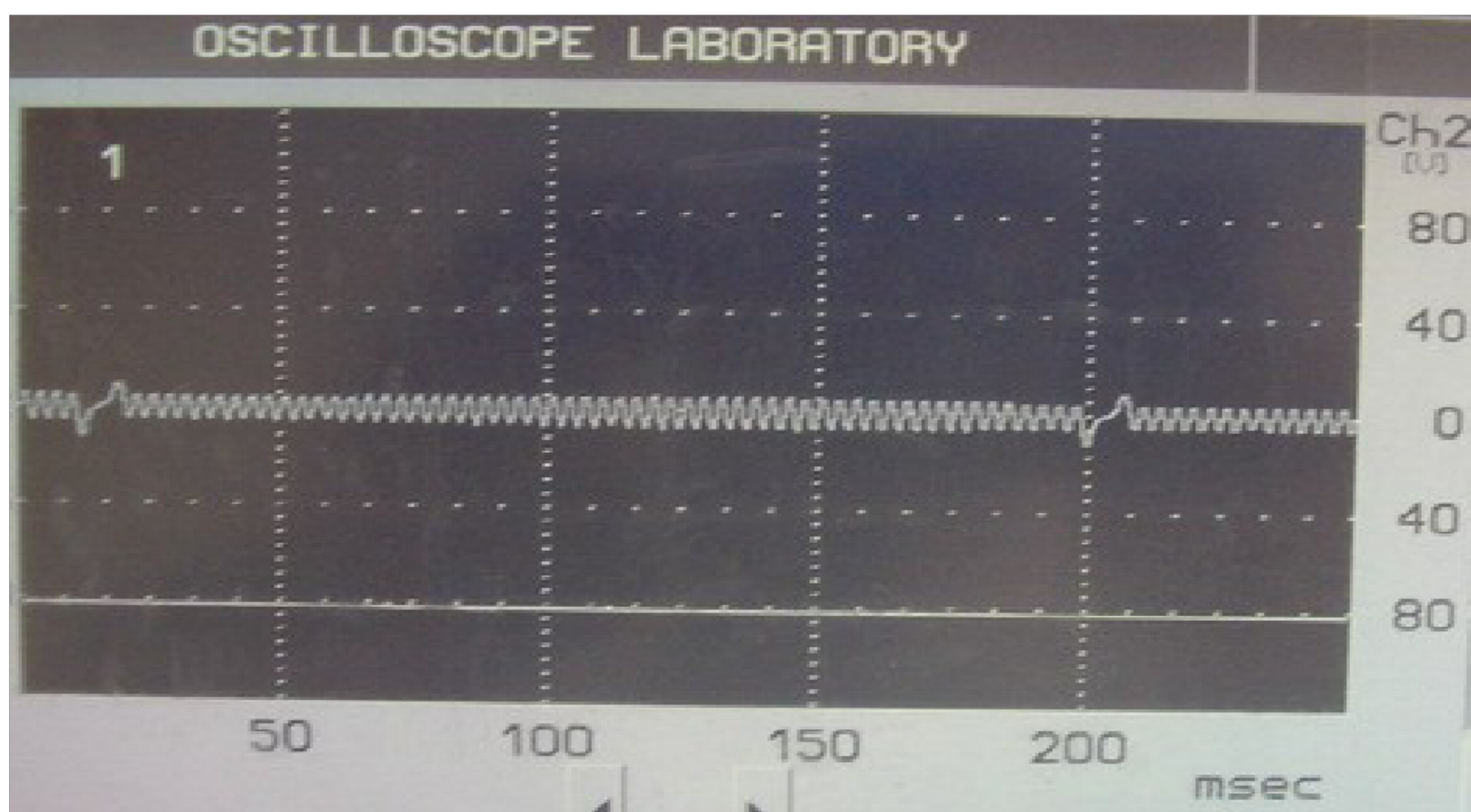


Рис. 9.9. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 500 об/мин.

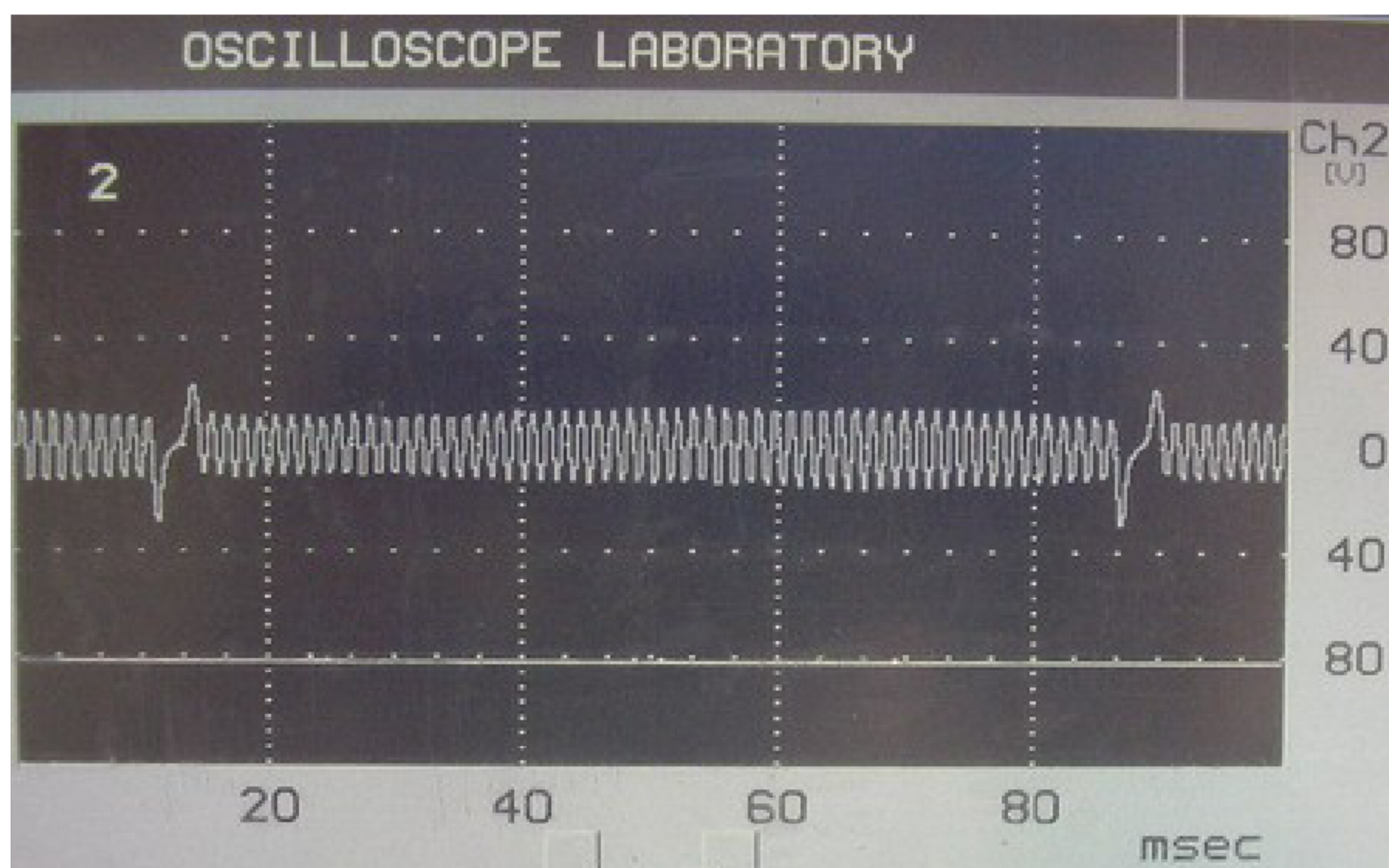


Рис. 9.10. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 850 об/мин.

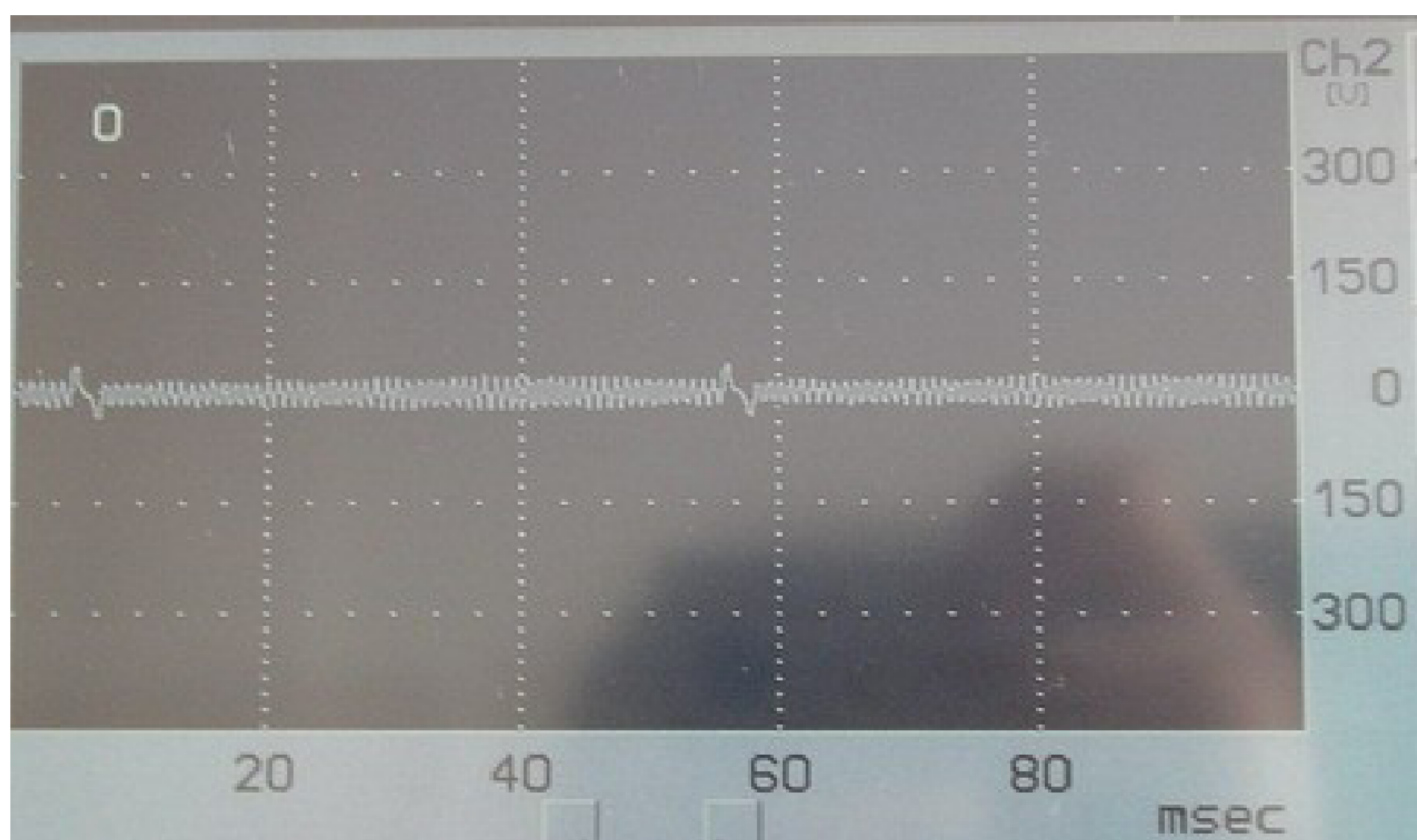


Рис. 9.11. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 1200 об/мин.

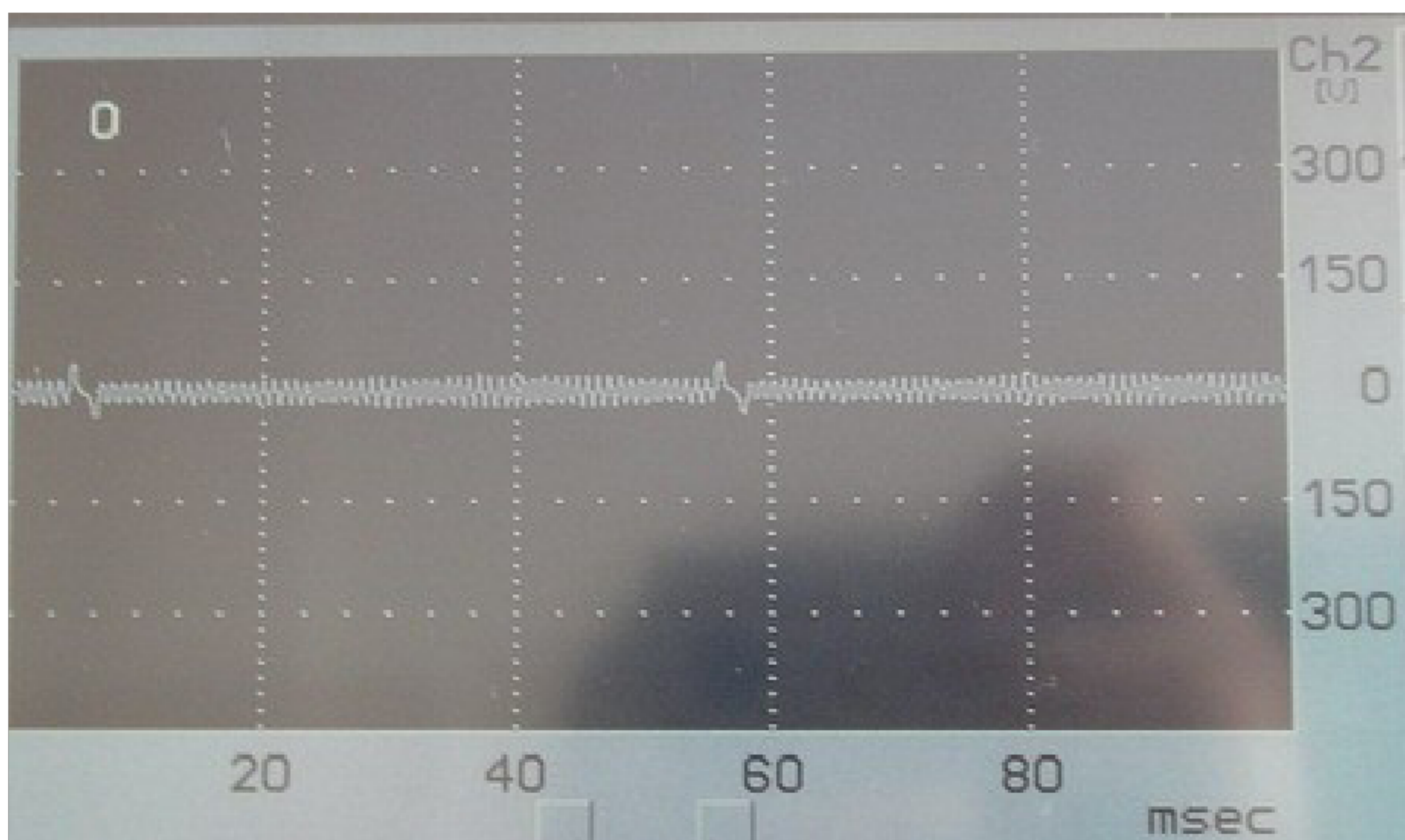


Рис. 9.12. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 1700 об/мин.

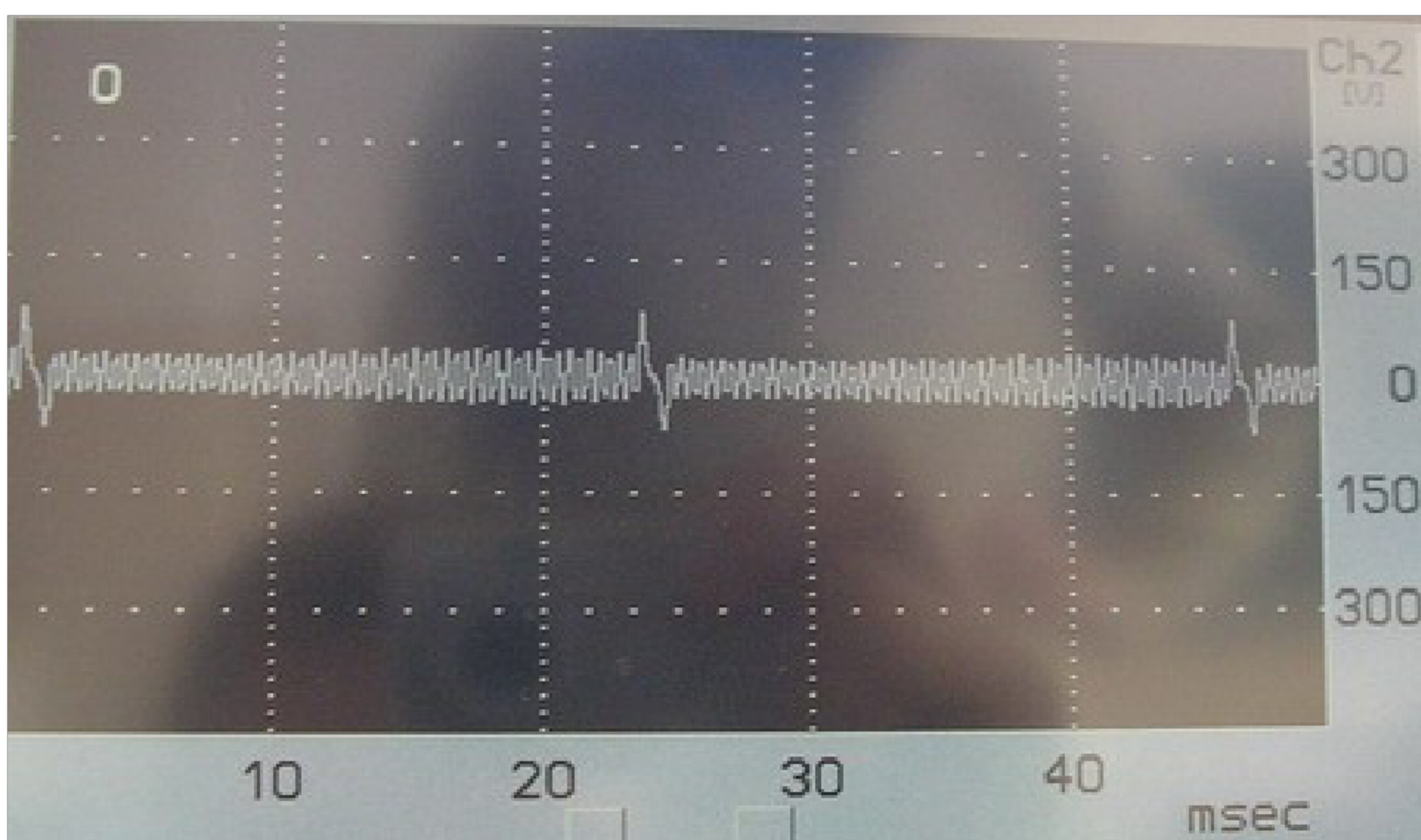


Рис. 9.13. Осциллограмма датчика положения коленчатого вала при 2700 об/мин.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C00A011251138B957C05704C600000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Анализ полученных осциллограмм и показывает, что увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя приводит к увеличению

амплитуды напряжения на выводах обмотки датчика. При прохождении же пропущенных зубьев мимо датчика амплитуда напряжения кратковременно увеличивается.

5. Содержание отчета

Лабораторная работа

«Транзисторные и микропроцессорная системы зажигания»

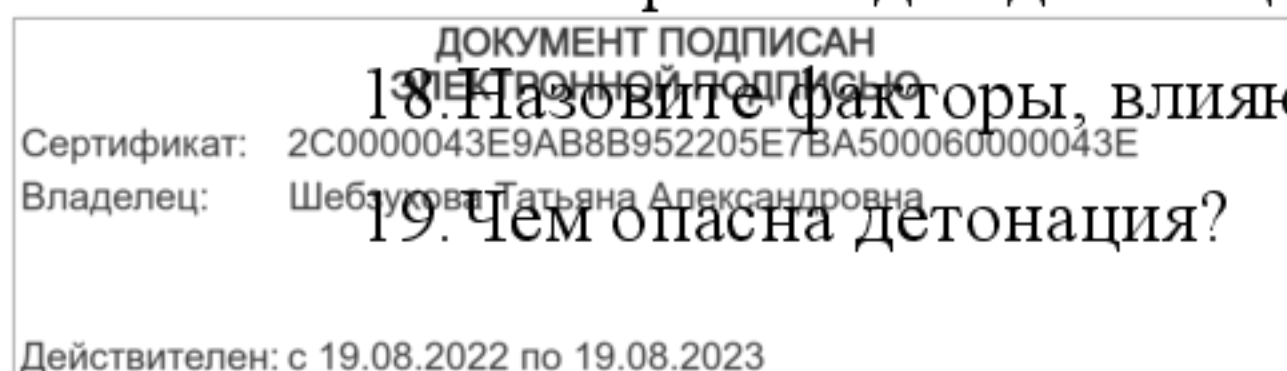
1. Цель работы.
2. Применяемое оборудование.
3. Краткие теоретические сведения по теме.
4. Результаты и краткие выводы.

Работу сдал, ФИО, группа _____

" ____ " _____ 20__ года

6. Контрольные вопросы

1. Как движется ток в низковольтной и высоковольтной цепях транзисторных системах зажигания?
2. Как устроен и работает датчик Холла?
3. Как выглядит осциллограмма датчика Холла?
4. Как определяется скважность прямоугольных импульсов?
5. Как устроен и работает индукционный датчик?
6. Как выглядит осциллограмма индукционного датчика?
7. Какие функции, выполняет коммутатор?
8. Как проверить исправность датчика Холла?
9. Как проверить исправность индуктивного датчика?
10. Как проверить исправность блока коммутатора, ответственного за изменение УЗСК?
11. Как проверить исправность блока коммутатора, ответственного за защиту катушки зажигания от перегрева?
12. Как проверить исправность выходного транзистора?
13. Какие датчики используются для работы микропроцессорной системы зажигания?
14. Как создается базовая матрица?
15. Как вычисляется угол опережения зажигания?
16. Как происходит распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»?
17. Как происходит детонационное сгорание топлива?
18. Назовите факторы, влияющие на возникновение детонации?
19. Чем опасна детонация?



20. Как корректируется УОЗ по сигналам датчика детонации?
21. Назовите способы распределения высоковольтной энергии?
22. Как ЭБУ управляет электромагнитным клапаном системы ЭПХХ?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Лабораторная работа №6.

Тема: «Изучение и анализ компонентов электронного оборудования двигателей внутреннего сгорания»

Цель: Изучение и анализ компонентов электронного оборудования двигателей внутреннего сгорания

Задачи:

1. Пользуясь данной методикой и технической литературой, указанной в списке рекомендуемой литературы, изучить схемы, устройство и особенности электронных систем управления двигателем.

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

Знать:

- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности систем зажигания и электронных систем управления агрегатами машин;

Уметь:

- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов систем зажигания и электронных систем управления агрегатами машин;

Владеть:

- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов систем зажигания и электронных систем управления агрегатами машин;

Теоретическая часть

Электронная система управления двигателем включает набор датчиков и различных устройств для получения и обработки информации, исполнительные механизмы и вспомогательные устройства.

Функциональные и электрические схемы их соединений образуют разомкнутые или замкнутые цепи управления автомобильным двигателем.

Современные автоматические системы управления двигателем выполнены адаптивными (самоприспосабливающимися). Такие системы обеспечивают необходимый уровень надёжной работы двигателя в условиях быстрого изменения его характеристик.

Выходные сигналы электронного блока управления (ЭБУ) из-за малой их мощности не могут быть использованы для непосредственного управления зажиганием, электромагнитной форсункой (ЭМФ) и электрическим бензиновым насосом (ЭБН). После прохождения сигналов через выходные каскады усиления они превращаются в электрические сигналы, воздействующие на исполнительные элементы системы питания и зажигания. Замкнутая система обеспечивает более высокую точность поддержания требуемых параметров по сравнению с разомкнутой.

Входными параметрами системы управления являются угол открытия дроссельной заслонки, момент зажигания и состав горючей смеси. Водитель изменяет величину угла открытия дроссельной заслонки. Изменение расхода

воздуха сопровождается изменением топливовоздушной смеси и величиной угла опережения зажигания.

Выходной параметр непрерывно измеряется и сравнивается с контрольными параметрами в ЭБУ.

Такая система по электрическим цепям получает сигналы действий водителя через датчик расхода воздуха, связанный с педалью управления.

В качестве первичной информации служат сигналы датчиков верхней мертвой точки (ВМТ), положения распределительного вала, углового положения коленчатого вала (КВ) двигателя, датчика массового расхода воздуха (ДМРВ) (или давления во впускном трубопроводе) и детонации.

В схеме регулирования изменяемым параметром является коэффициент избытка воздуха (α), определяемый путём измерения концентрации кислорода в отработавших газах (ОГ) с помощью λ -зонда, на выходе которого появляется напряжение, пропорциональное величине α . При наличии отклонения значения α от оптимальной величины исполнительный элемент с помощью ЭБУ изменяет продолжительность впрыска кислорода, обеспечивающие обратную связь.

В системе впрыска без обратной связи нейтрализатор ОГ и датчик кислорода не устанавливают. Регулирование концентрации окиси углерода (СО) в ОГ обеспечивает СО-потенциометр. Увеличение (уменьшение) базовой продолжительности дозирования осуществляют в зависимости от режима (прогрева, ускорения) и условий работы двигателя (температуры охлаждающей жидкости и всасываемого воздуха).

В зависимости от числа ЭМФ и схемы их размещения различают системы с центральным или распределённым впрыском топлива. Первая система содержит многие известные недостатки карбюратора, поэтому она получила ограниченное распространение. Наиболее перспективной считают систему с распределённым впрыском.

С середины 1980-х годов карбюраторы стали вытесняться более эффективными инжекторными системами. Главными их преимуществами являются лучшие пусковые свойства (они меньше зависят от окружающей температуры), надёжность, экономичность, лучшие мощностные характеристики, а также меньшая токсичность выхлопа. Однако инжекторные системы более привередливы к качеству бензина. Так, не допускается работа двигателей с системой впрыска топлива на этилированном бензине. Это приводит к выходу из строя нейтрализатора и датчика концентрации кислорода.

Слово injector в переводе с английского означает «форсунка». Первые системы питания, использовавшие принцип впрыска, появились в конце XIX века, однако из-за сложной конструкции и отсутствия должных систем управления не нашли широкого применения. Вновь о системах впрыска вспомнили в 1960-х годах. Тогда они были исключительно механическими, затем им на смену пришли современные системы впрыска с электронным управлением. Эти системы в зависимости от количества форсунок и места

Подача топлива



Рассмотрим устройство простейшей инжекторной системы. Она включает в себя следующие элементы:

- Во впрысковой системе питания используют двухступенчатый неразборный электрический бензонасос роторно-роликового типа. Его устанавливают в топливном баке. Такой насос подает топливо под давлением свыше 280 кПа.

ителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Электронный блок управления (компьютер) - «мозг» системы впрыска топлива. Он обрабатывает информацию от датчиков и управляет всеми элементами системы питания. В него непрерывно поступают сведения о напряжении в бортовой сети автомобиля, его скорости, положении и количестве оборотов коленчатого вала, положении дроссельной заслонки, массовом расходе топлива, температуре охлаждающей жидкости, наличии детонации, содержании кислорода в выхлопе. Используя эту информацию, блок управляет подачей топлива, системой зажигания, регулятором холостого хода, вентилятором системы охлаждения, адсорбером системы улавливания паров бензина (в качестве адсорбера применяется активированный уголь), системой диагностики.

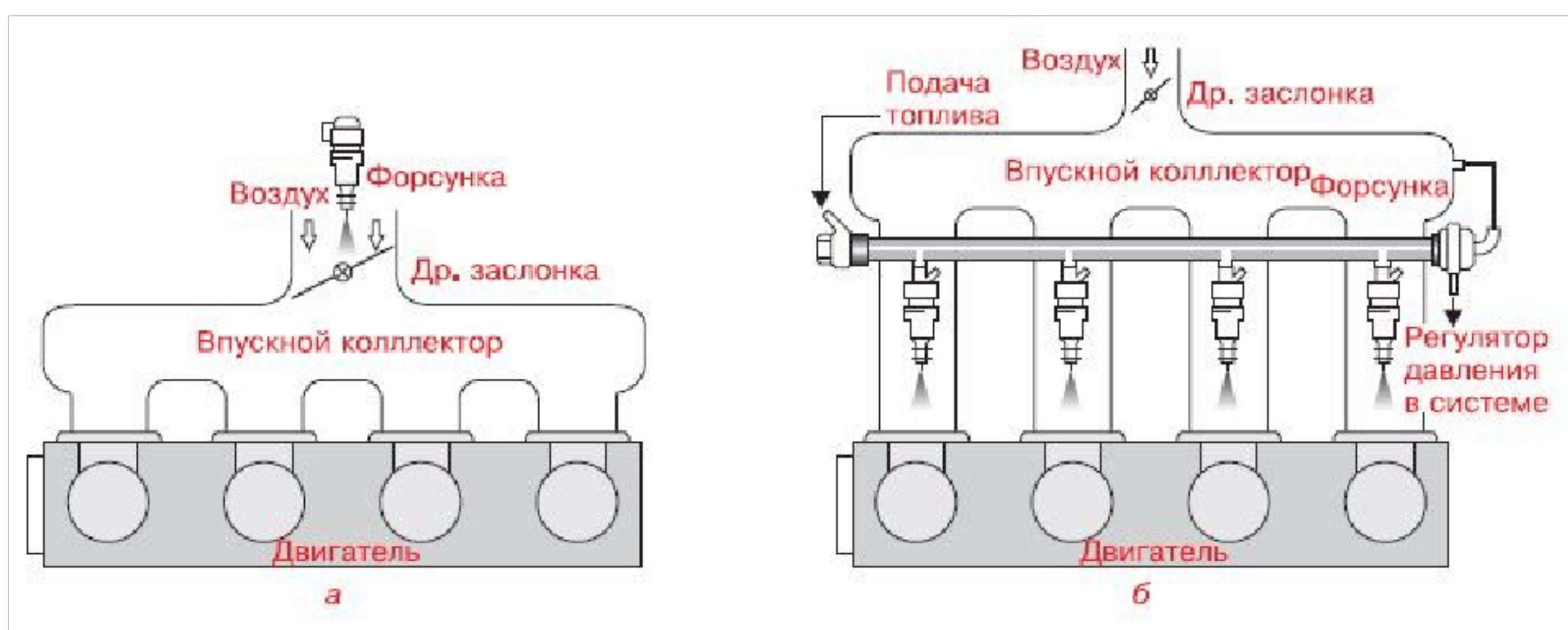


Рис. 2.17. Системы впрыска:

а — одноточечная; б — многоточечная

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

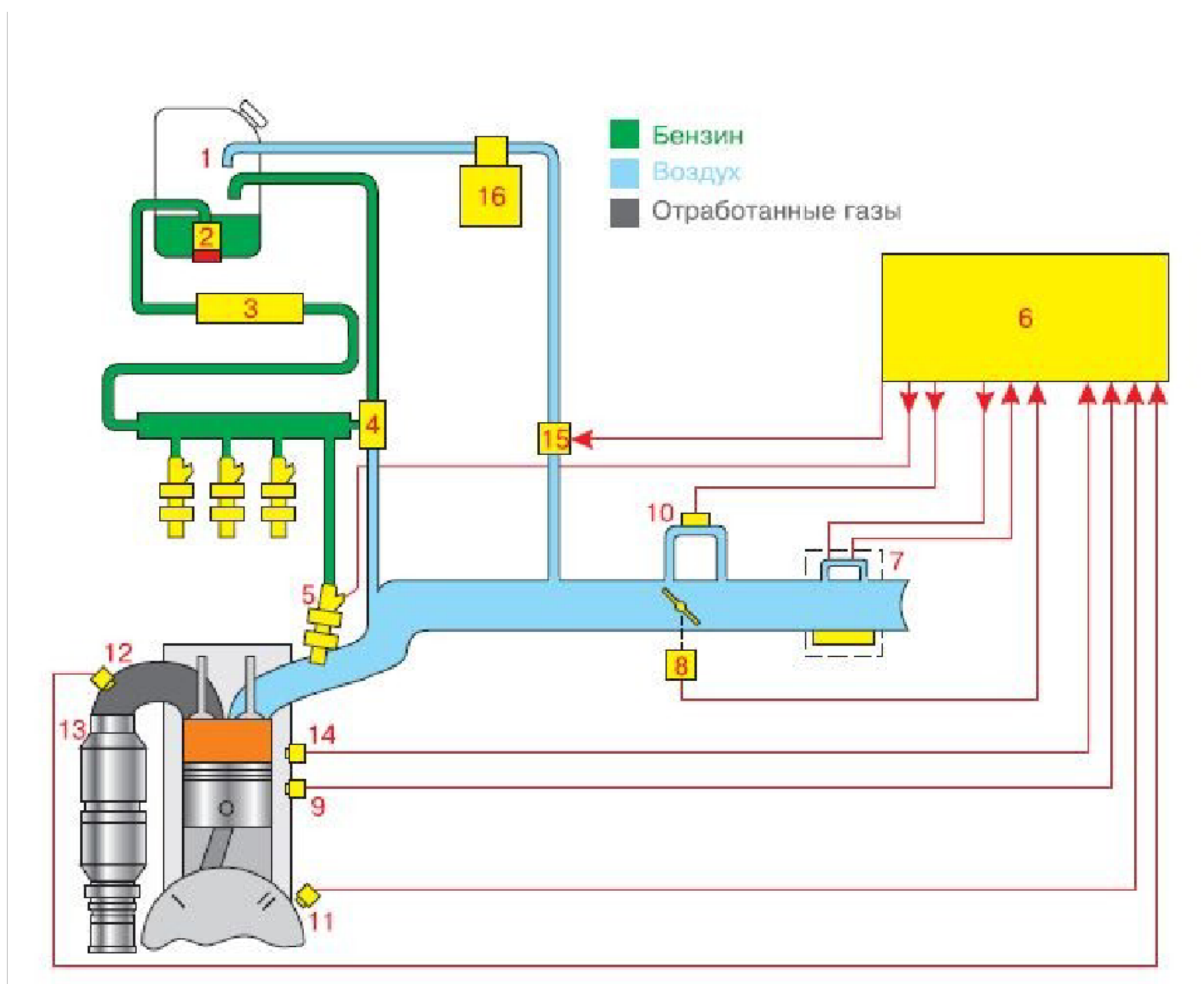


Рис. 2.18. Инжекторная система:

1 — топливный бак; 2 — электробензонасос; 3 — топливный фильтр; 4 — регулятор давления топлива; 5 — форсунка; 6 — электронный блок управления; 7 — датчик массового расхода воздуха; 8 — датчик положения дроссельной заслонки; 9 — датчик температуры ОЖ; 10 — регулятор ХХ; 11 — датчик положения коленвала; 12 — датчик кислорода; 13 — нейтрализатор; 14 — датчик детонации; 15 — клапан продувки адсорбера; 16 — адсорбер

При возникновении неполадок в системе электронный блок управления предупреждает о них водителя с помощью контрольной лампы CheckEngine (этот индикатор может быть выполнен как в виде указанной надписи, так и в виде пиктограммы с изображением двигателя). В его оперативной памяти сохраняются диагностические коды, указывающие места возникновения неисправностей. Специалисты с помощью определенных манипуляций или специального считывающего устройства могут получить информацию об этих кодах и быстро обнаружить неполадки.

Датчик положения дроссельной заслонки размещен на дроссельном патрубке и связан с осью дроссельной заслонки. Он представляет собой потенциометр. При нажатии на педаль газа поворачивается дроссельная заслонка и увеличивается напряжение на выходе датчика.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шабалова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Обработывая эту информацию, электронный блок управления корректирует подачу топлива в зависимости от угла открытия дроссельной заслонки (то есть в зависимости от того, насколько сильно вы нажмете на педаль газа).

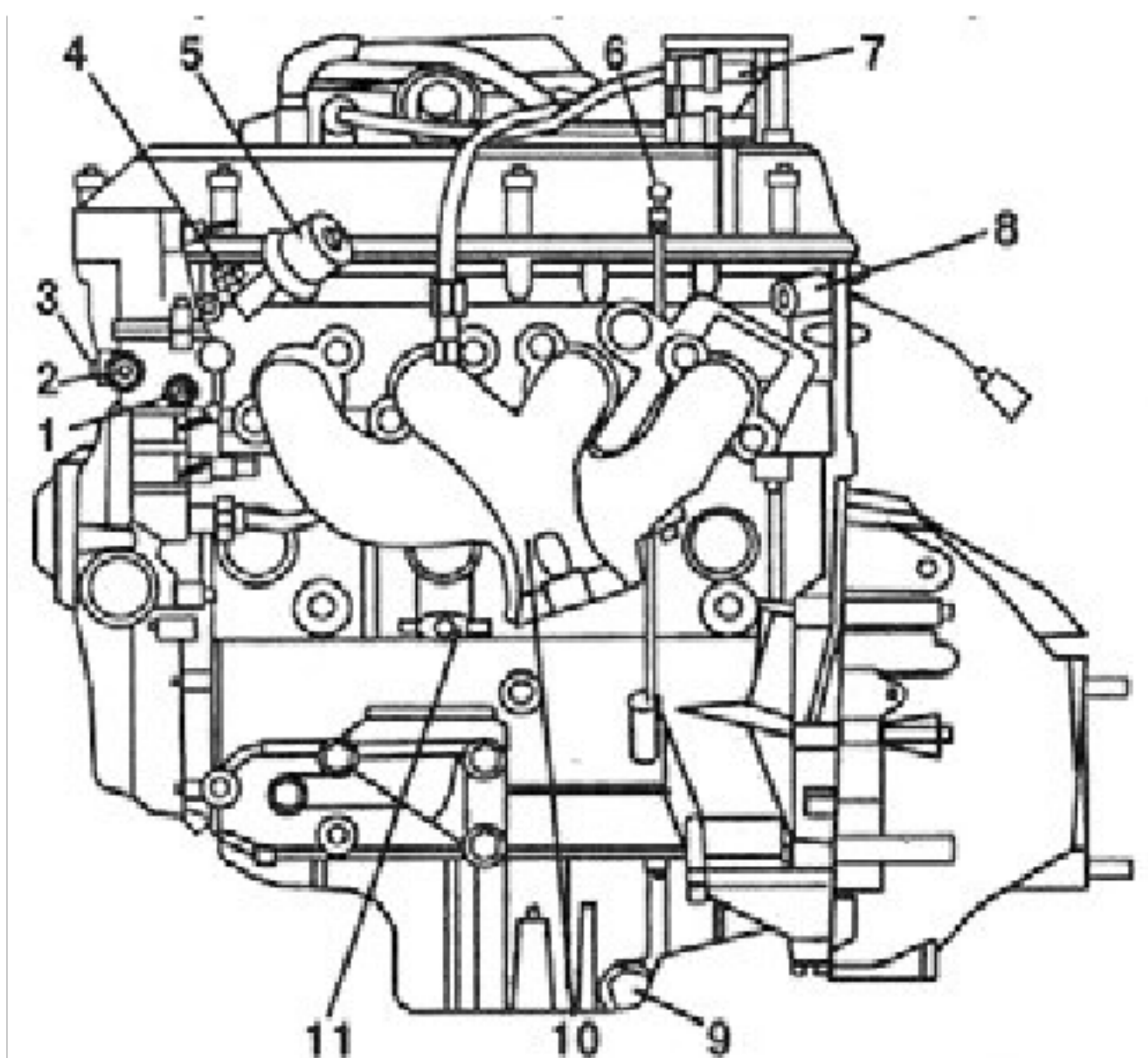
Датчик температуры охлаждающей жидкости — это термистор, то есть резистор, сопротивление которого зависит от температуры: при низкой температуре он имеет высокое сопротивление, а при высокой температуре — низкое. Датчик расположен в потоке охлаждающей жидкости двигателя. Электронный блок управления измеряет падение напряжения на датчике и таким образом определяет температуру охлаждающей жидкости. Эту температуру он постоянно учитывает, управляя работой большинства систем.

Датчик положения коленвала (индуктивный) координирует работу форсунок. С его помощью блок управления, получив информацию о положении коленчатого вала и соответственно о тактах двигателя, дает сигнал на срабатывание конкретной форсунки, которая в нужный момент подает распыленное топливо к соответствующему цилиндру.

Системы впрыска современных автомобилей, в отличие от простейшего инжектора, оборудуют целым рядом дополнительных устройств и датчиков, улучшающих работу двигателя: лямбда-зондом, каталитическим нейтрализатором, датчиками детонации и температуры впускного воздуха и т. д.

Двигатель ЗМЗ -4062.10 Инжекторный семейства ГАЗ





■

■

■

Вид слева с расположением датчиков.

■

1 - датчик сигнализатора перегрева ОЖ;

■

2 - датчик указателя температуры ОЖ;

■

3 - датчик температуры ОЖ;

■

4 - датчик сигнализатора аварийного давления масла;

■

5 - датчик указателя падения давления масла;

■

6 - стержневой указатель уровня масла;

■

7 - катушки зажигания;

■

8 - датчик положения распределительного вала;

■

9 - пробка сливного отверстия масляного картера;

■

10 - выпускной коллектор;

■

11 - сливной краник ОЖ.

Двигатель оснащен системой распределенного впрыска топлива с электронным управлением. Электронный блок управления (ЭБУ) двигателем представляет собой мини-компьютер специального назначения.



Сертификат: 2C0000043E3A5B5052203E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Блок управления

Он содержит три вида памяти — оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) и электрически программируемое запоминающее устройство (ЭПЗУ). ОЗУ используется компьютером для хранения текущей информации о работе двигателя и ее обработки. Также в ОЗУ записываются коды возникающих неисправностей. Эта память энергозависима, т. е. при отключении питания ее содержимое стирается. ППЗУ содержит собственно программу (алгоритм) работы компьютера и калибровочные данные (настройки). Таким образом, ППЗУ определяет важнейшие параметры работы двигателя: характер кривых момента и мощности, расход топлива и т. п. ППЗУ энергонезависима, т.е. ее содержимое не изменяется при отключении питания. В ЭПЗУ записываются коды иммобилайзера при «обучении» ключей. Эта память также энергонезависима.

Блок управления расположен в салоне под панелью приборов слева от ног водителя.

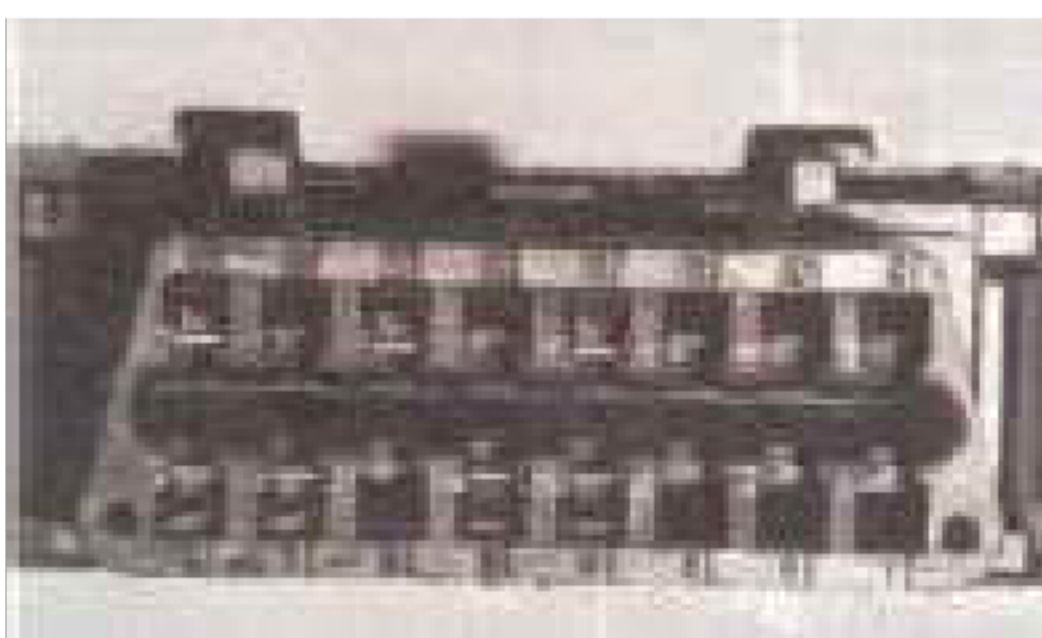
Датчики выдают электронному блоку управления информацию о параметрах работы двигателя и скорости автомобиля, на основании которых блок управления рассчитывает момент, длительность и порядок открытия форсунок а также момент искрообразования. При выходе из строя отдельных датчиков или их цепей блок управления переходит на обходные алгоритмы работы; при этом могут ухудшиться некоторые параметры двигателя (мощность, приемистость, экономичность), но движение с такими неисправностями возможно. Исключение составляет датчик положения коленчатого вала — при неисправности датчика или его цепей двигатель работать не может. Также двигатель не будет работать при одновременном выходе из строя нескольких датчиков. Датчики неремонтопригодны, при выходе из строя их заменяют.

Лампа неисправности системы управления двигателем в комбинации приборов информирует водителя о неисправностях, но не запрещает дальнейшее движение автомобиля. Если система исправна, то при включении зажигания лампа загорается и гаснет сразу после пуска двигателя. Если она горит при работающем двигателе, в системе управления двигателем имеются неисправности, условные коды которых блок управления записывает в память (ОЗУ). Если в дальнейшем неисправность пропала (например, восстановился контакт в цепи датчика), лампа может погаснуть; при этом код неисправности не стирается, а сохраняется в памяти и может быть считан с помощью диагностического оборудования, подключаемого к диагностическому разъему, расположенному справа от рулевой колонки под панелью приборов.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Диагностический разъем

Чтобы стереть коды из памяти блока управления, необходимо отключить аккумуляторную батарею не менее чем на 10 с (или выбрать соответствующий режим на диагностическом приборе). Отказ некоторых элементов систем питания (электробензонасоса и его цепи) и управления (модуля зажигания, свечей и высоковольтных проводов) не определяется блоком управления, и, следовательно, лампа неисправности системы управления двигателем при этом не загорается.

Датчик положения коленчатого вала — индукционного типа — установлен на передней стороне блока цилиндров, рядом с картером сцепления. Он выдает блоку управления информацию об угловом положении и частоте вращения коленчатого вала. Датчик представляет собой катушку индуктивности, которая реагирует на прохождение зубьев задающего диска, закрепленного на коленчатом валу (рядом с пятой коренной шейкой) вблизи сердечника датчика. Два соседних зуба на диске срезаны так, что образуется впадина. При ее прохождении датчик генерирует так называемый «опорный» импульс синхронизации при каждом обороте коленчатого вала.



Датчик положения коленчатого вала

Датчик положения распределительного вала (датчик фаз), представляющий собой датчик Холла, установлен слева на приливе головки блока цилиндров. Датчик реагирует на прохождение штифта, запрессованного в хвостовик распределительного вала впускных клапанов. Датчик выдает блоку управления информацию об угловом положении и частоте вращения распределительного вала. На основании информации выходных сигналов с датчиков положения коленчатого и распределительного валов блок управления устанавливает угол опережения зажигания и цилиндр, в который следует подать топливо. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Датчик положения распределительного вала

Датчик температуры охлаждающей жидкости ввернут в головку блока цилиндров в районе четвертого цилиндра. Он представляет собой терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом, т. е. его сопротивление уменьшается при повышении температуры. Блок управления подает на датчик стабилизированное напряжение через резистор и по падению напряжения рассчитывает состав смеси. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем, а блок управления переводит вентилятор системы охлаждения двигателя и вентилятор теплообменника конденсатора на постоянный режим работы.

Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ) — резистор с переменным сопротивлением, установленный на дроссельном узле. Сопротивление ДПДЗ изменяется в зависимости от положения дроссельной заслонки, с осью которой жестко соединен датчик. На один конец его обмотки подается стабилизированное напряжение +5 В, а другой конец соединен с «массой». С третьего вывода потенциометра (ползунка) снимается сигнал для блока управления. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа контроля системы управления двигателем. При этом функции датчика берет на себя датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе.



Датчик положения дроссельной заслонки

Датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе установлен в ресивере впускного трубопровода. Датчик содержит чувствительный переменный резистор для измерения давления и термистор, сопротивление которого изменяется в зависимости от температуры. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем, а функции датчика берет на себя ДПДЗ.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

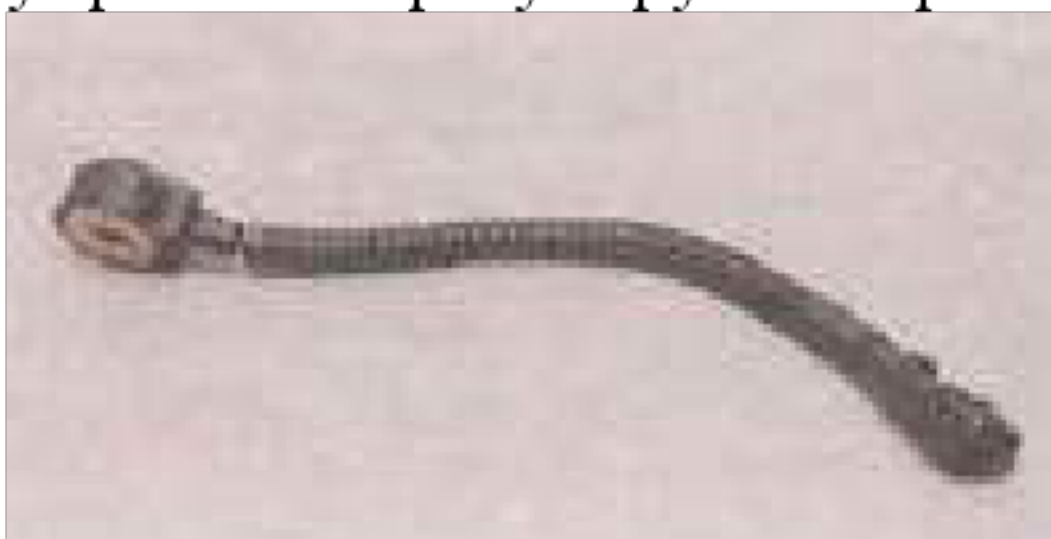
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе

Датчик детонации пьезоэлектрического типа закреплен болтом на задней стороне блока цилиндров. При возникновении высокочастотных колебаний блока цилиндров во время детонационного сгорания топлива в датчике возникают электрические сигналы, на основании которых блок управления регулирует опережение зажигания для устранения детонации.



Датчик детонации

Один из двух **датчиков концентрации кислорода** (лямбда-зондов) установлен в катколлекторе, другой — в промежуточной трубе системы выпуска. Кислород, содержащийся в отработавших газах, создает разность потенциалов на выходах датчиков, изменяющуюся от 0 до 1 В (бедная — богатая смесь). По сигналам от датчиков блок управления корректирует подачу топлива форсунками в цилиндры, так чтобы состав отработавших газов был оптимальным для эффективной работы нейтрализатора. Для быстрого прогрева датчиков после запуска двигателя в них встроен нагревательный элемент. При выходе из строя датчика или его цепей загорается лампа неисправности системы управления двигателем.



Датчик концентрации кислорода

Датчик скорости автомобиля представляет собой геркон (герметизированный контакт), встроенный в спидометр. Датчик преобразует вращение вала привода спидометра в прямоугольные импульсы напряжения с частотой, пропорциональной скорости автомобиля.

Датчик неровной дороги, установленный на чашке правой передней амортизаторной стойки, улавливает тряску (вертикальные ускорения) автомобиля. Неровная дорога создает переменную нагрузку на трансмиссию, а через нее воздействует и на двигатель, вызывая неравномерность его работы. В этом случае, для предупреждения ложного обнаружения пропусков воспламенения, блок управления использует сигнал датчика.

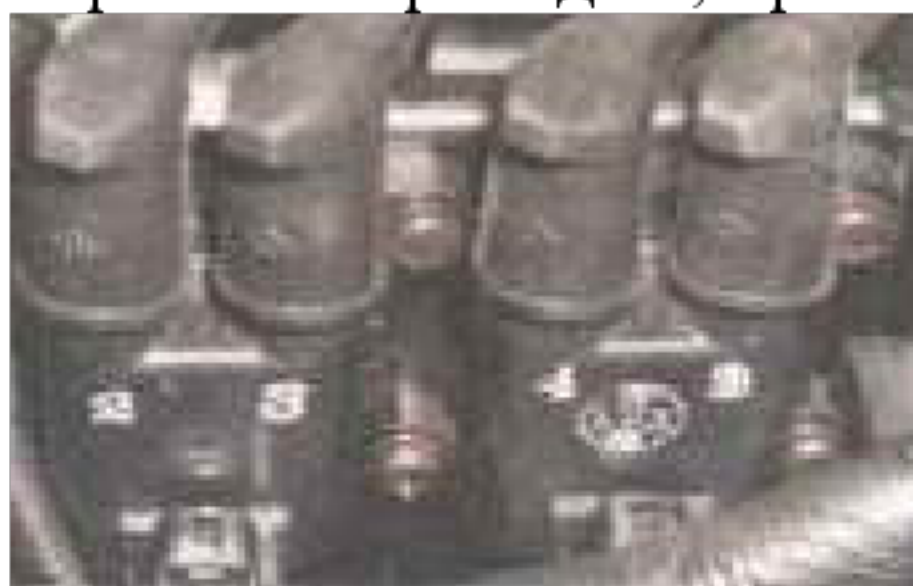


Расположение элементов системы управления двигателем: 1 — электронный блок управления (ЭБУ) (на фото не виден); 2 — монтажный блок реле и предохранителей; 3 — датчик положения распределительного вала; 4 — датчик положения коленчатого вала (на фото не виден); 5 — катушки зажигания; 6 — датчик концентрации кислорода (на каталитическом коллекторе); 7 — датчик неровной дороги; 8 — датчик концентрации кислорода (на промежуточной трубе) (на фото не виден); 9 — датчик детонации (на фото не виден); 10 — датчик абсолютного давления и температуры; 11 — свечи зажигания (на фото не видны); 12 — датчик положения дроссельной заслонки; 13 — датчик температуры охлаждающей жидкости (на фото не виден)

Система зажигания входит в систему управления двигателем. Она состоит из двух катушек зажигания, высоковольтных проводов и свечей зажигания. При эксплуатации система не требует обслуживания и регулировки (кроме свечей зажигания).

Катушки зажигания установлены на кронштейне, закрепленном на левой стороне блока цилиндров. К выводам высоковольтной обмотки одной катушки подсоединены свечные провода 1 и 4 цилиндров, к выводам другой катушки — 2 и 3 цилиндров. Таким образом, искра одновременно проскакивает в двух цилиндрах (1-4 или 2-3) — в одном во время такта сжатия (рабочая искра), в

другом во время такта выпуска (холостая). Катушки зажигания неремонтопригодны, при выходе из строя их заменяют новым.



Катушки зажигания (на корпусах катушек нанесены номера цилиндров)

Свечи зажигания имеют помехоподавительный резистор (сопротивлением 4-10 кОм). Зазор между электродами составляет 1,0-1,1 мм.

Работа системы управления. Блок управления получает команду на запуск системы управления при включении зажигания. Если активирован иммобилайзер, то дополнительно проверяется, совпадает ли его кодовая посылка с кодом в памяти блока управления (при несовпадении двигатель не пустится).

Во время работы блок управления обрабатывает информацию от датчиков (положения коленчатого вала, положения дроссельной заслонки, давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе, температуры охлаждающей жидкости, концентрации кислорода, детонации, скорости и неровной дороги). В зависимости от режима работы двигателя блок управления выдает команды на форсунки, катушки зажигания, регулятор холостого хода, клапан продувки адсорбера, реле топливного насоса, электровентилятора радиатора системы охлаждения двигателя, электровентилятора теплообменника конденсатора и компрессора.

Угол опережения зажигания рассчитывается блоком управления в зависимости от частоты вращения коленчатого вала, нагрузки на двигатель (давление и температура воздуха во впускном трубопроводе и положение дроссельной заслонки), температуры охлаждающей жидкости, а также наличия детонации. Состав смеси регулируется длительностью управляющего импульса, подаваемого на форсунки (чем длиннее импульс, тем больше количество топлива). При обслуживании и ремонте системы управления двигателем всегда выключайте зажигание (в некоторых случаях следует отсоединить аккумуляторную батарею), а при проведении сварочных работ на автомобиле отсоединяйте жгут проводов от блока управления. Блок управления содержит электронные компоненты, которые могут быть повреждены статическим электричеством, поэтому не прикасайтесь руками к его выводам. Перед сушкой автомобиля в сушильной камере (после покраски) снимите блок управления. На работающем двигателе не отсоединяйте и не поправляйте колодки жгутов проводов системы управления, а также клеммы проводов на выводах аккумуляторной батареи. Не пускайте двигатель, если клеммы проводов на выводах аккумуляторной батареи и «массовые» провода на двигателе не затянуты или загрязнены.

Документ подписан
электронной подписью
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: ООО «ТехноСистемы»

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Краткая теория. В последнее время все больше автомобилей с бензиновыми двигателями оборудуются системами электронного впрыска. Объясняется это большей гибкостью электронной системы в сравнении с неизменными законами функционирования карбюратора. В системе электронного впрыска, законы функционирования заложены в программу блока управления, что позволяет бесконечно совершенствовать функции управления без существенного удорожания системы. Кроме того, в последнее время технологии изготовления электронных компонентов и целых (готовых) приборов постоянно удешевляются и совершенствуются в плане надежности, а изготовление карбюратора в любом случае требует механической обработки металла с высокой точностью, затраты энергии, рабочего времени и износа оборудования.

Систему электронного впрыска можно разделить на три основные части:

- 1) воздушную (воздухоочиститель, воздухопроводы, впускной коллектор);
- 2) топливную (топливный бак, насос, трубопроводы, топливный фильтр, регулятор давления и инжектор);
- 3) управления (различные датчики и блок управления).

Более подробно назначение и взаимное расположение частей рассматривается на лекциях данного курса. В задачу данной работы входит: научиться идентифицировать элементы электронного впрыска и находить нужный элемент в автомобиле.

Поскольку все элементы могут иметь несколько вариантов установки, очень важно знать эти варианты, а также знать ключевые признаки, указывающие на расположение каждого элемента.

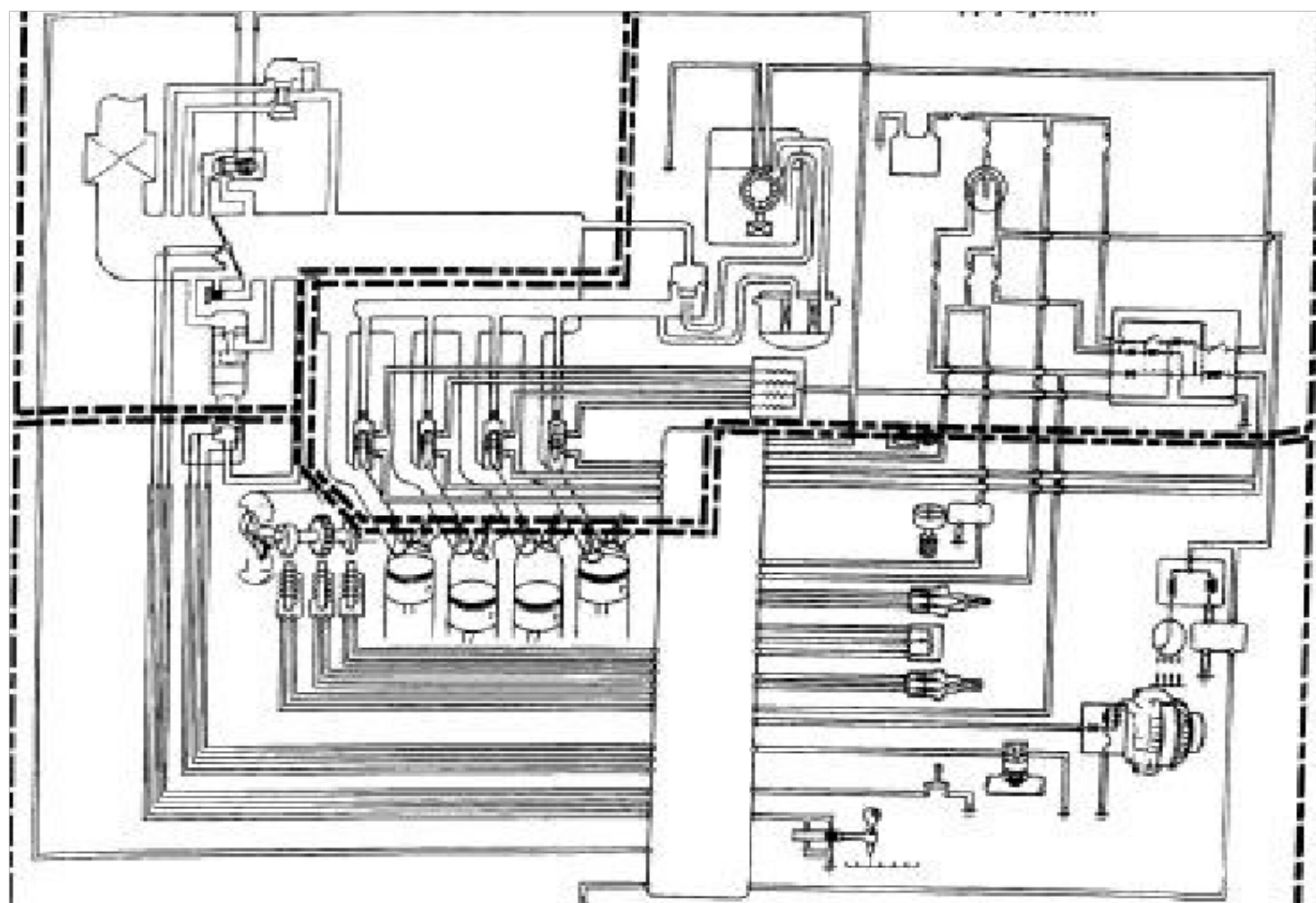


Рис. 2. Схема электронного впрыска

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Оборудование и материалы

1. Электромагнитная форсунка;
2. Схемы систем впрыска;
3. Схема инжекторной системы
4. Датчик положения коленчатого вала
5. Датчик положения распределительного вала
6. Датчик температуры охлаждающей жидкости
7. Датчик положения дроссельной заслонки (ДПДЗ)
8. Датчик абсолютного давления и температуры воздуха во впускном трубопроводе
9. Датчик детонации
10. Датчик концентрации кислорода
11. Датчик скорости автомобиля
12. Датчик неровной дороги
13. Катушки зажигания
14. Свечи зажигания

Указания по технике безопасности

Прежде чем приступить к занятиям, необходимо у лаборанта получить методические указания к выполнению работы и по этому указанию получить необходимый инструмент и оборудование рабочего места.

На рабочем месте ознакомиться с методикой лабораторной работы и только после этого приступить к выполнению работы в той последовательности, которая изложена в методическом указании. 4

Работы следует выполнять на тех рабочих местах, которые указаны преподавателем-руководителем занятий.

Самовольный переход с одного рабочего места на другое без разрешения преподавателя категорически запрещается.

Автомобили, на которых будут выполняться работы, должны быть расставлены так, чтобы к ним был свободный доступ со всех сторон. Расстояние от автомобиля до стены или соседнего автомобиля должно быть не менее 0,7 м.

Перемещение автомобиля в лаборатории и заводка двигателя осуществляется только преподавателями или лаборантами. Пересекать смотровую канаву разрешается только по установленным мостикам. Все подключения (отключения) анализатора к двигателю производить только при неработающем двигателе.

Работа анализатора при снятой задней крышке или табличке программ не допускается. При наблюдении в свете стробоскопической лампы подвижных деталей двигателя (крыльчатка вентилятора, толкатели клапанов и т.д.), частоты перемещения которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

При проверке двигателей остерегайтесь касаться руками или инструментом таких деталей. Работа с анализатором разрешается только в присутствии с преподавателем или лаборантом.

После выполнения лабораторных работ убрать свое рабочее место. Инструмент, оборудование сдать лаборанту и отчитаться перед ним в его сохранности

Задания

1. Рассмотреть систему впрыска на симуляторе.
2. Зарисовать расположение датчиков на предложенных автомобилях.
3. Измерить давление во впускном коллекторе.
4. Измерить давление топливного насоса.
5. Измерить время впрыска.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Составление схем и эскизов с пояснениями.
4. Результаты проведения экспериментов.
5. Вывод.

Контрольные вопросы

1. Что такое много и одноточечный впрыск топлива?
2. Насколько изменится характеристика ДВС с применением впрыска?

Лабораторная работа № 7.

Тема: «Светотехническое и вспомогательное оборудование»

Цель: Изучить светотехническое и вспомогательное оборудование

Знать:

- Знает назначение, классификацию, принцип действия, электрическую схему, технические условия и правила рациональной эксплуатации, причины и последствия прекращения работоспособности светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Уметь:

- Умеет выполнять операции по техническому обслуживанию приборов светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Владеть:

- Владеет навыками диагностики и ремонта приборов светотехнического и вспомогательного оборудования и информационно-диагностической системы транспортных средств

Теоретическая часть

Светотехническое оборудование включает в себя фары головного освещения, габаритные огни, указатели поворотов, сигналы торможения, световозвращатели, противотуманные фары, противотуманные фонари, фонарь освещения номерного знака, задние фары, фары-прожекторы, фары-искатели, стояночные фонари, фонари местного освещения. Светотехнические приборы разделяются на осветительные и сигнальные. Исходя из требований безопасности движения на любой транспортной машине установленные спереди световые приборы, освещающие дорогу и несущие информацию о встречном курсе для других участников движения, должны быть белого цвета. В соответствии с этим задние фары, включаемые при движении задним ходом, также должны быть белого цвета. Располагаемые сзади транспортного средства световые приборы должны быть красного цвета, как дополнительно информирующие других участников движения о попутном курсе. Указатели поворотов, несущие информацию об изменении направления движения, должны быть желтого или оранжевого цвета.

Конструкция световых приборов непрерывно совершенствуется в направлении улучшения светораспределения и снижения слепящего действия при встречном разъезде. Действующими нормативными требованиями допускается объединение в блоки световых приборов при условии соответствия требованиям стандартов характеристик каждого прибора. Все световые приборы должны вписываться в силуэт внешнего вида

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН Электронно	
Сертификат:	2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец:	Шебухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023	

транспортного средства, в том числе по требованиям аэродинамического сопротивления.

7.1.2. Световые приборы головного освещения

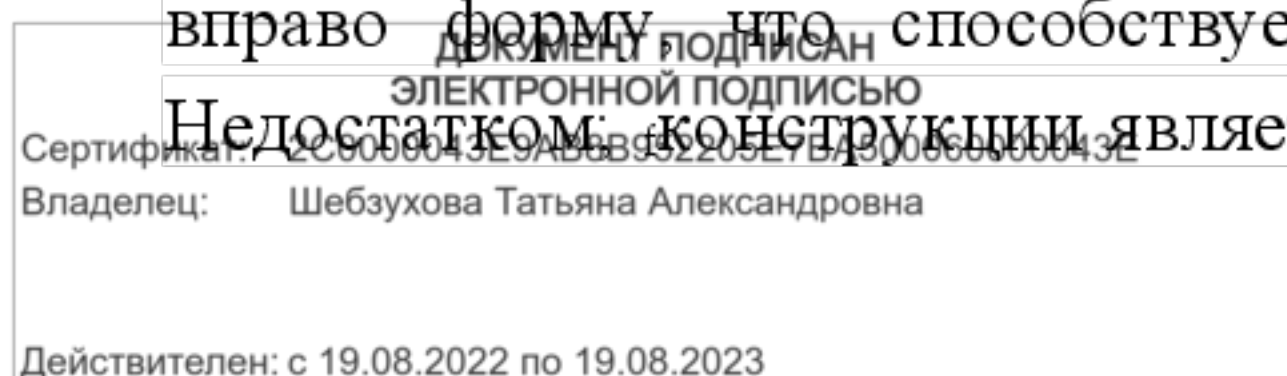
Световые приборы головного освещения предназначены для освещения дороги впереди автомобиля на расстоянии 20...100 м с яркостью, обеспечивающей водителю качественную оценку дорожной обстановки и своевременное обнаружение препятствий по условиям безопасности движения. К световым приборам головного освещения, относятся фары дальнего и ближнего света, фары-прожекторы, фары-искатели, противотуманные фары.

По способу реализации рабочего процесса освещения дороги система светораспределения фар ближнего и дальнего света может быть двухфарной или четырехфарной. При четырехфарной системе на автомобиле устанавливаются две двухрежимные фары и две фары дальнего света, отличающихся между собой световой мощностью ламп, углами наклона оптических осей к плоскости дороги и формами световых пятен на дороге. В двухрежимной фаре устанавливается лампа, с двумя нитями накала, из которых одна нить размещается в фокусе, а другая нить смещается относительно фокуса вверх или вперед в зависимости от типа светораспределения.

Основным требованием к системе светораспределения ближнего света является обеспечение наименее возможного слепящего, действия фары, в связи с чем его реализация проявилась в создании двух разновидностей ближнего света: **американской и европейской**. При этом обе разновидности могут быть использованы как при двухфарной, так и при четырехфарной системах светораспределения.

В американской системе светораспределения нить накал, ближнего света имеет подковообразную или цилиндрическую, располагаемую перпендикулярно оптической оси фары форму и находится выше фокуса с небольшим смещением влево. Такое решение позволяет наклонить вниз центральную ось светового потока с небольшим смещением вправо относительно оптической оси фары. Это приводит к смещению светового пятна ближе к автомобилю и лучшему освещению правой части дороги. Световой поток ближнего света приобретает асимметричную, смещенную вправо форму, что способствует уменьшению слепящего действия фар.

Недостатком конструкции является отсутствие резкой границы освещенной



и не освещенной частей дороги и ощутимое слепящее действие на глаза встречных водителей.



Рис. 6.2. Размещение нити накала ближнего света в фаре европейской системы светораспределения 1 — нить ближнего света; 2 — корытообразный экран

В европейской **системе светораспределения** нить накала ближнего света выполняется в виде цилиндрической формы, размещается впереди фокуса на оптической оси фары или несколько выше. Для создания резкой границы освещенной части дороги под нитью ближнего света 1 (рис. 6.2) размещается корытообразный экран 2 с небольшим вырезом в левой передней части под углом 15° , позволяющим увеличить прохождение светового потока в правую сторону дороги. В лампах для автомобилей, предназначенных для эксплуатации на дорогах с левосторонним движением, такой вырез для асимметричности светового потока делается справа. Рассматриваемые решения позволяют существенно снизить слепящее действие фар европейской системы светораспределения ближнего света.

В европейской системе светораспределения в режиме ближнего света используется только верхняя часть поверхности отражателя. Кроме того, совмещение в одной фаре двух рабочих режимов приводит к некоторому ухудшению характеристик как ближнего, так и дальнего света. Стремление повысить показатели светотдачи привело к созданию комбинированной четырехфарной системы, при которой в режиме дальнего света к основным двухрежимным фарам добавляются две однорежимные фары. Такое решение позволяет снизить мощность и размеры нити накала дальнего света основных двухрежимных фар и одновременно за счет этого улучшить характеристики системы ближнего света. Нить накала ближнего света располагается в фокусе отражателя, а нить дальнего света — сзади фокуса. Максимальный коэффициент светотдачи такая фара обеспечивает в режиме ближнего света. Снижение светотдачи основных фар в режиме дальнего света при этом компенсируется параллельным включением двух однорежимных фар. При включении ближнего света работают две фары (рис. 6.3), в режиме дальнего света — четыре

документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

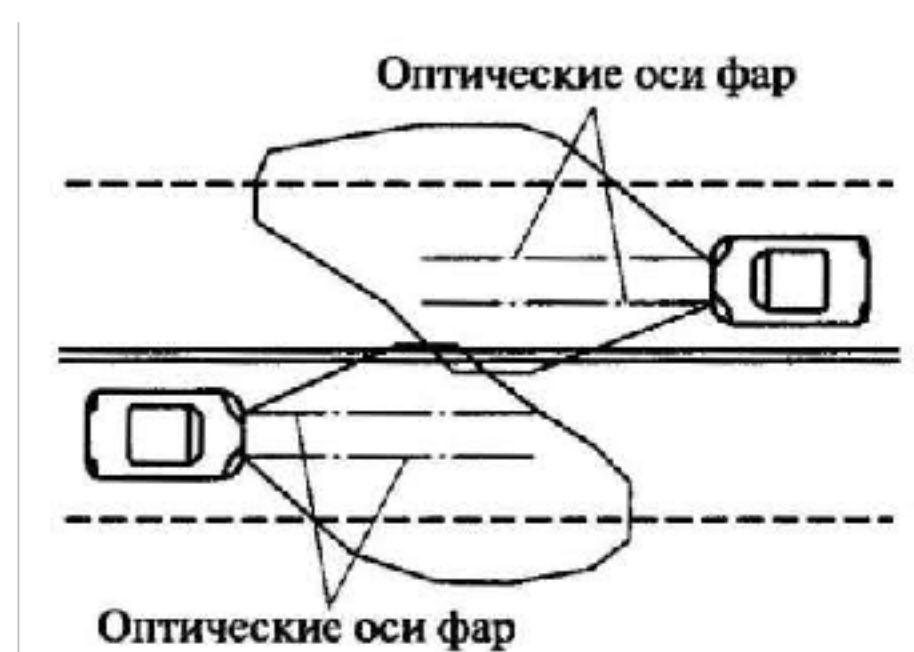


Рис. 6.3. Схема реализации световых потоков при европейской асимметричной системе ближнего света

Стремление уменьшить габаритные размеры фар в целях улучшения дизайна или фронтального аэродинамического сопротивления привело к созданию *гомофокальных* конструкций. Конструктивное построение гомофокальной фары (рис. 6.4) базируется на введении второго отражателя с меньшим фокусным расстоянием. Такое решение позволяет увеличить концентрацию светового потока при уменьшении высоты отражателя.

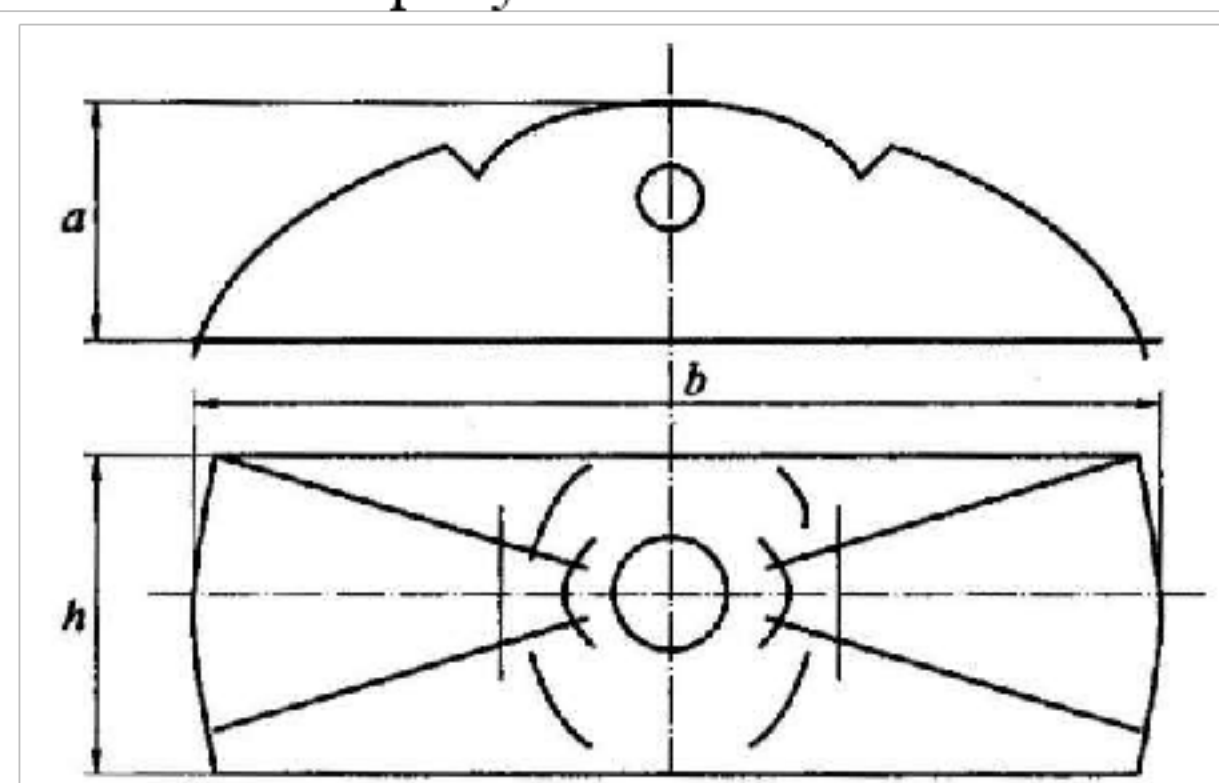


Рис. 6.4. Конструктивное построение гомофокальной фары

В сравнении с фарами традиционной конструкции гомофокальное построение позволяет уменьшить длину отражателя a на 15... 20 %. Соотношение размеров ширины и высоты фары b и h может находиться на уровне $b/h = 3,0...3,5$.

Вторичное формирование светового потока фары осуществляется, путем его прохождения через систему оптических призм и линз рассеивателя. Вертикальные цилиндрические линзы рассеивают световой пучок в стороны. Применение эллипсоидных линз позволяет осуществлять рассеивание светового потока в перпендикулярно расположенных плоскостях. При этом максимальная сила света (рис. 6.5) проходит вдоль оптической оси прибора.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

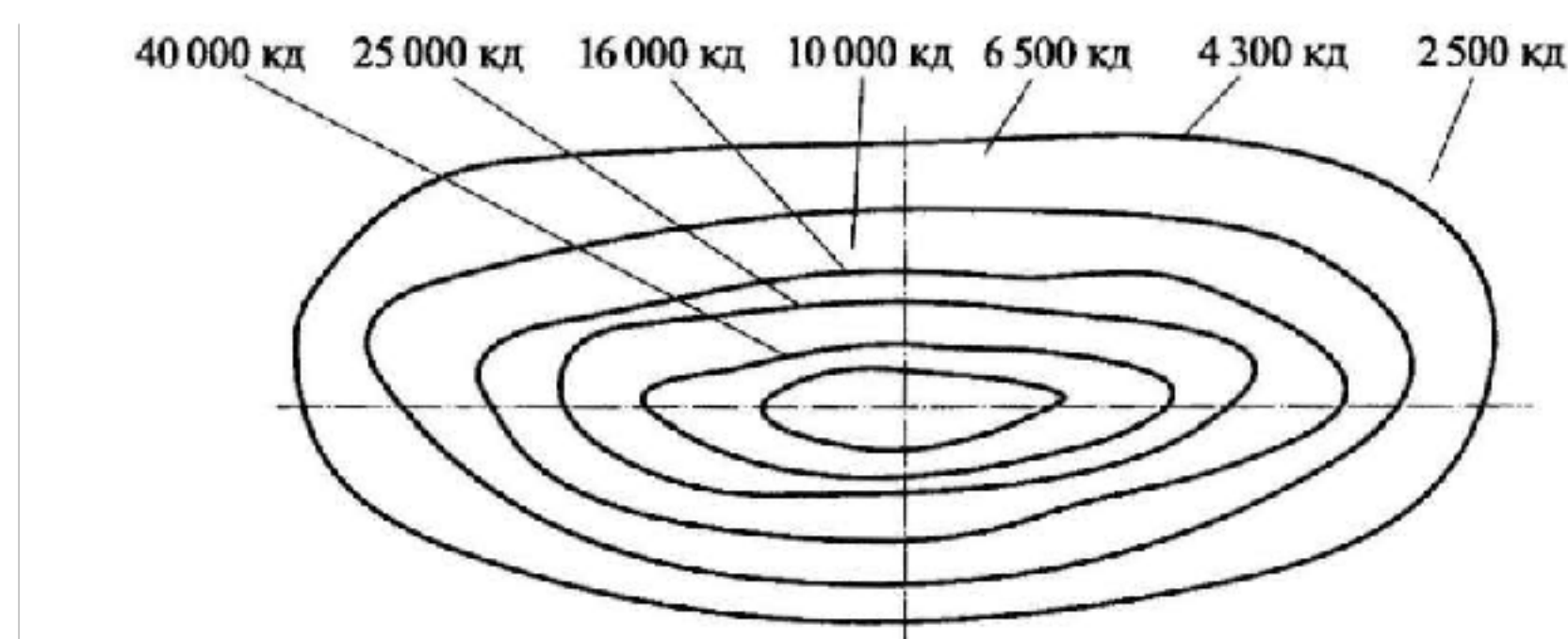


Рис. 6.5. Световое пятно европейской фары дальнего света

При отклонении в вертикальной плоскости происходит резко уменьшение силы светового потока, причем в верхней части более значительное (рис. 6.6), что наряду с другими мероприятиями позволяет снизить слепящее действие фары. При отклонении в горизонтальной плоскости происходит несколько меньшее снижение светового потока, что расширяет зону светового пятна на дороге. В современных конструкциях фар угол максимальной концентрации светового потока составляет $5...9^\circ$ в вертикальной плоскости и $18...24^\circ$ в горизонтальной плоскости.

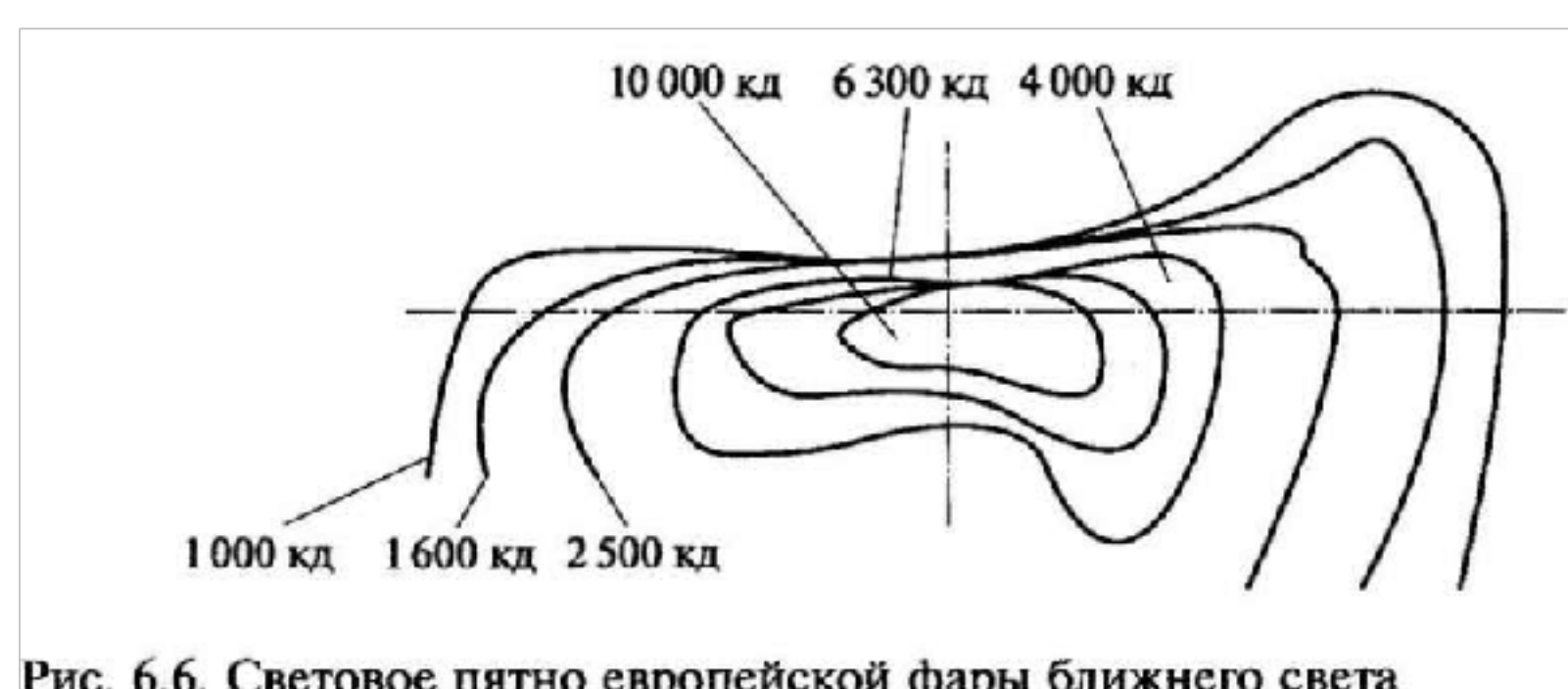
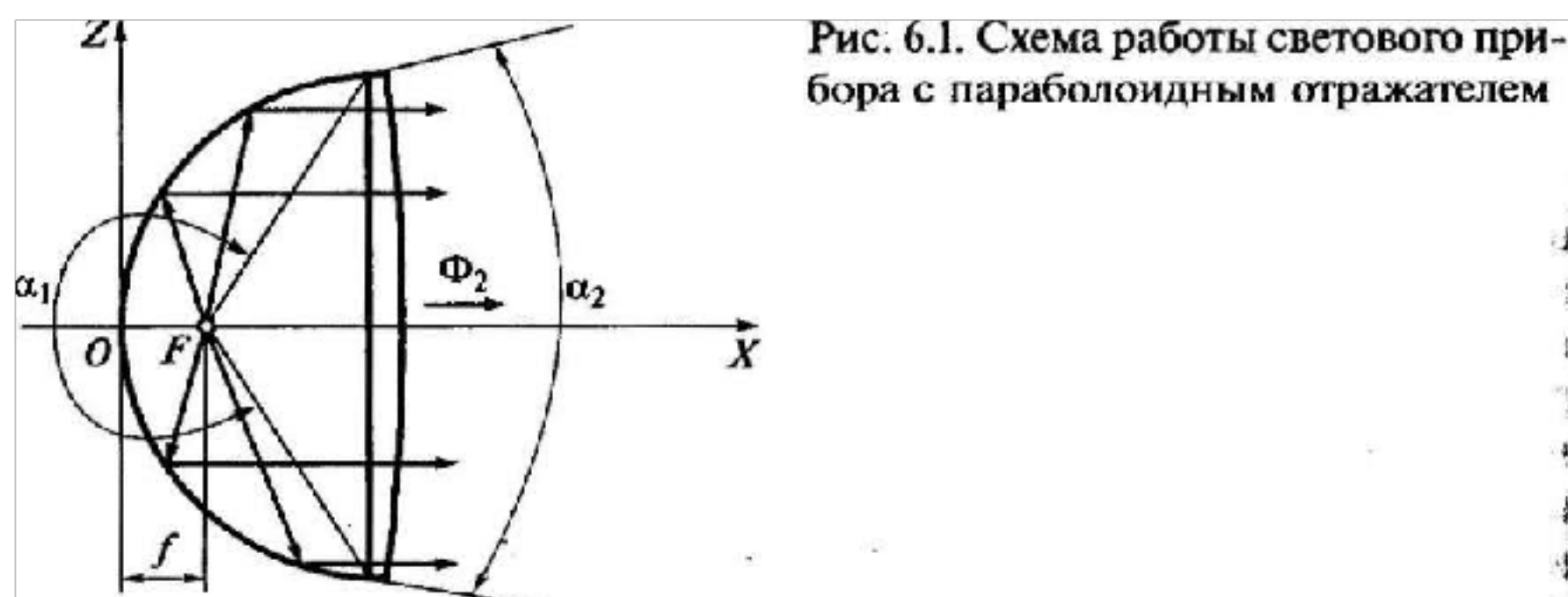


Рис. 6.6. Световое пятно европейской фары ближнего света

Согласно требованиям Европейской Экономической Комиссии по безопасности движения общее число фар, располагаемых на транспортном средстве, должно быть четным. При этом сила светового потока одновременно работающих фар дальнего света не должна превышать 225000 кд (**Кандел**). Высота расположения фар ближнего света должна быть не менее 500 мм и не более 1200 мм от поверхности дороги. Расстояние от внешнего габаритного края транспортного средства до внешнего края светового отверстия не должно превышать 400 мм, при этом расстояние между внутренними краями световых отверстий фар должно быть не менее 600 мм.

Фары-прожекторы. Предназначены для освещения наиболее удаленных участков дороги, расположенных за зоной освещения фарами дальнего света. Конструктивное построение таких фар осуществляется по

принципу однорежимного светового прибора в соответствии со схемой, показанной на рис. 6.1, с отличием в большей длине фокусного расстояния.



Это позволяет при наличии специальных призматических линз рассеивателя формировать узкий концентрированный световой поток, проникающий на достаточно большое расстояние. Установка таких фар разрешается только на специальных автомобилях, технические характеристики которых могут выступать за установленные пределы дорожных ограничений. Высота расположения фар-прожекторов не нормируется.

На специальных транспортных средствах, производящих технологические работы, могут устанавливаться фары-прожекторы, освещающие зону проведения работ. Отличие таких фар от транспортных фар-прожекторов состоит в формировании более широкого угла рассеивания светового потока, позволяющего без значительного снижения освещенности расширить площадь светового пятна в зоне работ.

Фары-искатели. Имеют примерно такой же принцип построения и служат для поиска предметов, расположенных вне зоны действия фар головного освещения. На автомобиле устанавливается обычно одна фара-искатель, располагаемая на поворотном кронштейне с возможностью управления с рабочего места водителя.

Противотуманные фары. Предназначены для освещения дороги в условиях затрудненной видимости при наличии на пути следования автомобиля тумана, метели, пыли или дыма.

По конструктивному построению противотуманная фара отличается от обычной однорежимной фары, прежде всего, формой светового потока (рис. 6.7). Ухудшение видимости дороги в условиях тумана при работе фар ближнего или дальнего света происходит из-за свечения светоотражающих частиц в пространстве, охватываемом световыми лучами таких фар.

Включение фар дальнего света значительно ухудшает видимость дороги.

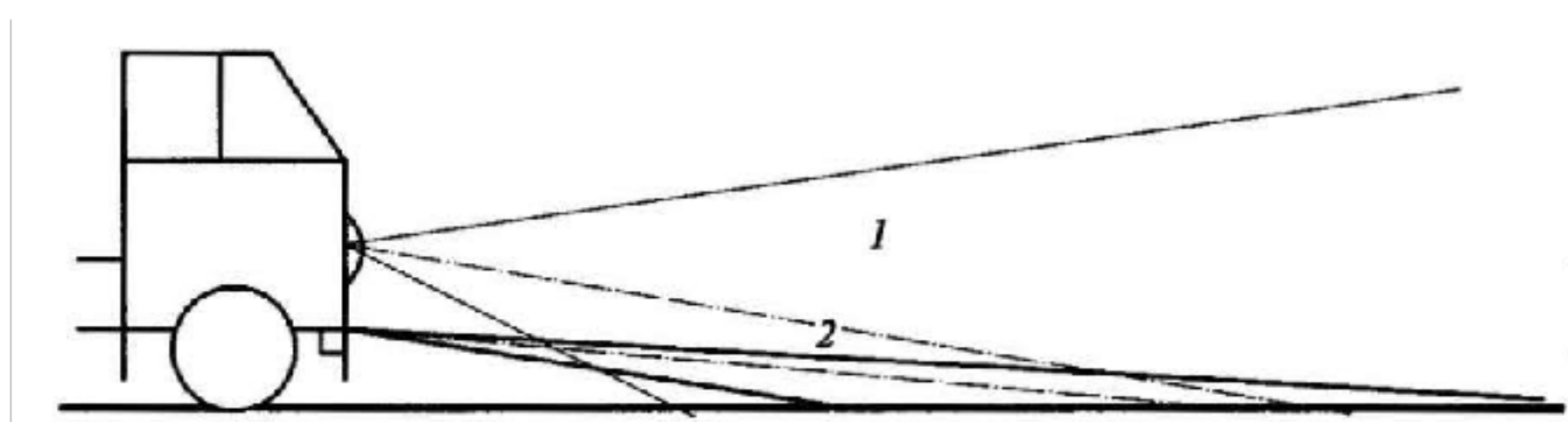


Рис. 6.7. Распределение светового потока в вертикальной плоскости: 1 — фарой ближнего света; 2 — противотуманной фарой

Улучшение видимости дороги в условиях тумана может быть достигнуто приданием световому потоку фары щелевидной формы, резко ограничивающей попадание лучей света на заполненное туманом пространство. Для достижения такого эффекта противотуманная фара должна производить узкий, с углом рассеивания не более 5° , световой поток в вертикальной плоскости и расширенный, с углом рассеивания $80... 110^\circ$, в горизонтальной плоскости (рис. 6.8). В целях лучшей освещенности дороги при таком распределении светового потока противотуманные фары необходимо располагать как можно ниже к поверхности дороги.

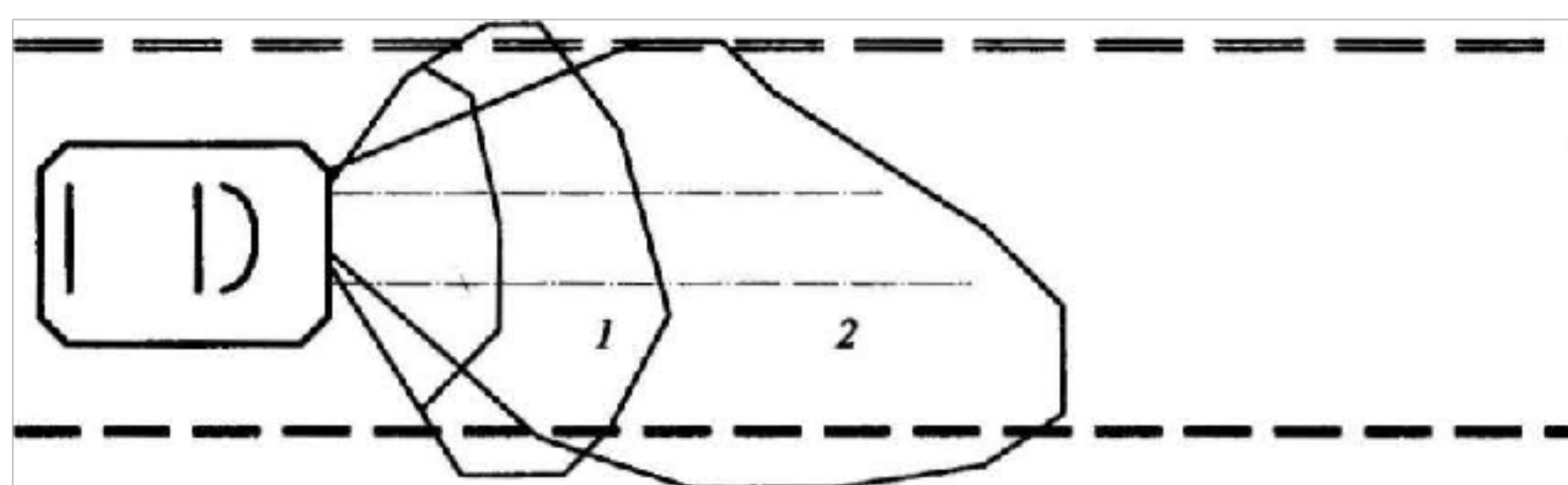


Рис. 6.8. Распределение светового потока в горизонтальной плоскости: 1 — противотуманными фарами; 2 — фарами ближнего света

Действие противотуманных фар должно обеспечивать хорошую видимость дороги на расстоянии 15 ...20 м перед автомобилем. Высота расположения противотуманных фар в меньшей степени влияет на освещенность дороги, чем светораспределение и точность их установки. Увеличение высоты установки фар с 0,25 до 1 м от поверхности дороги снижает дальность видимости до 10 %, тогда как 1 отклонение оптической оси фары по вертикали на 3 % от нормального положения уменьшает дальность видимости более чем в 2 раза. При освещении плоскости, перпендикулярной оптической оси 1 противотуманная фара дает световое пятно (рис. 6.9), сжатое по вертикали и растянутое по горизонтали.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

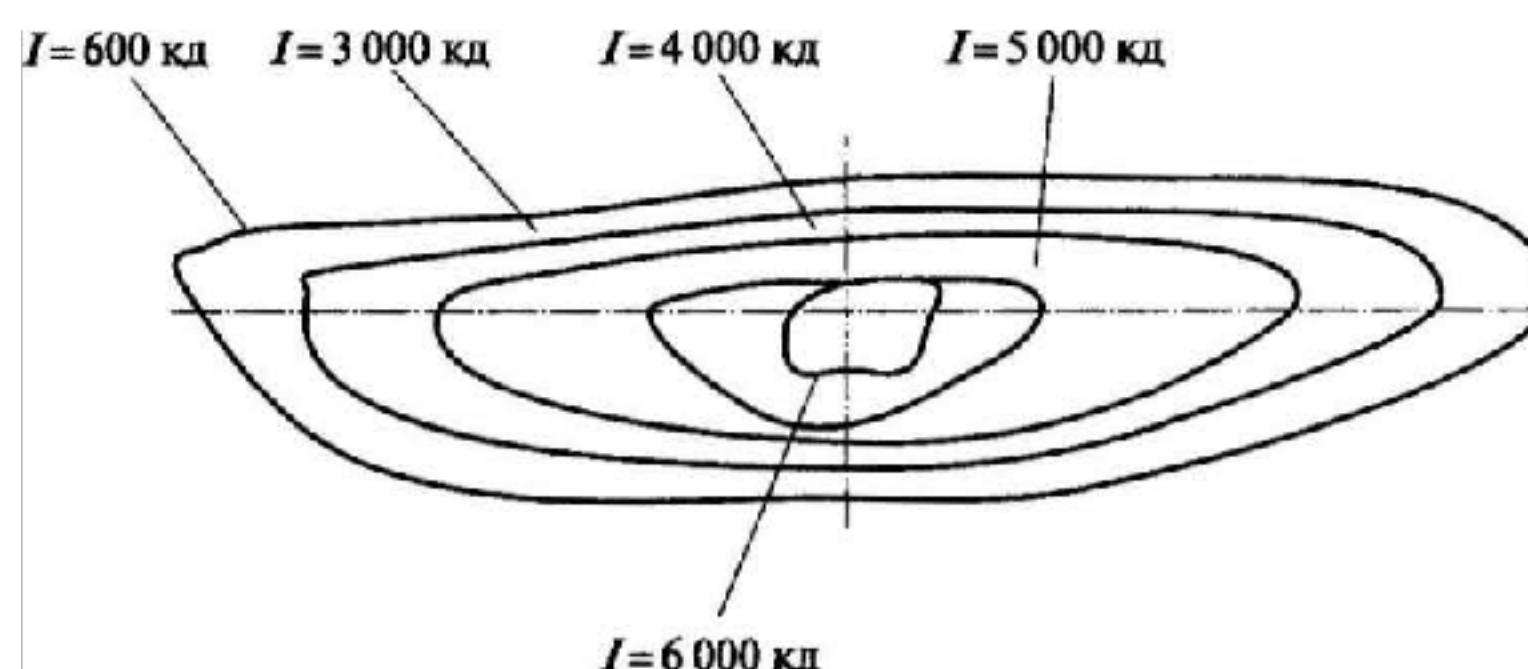


Рис. 6.9. Световое пятно противотуманной фары

В ходе поиска мер по повышению цветовой контрастности изображения дороги было установлено, что наиболее высокая цветовая контрастность в тумане средней и высокой плотности с относительно большими размерами светящихся частиц достигается при приближении спектра света лампы к спектру дневного света. В то же время при наличии тумана малой плотности или пылевой среды с малыми размерами светящихся частиц лучший эффект дают лучи желтого света с большей длиной световых волн, соизмеримых с размерами частиц тумана или пыли. При этом, согласно требованиям Европейской Экономической Комиссии по безопасности движения, рассеиватели противотуманных фар, располагаемых на одном транспортном средстве, должны быть одного цвета.

Для уменьшения слепящего действия противотуманных фар могут применяться те же мероприятия, что и для фар ближнего света: расположение светоотражающего экрана под нитью накала, установка экрана прямых лучей перед лампой, смещение оптических осей фар вправо. Рассеиватель противотуманной фары выполняется в виде многорядной структуры преломляющих элементов в виде усеченных прямолинейных цилиндрических линз (рис. 6.10).



Рис. 6.10. Рассеиватель противотуманной фары

В результате взаимодействия прямых лучей, исходящих от лампы, с частицами тумана происходит значительное рассеивание несформированного светового потока, образующего непрозрачную пелену, резко снижающую дальность видимости. Для уменьшения эффекта непрозрачной пелены

применяется экран прямых лучей, располагаемый впереди лампы и возвращающий прямые лучи на отражатель. Это позволяет исключить взаимодействие прямых лучей лампы с частицами тумана и тем самым улучшить условия видимости в тумане.

Наличие большего угла рассеивания светового потока в горизонтальной плоскости позволяет использовать преимущества противотуманных фар при движении на крутых поворотах в горной местности или при маневрировании в стесненных условиях. Использование противотуманных фар в условиях плохой видимости позволяет повысить безопасность движения и увеличить скорость транспортной работы автомобилей на 20... 30 %. При движении в тумане в светлое время суток включение противотуманных фар не улучшает условия видимости. Однако они могут выполнять роль источников света, обозначающих движущееся транспортное средство.

Корпус противотуманной фары должен выполняться из металлического листа, допускающего высокую теплонапряженность и достаточную прочность при высокочастотном вибрационном нагружении. Кроме того, на корпусе должен быть механизм регулировки положения фары с одной или двумя степенями свободы.

7.1.3. Светосигнальные приборы

Светосигнальные приборы предназначены для информирования участников движения о режиме работы и виде транспортного средства, его габаритных размерах, совершаемом маневре и принадлежности в виде освещаемого номерного знака.

К светосигнальным приборам относятся габаритные и стояночные фонари, сигналы торможения, указатели поворота, специальные сигналы и световозвращатели. Форма, размеры и расположение светосигнальных приборов должны отвечать нормативным требованиям по безопасности движения и соответствовать внешнему виду транспортного средства. Согласно действующим международным и отечественным стандартам установлены перечень и основные параметры обязательных и необязательных, но допускаемых) к применению осветительных и светосигнальных приборов. При этом работа светосигнальных приборов может происходить в активном режиме с использованием собственного источника света! либо в пассивном режиме посредством отражения света фар другого автомобиля.

В комплект обязательных светосигнальных приборов дорожных транспортных средств входят:

- габаритные огни: два передних белого цвета и два задних красного цвета;

- сигналы торможения в виде двух располагаемых сзади транспортного средства фонарей красного цвета;
- фонарь освещения заднего номерного знака белого цвета;
- указатели поворота и аварийной световой сигнализации оранжевого цвета, располагаемые попарно спереди, сбоку и сзади транспортного средства;
- задние световозвращатели красного цвета;
- фары заднего хода белого цвета.

Кроме того, некоторые виды транспортных средств согласно действующим стандартам должны оснащаться следующими видами светосигнальных приборов:

- контурные фонари грузовых фургонов или автобусов;
- специальные опознавательные фонари;
- фонари преимущественного права проезда.

К необязательным, но допускаемым к установке на транспортные средства светосигнальным приборам относятся:

- фары обозначения движения;
- задние противотуманные фонари;
- стояночные фонари;
- дополнительные сигналы торможения;
- боковые огни;
- указатели траектории.

По функциональным особенностям светосигнальные приборы могут рассматриваться в виде источников или отражателей света.

По условиям режима работы светосигнальные приборы подразделяются на приборы длительного, в том числе круглосуточного, действия и приборы краткосрочного действия, например сигналы торможения или указатели поворота. Данные особенности определяют требования по выбору материалов и компоновочной схеме.

В зависимости от условий использования световые приборы могут быть ночного или круглосуточного действия. Излучаемая от приборов ночного действия сила света обычно составляет 5... 12 кд (**Кандел**). Для приборов круглосуточного действия, видимость которых должна обеспечиваться при ярком солнечном свете, сила света находится в пределах 500...700 кд. В необходимых случаях должна обеспечиваться соответствующая защита от слепящего действия таких приборов в ночное время.

Нормирование характеристик светосигнальных приборов осуществляется по условиям их зрительного восприятия в конкретных условиях видимости с учетом динамических свойств транспортных средств. Исходя из

функционального назначения для каждого светосигнального прибора в качестве нормативных характеристик рассматриваются: сила света, углы видимости, расстояния от крайних габаритных точек и по высоте транспортного средства, цветовые различия. Кроме того, нормируется количество светосигнальных приборов с каждой стороны транспортного средства, углы геометрической видимости светящейся поверхности в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 6.11). Оознаваемость светосигнальных приборов достигается изменением силы света, цветовым спектром, а также проблесковым режимом их работы.

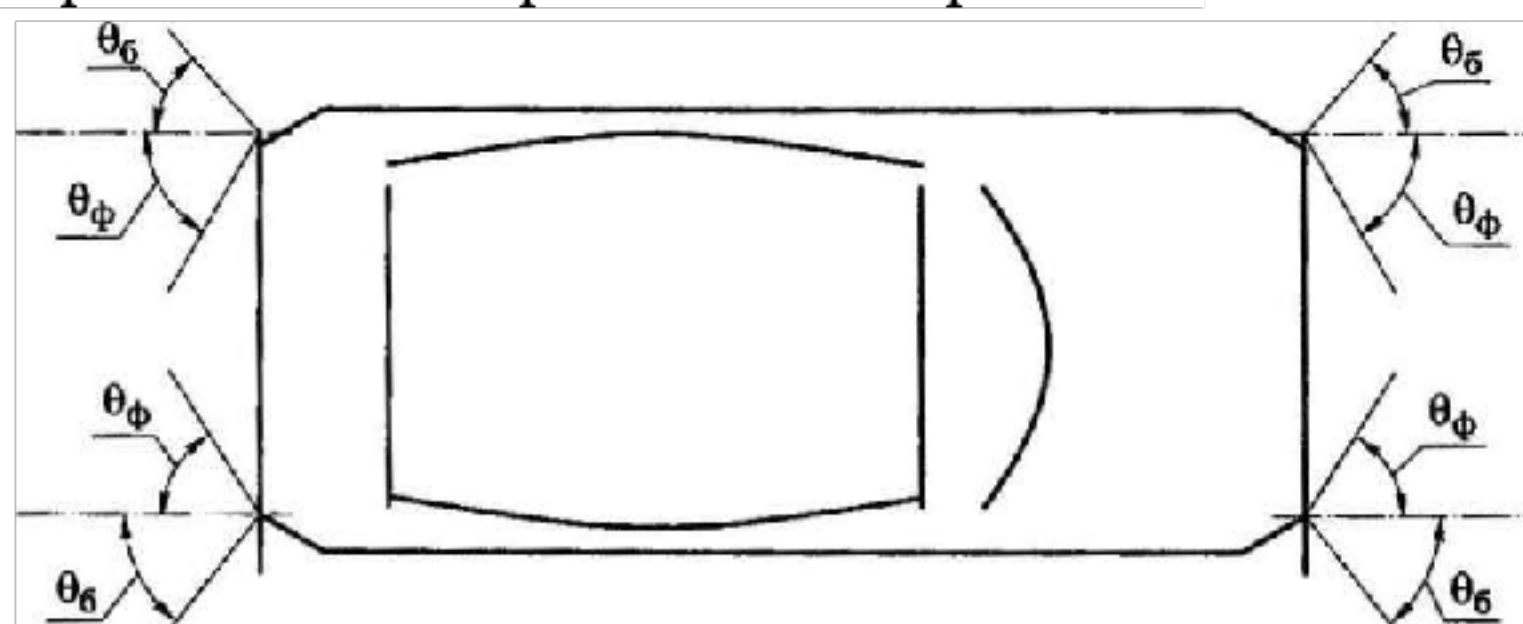


Рис. 6.11. Углы светораспределения светосигнальных приборов в горизонтальной плоскости

Как указывалось ранее, передние габаритные огни, фары заднего хода, фонари освещения номерного знака, передние световозвращатели должны быть белого цвета. В некоторых случаях допускается желтый селективный цвет. Задние габаритные фонари, задние световозвращатели, сигналы торможения должны быть красного цвета. Указатели поворота, работающие в мигающем режиме, должны быть оранжевого цвета. Проблесковые маячки автомобилей специальных служб, устанавливаемые в верхней части транспортного средства, могут выполняться синего, красного или бело- лунного цвета.

Видимость светосигнальных приборов характеризуется углами геометрического светораспределения в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Углы геометрического светораспределения в вертикальной плоскости обычно составляет $\pm 15^\circ$ относительно оптической оси. В горизонтальной плоскости обычно применяется асимметричное светораспределение с большими углами фронтальной видимости θ_Φ и меньшими углами боковой видимости $\theta_\text{Б}$ относительно оптической оси.

Для передних и задних габаритных фонарей и указателей поворота углы геометрического светораспределения обычно составляют

$$\theta_\Phi = 80^\circ \text{ и } \theta_\text{Б} = 45^\circ \text{ в пределах телесного угла } \theta = \theta_\Phi + \theta_\text{Б} = 80^\circ + 45^\circ = 125^\circ.$$

Для сигналов торможения применяется симметричное светораспределение при $\theta_{\Phi} = \theta_{\delta} = 45^{\circ}$. Задние световозвращатели также выполняются с симметричным светораспределением при $\theta_{\Phi} = \theta_{\delta} = 30^{\circ}$.

Габаритные огни. Предназначены для обозначения наличия и примерных габаритных размеров транспортного средства в темное время суток и в условиях недостаточной видимости. Прицепные звенья обозначаются двумя задними габаритными фонарями, а при ширине более 2,6 м — двумя передними. Автобусы длиной более 7 м и транспортные средства с кузовами фургонного типа должны обозначаться четырьмя верхними габаритными фонарями: двумя спереди белого цвета и двумя сзади красного цвета. Сила света по соответствующим оптическим осям должна находиться в пределах 40... 60 кд (Кандел) для нижних габаритных фонарей и 5... 12 кд для верхних фонарей.

Габаритные фонари располагаются на одной высоте симметрично относительно продольной оси транспортного средства на равных расстояниях от его крайних габаритов. Согласно нормативным требованиям по безопасности движения R35 Правил ЕЭК расстояния между фонарями по ширине должно быть не менее 600 мм; для транспортных средств особо малого класса допускается 400 мм. Расстояние до плоскости бокового габарита транспортного средства должно быть не более 400 мм. Высота установки нижних габаритных фонарей должна находиться в пределах 400... 1500 мм. Высота расположения верхних габаритных фонарей должна быть не ниже 400 мм от плоскости верхнего габарита транспортного средства. На транспортных средствах длиной более 6 м должны устанавливаться боковые габаритные фонари оранжевого цвета с углами рассеивания $\theta = 90 \dots 120^{\circ}$ и силой света 2... 5 кд. Аналогичные характеристики должны иметь фонари сигнализации открытия дверей, сигнализирующие об увеличении ширины транспортного средства.

Дневные ходовые огни. Устанавливаются на транспортные средства в связи с введением в дорожные законодательства ряда государств требования движения с включенным ближним светом фар независимо от условий освещенности. При этом фары ближнего света, содержащие лампы накаливания, потребляют значительное количество энергии, увеличивающее расход топлива. Появление мощных светодиодов с достаточно высокой светоотдачей и несущественным потреблением энергии позволило создать фары, выдающие рассеянный световой поток, хорошо видимый при ярком солнечном свете.

Для освещения дороги в темное время суток такие фары не могут быть использованы из-за наличия рассеянного светового потока, в связи с чем они не могут служить заменителями фар ближнего света или противотуманных фар. Концентрация светового потока фар, содержащих светодиодные источники света, в настоящее время является затруднительной. Электрическая схема включения дневных ходовых огней должна предусматривать их действие при замыкании цепи включателя зажигания.

Стояночные фонари. Предназначены для обозначения стоящего транспортного средства в темное время суток, когда использование габаритных фонарей требует значительных затрат энергии и приводит к быстрому разряду аккумуляторной батареи. При этом не требуется значительной яркости источников света.

Размещение и углы светораспределения стояночных фонарей аналогичны соответствующим характеристикам габаритных фонарей, однако сила света ламп обычно составляет 2...3 кд, что достаточно для видимости стоящего автомобиля на расстоянии до 100 м. На транспортных средствах стояночные фонари могут быть сгруппированы или совмещены с соответствующими габаритными огнями. Электрическая схема управления стояночными фонарями должна предусматривать возможность их включения с одной стороны, обращенной к проезжей части дороги.

Противотуманные фонари. Предназначены для применения только в условиях тумана, когда использование задних габаритных огней малоэффективно, так как происходит резкое сокращение дистанции, при которой возможно обнаружение впереди идущего транспортного средства. Для увеличения расстояния, при котором можно заметить располагающийся впереди автомобиль, предназначены задние противотуманные фонари красного цвета с повышенной светоотдачей.

Светораспределение противотуманных фонарей осуществляется таким же образом, как и у противотуманных фар. Угол светораспределения в вертикальной плоскости не должен превышать 5°. Согласно требованиям безопасности движения на транспортном средстве может устанавливаться один или два противотуманных фонаря с силой света 500... 1000 кд и более. Такая сила света при отсутствии тумана может вызывать эффект ослепления или зрительного дискомфорта, в связи с чем включение таких световых приборов допускается только в условиях тумана, причем более эффективно в дневное время. Свет заднего противотуманного фонаря воспринимается следующим образом: водитель в виде вытянутого по горизонтали красного светового луча. При этом водитель способен обнаружить расположенный

автомобиль на расстоянии, в несколько раз большем в сравнении с автомобилем, обозначенным только обычными габаритными огнями.

Высота установки противотуманных фонарей ограничивается по условиям безопасности движения величиной 0,25... 1,0 м. Один противотуманный фонарь может быть расположен посередине транспортного средства или в левой его части. При этом противотуманные фонари могут быть составными частями задних блоков светосигнальных приборов.

При раздельной компоновке противотуманные фонари должны располагаться выше или ниже светосигнальных блоков для исключения наложения световых потоков. Схема включения противотуманных фонарей должна предусматривать их работу только совместно с габаритными фонарями.

Сигналы торможения. Служат для предупреждения находящихся сзади транспортного средства участников движения о снижении скорости или остановке. Обязательный комплект сигналов торможения включает в себя два симметрично расположенных сзади транспортного средства фонаря красного цвета. Кроме того, допускается наличие двух дублирующих фонарей с аналогичными характеристиками, располагаемых в пассажирском салоне непосредственно за задним стеклом выше штатных сигналов, обеспечивающих лучшую их видимость.

Сигналы торможения включаются автоматически при срабатывании тормозной системы. С учетом того что световой сигнал должен быть хорошо заметен при ярком солнечном свете, от данных фонарей должна исходить достаточно высокая сила света. Однако в темное время суток это может вызвать зрительный дискомфорт находящихся сзади участников дорожного движения, поэтому сила света сигналов торможения ограничивается в пределах 40... 100 кд. Для повышения безопасности движения могут применяться двухрежимные сигналы торможения с силой света в дневное время 130...500 кд и 50...80 кд в ночное время. Переключение режимов работы таких световых приборов может осуществляться вручную или автоматически, в том числе со следящим действием по освещенности посредством фотоэлектрического датчика.

Электрическая схема управления сигналами торможения должна предусматривать их работу в любых условиях, независимо от положения ключа в замке зажигания и работы других приборов. В связи с большой ответственностью в обеспечении безопасности движения к цепи управления сигналами торможения предъявляются дополнительные требования по надежности, в том числе отсутствие защиты цепи от короткого замыкания посредством плавкого или термобиметаллического предохранителя.

Указатели поворота. Предназначены для передачи информации другим участникам движения о намерении водителя изменить направление следования. Обязательный комплект указателей поворота для всех механических транспортных средств включает в себя два передних, два задних и два боковых фонаря оранжевого цвета, работающих в проблесковом режиме. Частота мигания указателей поворота определяется из условий зрительного восприятия информации и находится в пределах $1 \dots 2 \text{ с}^{-1}$. При уменьшении частоты мигания ухудшается восприятие сигнала; он может быть не замечен другими участниками движения. Увеличение частоты мигания сигнала более 2 с^{-1} приводит к восприятию его как постоянно горящего.

Нормативные характеристики указателей поворота определяются так же, как и для сигналов торможения, с учетом работы в режимах яркого дневного света и отсутствия ночного освещения. Исходя из этого указатели поворота могут быть как однорежимными, так и двух- режимными. Однако двухрежимное исполнение передних указателей поворота нецелесообразно, поскольку их работа ночью происходит при включенных фарах и не вызывает ослепления при силе света в пределах $200 \dots 500 \text{ кд}$. Сила света задних указателей поворота при однорежимном исполнении должна находиться в пределах $100 \dots 200 \text{ кд}$, а при двухрежимном исполнении — $200 \dots 700 \text{ кд}$ днем и $50 \dots 120 \text{ кд}$ в ночное время. Такими же характеристиками могут обладать боковые повторители. Электрическая схема включения указателей поворота должна предусматривать их работу только при замыкании цепи включателя зажигания во избежание создания зрительных помех и разряда аккумуляторной батареи во время стоянки автомобиля.

Схема включения указателей поворота должна предусматривать их работу в режиме *аварийной световой сигнализации* — одновременного синхронного мигания всех указателей поворота. При этом частотные и световые характеристики должны оставаться такими же, как и для соответствующих режимов указателей поворота. Включение аварийной световой сигнализации должно производиться вне зависимости от положения включателя зажигания посредством кнопочного включателя или тумблера, располагаемого в легкодоступном месте на панели приборов. При этом работа приборов системы указателей поворота должна предусматриваться как в режиме кратковременного включения, так и в режиме длительной работы по схеме аварийной световой сигнализации.

Фонари освещения номерных знаков. Должны включаться совместно с габаритными фонарями и обеспечивать равномерное освещение от одного или двух фонарей белого цвета. Согласно нормам ЕЭК по безопасности

дорожного движения освещенность таблицы номерного знака должна находиться в пределах 10...490 лк.(Люкс) Яркость света в контрольных точках поверхности знака должна быть не менее 2,5 кд/м². Поле видимости номерного знака должно быть в пределах углов: 10° в вертикальной плоскости и 60° в горизонтальной плоскости симметрично оси, перпендикулярно направленной к плоскости знака и проходящей через его центр.

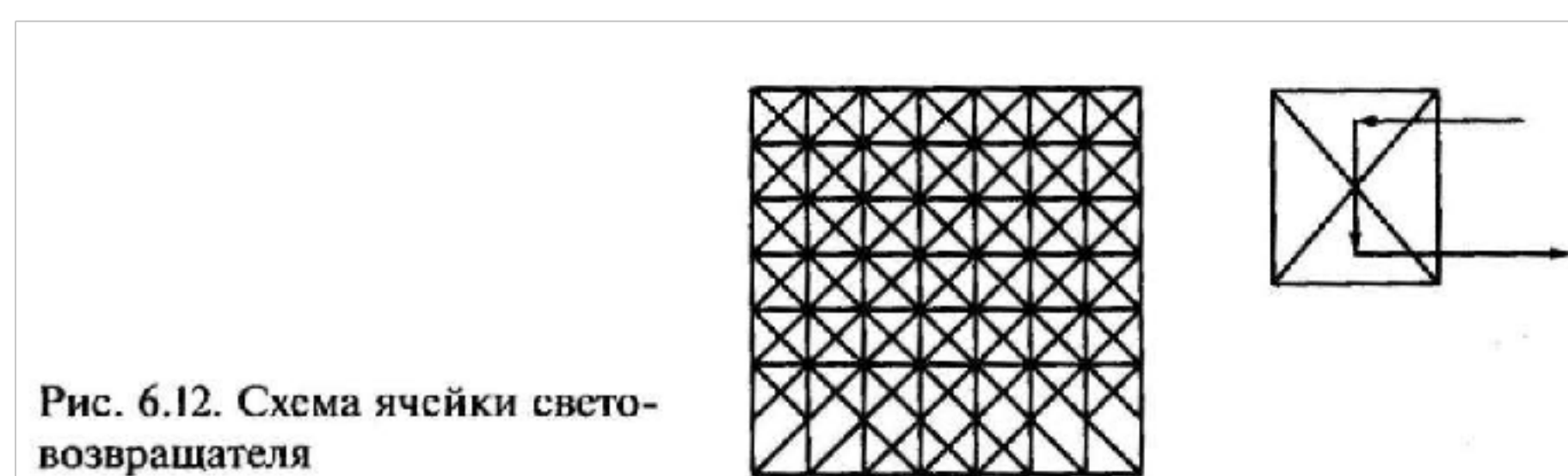
Фонари заднего хода. Должны обеспечивать освещение дороги при движении назад. Согласно действующим требованиям по безопасности дорожного движения на транспортном средстве должны устанавливаться один или два фонаря заднего хода белого цвета, работающих при включении передачи заднего хода. По конструкции и предъявляемым требованиям фонари заднего хода относятся к светосигнальным приборам. Размещение таких фонарей производится в задней части автомобиля на уровне 400... 1200 мм от поверхности дороги. Углы светораспределения данных фонарей могут незначительно различаться для различных видов транспортных средств и обычно находятся в пределах 20...30° в вертикальной плоскости и 85...90° в горизонтальной плоскости. Электрическая схема включения фонарей заднего хода должна предусматривать их работу при включении зажигания и передачи заднего хода независимо от включения габаритных фонарей. Такое решение позволяет сообщать дополнительную информацию другим участникам о движении назад независимо от условий освещенности.

Опознавательные фонари автопоезда. Выполняют информационную роль о наличии сочлененных транспортных средств. На автопоездах и сочлененных транспортных средствах должны располагаться опознавательные знаки в виде трех расположенных рядом фонарей оранжевого цвета, устанавливаемых на крыше кабины тягача. Расстояние между фонарями должно находиться в пределах 150... 300 мм; углы светораспределения должны быть 10... 15° в вертикальной плоскости и до 180° в горизонтальной плоскости. Работа данных фонарей должна предусматриваться в длительном режиме при транспортной работе и стоянке автопоезда, в связи с чем их включение должно осуществляться независимо от положения и наличия ключа в замке зажигания.

Фонарь преимущественного проезда или проблесковый маячок. Устанавливается в верхней части автомобиля и работает в проблесковом режиме с частотой 1 ...2 с⁻¹. Углы светораспределения находятся в пределах 10...20° в вертикальной плоскости и 360° в горизонтальной плоскости. В зависимости от назначения и принадлежности к виду специальных служб цвет таких фонарей может быть синим, красным, оранжевым или бело-

лунным. В требуемых случаях параллельно с работой фонаря преимущественного проезда синего цвета должен включаться специальный звуковой сигнал.

Световозвращатели. Относятся к пассивным светосигнальным приборам с возвратно-отражающим действием. Световозвращатели служат для передачи информации другим участникам движения о наличии и примерных габаритных размерах транспортного средства с неработающими габаритными фонарями путем отражения света, исходящего от другого автомобиля. Требования к установке световозвращателей аналогичны требованиям к установке габаритных фонарей. Отражающий эффект световозвращателя основывается на принципе отражения световых лучей, проходящих через треугольную призму. Каждая секция световозвращателя состоит из четырех трехгранных ячеек, расположенных на его внутренней стороне и наклоненных под углом 90° . Лучи света поступают на светоотражатель со стороны внешней гладкой поверхности и после отражения от трехгранных ячеек выходят в обратном направлении (рис. 6.12).



На транспортном средстве должны симметрично располагаться два передних световозвращателя белого цвета и два задних красного цвета. На автопоездах и автобусах длиной более 6 м кроме этого должны располагаться боковые световозвращатели оранжевого цвета. Прицепные звенья должны оснащаться передними белыми световозвращателями круглой или прямоугольной формы и задними красными световозвращателями треугольной формы с симметричным расположением.

Приборы внутреннего освещения. Должны быть предусмотрены в кабине водителя грузового автомобиля, пассажирском салоне легкового автомобиля или автобуса, в подкапотном пространстве, багажном отсеке, вещевых ящиках.

Кабина грузового автомобиля и пассажирский салон легкового автомобиля должны освещаться одним или несколькими светильниками, выдающими не слепящий рассеянный свет. Для обеспечения таких

характеристик внутренняя сторона рассеивателя выполняется в виде матовой поверхности с коэффициентом пропускания света в пределах 0,74...0,83 [32]. Применение для этих целей молочных стекол нецелесообразно ввиду малого коэффициента пропускания (в пределах до 0,5). Источники света могут располагаться в средней части потолка или в местах, обеспечивающих наибольший комфорт по восприятию световых лучей.

В салонах автобусов освещенность на высоте 1 м от пола должна быть не менее 80 лк.(Люкс) В современных условиях для этих целей иногда используются светильники с люминесцентными лампами, выдающими свет со спектром, близким к спектру дневного света. Для питания таких ламп требуется переменный ток напряжением 110 или 220 В. Промышленностью освоено производство люминесцентных ламп со встроенными полупроводниковыми преобразователями постоянного тока напряжением 12 или 24 В в переменный ток указанных уровней напряжения и частотой порядка 1 кГц. Высокий уровень частоты переменного тока подавляет реакцию лампы на колебания питающего напряжения и снижает зрительный дискомфорт от стробоскопического эффекта. Использование индивидуальных преобразователей тока позволяет исключить применение в системе электроснабжения автобуса высоковольтных электрических цепей с повышенными требованиями по безопасности. В качестве основных достоинств люминесцентных ламп могут рассматриваться не только их спектральные характеристики, но и более высокая светоотдача при меньшей затрате энергии, а также больший (в 3—4 раза) по сравнению с лампами накаливания срок службы.

Конструкция приборов освещения подкапотного пространства и багажного отделения должна обеспечивать возможность осмотра освещаемого пространства без зрительного дискомфорта. При этом световые приборы могут оборудоваться поворотными колпаками с внутренней отражающей поверхностью. Светотехнические характеристики таких приборов до настоящего времени не нормированы. В качестве источников света в данном случае могут применяться как лампы накаливания, так и люминесцентные лампы или мощные светодиоды.

Освещение. Освещение шкал контрольно-измерительных приборов должно обеспечивать хорошую видимость их показаний в темноте и не вызывать повышенного утомления глаз водителя от чрезмерно яркого света. Включение контрольных световых сигнализаторов при этом должно быть хорошо заметно. Эффективность освещения приборов повышается при соответствующем сочетании цвета освещающей лампы и цвета шкалы. Как установлено проведенными исследованиями, наименее утомительным для

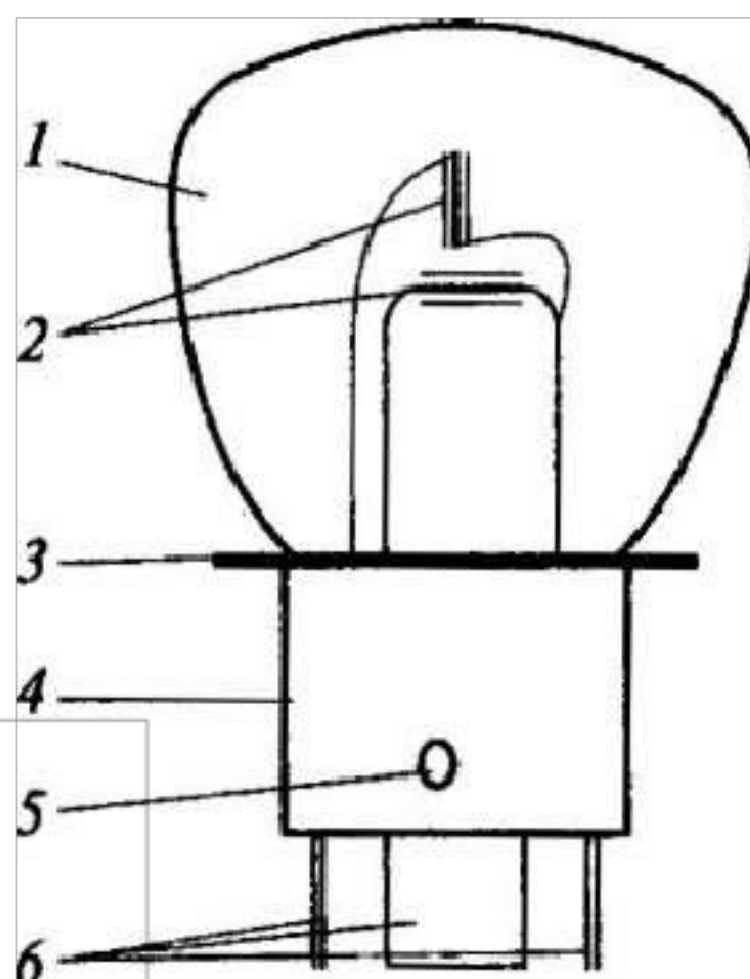
водителя и наиболее эффективным по восприятию является освещение черной шкалы с белыми цифрами и красной стрелкой зеленым источником света. В определенных случаях вместо ламп накаливания могут применяться светодиоды соответствующих цветов. При этом сигнализаторы, свидетельствующие о нахождении подконтрольного показателя в заданных пределах, должны выполняться в виде элемента зеленого цвета. При приближении показателя к граничной зоне может включаться сигнализатор желтого цвета. Выход показателя за установленные границы должен сопровождаться включением красного сигнализатора, показания которого могут сопровождаться звуковым сигналом.

7.1.4. Источники света

В современных условиях в качестве источников света транспортных и транспортно-технологических машин могут рассматриваться лампы накаливания, газоразрядные лампы или светодиоды.

Основным требованием к автомобильным световым приборам головного освещения является постоянная готовность к работе, поэтому в качестве источников света в них могут использоваться только лампы накаливания. Требования к их параметрам и областям применения нормируются *Правилom № 37ЕЖ ООН и ГОСТ2023.1—88*. В качестве характеристик лампы, определяющих ее соответствие типу светового прибора, выступают: категория и тип лампы, номинальное и расчетное напряжения, электрическая мощность, контрольный световой поток, световая отдача, средняя продолжительность работы, тип цоколя, масса, геометрические координаты нитевой системы относительно базовой плоскости.

Основными элементами автомобильной лампы (рис. 6.13) являются стеклянная колба *1*, нити накала *2*, цоколь *4* с фиксирующим фланцем *3*, штифт *5*, контактные выводы *6*.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023