

- резистор-регулятор выходного напряжения постоянного тока с блока питания (9);

- переключатель пределов измерения напряжения/сопротивления (10);

- розетка (2) – выход регулируемого напряжения постоянного тока;

- розетка внешнего входа вольтметра (1);

- переключатель входов вольтметра (8);

- индикатор перегрузки (7).

3.2. Указания по технике безопасности

1. Корпус стенда должен быть надежно подключен к общему заземляющему контуру.

2. К работе со стендом допускается персонал, изучивший устройство и принцип работы стенда, прошедший инструктаж и имеющий соответствующую квалификационную группу по технике безопасности.

3. Проверяемые генераторы и стартеры должны быть надежно закреплены. В случае необходимости пользуйтесь защитными кожухами.

4. Запрещается производить ремонт стенда, подключенного к сети.

5. При перерыве в работе стенд должен быть отключен от сети.

6. В остальном при эксплуатации стенда руководствуйтесь «Правилами технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий».

4. Задания

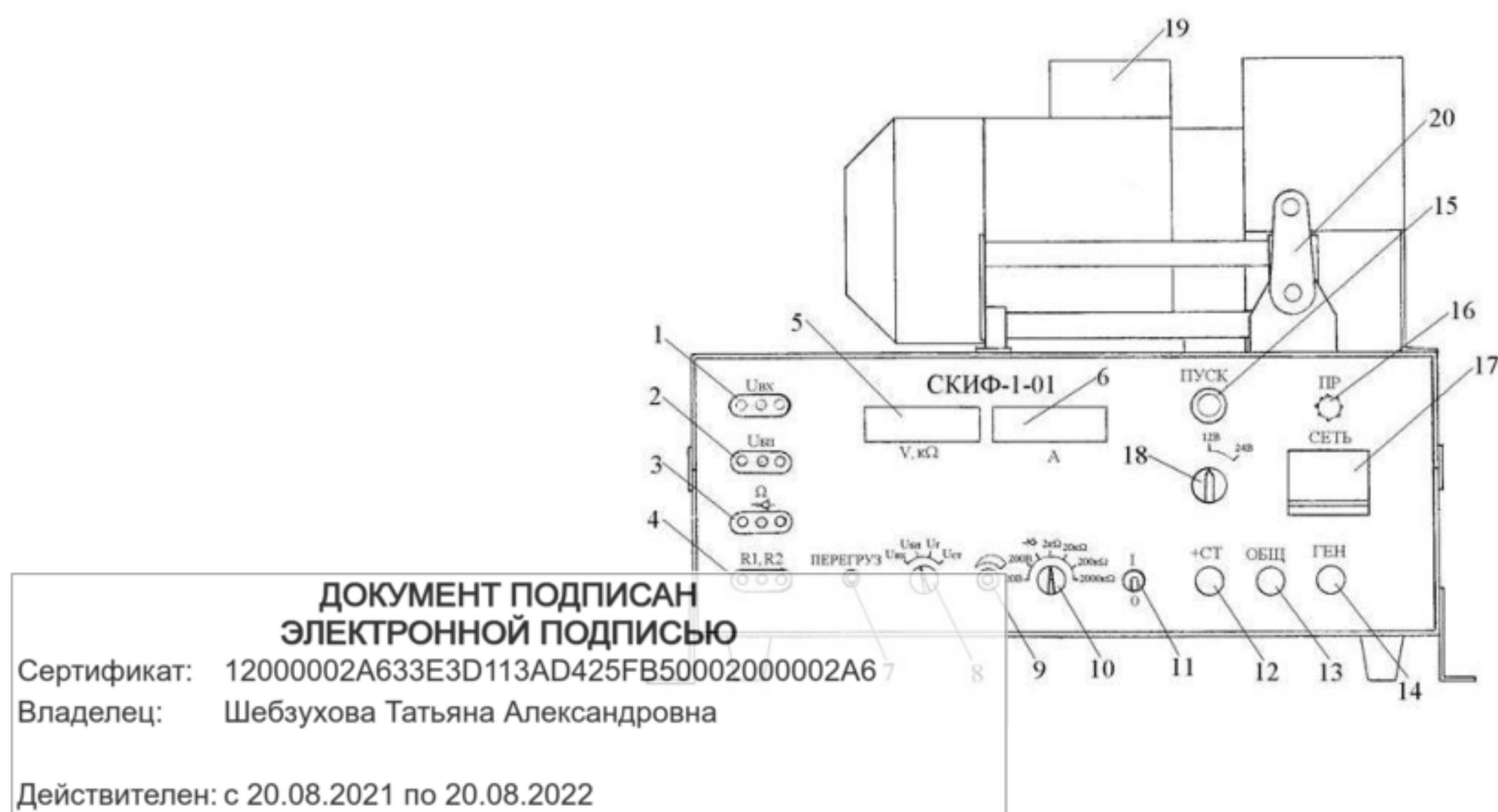


Рис. 4.1. СКИФ-1-01. Общий вид

4.1. Проверка стартера в режиме холостого хода

Стартеры проверяются на стенде СКИФ-1-01 в режиме холостого хода с использованием следующей схемы подключения.

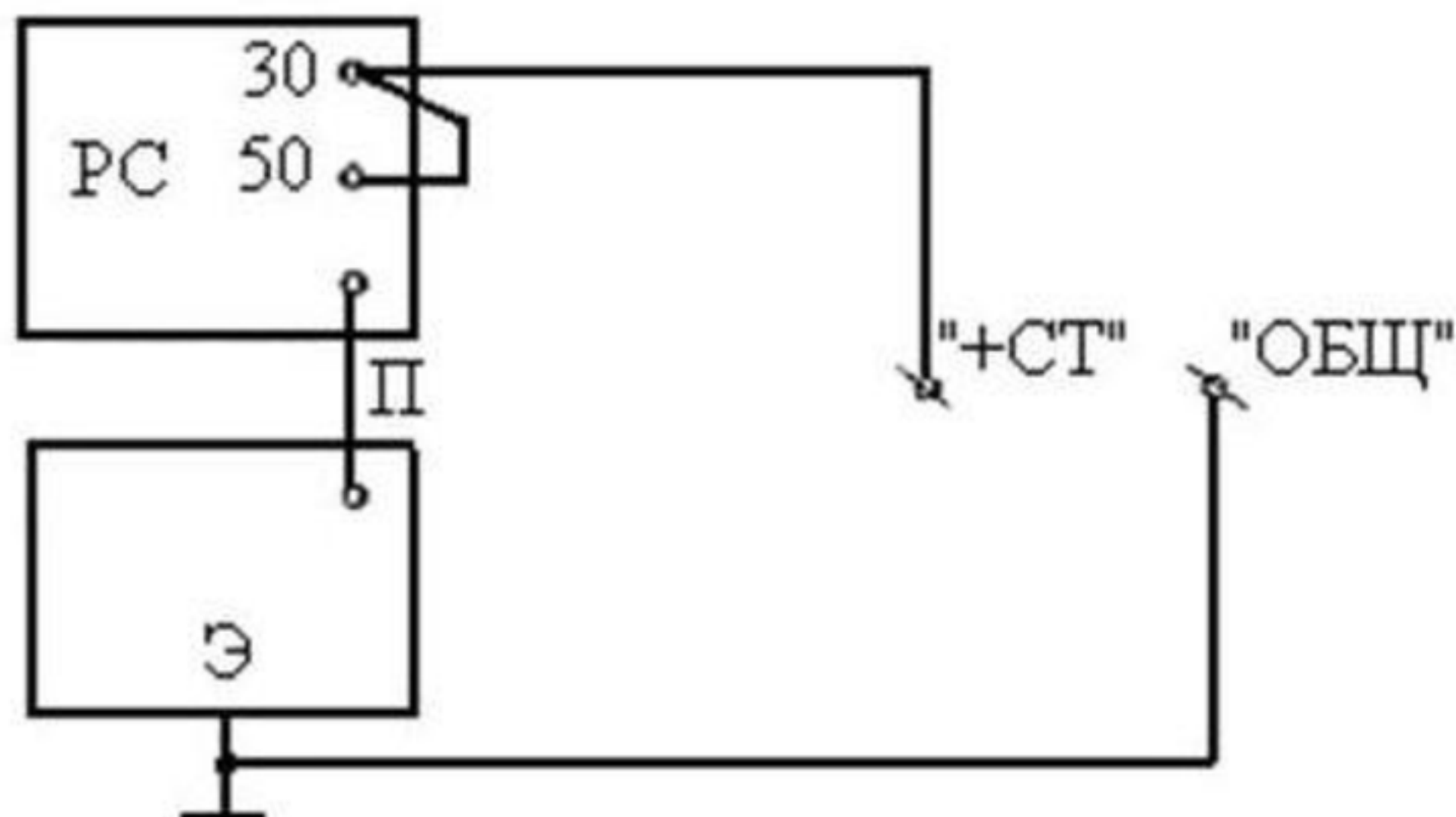


Рис. 4.2. Соединение стартера со стендом



Рис. 4.3. Контакты стартера

1. Установите стартер на стенде с помощью стяжки (1), представляющей цепь с натяжным винтом.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Стартеры устанавливаются на стенду с помощью клемм и проводов, лежащих на рабочем столе, как показано на рис. 4.2 и 4.3.

3.Переключатель напряжения силового блока (18) в зависимости от номинального напряжения стартера переведите в положение 12 В или 24 В. Включите стенд. Нажмите на кнопку «Пуск». Якорь стартера должен вращаться.

4.Прочтите показания амперметра (следует напомнить, что при этой проверке предел измерения амперметра 200 А) и сравните с данными приложения 5. Напряжение контролируется по вольтметру, переключением (8) в положение «Uст».

5.Продолжительность проверки стартера в режиме холостого хода не более 10 с.

4.1.1.Примечание

1.Наличие дефектов (тугое вращение вала в подшипниках и др.) вызывает увеличение потребляемой мощности при холостом ходе, вследствие чего ток холостого хода увеличивается, а частота вращения якоря падает ниже нормы.

73.Увеличение тока и уменьшение частоты вращения якоря может быть следствием межвиткового замыкания в обмотке якоря.

74.Межвитковое замыкание в обмотке возбуждения у стартеров большой мощности приводит к повышению частоты вращения якоря.

4.1.2.Приложение 5

Таблица 4.1

Параметры проверки стартеров в режиме холостого хода

Тип стартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Ток холостого хода, А, не более	Частота вращения, об/мин, не менее
СТ221	12	1,3	35	5000
29.3708	12	1,3	75	5000
35.3708	12	1,3	75	5000
42.3708	12	1,65	75	5000
СТ130-А3	12	1,8	90	3400

5. Содержание отчета

Название лабораторной работы

Цель работы

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Таблица 6.1

Результаты проверки стартеров

Тип стартера	Данные замера	Эталонные данные
	Ток холостого хода, А, не более	Ток холостого хода, А, не более

Вывод:

6. Контрольные вопросы

1. Конструкция стартеров по типу механизма включения и способу управления?
2. Почему обмотки якоря и обмотка возбуждения делаются из провода большого сечения?
3. Каким образом предотвращается разнос стартера при включении двигателя?
4. Каким проверкам подвергается стартер?
5. Стартер с непосредственным включением не действует. Назовите возможные неисправности и способы их устранения.
6. Якорь стартера с непосредственным включением вращается, а коленчатый вал не вращается. В чем заключается неисправность?
7. Стартер вращает коленчатый вал двигателя с очень малым числом оборотов. В чем причина подобной неисправности?
8. Стартер с дистанционным включением не действует. В чем причина подобной неисправности?
9. Что произойдет, если в цепи удерживающей обмотки обрыв?

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Лабораторная работа №4.

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

Цель работы:

- изучение устройства искровых свечей зажигания, условия их работы на двигателях внутреннего сгорания. Изучить контактную систему зажигания;

- ознакомиться с устройством и принципом работы контактной системы зажигания; исследовать физические процессы, происходящие в контактной системе зажигания, и их влияние на мощность искрового разряда; научиться производить регулировку угла замкнутого состояния контактов (УЗСК) и угла опережения зажигания (УОЗ).

Знать:

- классификации, устройства и принципов действия гидравлических, электрических, электронных и теплотехнических систем Т и ТТМО отрасли;
- методы расчета и анализа электрических машин;
- основы электроники и электрических измерений;
- основы элементной базы современных электронных устройств;

Уметь:

- выполнять графические построения деталей и узлов, использовать конструкторскую и технологическую документацию в объеме для решения эксплуатационных задач;
- выполнять технические измерения механических газодинамических и электрических параметров ТиТТМО, пользоваться современными измерительными средствами;
- выполнять диагностику и анализ причин неисправностей, отказов и поломок деталей и узлов ТиТТМО;
- пользоваться имеющейся нормативно-технической документацией и справочной документацией.

Задача:

1. для заданных свечей оценить условия сгорания рабочей смеси;
2. научиться проводить регулировку зазора между электродами свечи и проверку свечей зажигания на герметичность и искрообразование.
3. Изучить устройство и принцип работы контактной системы зажигания
4. Изучить устройство основных элементов контактной системы зажигания
5. Изучить влияние конденсатора на работу контактной системы

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

2. Теория

2.1. 1. Конструкция свечей зажигания

Свеча зажигания предназначена для воспламенения рабочей смеси в цилиндре двигателя. При подаче высокого напряжения на электроды свечи возникает искровой разряд, воспламеняющий рабочую смесь. Свеча является важнейшим элементом системы зажигания двигателей внутреннего сгорания с принудительным воспламенением рабочей смеси. От качества конструкции свечи и правильного выбора ее параметров во многом зависит надежность работы двигателя.

По исполнению свечи бывают экранированные и неэкранированные (отрытого исполнения), по принципу работы: с воздушным искровым промежутком; со скользящей искрой; полупроводниковые; эрозийные; многоискровые (конденсаторные); комбинированные. Наибольшее распространение на автомобилях получили свечи с воздушным искровым промежутком. Это объясняется тем, что они удовлетворительно работают на современных двигателях, наиболее просты по конструкции и технологичны в изготовлении и обслуживании.

Современные искровые свечи зажигания имеют неразборную конструкцию. Пример неэкранированной свечи приведен на рис. 2.1.

Корпус свечи представляет собой полую резьбовую конструкцию с головкой под шестигранный ключ. Корпус свечи и контактную головку обычно изготавливают из конструкционных сталей. Внутри корпуса располагается керамический изолятор, выполненный из уралита, боркорунда, синоксаля, хелумина или других материалов, обладающих высокой температурной, электрической и механической стойкостью. Изолятор должен выдерживать напряжение не менее 30 кВ при его максимальной температуре. Кроме того, изолятор свечи должен иметь фактически нулевое влагопоглощение, а ее поверхность должна быть стойкой к смачиванию.

Внутри изолятора закреплен центральный электрод и выводной стержень. Материал центрального электрода должен обладать высокой коррозионной и эрозийной стойкостью, жаростойкостью и хорошей теплопроводностью. Поэтому, центральный электрод изготавливается из хромотитановой стали 13Х25Т или хромоникелевого сплава Х20Н80. В свечах с расширенным температурным диапазоном («термоэластик») центральный электрод выполняется из меди, серебра или платины с термостойким покрытием рабочей части. Соединение центрального электрода и выводного стержня (болта) производится специальной токопроводящей стекломассой.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

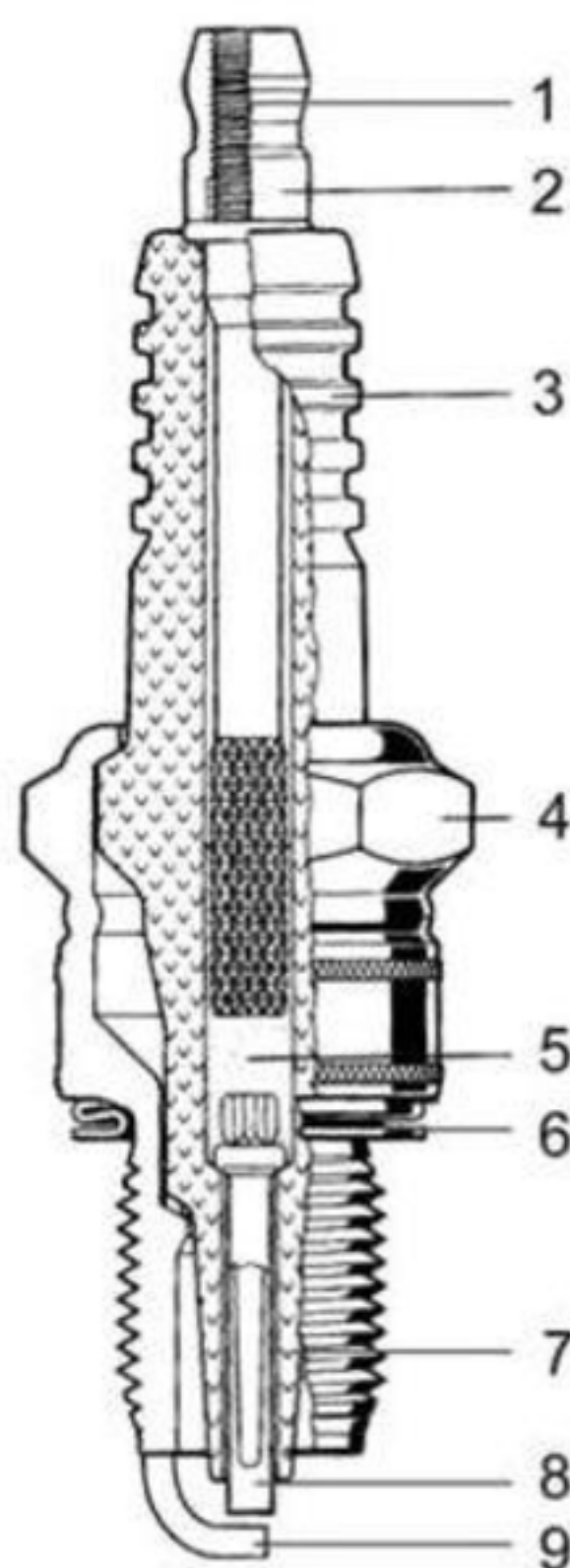


Рис. 2.1. Устройство свечи зажигания

1 - выводной стержень, 2 - контактная головка, 3 - керамический изолятор, 4 - корпус, 5 - токопроводящий герметик, 6 - уплотнительная прокладка, 7 - тепловой конус, 8 - центральный электрод, 9 - боковой электрод

К корпусу свечи приварен боковой электрод из никель-марганцевого или хромоникелевого сплава. Некоторые фирмы, например, Bosch, применяют до четырех боковых электродов в свече. Увеличение числа боковых электродов способствует снижению значения устойчивой частоты вращения коленчатого вала двигателя. Между центральным и боковым электродами устанавливается зазор 0,5... 1,2 мм. Чем больше зазор, тем больше воспламеняющая способность искры, но при этом от системы зажигания требуется более высокое напряжение. Для контактной системы зажигания автомобилей ВАЗ обычно рекомендуется зазор 0,5...0,6 мм, АЗЛК - 0,8...0,9 мм, для бесконтактных систем - 0,7...0,8 мм, для микропроцессорных систем с впрыском топлива - 1,0... 1,15 мм. Зимой рекомендуется использовать минимальные зазоры или даже уменьшать их на 0,1 ...0,2 мм. Нарушение зазора между электродами свечи приведет к изменению напряжения и энергии искрового разряда, в результате чего рабочая смесь в цилиндре может не воспламениться, и цилиндр двигателя работает с перебоями.

Герметичность резьбового соединения при ввертывании свечи в

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

отверстия для обеспечения уплотнительной прокладкой, а длина резьбовой части корпуса свечи должна быть такой, чтобы конец корпуса не заглублялся и не выступал в камеру сгорания. Материал

уплотнительных колец - сталь, алюминий или медь. Естественно, лучшую теплопередачу обеспечивают медные кольца.

Однако герметичность свечи по резьбе зависит не только от состояния самой резьбы (в головке, на свече) и уплотнительного кольца, но и от момента затяжки. Для затяжки свечей используется только специальный "свечной" ключ. Его размер 20,6 мм (13/16 дюйма). Затягивать свечи с использованием воротка большей длины, чем штатный, не рекомендуется.

При отворачивании чрезмерно затянутой свечи ее можно просто сломать.

Момент затяжки резьбы свечи, для автомобилей ВАЗ составляет 3,2...4,0 кгс-м. У автомобилей зарубежного производства момент затяжки обычно меньше и находится в пределах 1,5.. 3,0 кгс-м.

2.2. Условия работы свечи на двигателе

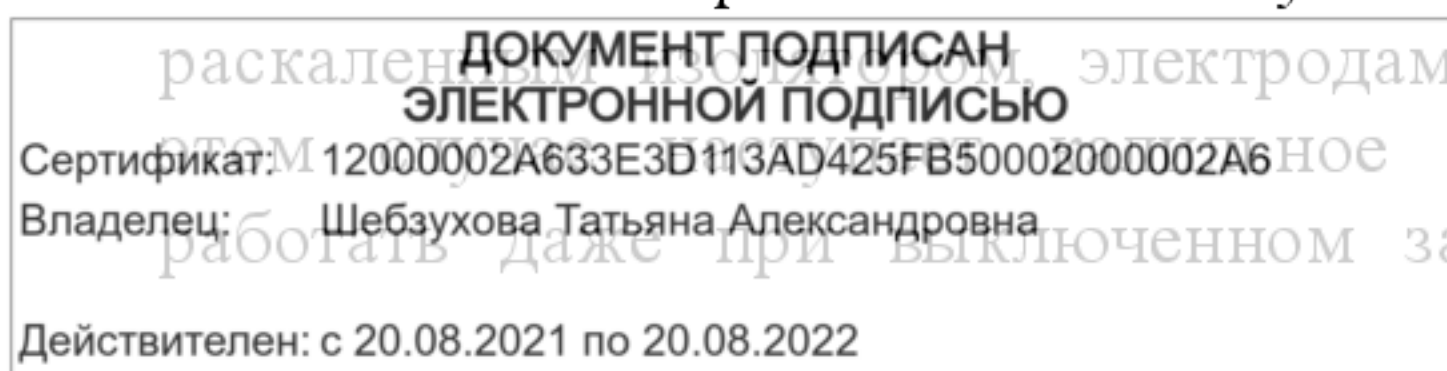
Свечи в двигателях внутреннего сгорания используются для воспламенения топливовоздушной смеси. Это происходит следующим образом. Высокое напряжение на электродах ионизирует пространство между ними и вызывает проскакивание искры. Искра нагревает некоторое небольшое по объему количество смеси до температуры воспламенения. Далее пламя распространяется по всему объему камеры сгорания. При нормальных условиях (состав смеси, давление, влажность, температура) для воспламенения смеси требуется пробивное напряжение не более 10... 14 кВ. В целях получения более надежного зажигания смеси при любых условиях применяют системы зажигания с напряжением 20...35 кВ.

Условия работы свечи очень напряженные. Температура газовой среды в камере сгорания двигателя колеблется от 70°C (температура свежего заряда смеси, поступающей в цилиндр) до +2000 ... +2700°C (максимальная температура цикла), а наружная часть свечи, находящаяся в подкапотном пространстве, обдувается встречным потоком воздуха. Окружающий изолятор воздух подкапотного пространства может иметь температуру от -60 до +80°C. При всем этом температура нижней части изолятора у современных свечей должна быть в тепловых пределах работоспособности от +400 до +900°C (ранее +500... +600°C).

При температуре ниже +400°C даже при нормальных составах рабочей смеси, на маслоотражательных колпачках и кольцах на тепловом конусе возможно отложение нагара. Искры между электродами свечи временами вообще не будет, и в работе двигателя появятся перебои.

При температуре +400... +500°C с теплового конуса свечи исчезает нагар. Эта температура называется температурой самоочищения свечи.

При температуре теплового конуса более +900°C происходит воспламенение рабочей смеси уже не искрой, а от соприкосновения с раскаленными электродами, с частицами сгоревшего нагара. В этом случае происходит самоочищение свечи, и двигатель продолжает работать даже при выключенном зажигании. Из-за перегрева начинают



выгорать (оплавляться) электроды, изолятор, появляется эрозия торца корпуса.

Так как предельные значения температуры для всех свечей практически одинаковы, а тепловые условия ее работы на различных двигателях существенно отличаются, свечи изготавливаются с различной теплоотдачей. Теплоотдача свечи определяется целым рядом параметров: длиной резьбы и теплового конуса, зазором между тепловым конусом и корпусом, длиной верхней части изолятора и ребра (канавки) на нем, теплопроводностью материалов (изолятора, электродов, корпуса и т.д.). Свечи с малой теплоотдачей называют «горячими». Они предназначены для тихоходных двигателей с небольшой степенью сжатия. Свечи с большой теплоотдачей называют «холодными». Они устанавливаются на быстроходные (форсированные) двигатели с высокой степенью сжатия. Если свечи сделаны из одинаковых материалов, то различия только конструктивные. У «горячей» - более длинный тепловой конус, с большей поверхностью. У «холодной» - очень короткий. Поэтому первая примет больше теплоты от сгорающего топлива, а вторая - меньше. На рис. 2.2 приведены свечи с различными тепловыми характеристиками: *а* — «горячая», *б* — «нормальная», *в* - «холодная». Прерывистая линия показывает путь отвода тепла от изолятора к корпусу.

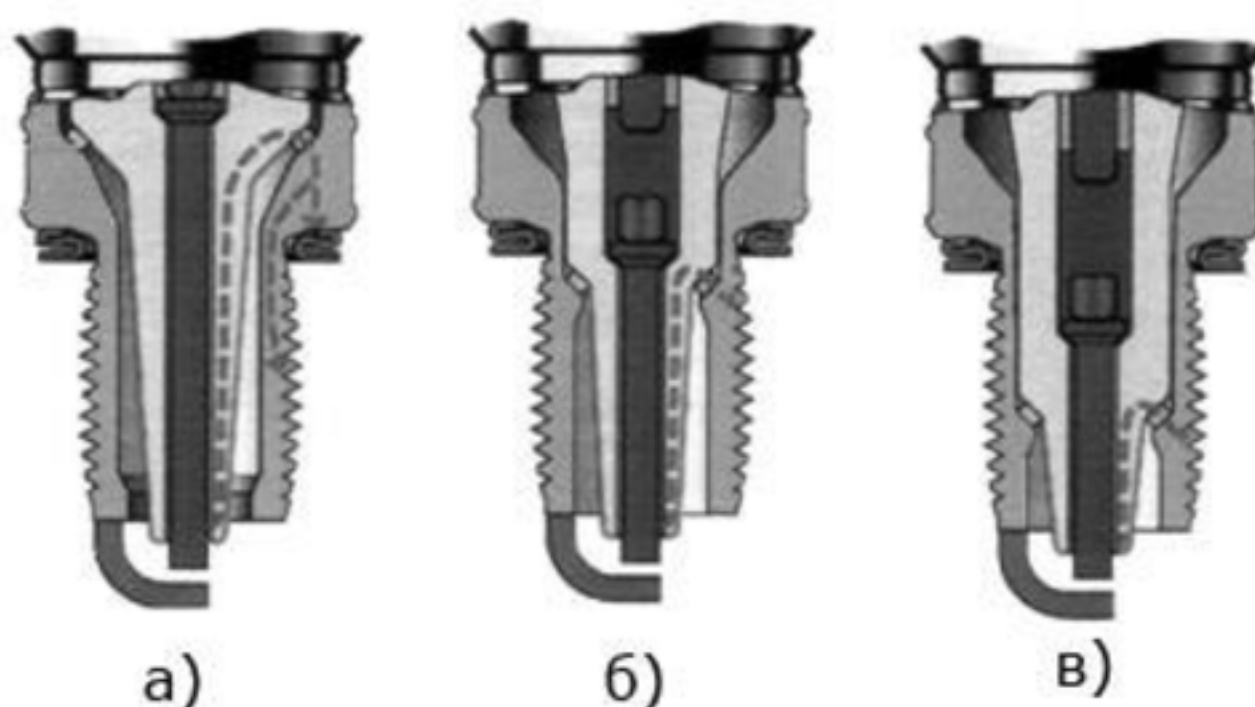


Рис. 2.2. Конструкция свечей зажигания с различными тепловыми характеристиками

Тепловые качества свечей характеризуются *калильным числом*. Калильное число определяется на специальном одноцилиндровом эталонном двигателе, степень сжатия которого изменяют до возникновения калильного зажигания. Среднее индикаторное давление, соответствующее возникновению калильного зажигания, и выражает собой калильное число, которое должно соответствовать ряду: 8; 11; 14; 17; 20; 23; 26. Чем больше калильное число, тем больше теплоотдача свечи и меньше длина теплового конуса изолятора. В некоторых странах под калильным числом понимают время работы эталонного двигателя до начала калильного зажигания. Так обозначают калильное число, например, фирма Bosch.

Нет свечей, пригодных для любого двигателя. Для примера на рисунке 2.3 приведены характеристики «горячей» (а), «нормальной» (б) и «холодной» (в) свечей зажигания, установленных на одном и том же двигателе.

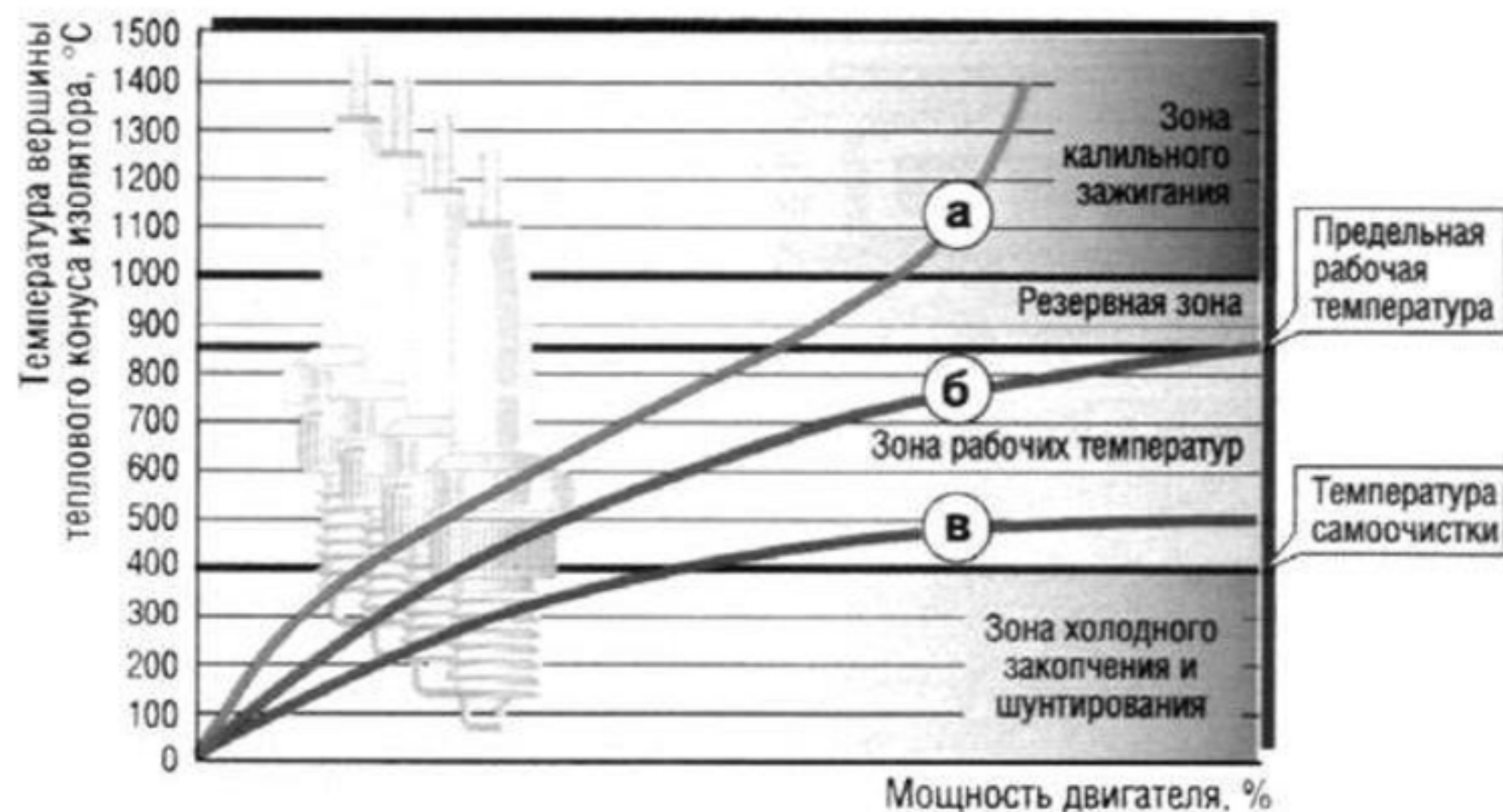


Рис. 2.3. Зависимость температурной характеристики свечи зажигания от мощности двигателя

Видно, что у «горячей» уже при половинной мощности двигателя температура теплового конуса будет выше $+850^{\circ}\text{C}$, и с повышением нагрузки она сразу же вызовет калильное зажигание. «Холодная» лишь при мощности более 50% начинает самоочищаться, а при меньших нагрузках тепловой конус будет покрываться токопроводящим шунтом. Поэтому, в данном случае подходит лишь «нормальная» свеча.

Кроме тепловых нагрузок свечи подвержены также воздействию механических, электрических и химических нагрузок. Так давление в цилиндре двигателя достигает 5...6 МПа (максимальное давление в цикле), поэтому на поверхность свечи, находящейся в камере сгорания, действует усилие, составляющее около 0,5... 1,2 КН. При нарушении герметичности свечей в соединении изолятора центрального электрода с корпусом происходит пропуск отработавших газов наружу. Это вызывает перегрев нижней части изолятора, в результате чего происходит преждевременное воспламенение рабочей смеси раскаленными изоляторами свечей, и возникают перебои в работе цилиндров двигателя.

В процессе работы свеча находится под электрическим напряжением, приложенным к ее электродам, равным пробивному напряжению искрового промежутка. Это напряжение может превышать 20 кВ. Рабочая часть электродов подвергается воздействию электрической энергии в процессе искрообразования. Износ электродов дополнительно увеличивается из-за того, что в продуктах сгорания находятся вещества, которые вызывают их

Опыт показывает, что в процессе работы зазор в свече увеличивается с износом на 0,015 мм на 1000 км пробега автомобиля. Топливной смеси ведет к отложению токопроводящего нагара на поверхности теплового конуса, электродах и

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

стенках камеры свечи. Нагар образуется также из-за попадания смазочного масла на тепловой корпус изолятора. Смазочное масло является изолятором для электрического тока, но когда оно смачивает слой ранее отложившегося нагара, то вся образовавшаяся масса превращается в токопроводное вещество. Это отложение постепенно обугливается под действием температуры и становится более токопроводным. При этом напряжение, развиваемое во вторичной цепи системы зажигания, уменьшается и может оказаться равным или даже меньшим пробивного напряжения искрового промежутка свечи, что приводит к нарушению в бесперебойности искрообразования и даже к полному его прекращению. К аналогичному результату может привести попадание влаги и загрязнение открытой части изолятора свечи, находящейся в подкапотном пространстве автомобиля.

При нормальных условиях эксплуатации свечи зажигания рекомендуется заменять через 15... 30 тыс км пробега автомобиля.

2.3. Маркировка отечественных свечей

Маркировка свечей содержит расширенную информацию об их конструкции и свойствах. В маркировке отечественных свечей используется:

- обозначение резьбы на корпусе (А - резьба М14х1,25; М - резьба М18х1,5);
- обозначение вида опорной поверхности корпуса (плоская не обозначается, К - конусная);
- калильное число (от 8 до 26);
- обозначение длины резьбовой части корпуса (Н - 11 мм; С - 12,7 мм; Д - 19 мм; длина 12 мм не обозначается);
- обозначение выступа теплового конуса изолятора за торец корпуса (отсутствие выступа не обозначают, при выступании - В);
- обозначение герметизации соединения изолятор - центральный электрод (Т - термоцементом, герметизация иным герметиком не обозначается);
- специальные обозначения (Р - встроенный помехоподавительный резистор);
- материал центрального электрода (нихром не обозначается, М - медь с нихромом, П - платина, С - серебро);
- порядковый номер конструкторской разработки (через дефис).

Пример: А17ДВ-10 - свеча зажигания с резьбой на корпусе М14х1,25, калильным числом 17, длиной резьбовой части корпуса 19 мм, имеющей выступание теплового конуса изолятора за торец корпуса.

2.4. Проверка свечей зажигания на стенде Э203-П на герметичность и искрообразование

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН	
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
2.4, где 1 - тумблер ("откл./проверка"), 2 - высоковольтный провод с	
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Стенд Э203-П предназначен для испытаний свечей зажигания на герметичность и искрообразование. Внешний вид устройства показан на рис. 2.4, где 1 - тумблер ("откл./проверка"), 2 - высоковольтный провод с

наконечником, 3 - манометр, 4 - контрольный разрядник, 5 - откидная крышка, 6 - рукоятка поршневого насоса, 7 - переходник, 8 - вентиль выпуска сжатого воздуха, 9 - воздушная камера, 10 - зеркало-отражатель, 11 - смотровое окно.

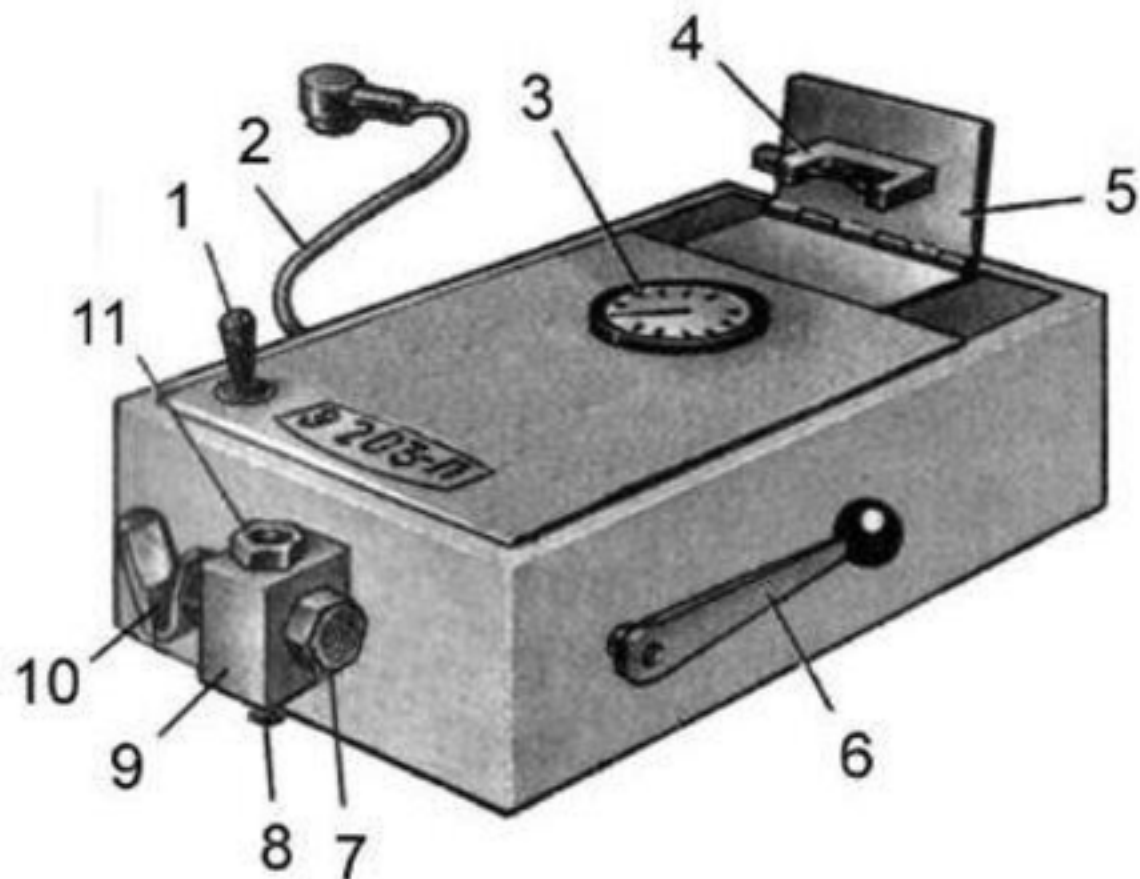


Рис. 2.4. Внешний вид стенда Э203-П

Принцип работы стенда Э203-П заключается в следующем.
 Проверяемую свечу ввертывают в воздушную камеру (при этом свечи М1 8х1,5 ввертываются непосредственно, а для свечей М14х1,25 имеются 2 переходника, которые соответствуют длине ввертной части 12 мм и 19 мм). Затем закручивают до отказа вентиль выпуска сжатого воздуха и рукояткой поршневого насоса создают в воздушной камере заданное давление. Давление воздуха контролируют по манометру.

Для проверки на герметичности свечи создают давление воздуха 1,0 МПа (10 кгс/см²) и наблюдают за показаниями манометра. Допускается падение давления на 0,05 МПа (0,5 кгс/см) от первоначального в течение 1 мин, а для свечей с изолятором из термоцемента - за 10 с. Более быстрый спад давления свидетельствует о том, что свеча не обладает нужной герметичностью и она выбраковывается. Для проверки на искрообразование прибор включают в сеть и присоединяют высоковольтный провод к проверяемой свече. В воздушной камере создают давление, руководствуясь таблицей 2.1.

Далее переводят тумблер в положение «Проверка» и в течение 3,5 сек наблюдают через верхнее смотровое окно за искрообразованием между электродами свечи, а через боковое зеркало-отражатель - за утечкой тока по нагару.

Таблица 2.1 Давление в воздушной камере

Зазор между электродами, мм		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Испытательное	МПа	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
давление		10	9	8	7	6	5

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН

ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

У нормально работающей свечи должно наблюдаться бесперебойное искрообразование между электродами. Через боковое зеркало должен быть виден светлый ореол вокруг центрального электрода. При устойчивом, регулярном искрообразовании свеча исправна и пригодна для дальнейшей эксплуатации.

2.5. Общие сведения о контактной системе зажигания

5.1.1. Устройство и принцип работы контактной системы зажигания

Электрическая схема контактной системы зажигания запатентована в 1908 г. К.Д. Кеттерингом из DaytonEngineeringLaboratoriesCompany (DELCO). Его идея не претерпела существенных изменений до настоящего времени.

Электрическая схема (рис. 1.1) состоит из аккумуляторной батареи АБ, замка зажигания ЗЗ, катушки зажигания КЗ, распределитель зажигания РЗ, первичной обмотки катушки зажигания 1, вторичной обмотки катушки зажигания 2, кулачка распределителя зажигания 3, контактной группы 4, конденсатора 5, бегунка 6, крышки распределителя зажигания 7, высоковольтных проводов 8, свеч зажигания 9.

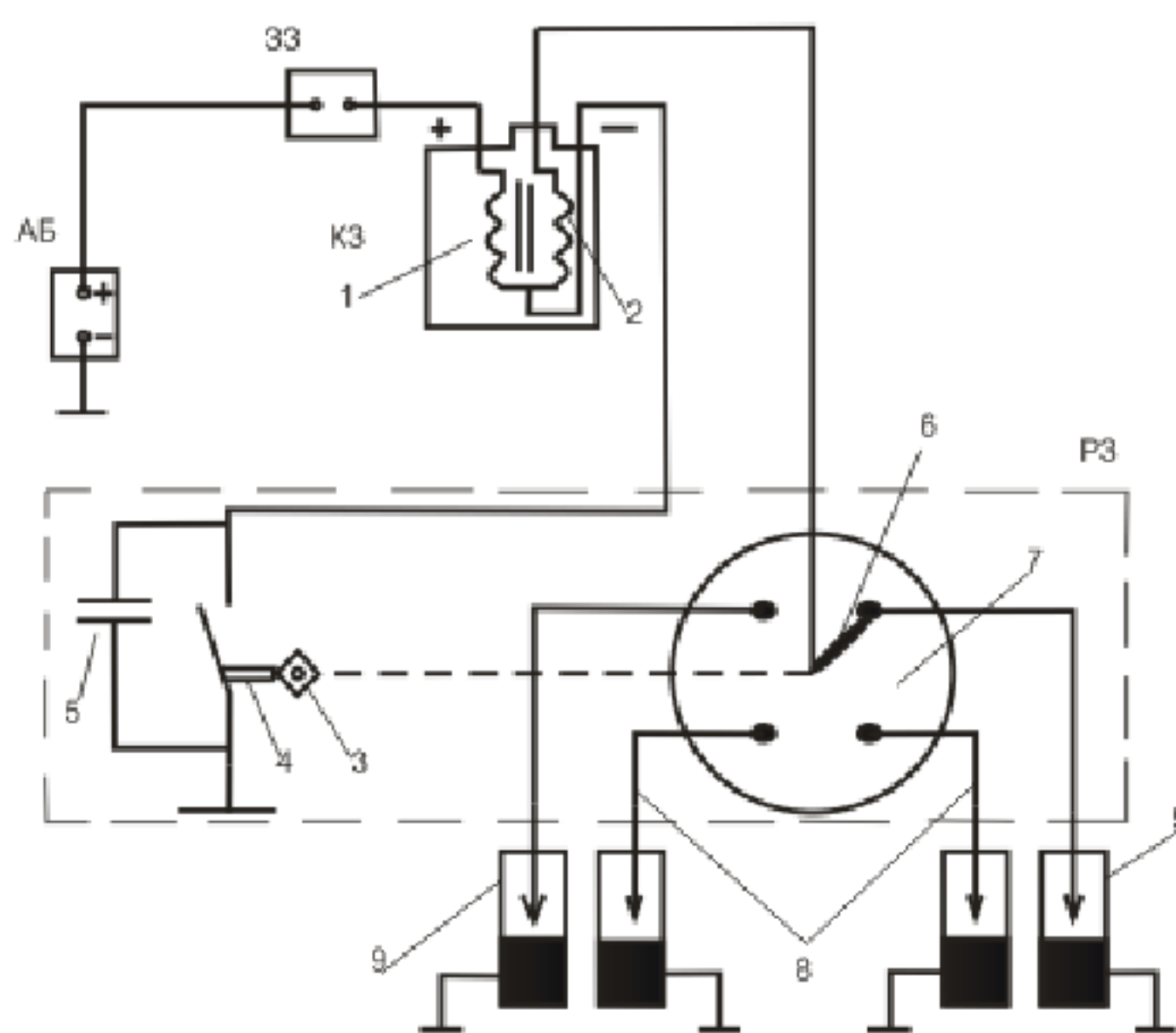


Рис. 1.1. Электрическая схема контактной системы зажигания

Распределитель зажигания приводится в движение двигателем автомобиля и вращается со скоростью распределительного вала. На валу распределителя закреплены кулачок 3 и бегунок 6. Кулачок имеет выступы, количество которых соответствует количеству цилиндров двигателя. При вращении кулачка один из его выступов перемещает подвижный контакт контактной группы 4 и замыкает первичную обмотку катушки зажигания на «массу». В этот момент времени происходит накопление энергии в катушке зажигания. При вращении кулачка его выступ освобождает подвижный контакт, и цепь размыкается. В момент размыкания контакта бегунок 6 распределителя подходит к одному из контактов в крышке

распределителя, и электрический ток высокого напряжения от катушки зажигания передается к свече зажигания по цепочке: вторичная обмотка катушки зажигания - центральный высоковольтный провод - бегунок, контакт крышки распределителя - высоковольтный провод с наконечником - свеча зажигания и «масса».

Под воздействием тока высокого напряжения в воздушном зазоре образуется искра, которая поджигает топливную смесь в цилиндре.

2.5.2. Устройство основных элементов контактной системы зажигания

К основным элементам контактной системы зажигания относятся контактная группа, конденсатор, катушка зажигания и высоковольтные провода.

Контактная группа состоит из неподвижного и подвижного контактов, пружины, толкателя и клеммы (рис. 1.2). Контакты прерывателя изготовлены из вольфрама, так как он мало подвержен эрозии и вследствие высокой твердости мало подвержен износу. Контакты прерывателя открываются кулачком, расположенным на валу распределителя зажигания. Зазор между контактами регулируется щупом и должен составлять 0,35-0,45 мм.

Контакты осматривают на наличие эрозии и переноса металла. Зачищаются они наждачной бумагой или надфилем и промываются бензином. Зачищать контакты необходимо через 10 тыс. км. Срок службы контактов 30–40 тыс. км. пробега автомобиля.

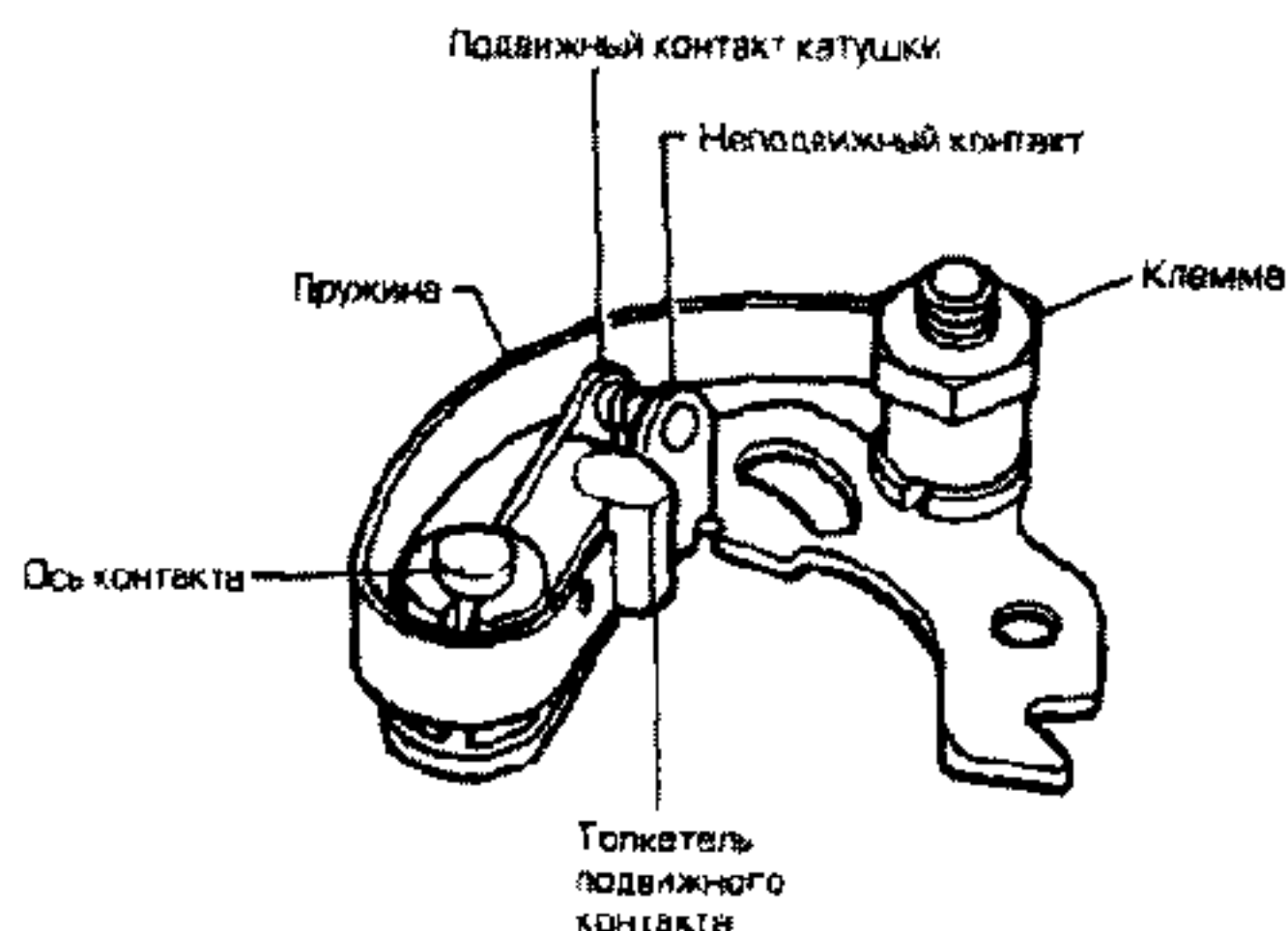


Рис. 1.2. Блок контактов прерывателя.

Конденсатор состоит из двух электродов, разделенных между собой диэлектриком. Диэлектриком является лакированная конденсаторная бумага, а обкладки нанесенная на бумагу. Полоски бумаги вместе с обкладками свертывают в рулон и помещают в металлический корпус.

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

вращая вал распределителя размыкают контакты и измеряют емкость между подводящим проводом от катушки зажигания (предварительно отсоединенного от катушки) и «массой». Емкость должна быть 0,20-0,25 мкФ.

Проверить конденсатор можно, включив в электрическую сеть переменного тока напряжением 220 В последовательно с лампой мощностью 15-30 Вт (рис. 1.3).

Далее подключают на десятые доли секунды один щуп к наконечнику проводника, а другой – к корпусу конденсатора. За это время исправный конденсатор будет периодически заряжаться и разряжаться с частотой 50 Гц. Так как емкость автомобильных конденсаторов незначительна, то в цепи лампа – конденсатор сила тока будет небольшая, и лампа гореть не будет.

После отключения щупов подводят наконечник проводника к корпусу конденсатора. Если произойдет искровой разряд, то конденсатор исправен. Такую проверку производят 3 – 4 раза. В случае пробоя диэлектрика, когда обкладки не замкнуты, искры разряда не будет. При замкнутых обкладках конденсатора лампа будет гореть.

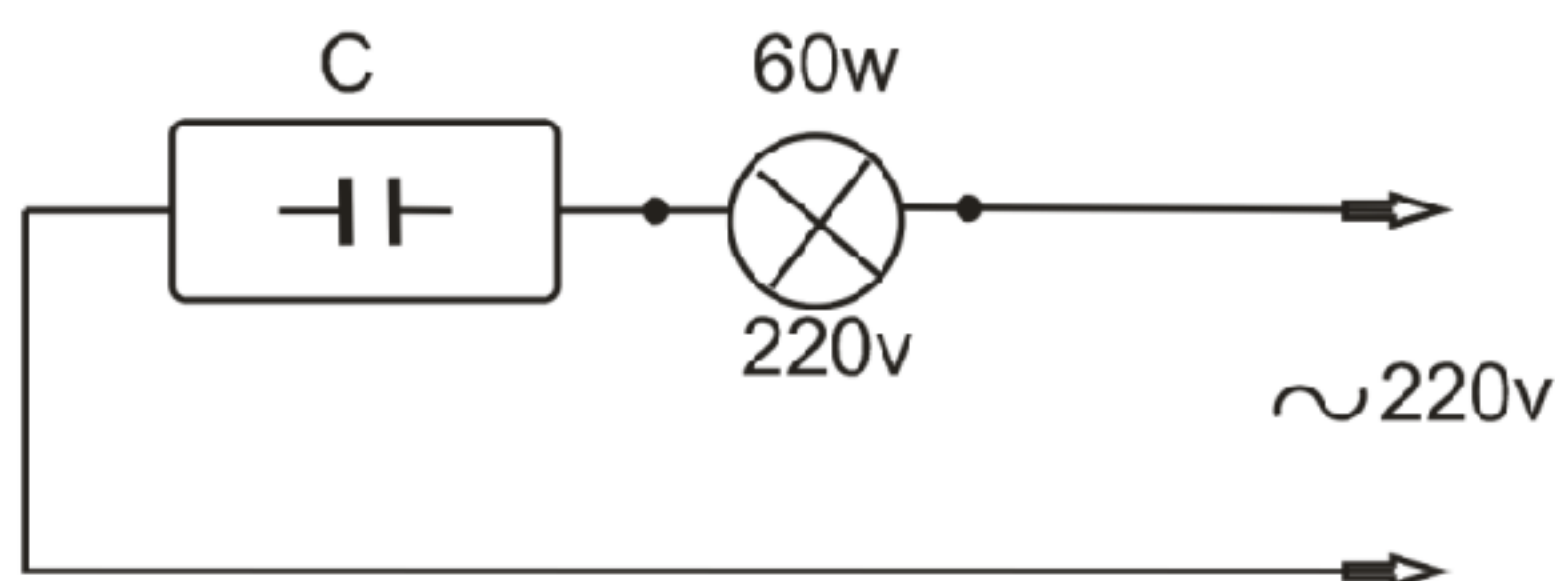


Рис. 1.3. Проверка исправности конденсатора.

Катушка зажигания представляет собой электрический автотрансформатор с разомкнутой магнитной цепью. Пространство между обмотками и корпусом катушки заполнено изолирующим наполнителем – трансформаторным маслом.

Сопротивление первичной обмотки катушки колеблется от 1 до 4 Ом и измеряется между ее клеммами «+» и «-», а сопротивление вторичной обмотки находится в пределах от 3 до 8 кОм и измеряется между контактом высоковольтного провода и клеммой «-».

Высоковольтный провод. Сердечник провода представляет собой шнур из льняной пряжи, заключенный в оболочку, изготовленную из пластмассы с добавлением феррита. Поверх этой оболочки намотана нихромовая проволока диаметром 0,11 мм по 30 витков на один сантиметр. Снаружи провод имеет изолированную оболочку из поливинилхлорида.

При работе системы зажигания возникают искры (в зазорах между контактами прерывателя, электродами свечей зажигания, бегунка и крышки распределителя). Частота колебаний достигает 10 – 100 Гц, что вызывает радиопомехи. Для гашения высокочастотных колебаний искрящихся контактов используют подавительные сопротивления (резистор бегунка, наконечники свечей, резистор в свечах, высоковольтные провода с распределительным по длине сопротивлением). Лучший высоковольтный провод со спиральной намоткой металлической нитью. Эти провода подавляют радиопомехи индуктивным, а не резисторным методом, поэтому они имеют малое сопротивление току и увеличивают энергию искры. Красные провода применяются для контактной системы зажигания автомобилей ВАЗ – 2106, имеют сопротивление примерно 2 кОм на метр длины и пробивное напряжение 18 кВ. Синие провода (силиконовая изоляция) для ВАЗ–2108 – 2,55 кОм/м, пробивное напряжение до 30 кВ. Для проводов иномарок более строгие требования к подавлению радиопомех, поэтому их сопротивление достигает 9 – 25 кОм на метр.

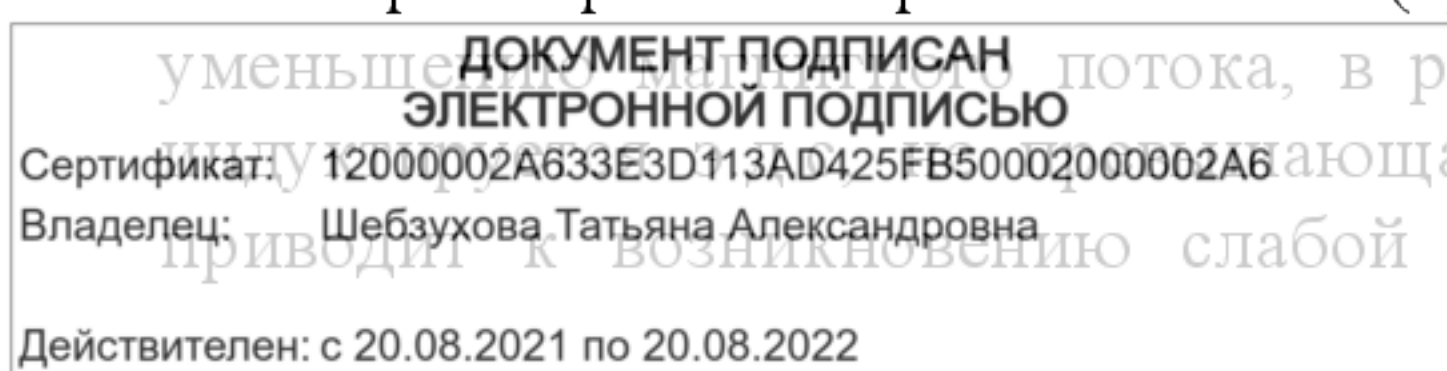
Повышение сопротивления высоковольтного провода происходит из-за его обрыва (обычно в местах соединения с контактными разъемами). Сопротивление измеряется мультиметром и не должно превышать 30 кОм.

2.5.3. Влияние конденсатора на работу контактной системы зажигания

При замыкании контактов прерывается ток, проходящий по первичной обмотке катушки зажигания, создает вокруг витков обмотки электрическое поле. Магнитный поток, пересекая витки этой обмотки, индуцирует в них э.д.с. самоиндукции, направленную против тока и, следовательно, замедляющую его нарастание. Поэтому ток в первичной обмотке достигнет своего максимального значения $I = U/R = 12/3 = 4\text{ А}$ не мгновенно, а через несколько миллисекунд (кривая А, рис. 1.4.).

Так как ток в первичной обмотке нарастает медленно, то, следовательно, и магнитный поток тоже нарастает медленно. Известно, что величина индуцируемой э.д.с. в значительной степени зависит от скорости изменения (нарастания или уменьшения) магнитного потока. Поэтому в витках вторичной обмотки будет индуцироваться э.д.с. взаимной индукции не более 2 кВ (кривая Б, рис. 1.4.).

При размыкании контактов прерывателя (в момент времени T_2) э.д.с. самоиндукции, индуцируемая в первичной обмотке, направлена в сторону движения тока и будет стремиться задержать его исчезновение. Это приведет к возникновению сильного искрения между контактами прерывателя (ток продолжает идти через открывающуюся зазор), и в первичной цепи на некоторое время сохраняется ток (кривая В₁), что препятствует резкому уменьшению магнитного потока, в результате чего во вторичной обмотке индуцируется напряжение 4–6 кВ. Такое низкое напряжение приводит к возникновению слабой искры и, как следствие, к плохому



сгоранию топлива. Кроме того, ввиду сильного искрения между контактами прерывателя происходит их пригорание (окисление).

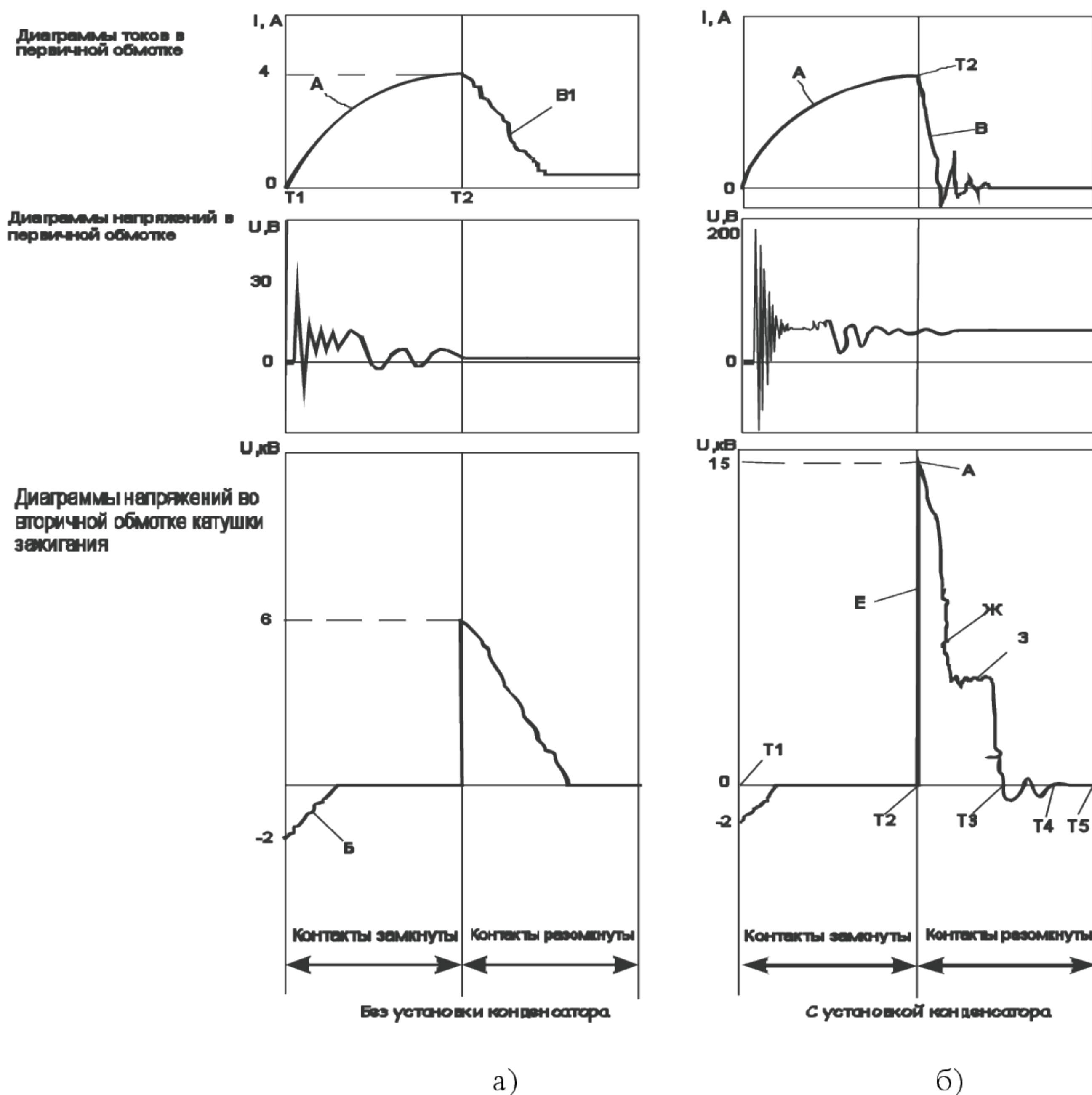


Рис. 1.4. Диаграммы токов и напряжений в первичной и вторичной цепях контактной системы зажигания: а) без установки конденсатора; б) с установкой конденсатора.

Для уменьшения искрения между контактами параллельно им включается конденсатор 5 (рис. 1.1). В начальный момент размыкания контактов конденсатор заряжается, что уменьшает искрение между контактами. А после зарядки конденсатор будет разряжаться через первичную обмотку катушки, создавая ток обратного направления, что приведет к резкому снижению тока в первичной обмотке (участок В, рис. 1.4б), и, следовательно, ускорит исчезновение магнитного потока в ней.

Вследствие этого индуктируемая в первичной обмотке катушки ЭДС достигает напряжения примерно 200 В. В дальнейшем при разомкнутых контактах произойдет колебательный

затухающий разряд до полного разряда конденсатора. Частота этих колебаний, кроме параметров первичного контура L_1 и C_1 , определяются также и тем, что во вторичном контуре происходит пробой искрового промежутка. После пробоя вторичный контур шунтируется и становится нагрузкой для первичного контура. Если пробоя не происходит (так называемый режим открытой цепи), частота колебаний напряжения в первичной обмотке будет в несколько раз ниже.

Катушка зажигания представляет собой трансформатор, поэтому резкое возрастание э.д.с в первичной обмотке приведет к возрастанию во вторичной обмотке э.д.с взаимной индукции с большой амплитудой порядка 15кВ (точка А рис. 1.4). Пробой приводит к возникновению между электродами канала горячей плазмы с высокой проводимостью, шунтированию вторичного контура и резкому падению напряжения между электродами свечи (участок Ж, рис. 1.4.б).

Участок представленной линией З, отражает длительность искрового разряда (время горения искры), т. е. наличия канала плазмы между электродами цепи. В это время катушка–накопитель энергии отдает ее, поддерживая протекание тока через свечу. Обычно время горения искры в контактных системах составляет величину порядка $1 \div 1,5$ мс.

После прекращения искры (момент T_3) небольшое количество энергии, оставшейся в магнитном поле катушки, рассеивается в виде колебаний. Процесс затухания занимает интервал времени $T_3 - T_4$. В момент времени T_5 контакты вновь замыкаются, и весь процесс повторяется. Напряжение во вторичной обмотке имеет отрицательную полярность, но практически все диагностические приборы для удобства наблюдения инвертируют сигнал вторичной цепи, т. е. представляют его как показано на рис. 1.4.

2.5.4. Угол замкнутого состояния контактов и влияние его на энергию искрового разряда и на угол опережения зажигания

Угол замкнутого состояния контактов (УЗСК) определяется как угол поворота кулачка прерывателя, в течение которого контакты остаются замкнутыми (участок $T_1 - T_2$ на диаграмме, рис. 1.4). Для четырехцилиндрового двигателя при повороте вала на 360° происходит полный цикл зажигания. Причем на один цилиндр приходится угол 90° , на протяжении которого контакт должен быть замкнут в интервале примерно $0-56^\circ$ и разомкнут в интервале $56^\circ-90^\circ$ (рис. 1.5).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

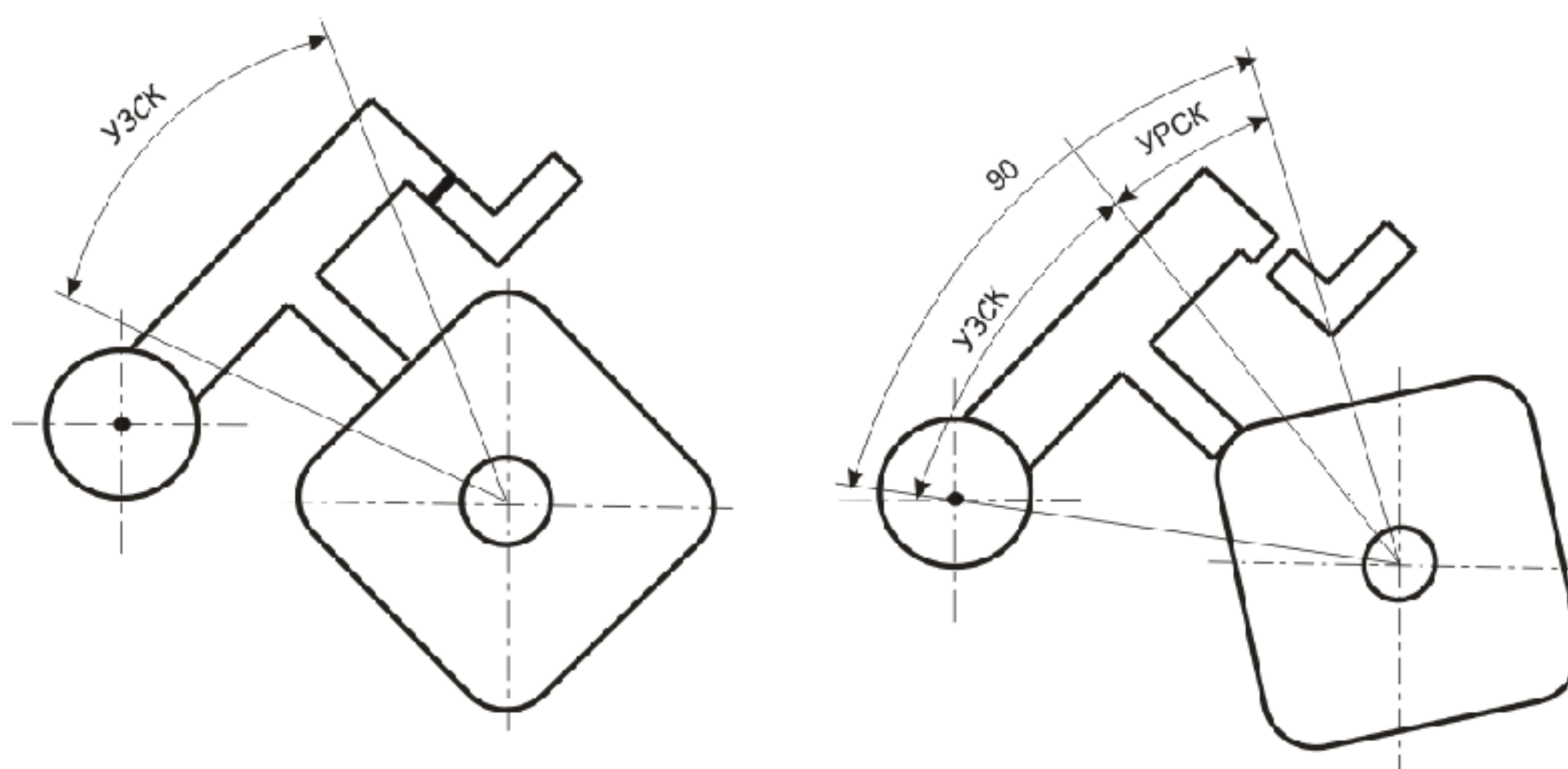


Рис. 1.5. Углы замкнутого и разомкнутого состояния контактов.

УЗСК регулируется путем изменения зазора между контактами. Чем больше зазор, тем меньше УЗСК и, следовательно, остается меньше времени для накопления энергии, т. е. ток не успевает достигнуть максимального значения, что приводит к снижению напряжения во вторичной обмотке. При увеличении оборотов УЗСК остается таким же, но времени на накопление энергии остается еще меньше. Поэтому при малом значении УЗСК и больших оборотах коленчатого вала двигатель может давать сбои из-за пропусков искрообразования, так как катушка не успевает запасть энергией.

С уменьшением зазора между контактами увеличивается УЗСК, и ток успевает достигать максимальной величины. Однако из-за малого зазора между контактами наблюдается искрение, следовательно, нет резкого исчезновения тока в первичной цепи, и поэтому вторичное напряжение уменьшается.

Измерение УЗСК производится с помощью специального прибора, который подключается между выводами «—» катушки зажигания и «массой» автомобиля. Угол измеряется в градусах или процентах. На современных стробоскопах также имеется функция измерения УЗСК. Нормативные значения УЗСК некоторых распределителей приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1.

Распределитель	УЗСК, градус
P114Б	45 – 51
P119Б	36 – 42
P125, 30.3706	52 – 56
P147A (Б, В)	47,5 – 52,5
Остальные	40 - 46

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Проверяется и корректируется начальный угол опережения, поскольку эти параметры взаимосвязаны.

Изменение УЗСК приводит к изменению угла опережения зажигания. Чем больше УЗСК, тем позже произойдет замыкание контактов, и, следовательно, будет более позднее зажигание, и наоборот.

Если, например, УЗСК в результате регулировки уменьшился на 12° (рис. 1.6), значит точка размыкания контактов сдвинулась на 6° поворота кулачка. Однако такой поворот вала распределителя равносителен 12° поворота коленчатого вала. Значит угол опережения зажигания увеличился на 12° .

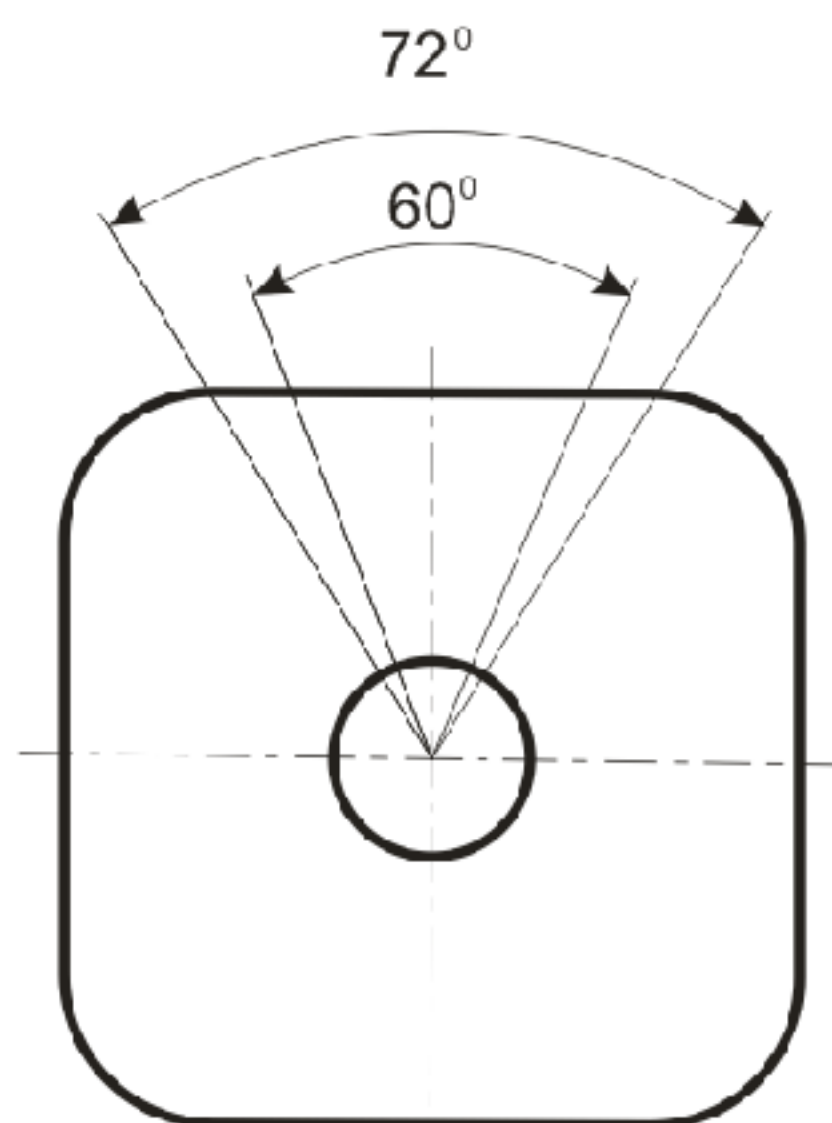


Рис. 1.6. Влияние УЗСК на угол опережения зажигания

При эксплуатации пластмассовый толкатель контактов прерывателя изнашивается, что приводит к уменьшению зазора, и, следовательно, к увеличению УЗСК и к более позднему зажиганию. Зазор между контактами прерывателя может изменяться вследствие радиальной вибрации в подшипнике контактной стойки, износа втулки вала распределителя или ослабления пружины подвижного контакта. При увеличении частоты вращения до 3000 об/мин изменение УЗСК не должно превышать 2-3 градусов. Если оно больше, то возможны следующие неисправности:

- ослабление пружины подвижного контакта;
- люфт подвижной пластины прерывателя;

большое биение валика распределителя.

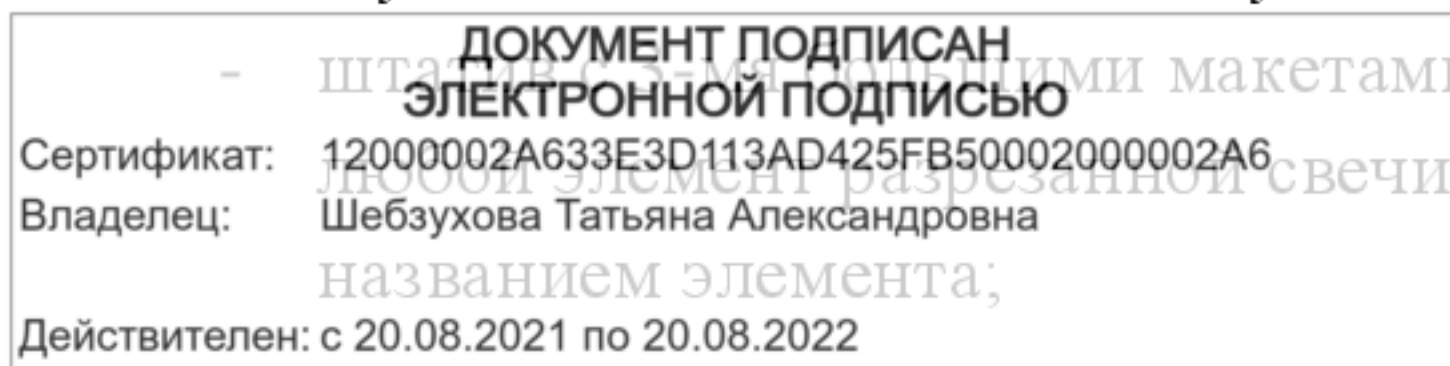
3. Оборудование и материалы

3.1. Оборудование в лабораторной работе

В виртуальной лаборатории на столе расположены:

- 10 свечей зажигания: 2 шт - А17ДВ, 2 шт - А11НТ, 3 шт - А23Н, 3 шт - А20ДВ;
- щуп, на 20-ти пластинках щупа нанесены значения зазоров;

- штатный набор макетов свечей, при наведении указателя на свечу слева сверху появляется надпись с названием элемента;



- прибор для испытания свечей Э203-П.



Рис. 3.3. Оборудование

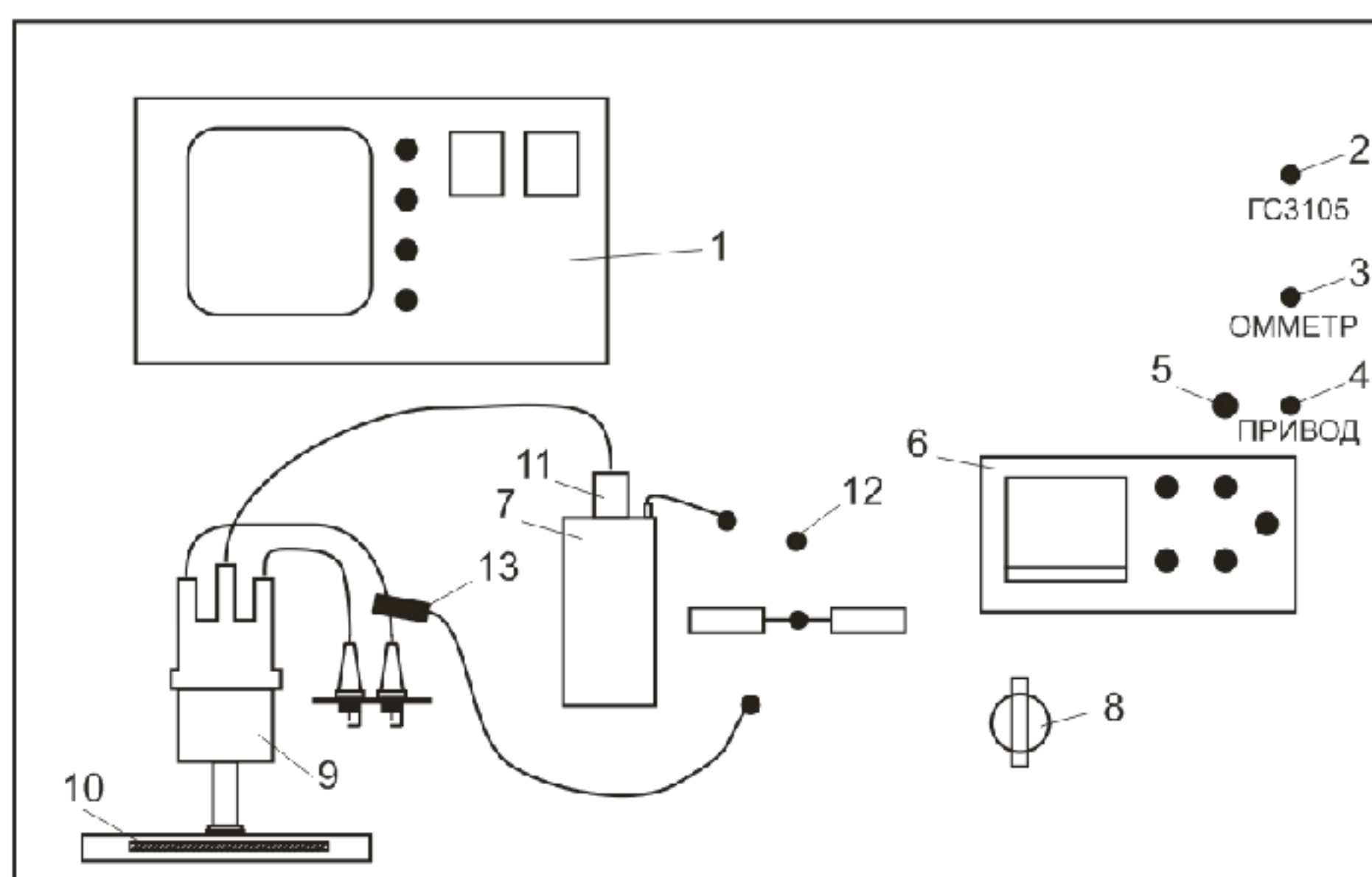
3.2. Лабораторная установка и контрольно-измерительные приборы.

Для проведения лабораторных исследований на кафедре «Сервис автомобильного транспорта и транспортного оборудования» Пятигорского государственного технологического университета разработана лабораторная установка, схема и общий вид которой представлен на рис. 1.7.

Лабораторная установка работает следующим образом: электропривод, расположенный под распределителем зажигания 9, включается с помощью тумблера 4 «привод», в результате начинает вращаться распределитель зажигания, который управляет искрообразованием на катушке 7.

Для отключения конденсатора на контактах прерывателя используется тумблер 12 «конденсатор». Через высоковольтные провода высоковольтное напряжение поступает на распределитель и далее на свечи зажигания. Для включения прибора ГС3105 в сеть используется тумблер 2. Посредством диска 10 с нанесенными на него метками и стрелкой измеряется УОЗ. Для измерения основных электрических параметров используется мультиметр.

Исследование влияния емкости конденсатора и угла замкнутого состояния контактов (УЗСК) на мощность искрового разряда производится с помощью осциллографа ГС3105 и прибора измерения УЗСК. Зазор между контактами измеряется набором щупов.



а)



б)

Рис. 1.7. Лабораторная установка для диагностирования и регулировок контактных систем зажигания: а) - схема; б) - общий вид; 1 - автомобильный диагностический прибор ГС3105; 2 - выключатель прибора ГС3105; 3 - выключатель мегомметра; 4 - выключатель электропривода распределителя зажигания; 5 - регулятор частоты вращения распределителя; 6 - мегомметр; 7 - катушка зажигания; 8 - выключатель зажигания; 9 - распределитель зажигания; 10 - диск с (УОЗ) метками для определения угла определения зажигания; 11 - индуктивный датчик высоковольтного напряжения; 12 - тумблер отключения конденсатора; 13 - датчик синхронизации по первому цилиндру.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

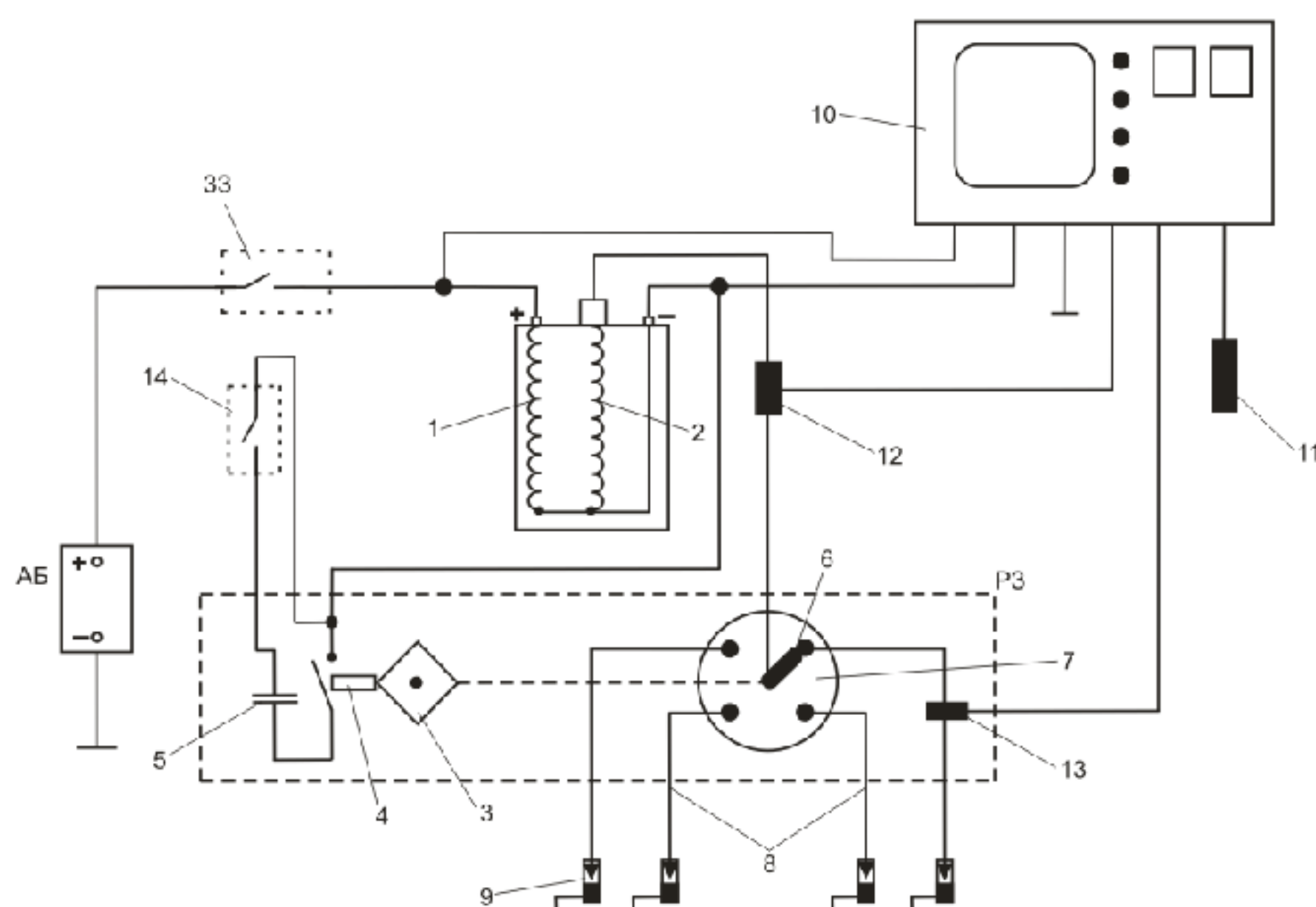


Рис. 1.8. Электрическая схема лабораторной установки: АБ – аккумуляторная батарея; 3З – замок зажигания; КЗ – катушка зажигания; РЗ – распределитель зажигания; 1 – первичная обмотка катушки зажигания; 2 – вторичная обмотка катушки зажигания; 3- кулачок распределителя зажигания; 4 – контактная группа; 5 – конденсатор; 6 – бегунок; 7 – крышка распределителя зажигания; 8 – высоковольтные провода; 9 – свечи зажигания; 10 – диагностический прибор ГС3105; 11 – стробоскоп; 12 – индуктивный высоковольтный датчик; 13 – датчик синхронизации по первому цилиндру; 14 – тумблер отключения конденсатора.

На рис. 1.8 изображена электрическая схема лабораторной установки, сочетающей и сопряжение прибора ГС3105 с контактной системой зажигания.

Установка позволяет измерять следующие параметры: сопротивление первичной и вторичной обмоток катушек зажигания, сопротивление высоковольтных проводов, сопротивление резистора бегунка, падения напряжения на контактах прерывателя, напряжение аккумуляторной батареи, ёмкость конденсатора, обороты коленчатого вала, угол замкнутого состояния контактов (УЗСК), угол опережения зажигания.

Для построения диаграмм напряжений во вторичной обмотке катушки зажигания диагностический прибор имеет встроенный осциллограф. Для изменения частоты вращения распределителя зажигания служит регулятор 5 (рис. 1.7).

3.3. 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.

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

4. Задания

4.1. Порядок действий (рекомендованный)

1. Примените щуп к любой из свечей, лежащих на столе. Щуп установится пластиной, соответствующей зазору свечи.

2. Щуп и свечу положите на место.

3. Примените исследуемую свечу к переходнику прибора (7 - рис. 2.4), свеча анимировано ввернется в переходник. Переведите вентиль выпуска сжатого воздуха 8 в положение в положение "ЗАКР".

4. С помощью рычага 6 накачайте давление соответственно таблицы 4.1. Старайтесь не перекачать. Если свеча неисправна, то будет происходить падение давления. Сделайте выводы о пригодности свечи.

Таблица 4.1

Давление в воздушной камере

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6	Испытательное МП	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна							
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022							

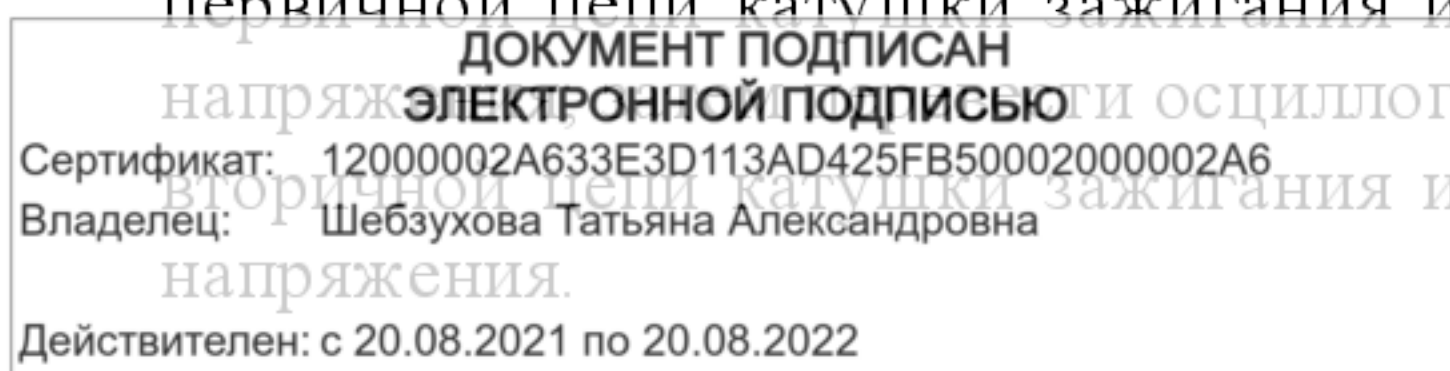
давление							
	кгс/см	10	9	8	7	6	5

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



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.

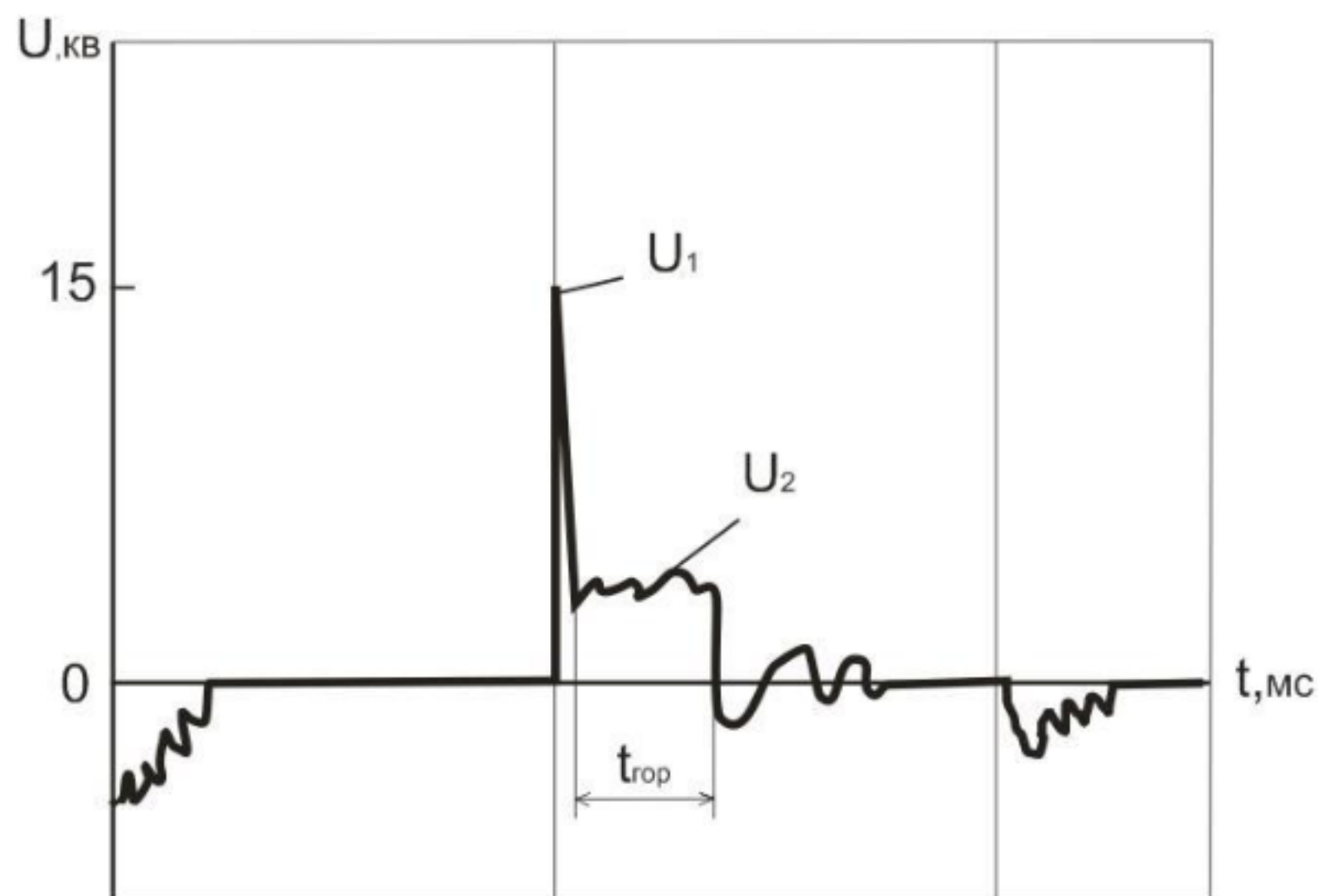


Рис. 1.9. Осциллограмма напряжений

7. Охарактеризовать влияние УЗСК на энергию искрового разряда и на угол опережения зажигания.
8. Ознакомится 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 ($U_{проб.}$), кВ	U_2 ($U_{гор.}$), кВ	$t_{гор.}$, мсек
С конденсатором	15	1,5	1,5
Без конденсатора	11	1,1	0,9

Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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.

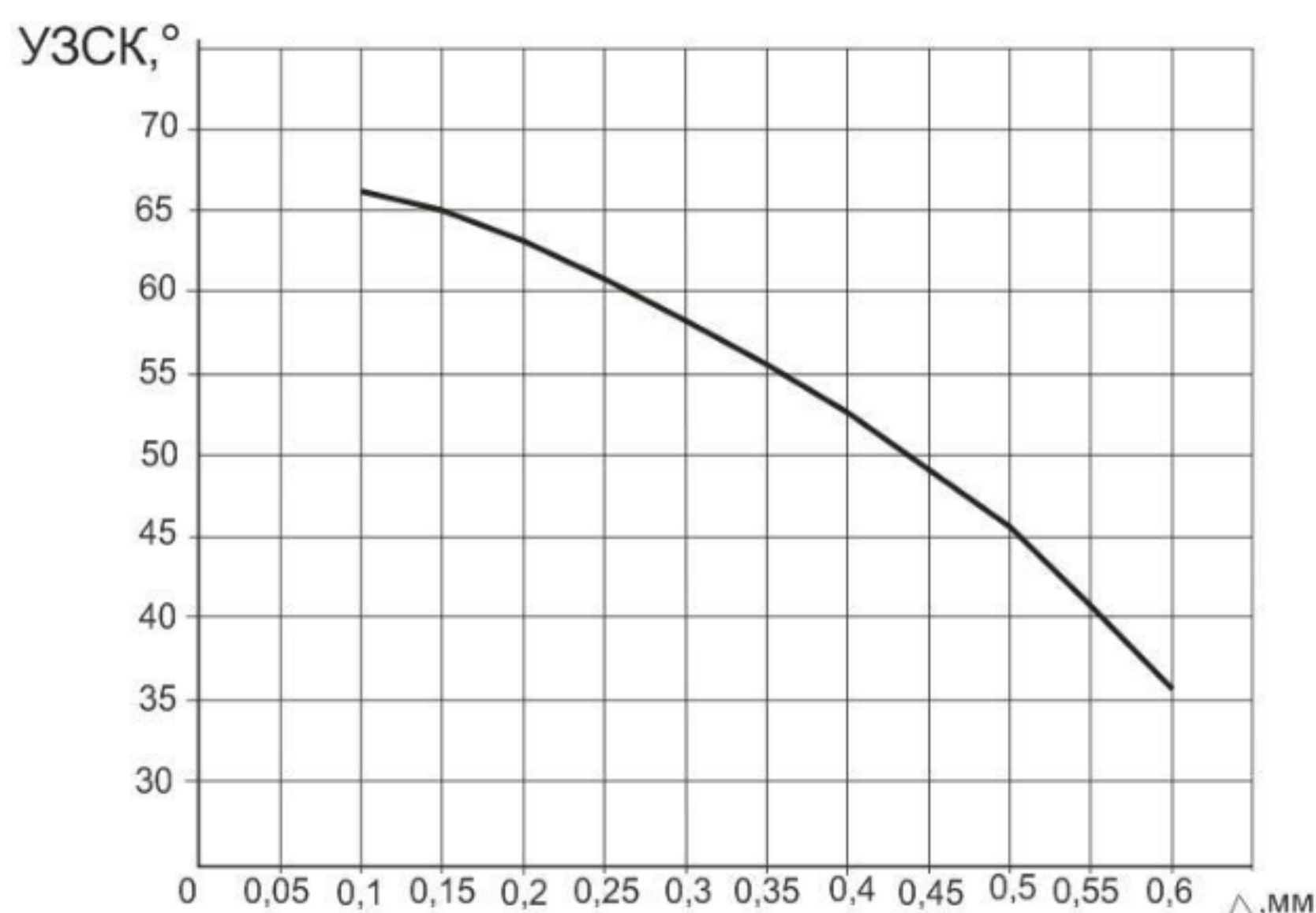


Рис. 1.10. Влияние зазора на контактах прерывателя на изменение УЗСК

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 уменьшению энергии 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

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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.

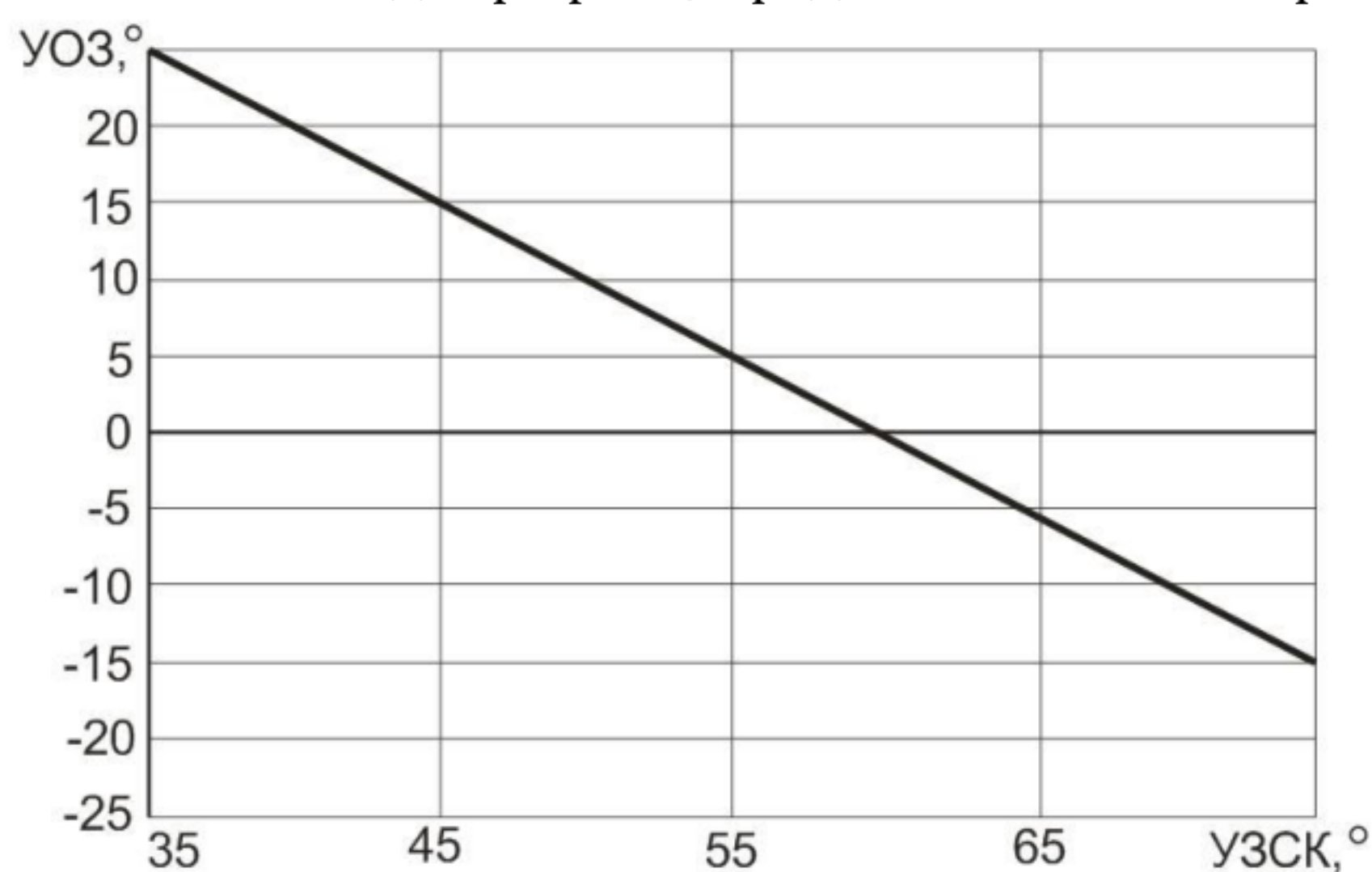


Рис. 1.11. Взаимосвязь УЗСК и угла опережения зажигания

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.

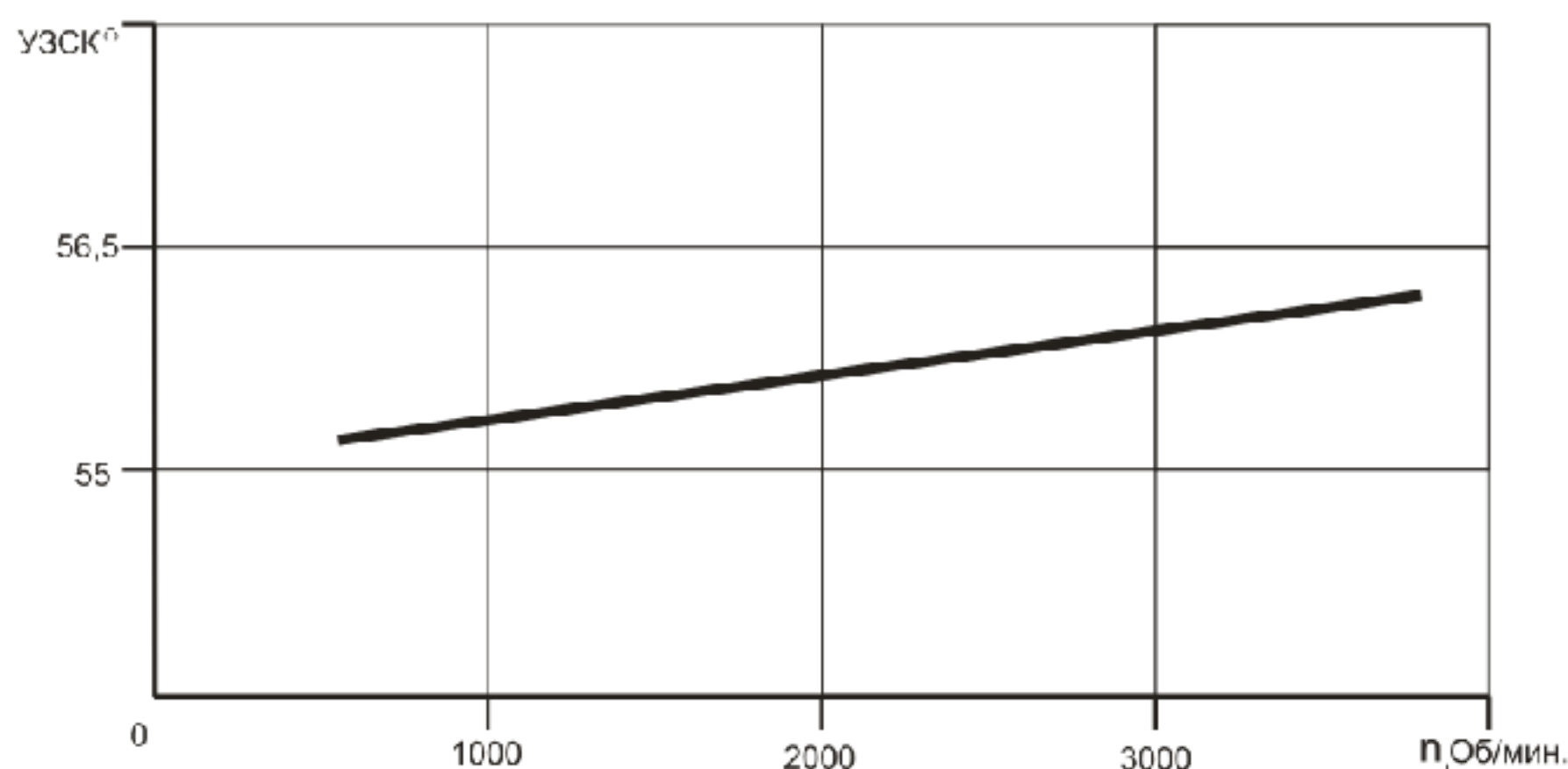


Рис. 1.12. Влияние оборотов вала распределителя на величину УЗСК

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. Как проверить герметичность свечи зажигания?
4. Как провести проверку свечи зажигания на работоспособность?
5. Как провести проверку свечи зажигания на работоспособность?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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.

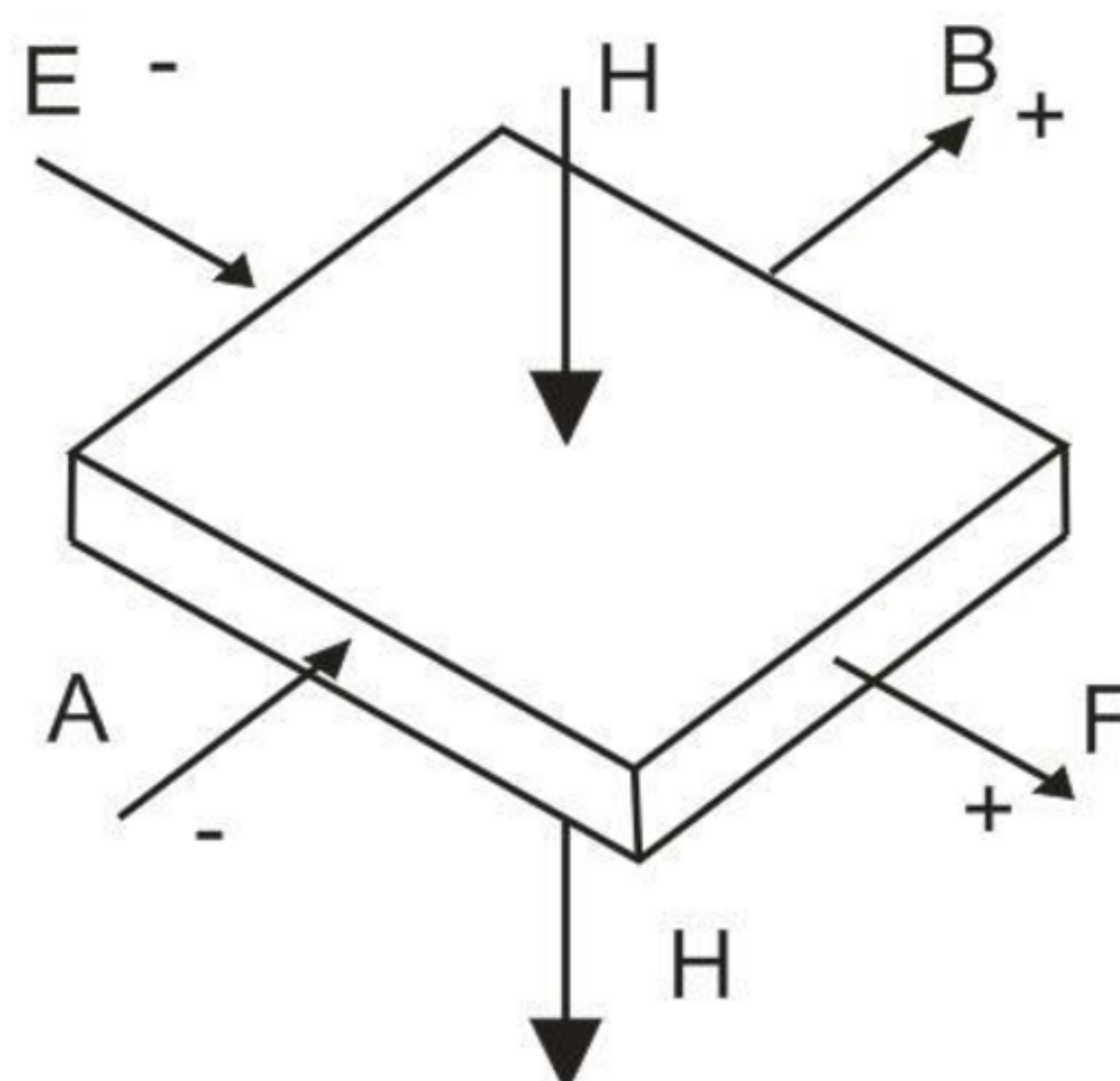
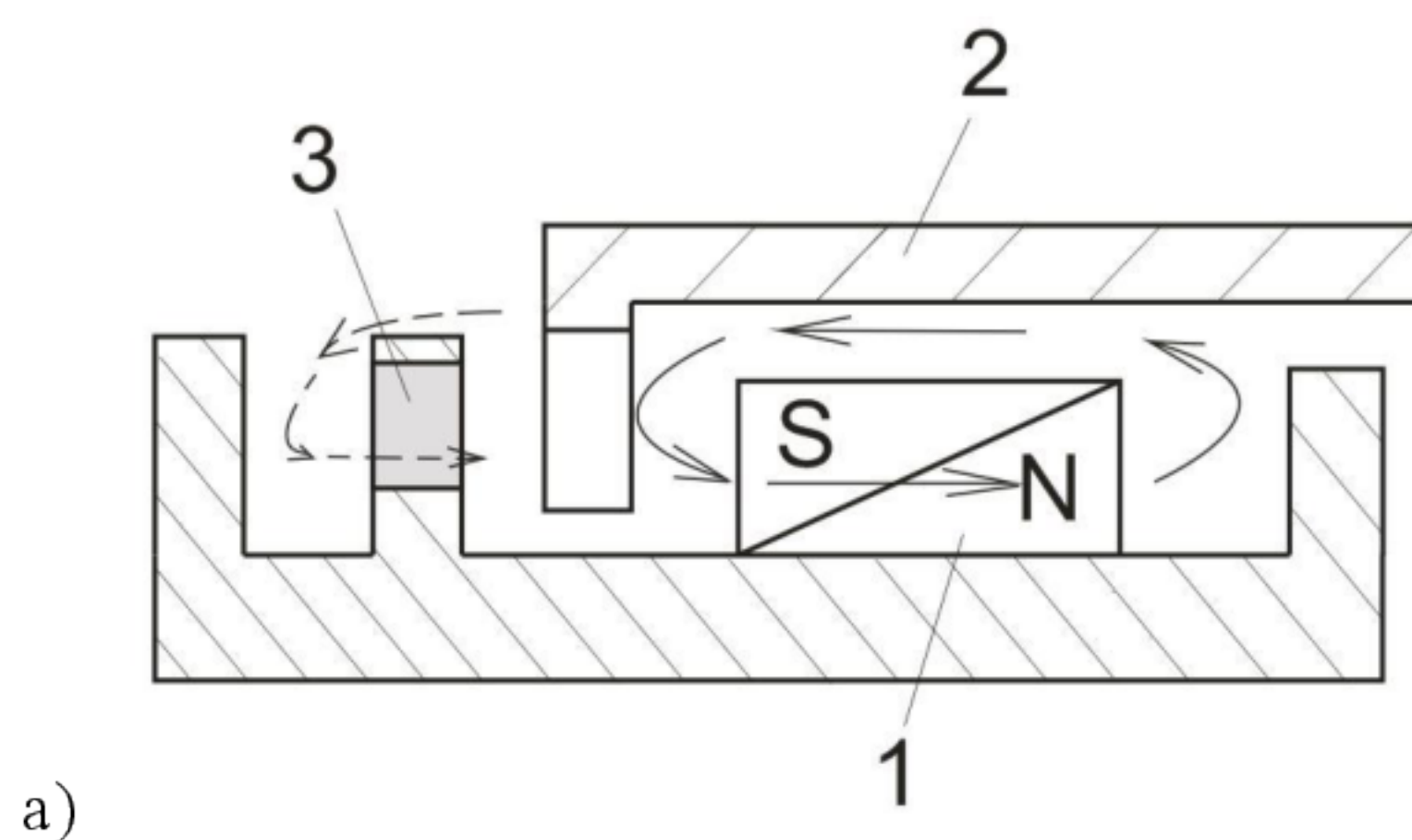
Известно, что, если через пластину полупроводника проходит ток, и пластина пронизывается магнитным полем, то на гранях пластины, перпендикулярных току возникает ЭДС (рис. 2.1 а). На этом принципе работает датчик холла.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



б)

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. При прохождении лопастей зубца ротора, когда тело экрана находится в зазоре датчика, 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% ($Q=(T_H/T_0) \cdot 100\%$).

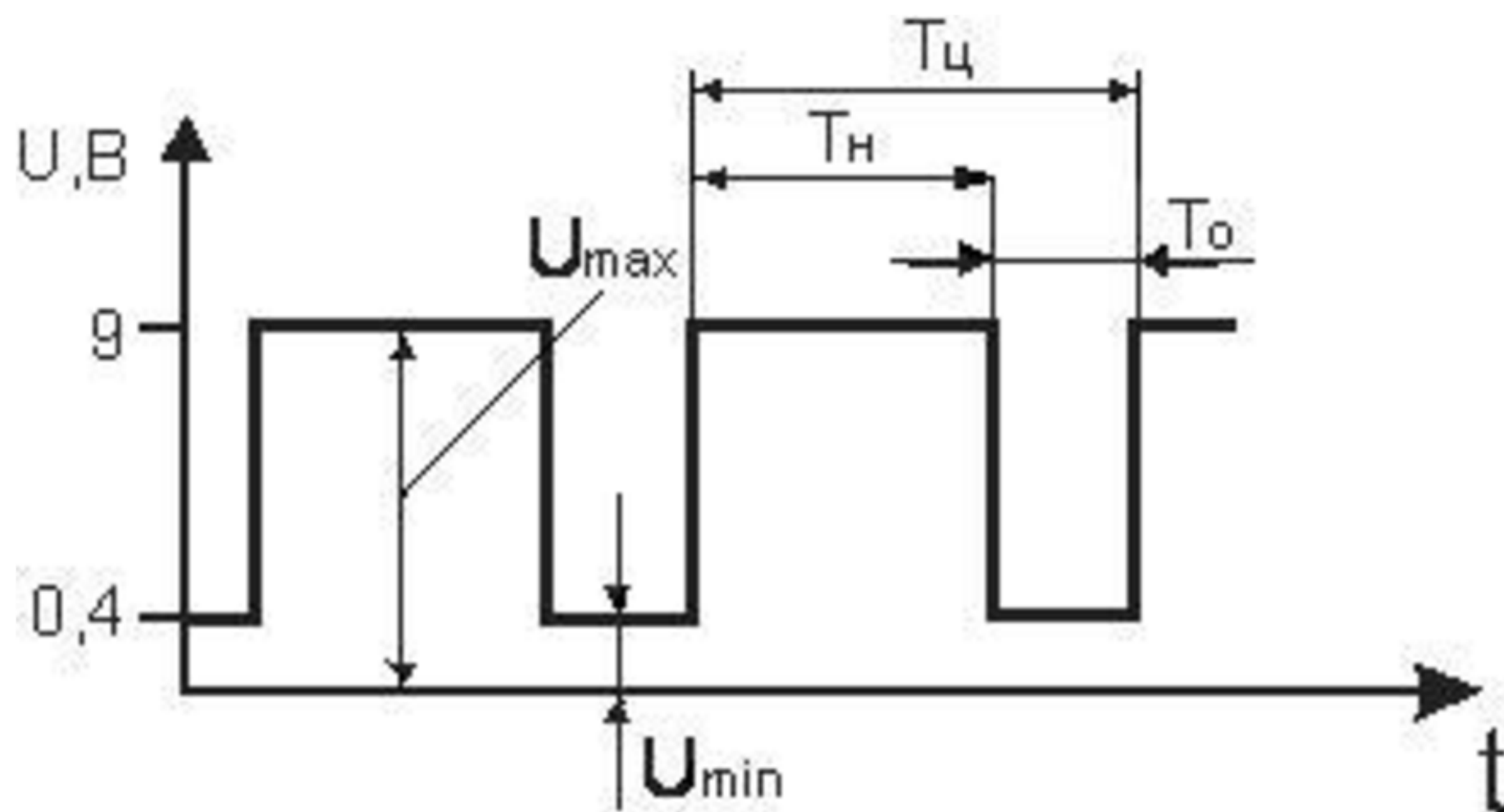
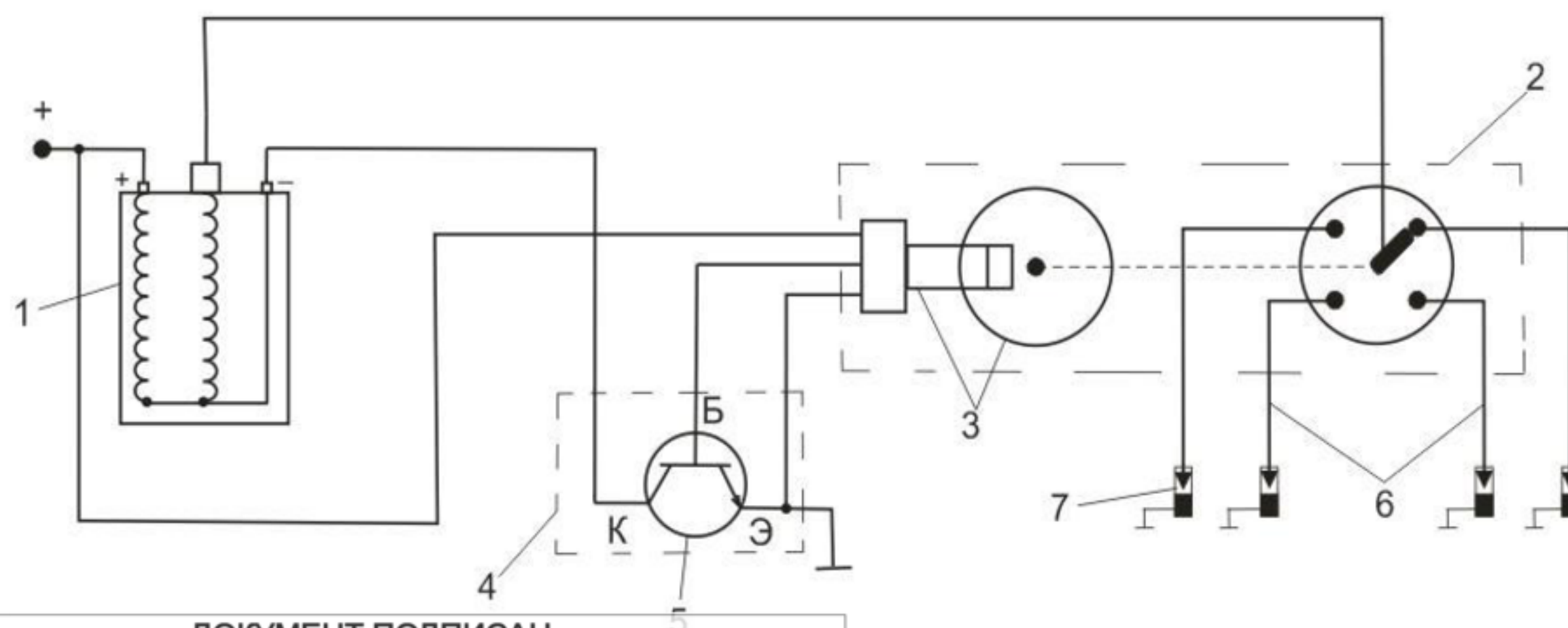


Рис 2.2. Осциллограмма импульсов датчика Холла: U_{max} , U_{min} — максимальное и минимальное значение напряжения, вырабатываемое датчиком Холла; T_H — время поддержания U_{max} ; T_0 — время поддержания U_{min} ; $T_{ц}$ — время цикла

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.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис 2.3. Транзисторная 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).

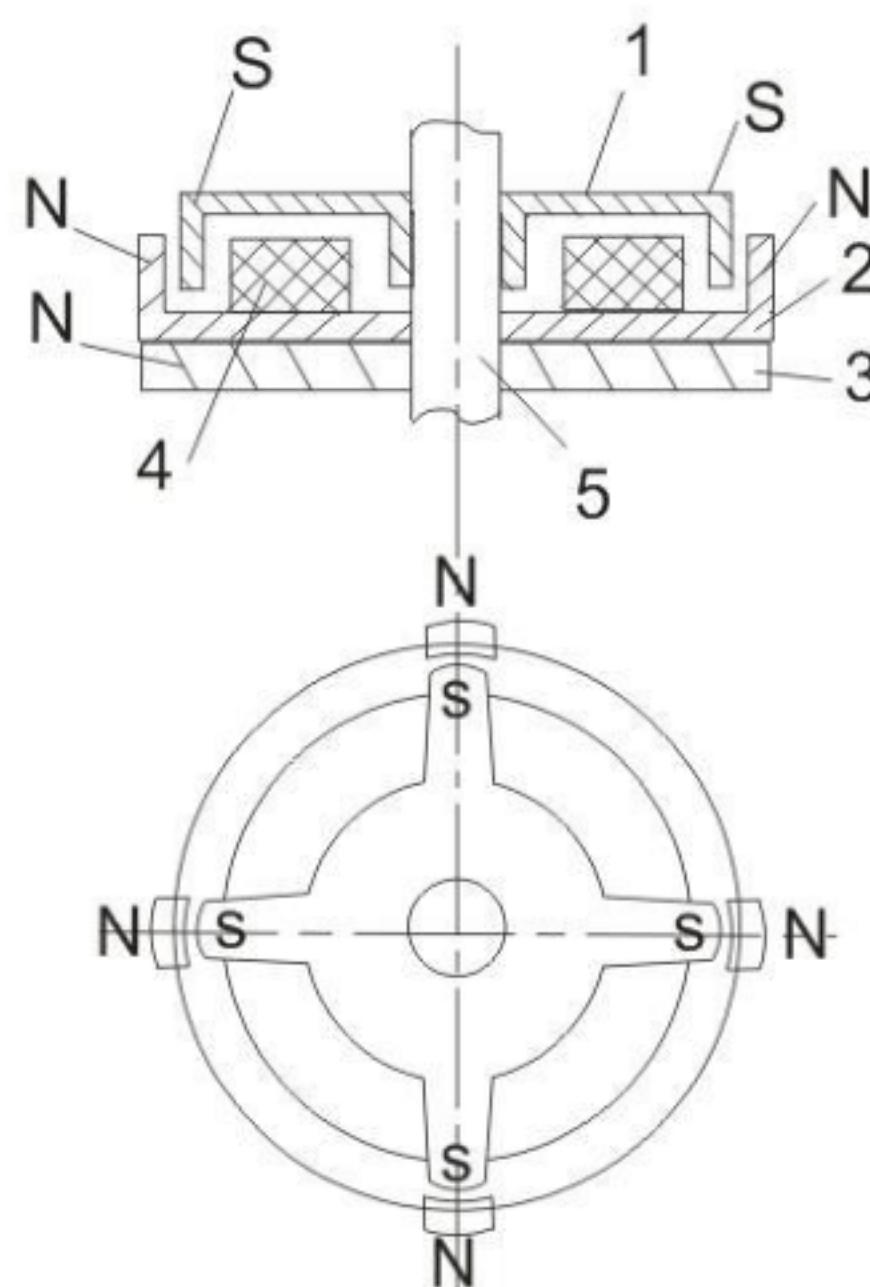


Рис. 2.4 . Схема индукционного датчика: 1 – ротор; 2 – статор; 3 – постоянный магнит; 4 – обмотка статора; 5 – вал распределителя зажигания.

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. При совпадении ротора и статора магнитный поток меняет

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

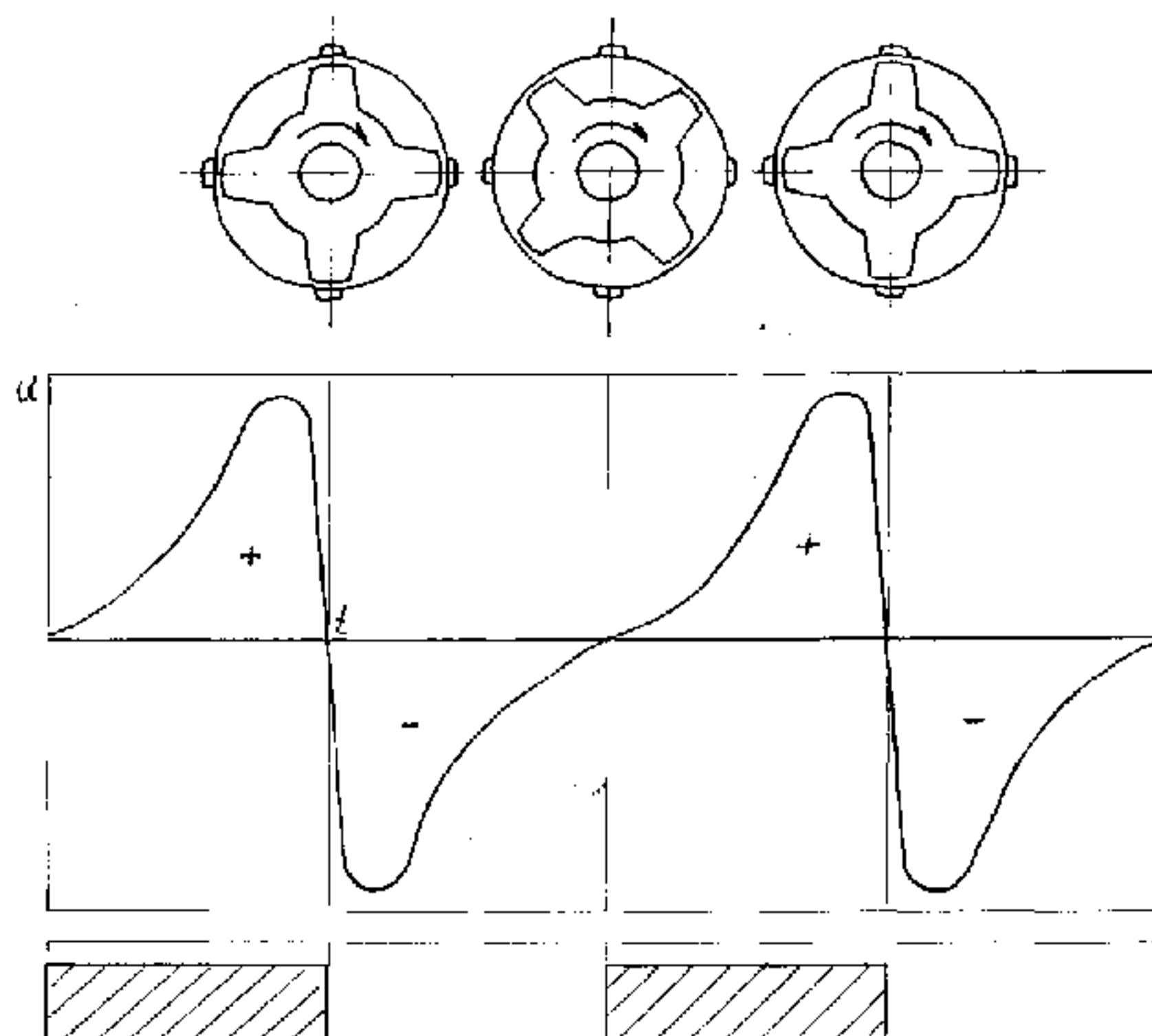


Рис.2.5. Изменение напряжения на обмотках катушки индукционного датчика в зависимости от угла поворота ротора: U – управляющее напряжение; t – момент возникновения искры, I – управляющий ток..

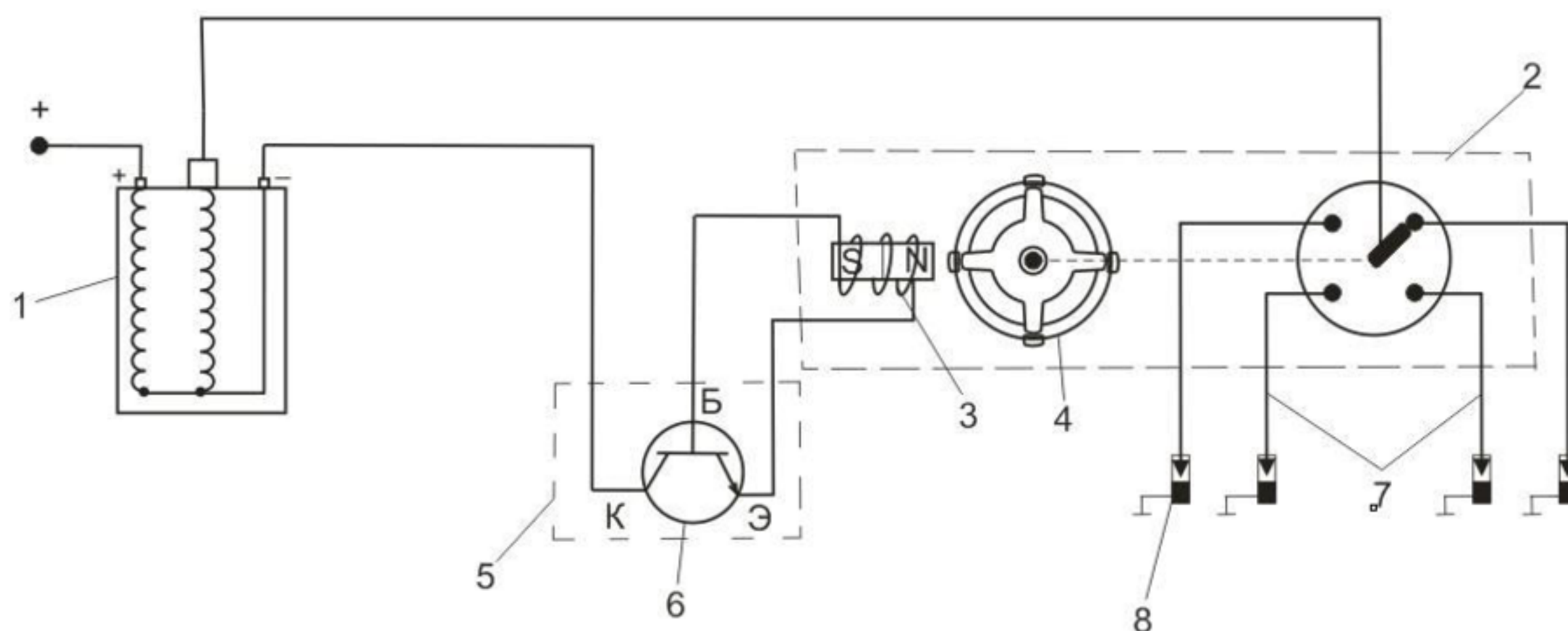


Рис. 2.6. Принципиальная электрическая схема транзисторной системы зажигания с индуктивным датчиком: 1-катушка зажигания; 2-распределитель зажигания; 3-индуктивный датчик; 4-зубчатый ротор; 5-коммутатор; 6-транзистор; 7-провода; 8-свечи зажигания

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: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

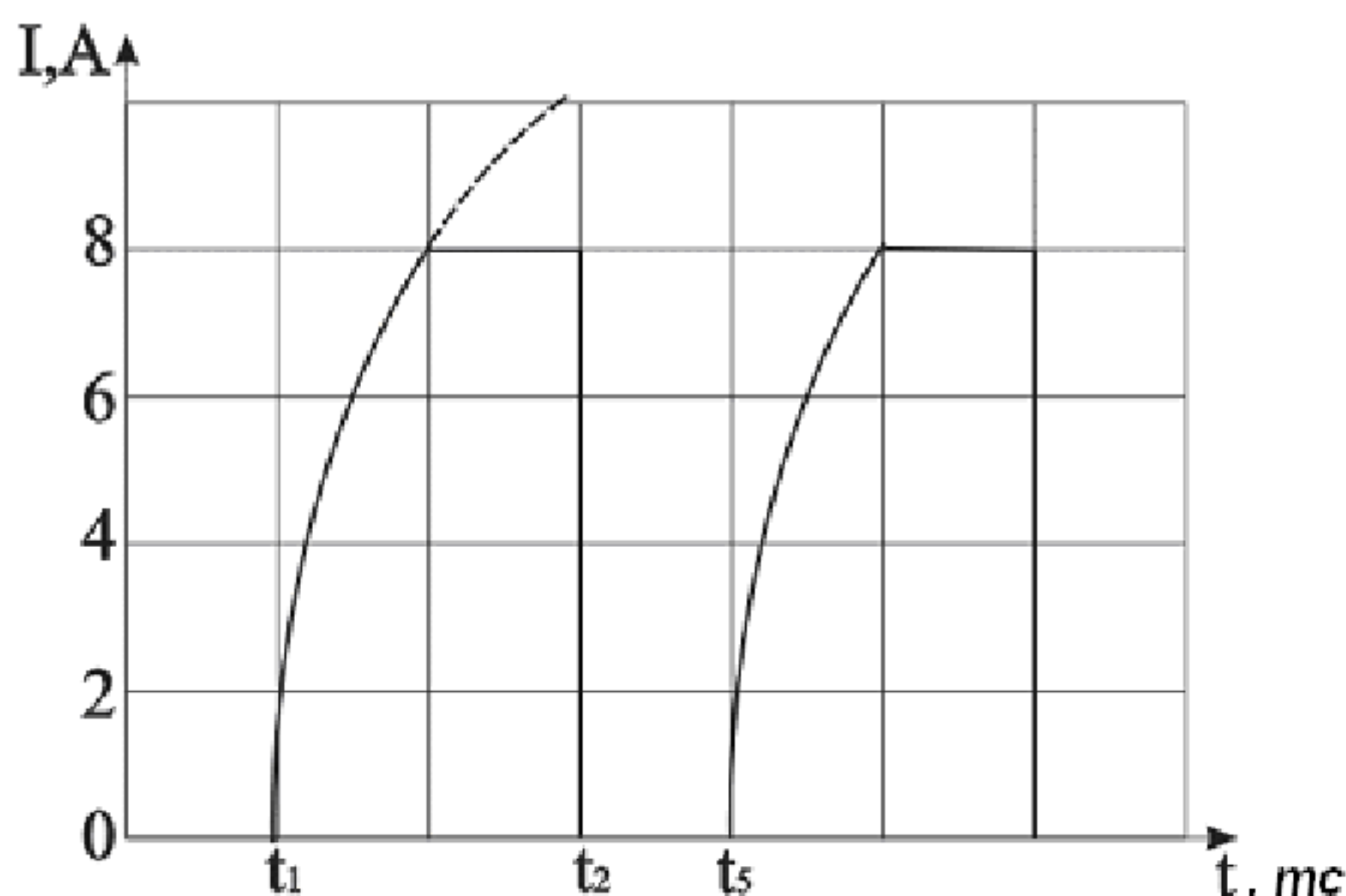


Рис 2.7. Ограничение тока в первичной обмотке катушки зажигания

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).

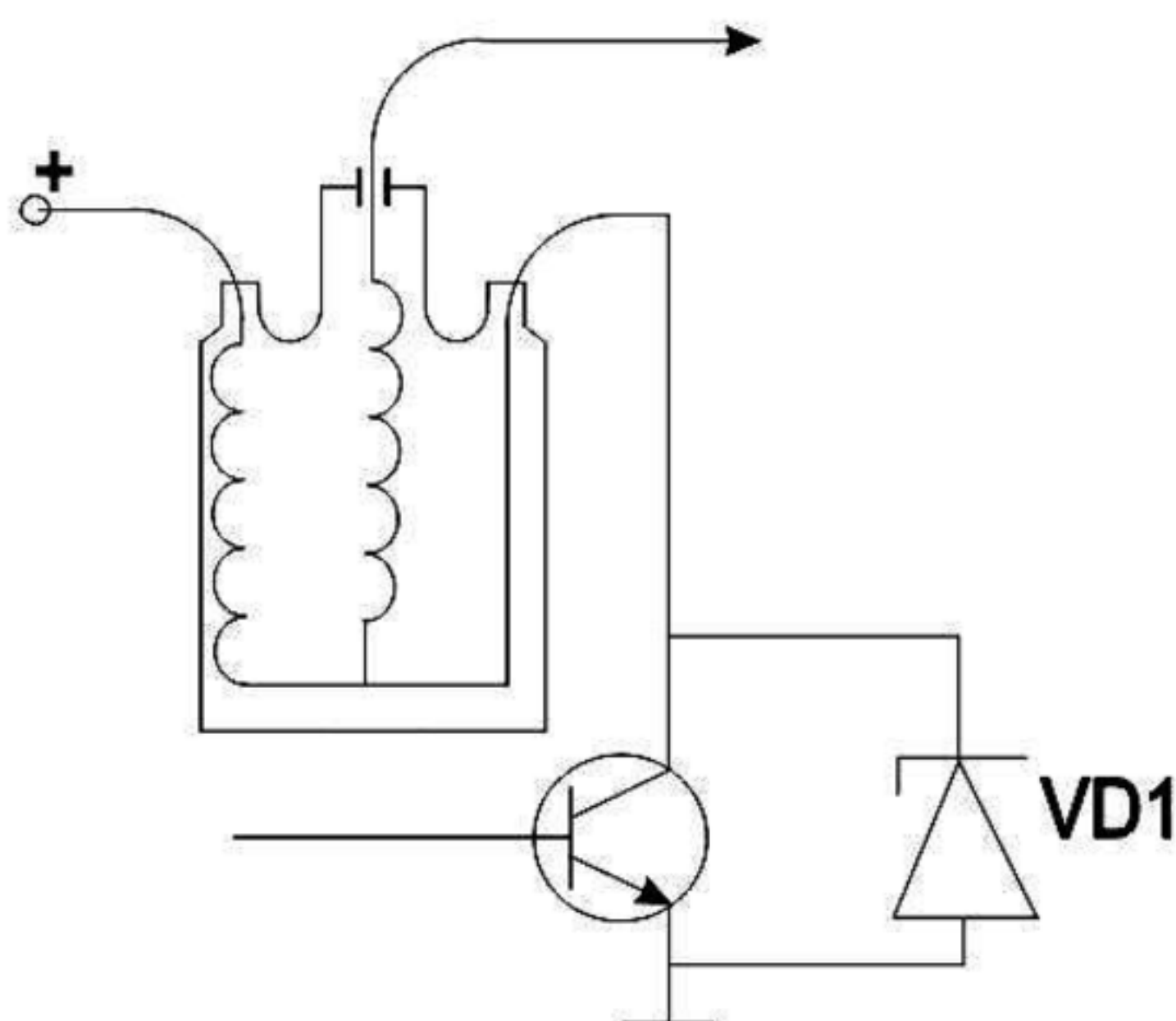


Рис.2.8. Защита выходного транзистора

В этом случае имеет место ограничение амплитуды первичного напряжения на уровне $300 \div 400$ В. При напряжении на стабилитроне ниже

некоторое время, когда его 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 – 32⁰.

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;

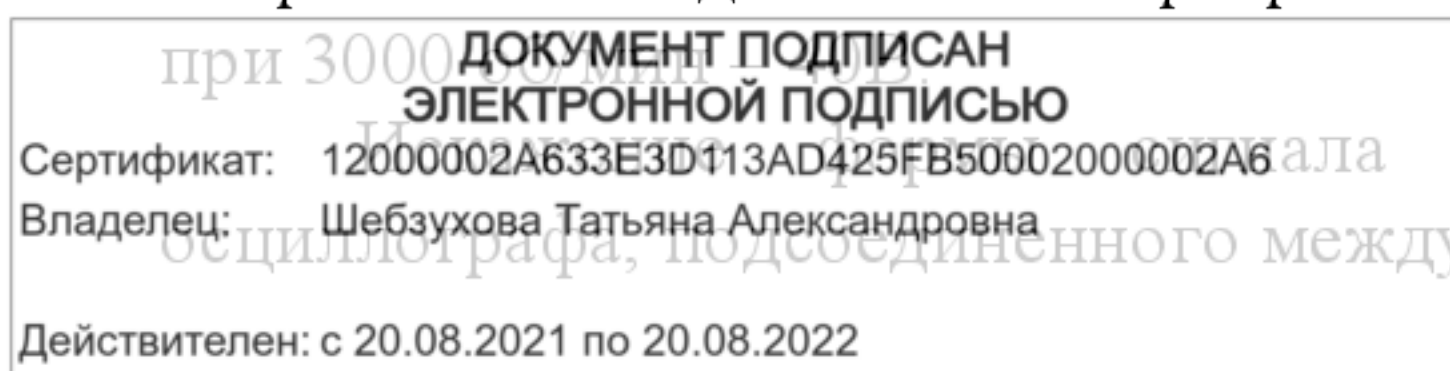
биения вала распределителя в результате износа втулок распределителя;

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

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.

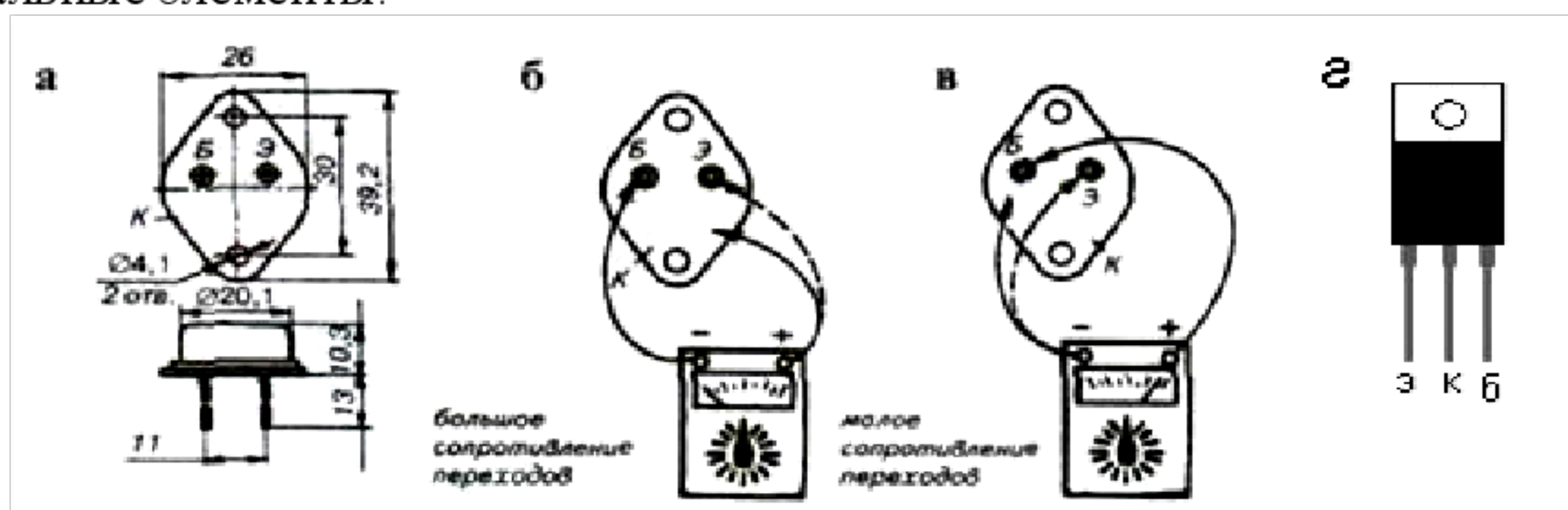


Рис 2.9. Проверка исправности транзистора: а - расположение транзистора; б - проверка переходов транзистора в прямом направлении; в - проверка переходов транзистора в обратном направлении; К-коллектор; Б - база; Э - эмиттер.

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: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

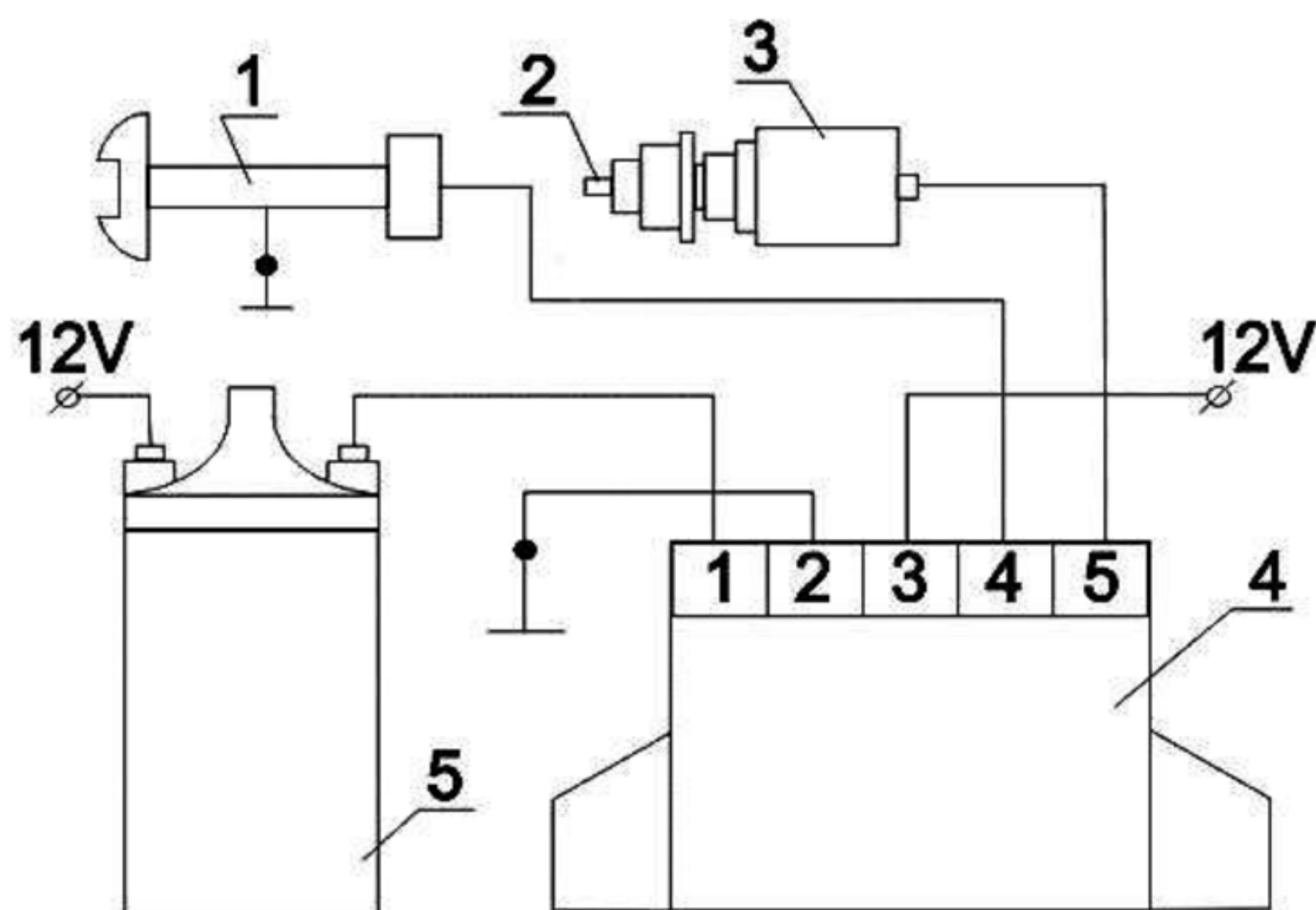


Рис. 2.10. Схема управления электромагнитным клапаном карбюратора: 1 – конечный выключатель дроссельной заслонки; 2 – шток электромагнитного клапана ЭПХХ; 3 – электромагнитный клапан; 4 – электронный блок управления ЭПХХ; 5 – катушка зажигания

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.

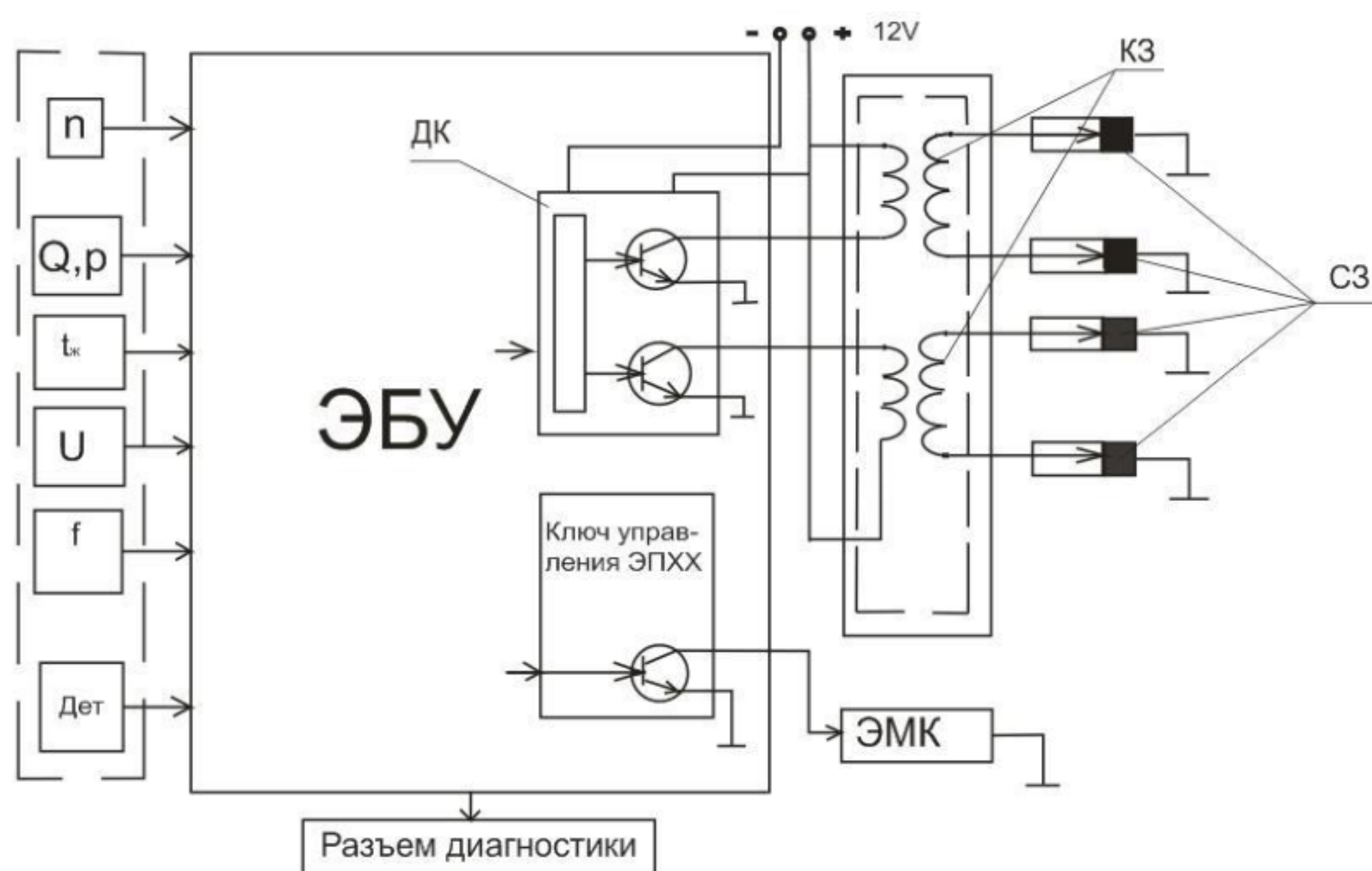


Рис 9.1. Блок-схема микропроцессорной системы зажигания: *n* – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; *Q, P* – датчик нагрузки на двигатель; *t_ж* – датчик температуры охлаждающей жидкости; *U* – сигнал напряжения аккумулятора; Дет – датчик детонации; *f* – конечный выключатель дроссельной 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

ИЗДАНИЕ 1.0
 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ИЗДАНИЕ 1.0
 Угол опережения зажигания в значительной степени зависит от частоты вращения коленчатого вала двигателя и нагрузки на двигатель

Датчик частоты вращения и положения коленчатого вала устанавливается рядом с маркерным диском (рис. 9.2) и предназначен для определения частоты вращения коленчатого вала (КВ) и положения 1-го и 4-го цилиндра относительно ВМТ. Для этого маркерный диск имеет два пропущенных зуба, которые обычно не доходят до ВМТ на угол 120град.

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

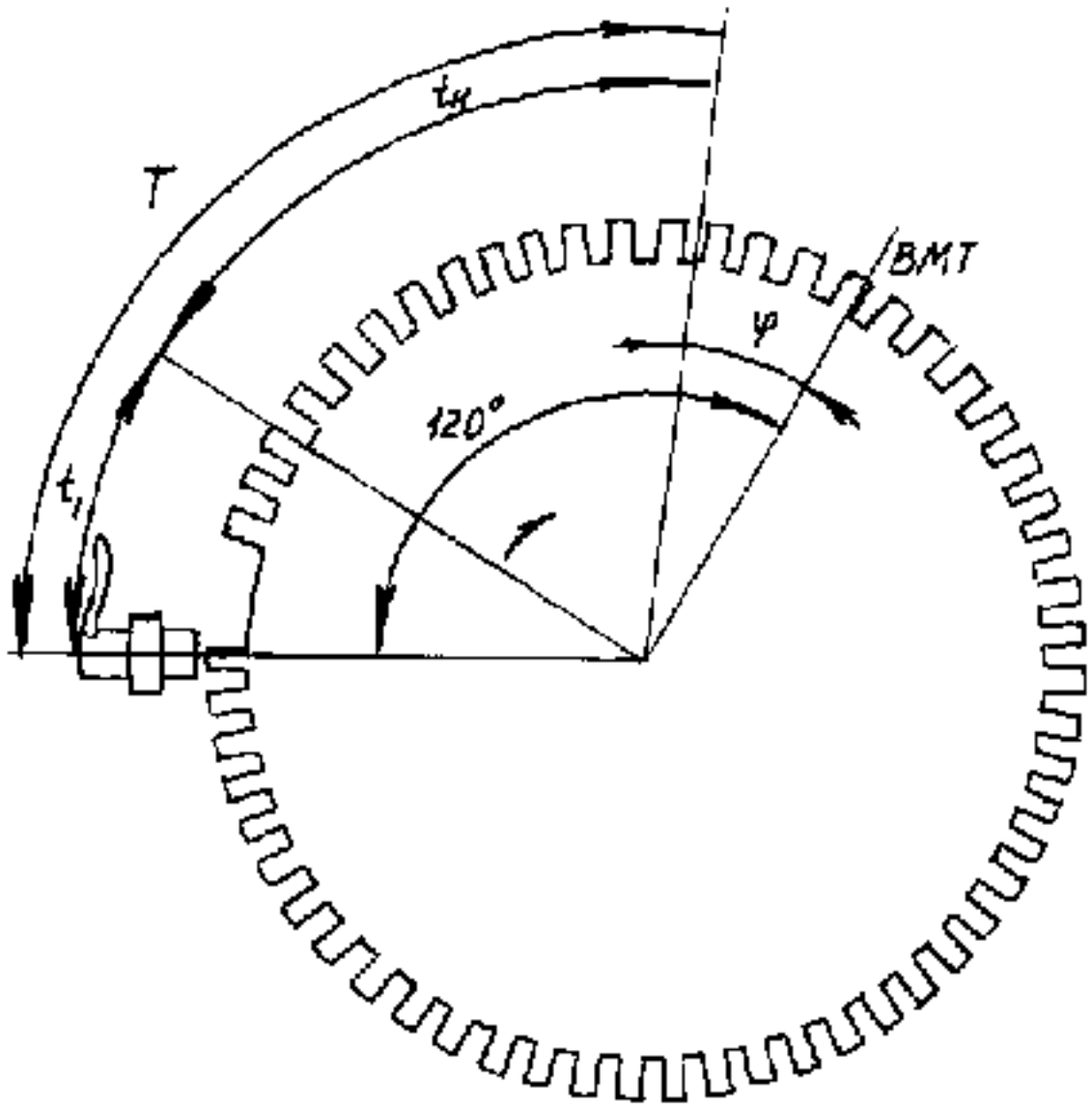


Рис.9.2. Схема маркерного диска

Импульсные сигналы от датчика частоты вращения и положения коленчатого вала поступают во входной формирователь, который преобразует их в импульсы прямоугольной формы.

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
	14,5	16,5	20,5	23,0	27,5
	280	840	1200	1480	1840

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

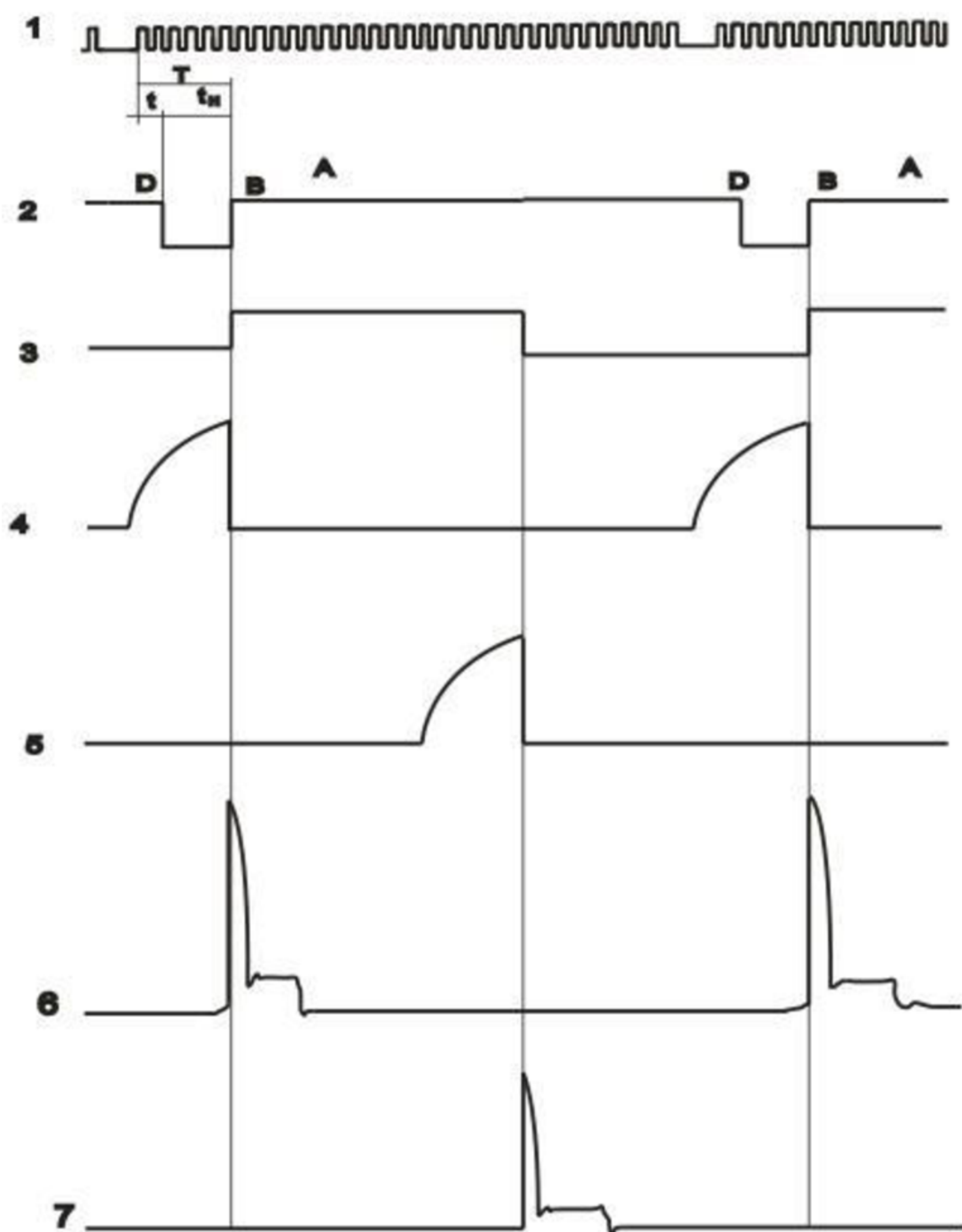


Рис. 9.4. Осциллограммы импульсов напряжений и токов: 1 – импульсы сигналов датчика частоты вращения и положения КВ; 2 - импульсные сигналы на момент подачи искры; 3 – импульсные сигналы выбора канала (выбора катушки зажигания); 4 – импульсы тока на выходе 1-го канала; 5 - импульсы тока на выходе 2-го 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»; T – время от начала прохода пропущенных зубьев на маркерном диске до момента образования искры; t_n – время наработки в катушке зажигания; F – угол опережения зажигания.

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).

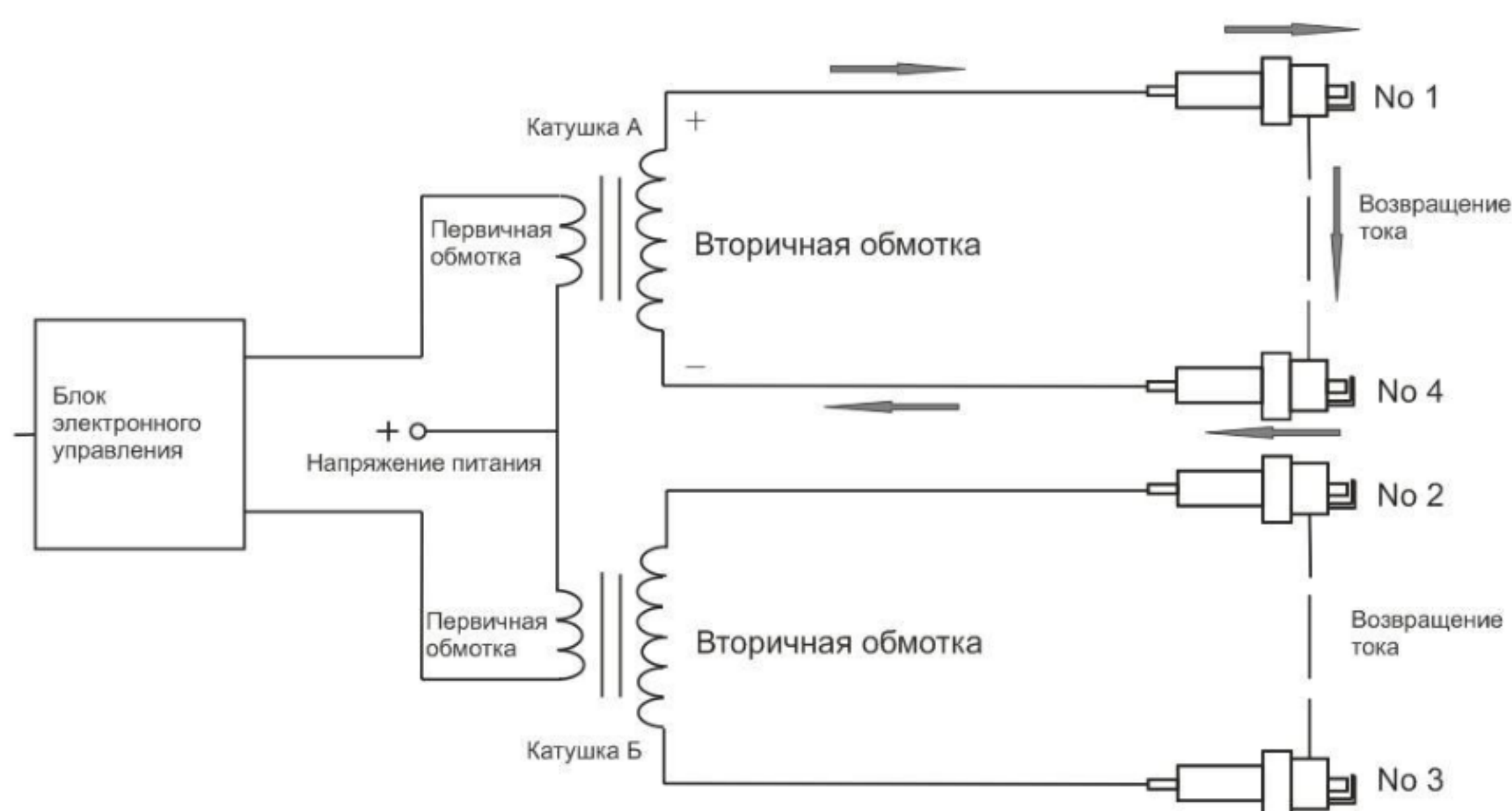


Рис 9.5. Распределение высоковольтной энергии методом «холостая искра»

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 во второй – обратным, так как направление тока будет обратным. Положительный – к центральному электроду, а отрицательный – к периферийному. 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.

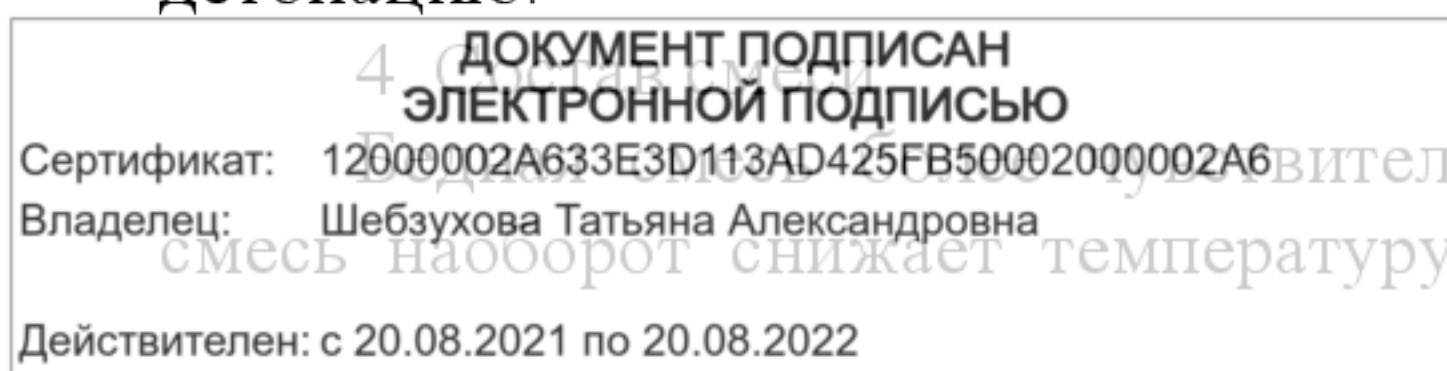
Топливо с более низким октановым числом способно самовоспламеняться при более низких температурах и, следовательно, более склонно к появлению детонации. Моторное масло, которое может попадать в камеру сгорания, например, через поврежденные сальники клапанов, будет уменьшать октановое число топлива, что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



способна к появлению детонации. Богатая смесь наоборот снижает температуру сгорания топлива, и, следовательно,

снижает вероятность появления детонации.

5. Наличие остаточных выхлопных газов.

Часть выхлопных газов после их выпуска остается в цилиндре. Смешиваясь со свежим зарядом, остаточные газы снижают скорость распространения пламени, понижая температуру газов в камере сгорания, и снижают вероятность появления детонации.

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.

2.2.5. Коррекция УОЗ по сигналам датчика детонации

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÷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 цилиндре, то количество впрыскиваемого топлива увеличивается, а температура сгорания. Перед автоматическая коробка передач посылает на ЭБУ запрос на управление крутящим моментом, на что ЭБУ реагирует

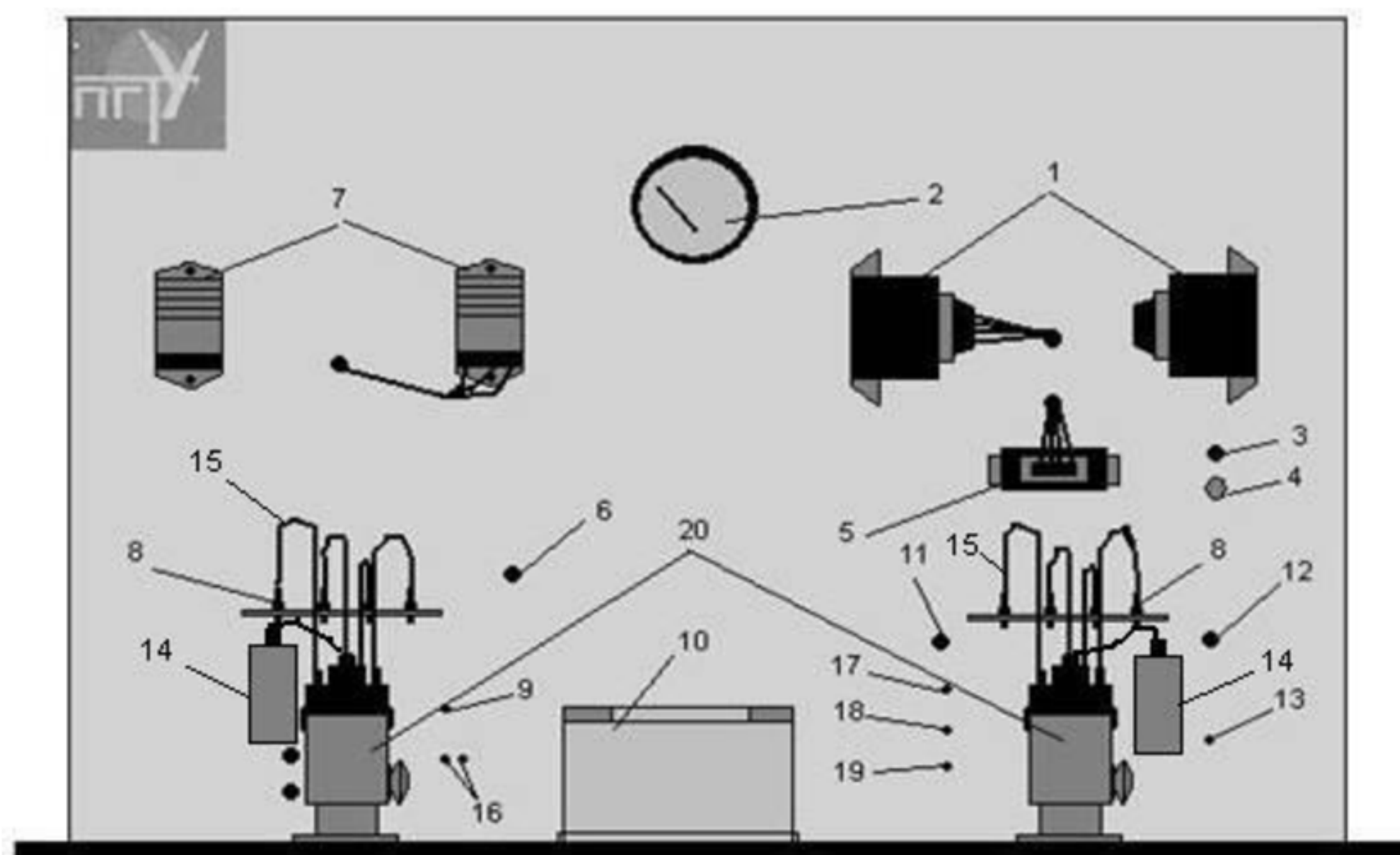
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



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

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

и выключателей 13 и 9 (рис.2.11).

Электрическая схема установки с датчиком Холла представлена на рис. 2.12, а с индукционным датчиком – на рис. 2.13.

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.

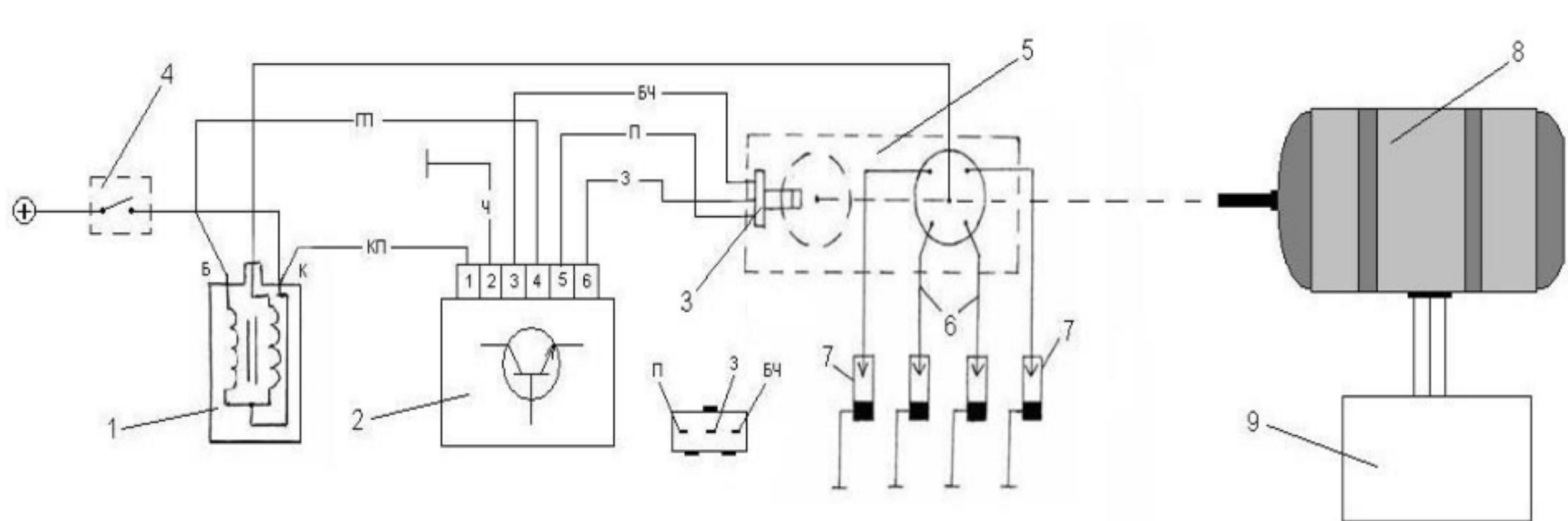


Рис. 2.12. Электрическая схема установки с датчиком Холла: 1 – катушка зажигания; 2 – коммутатор; 3 – датчик Холла; 4 – выключатель зажигания; 5 – распределитель зажигания; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания; 8 – электропривод; 9 - теристорный блок контроля частоты вращения электропривода.

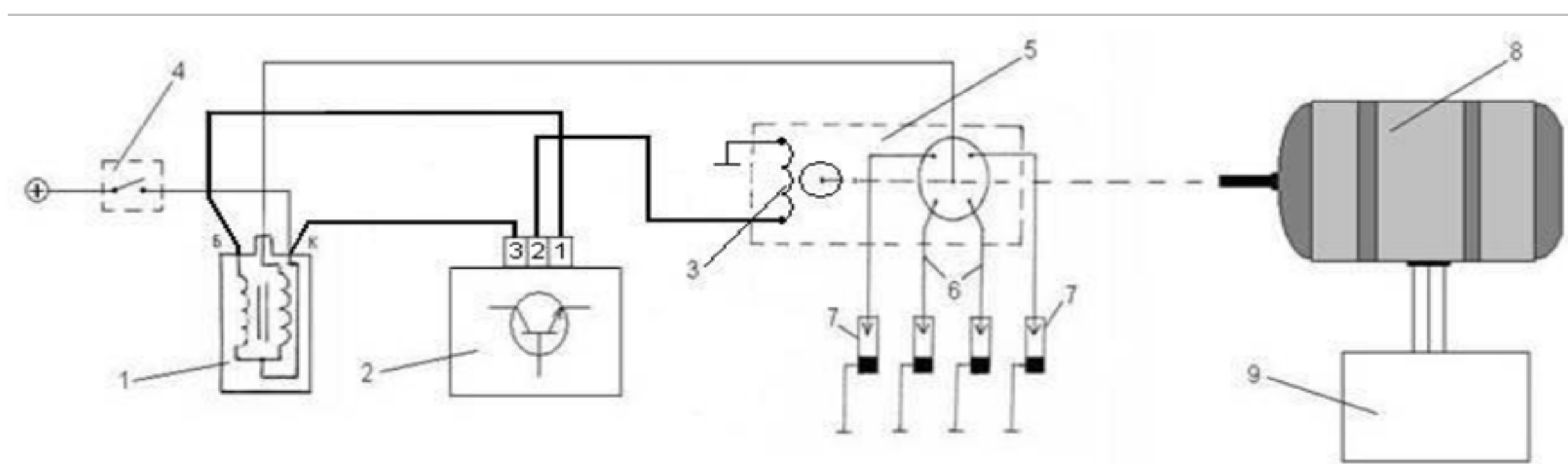
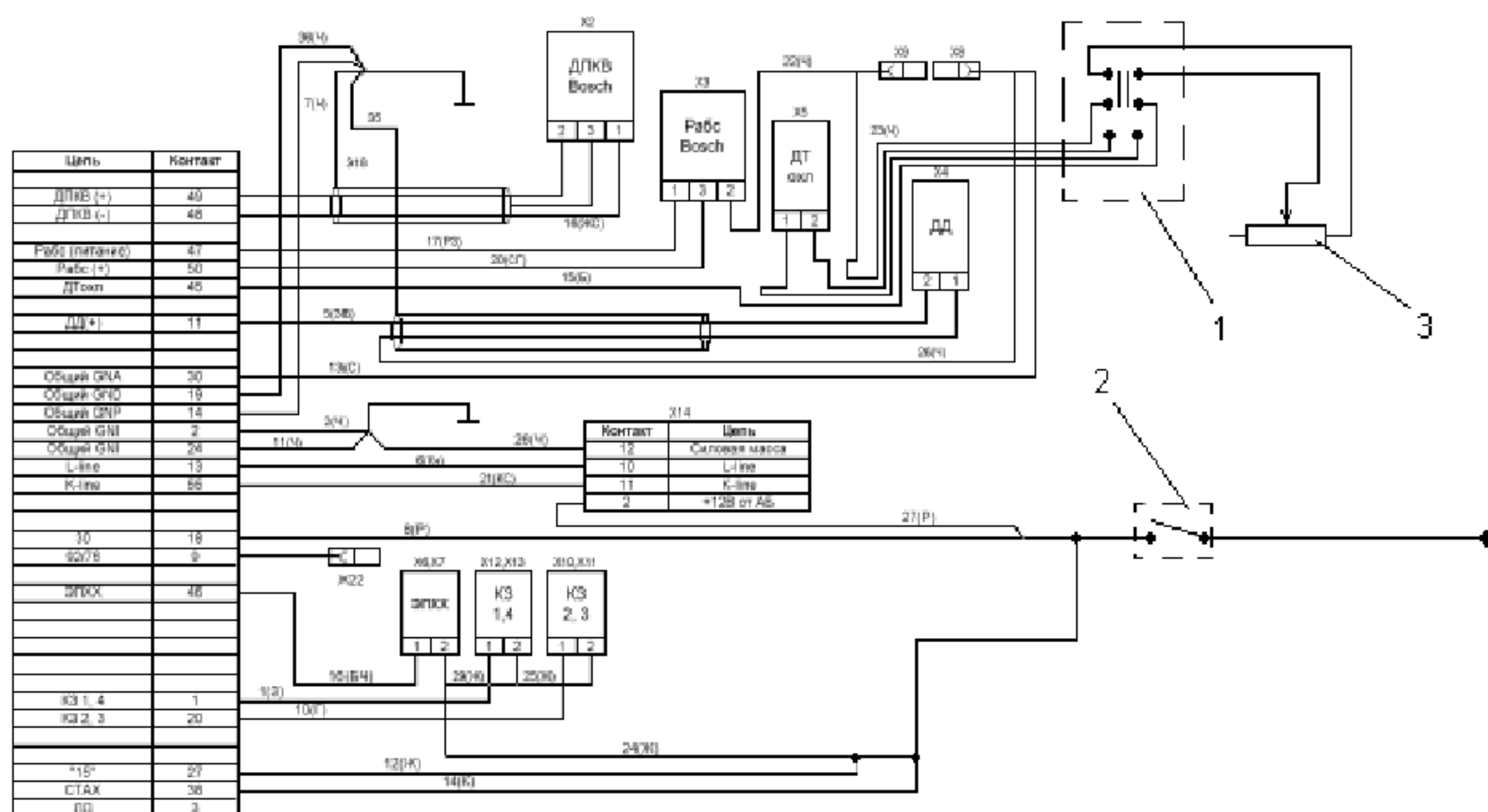


Рис. 2.13. Электрическая схема установки с индуктивным датчиком: 1 – катушка зажигания; 2 – коммутатор; 3 – индуктивный датчик; 4 – выключатель зажигания; 5 – распределитель зажигания; 6 – высоковольтные провода; 7 – свечи зажигания; 8 – электропривод; 9 – блок управления двигателем.

При подаче электрического тока на приводы распределителей зажигания их валы начинают вращаться, а после подачи тока на коммутаторы и катушку начинается искрение на свечах зажигания. Привод установки с датчиком Холла имеет возможность изменять частоту вращения. Для этой цели используется теристорный привод.



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.), ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ которых кратны частоте вращения двигателя, последние кажутся неподвижными.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

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_{max} и время $T_{\text{о}}$ поддержания U_{min} и 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.

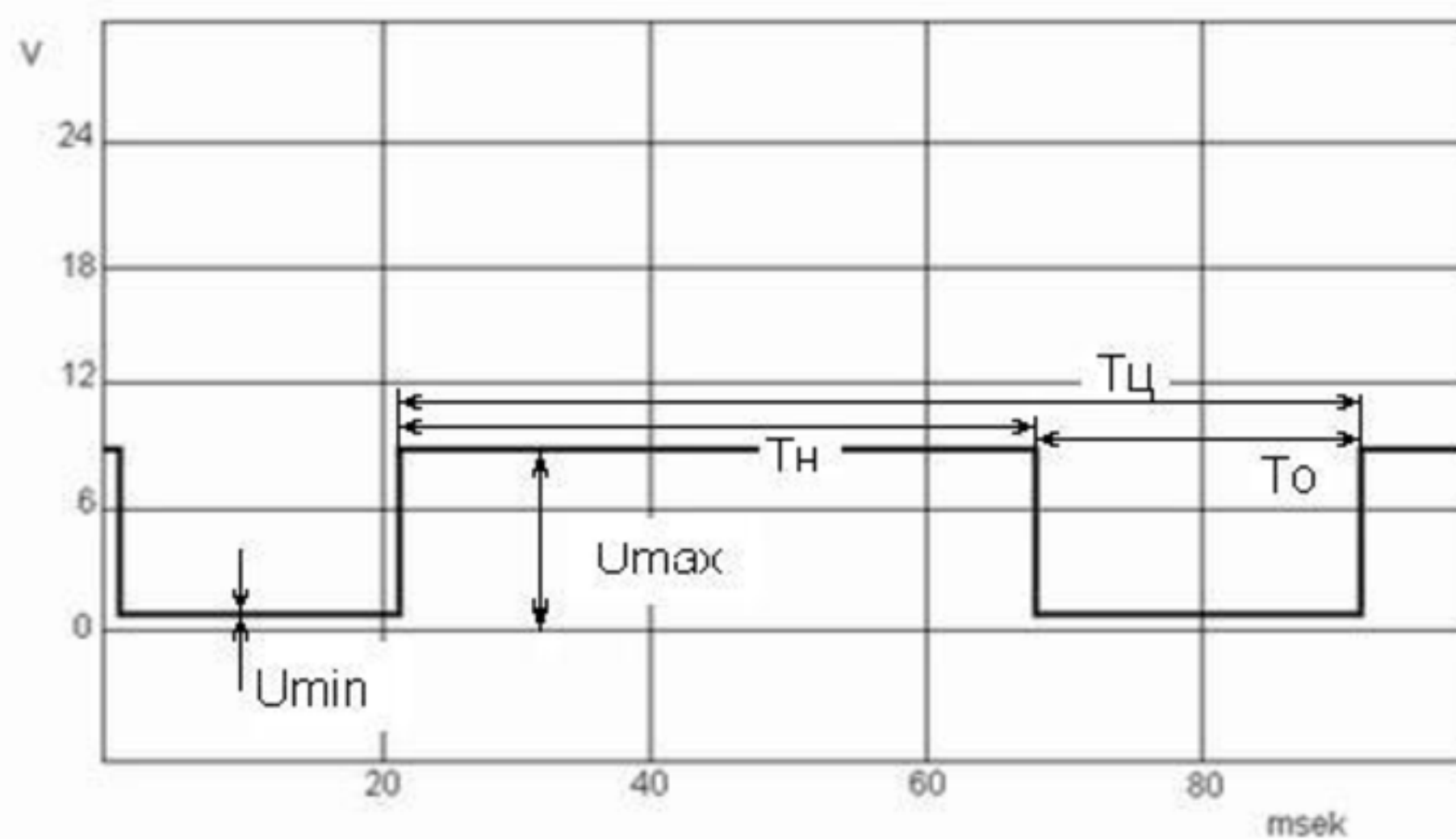


Рис.2.14. Осциллограмма датчика холла при 250 об/мин.

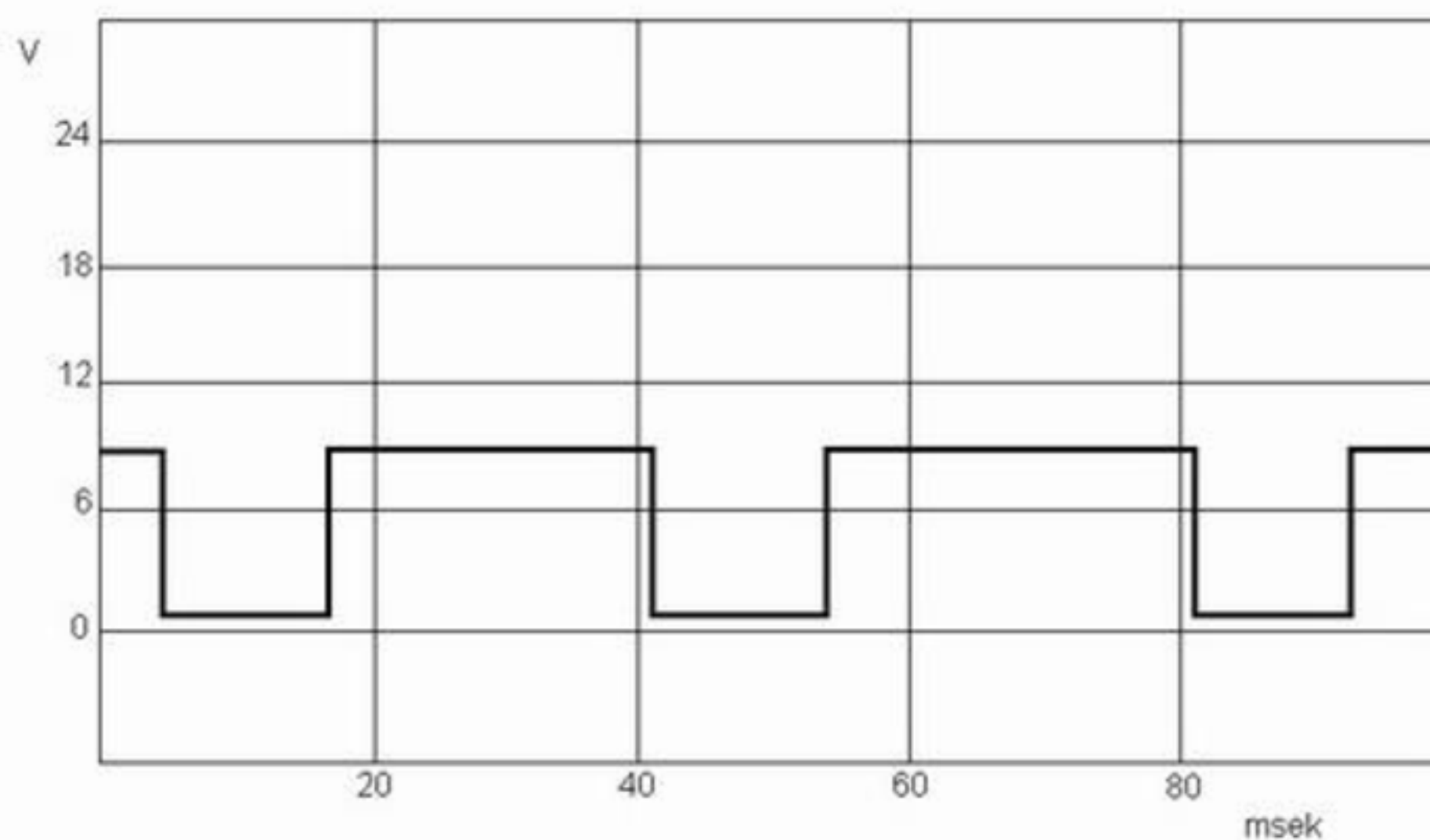


Рис. 2.15. Осциллограмма датчика холла при 425 об/мин.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

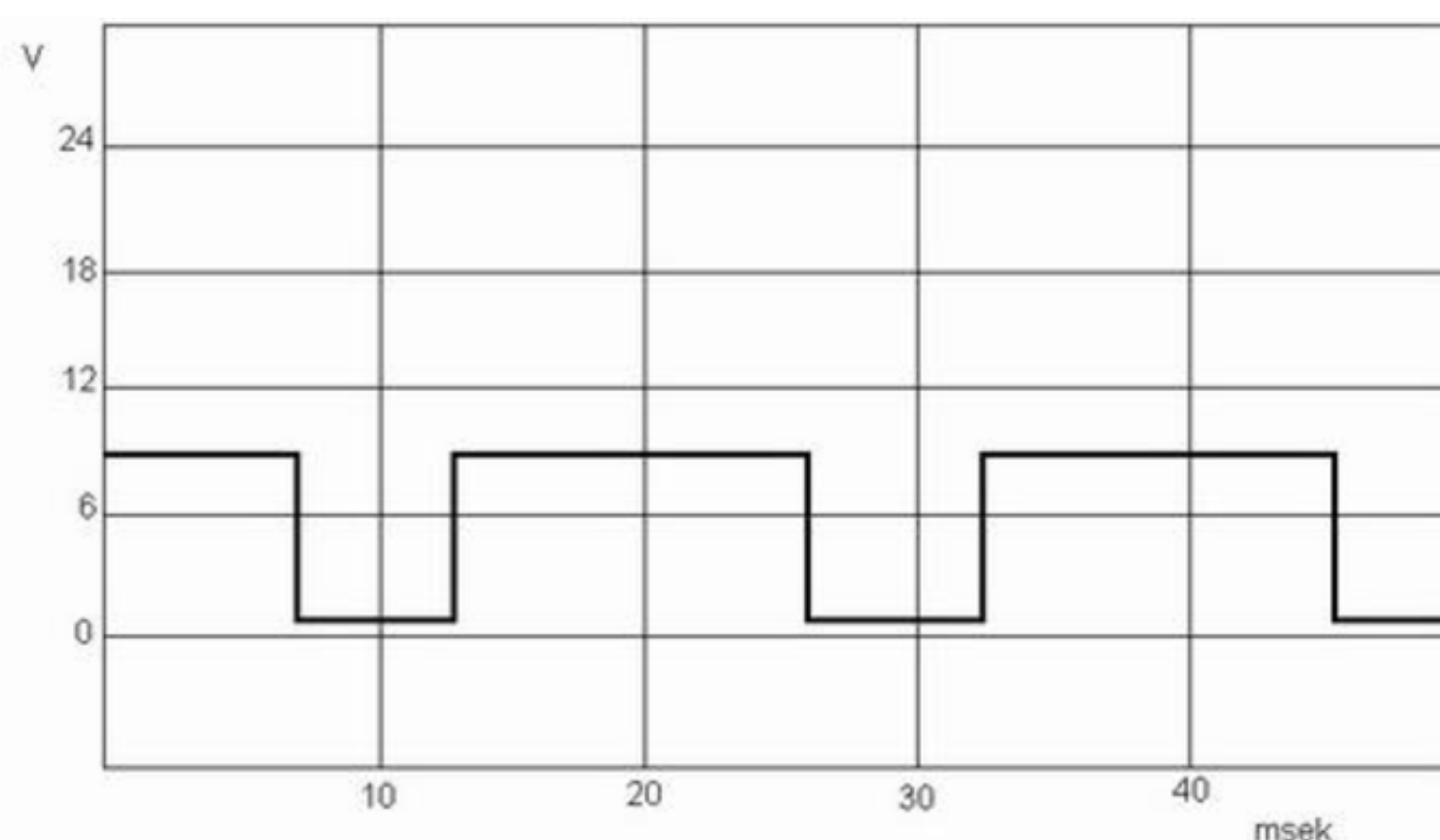


Рис. 2.16. Осциллограмма датчика холла при 1000 об/мин.

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 частоты вращения вала распределителя зажигания от частоты вращения вала распределителя зажигания.

Следующим этапом исследования является подключение прибора для измерения УЗСК между клеммой «-» катушки зажигания и «массой» лабораторной установки.