

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДАТЧИКОВ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург

2019

УДК 629.33(075.8)
ББК 39.33-04я73
П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

Пузаков, А.В.
П-88 Оценка технического состояния датчиков системы зажигания автомобилей: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 51 с.

Методические указания по выполнению лабораторной работы содержат сведения об устройстве, принципе действия и методах оценки технического состояния датчиков системы зажигания автомобилей.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплин «Электрооборудование автомобилей и тракторов» и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)
ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы.....	5
2 Содержание работы.....	5
3 Оборудование.....	5
4 Краткие теоретические сведения.....	6
4.1 Датчики момента искрообразования.....	9
4.2 Датчики положения коленчатого вала.....	11
4.3 Датчики детонации.....	15
4.4 Датчики абсолютного давления.....	25
4.5 Датчики температуры охлаждающей жидкости.....	27
5 Порядок выполнения работы.....	30
5.1 Испытание датчика момента искрообразования.....	30
5.2 Испытание датчика положения коленчатого вала.....	32
5.3 Испытание датчика температуры.....	34
5.4 Испытание датчика детонации.....	37
5.5 Испытание датчика абсолютного давления воздуха.....	39
6 Контрольные вопросы.....	41
Список использованных источников.....	44
Приложение А Бланк лабораторной работы.....	45

Введение

Лабораторные работы по электрооборудованию автомобилей выполняются в специализированной лаборатории в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования».

Лабораторная работа «Оценка технического состояния датчиков системы зажигания автомобилей» содержит сведения об устройстве, принципе действия и характеристиках датчиков системы зажигания автомобилей.

Приведены сведения об устройстве, принципе работы и выходных характеристиках датчиков бесконтактных и микропроцессорных систем зажигания автомобилей.

Лабораторный практикум содержит порядок проведения основных процедур, позволяющих оценить техническое состояние датчиков системы зажигания, а также сделать вывод об их работоспособности.

Контрольные вопросы позволяют оценить, как степень подготовленности студентов к проведению лабораторной работы, так и общий уровень знаний по данному разделу курса. Использование бланков, приведённых в приложении, позволяет снизить время на подготовку и оформление отчёта по лабораторной работе.

1 Цель работы

1. Изучить конструкцию и принцип действия датчиков системы зажигания автомобилей.
2. Приобрести практические навыки оценки технического состояния датчиков системы зажигания автомобилей.
3. Научиться исследовать выходные характеристики и осциллограммы датчиков системы зажигания автомобилей.
4. На основании анализа полученных данных сделать вывод о пригодности системы зажигания автомобилей к дальнейшей эксплуатации.

2 Содержание работы

Исследование выходной характеристики и осциллограммы датчика момента искрообразования; измерение сопротивления датчика положения коленчатого вала, исследование выходной характеристики и осциллограммы датчика положения коленчатого вала; исследование осциллограммы датчика детонации; исследование выходной характеристики датчика абсолютного давления; исследование выходной характеристики датчика температуры охлаждающей жидкости; составление отчёта.

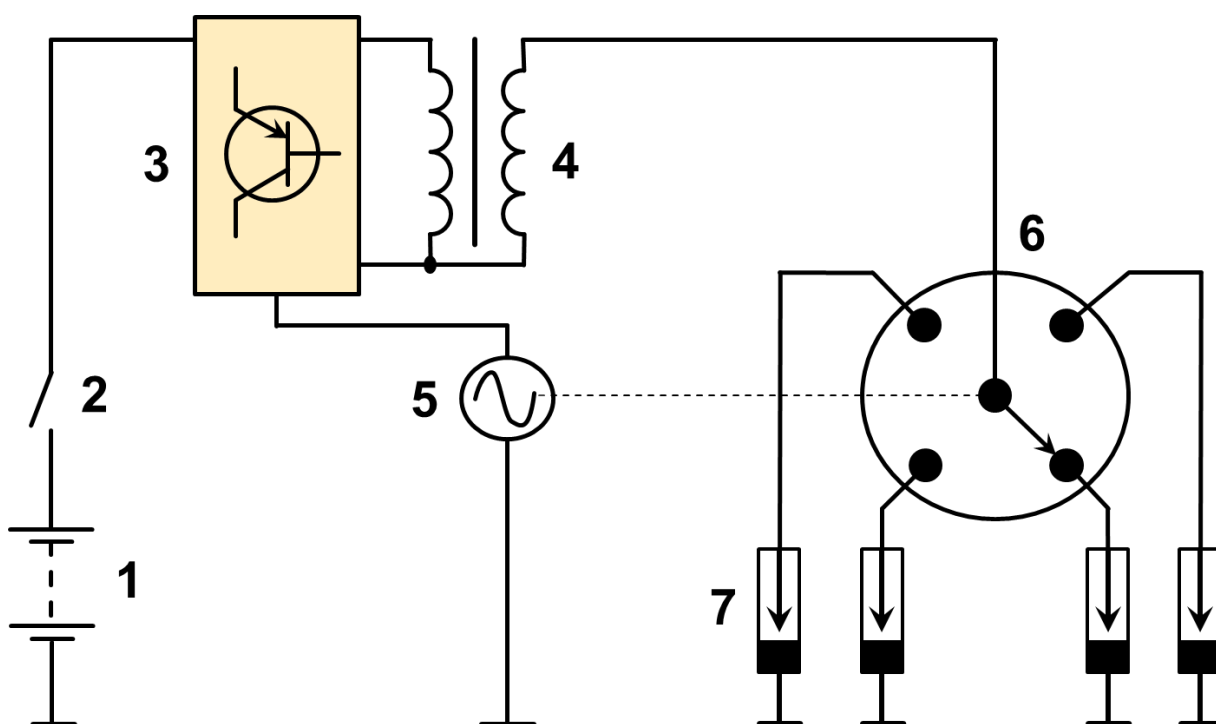
3 Оборудование

Исследуемые датчики: положения коленчатого вала, момента искрообразования, детонации, абсолютного давления, температуры

охлаждающей жидкости; цифровой мультиметр M890G; цифровой осциллограф Nantek DSO1062B; прибор контроля системы управления ПКСУ-01; лабораторный источник питания Mastech NY3020E; датчик температуры с индикатором ИК2-К-01.

4 Краткие теоретические сведения

В бесконтактных системах зажигания (рисунок 4.1) момент воспламенения топливовоздушной смеси определяется с помощью бесконтактного датчика момента искрообразования, роль которого выполняют магнитоэлектрические, оптоэлектронные датчики или датчики на основе эффекта Холла.



1 – аккумуляторная батарея, 2 – выключатель зажигания, 3 – коммутатор, 4 – катушка зажигания, 5 – датчик Холла, 6 – распределитель зажигания, 7 – свеча зажигания.

Рисунок 4.1 – Схема бесконтактной системы зажигания

В микропроцессорных системах зажигания момент зажигания устанавливается на основе информации датчика положения коленчатого вала. После того, как зажигание было инициировано искрой, для полного сгорания топливоздушная смесь требуется несколько миллисекунд.

Этот период времени, называемый задержкой воспламенения, остаётся примерно постоянным для неизменного состава смеси. Момент зажигания должен быть выбран таким образом, чтобы основное сгорание и сопровождающий его пик давления в цилиндре происходили вскоре после верхней мёртвой точки (ВМТ). Следовательно, по мере увеличения частоты вращения двигателя угол зажигания должен увеличиваться.

Состав топливоздушная смесь также влияет на процесс сгорания. Фронт пламени распространяется медленнее в случае обеднённой смеси, имеющей место при небольших нагрузках на двигатель. По этой причине при бедной смеси угол зажигания также должен быть увеличен.

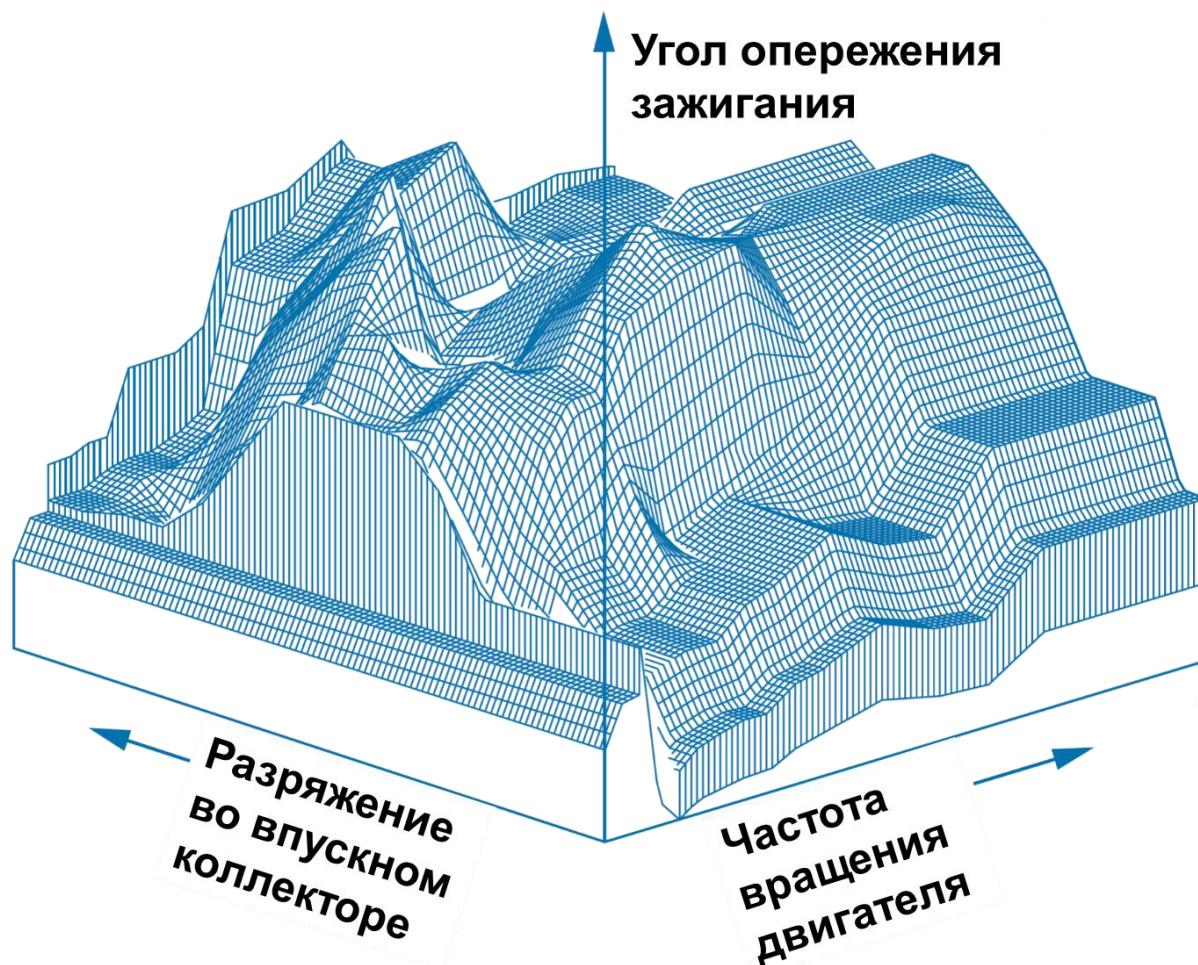


Рисунок 4.2 – Карта зажигания

В системах зажигания с электронным управлением карта зажигания (рисунок 4.2) учитывает влияние частоты вращения двигателя и состава топливовоздушной смеси на угол зажигания. Эта карта хранится в энергонезависимой памяти электронного блока системы управления двигателем и образует базовую адаптацию угла зажигания.

Оси x и y на карте обозначают частоту вращения двигателя и нагрузку на двигатель, выраженную в единицах разрежения во впускном коллекторе. Определённое количество значений, обычно 16, образует точки данных на карте. Один угол зажигания сохраняется для каждой пары значений. Таким образом, карта содержит 256 настраиваемых значений угла зажигания. Применяя линейную интерполяцию между двумя точками данных, количество значений угла зажигания увеличивается до 4096.

Использование принципа карты зажигания для электронного управления углом зажигания означает, что для каждой рабочей точки двигателя можно выбрать наилучший возможный угол зажигания. Эти карты устанавливаются на испытательном стенде двигателя или динамическом анализаторе мощности, где также учитываются требования, например, касающиеся шума, комфорта и защиты компонентов.

Различные влияющие на момент зажигания факторы учитываются посредством аддитивных поправок основного угла зажигания, например, контроль детонации или прогрев после начальной фазы.

Температура двигателя дополнительно влияет на выбор угла зажигания (например, смещение предела детонации, когда двигатель горячий).

Поэтому необходимы также температурно-зависимые корректировки угла зажигания. Такие поправки хранятся в памяти данных в форме фиксированных значений или характеристических кривых (например, температурно-зависимая коррекция). Они сдвигают основной угол зажигания на указанную величину. Коррекция угла зажигания может быть либо опережением, либо замедлением.

4.1 Датчики момента искрообразования

Работа датчика Холла основана на одноимённом эффекте, открытом в 1879 году американским физиком Эдвином Холлом.

Если к проводнику или полупроводнику приложено напряжение U_n и его пронизывает под прямым углом магнитное поле с индукцией B , то возникает напряжение Холла U_H , перпендикулярное к U_n и B (рисунок 4.3).

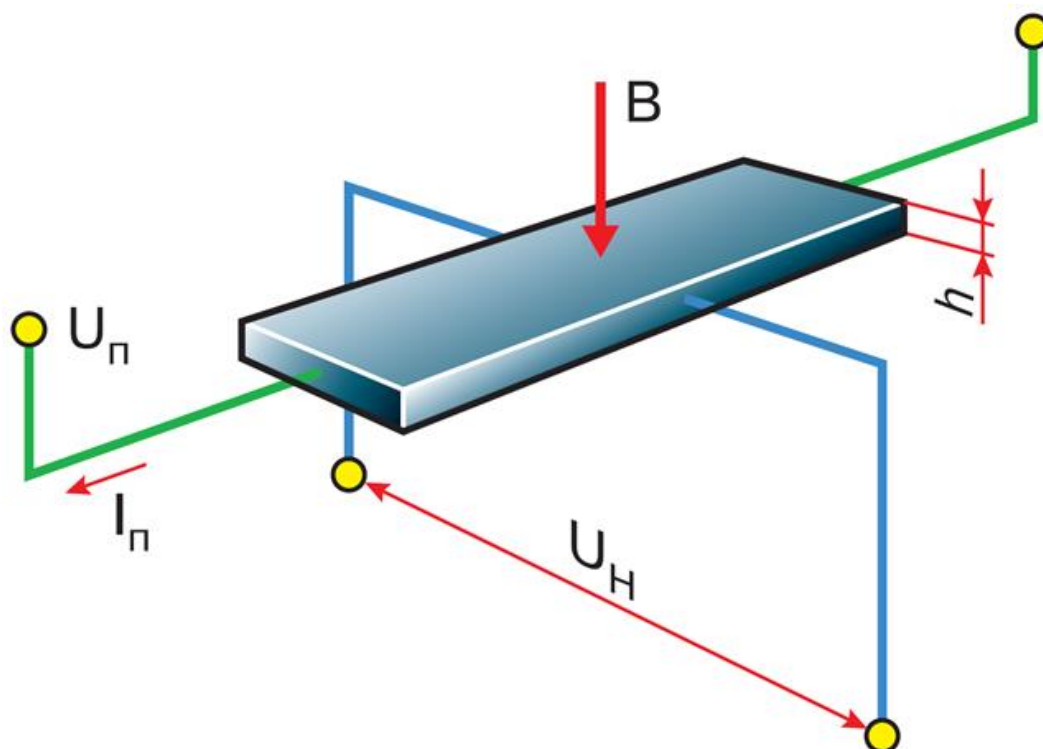
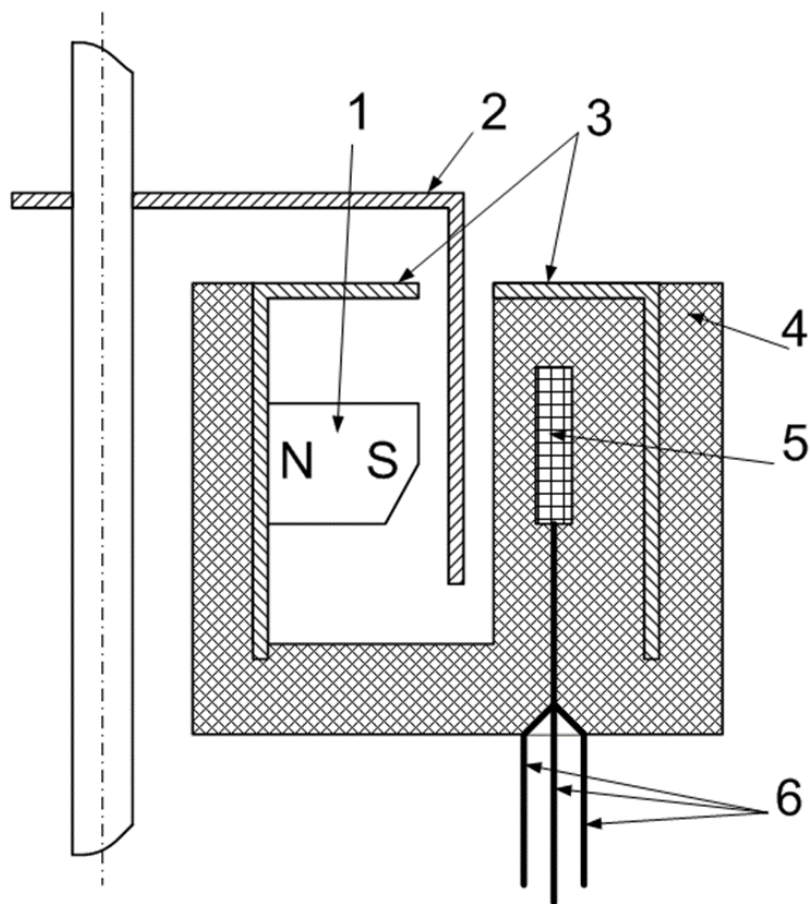


Рисунок 4.3 – Эффект Холла

Датчик Холла (рисунок 4.4) состоит из вращающегося экрана и самого датчика, по разные стороны от прорези в котором размещены постоянный магнит и микросхема датчика.

При вращении экрана 2 его сегменты и прорези по очереди проходят между магнитом 1 и микросхемой датчика 5.

Когда между датчиком и магнитом находится сегмент, магнитное поле перекрывается и напряжение на выходе датчика максимальное. При прохождении прорези – напряжение минимальное (рисунок 4.5).



1 – постоянный магнит, 2 – вращающийся экран, 3 – магнитопровод, 4 – корпус датчика, 5 – микросхема датчика, 6 – электрический разъём.

Рисунок 4.4 – Устройство датчика Холла

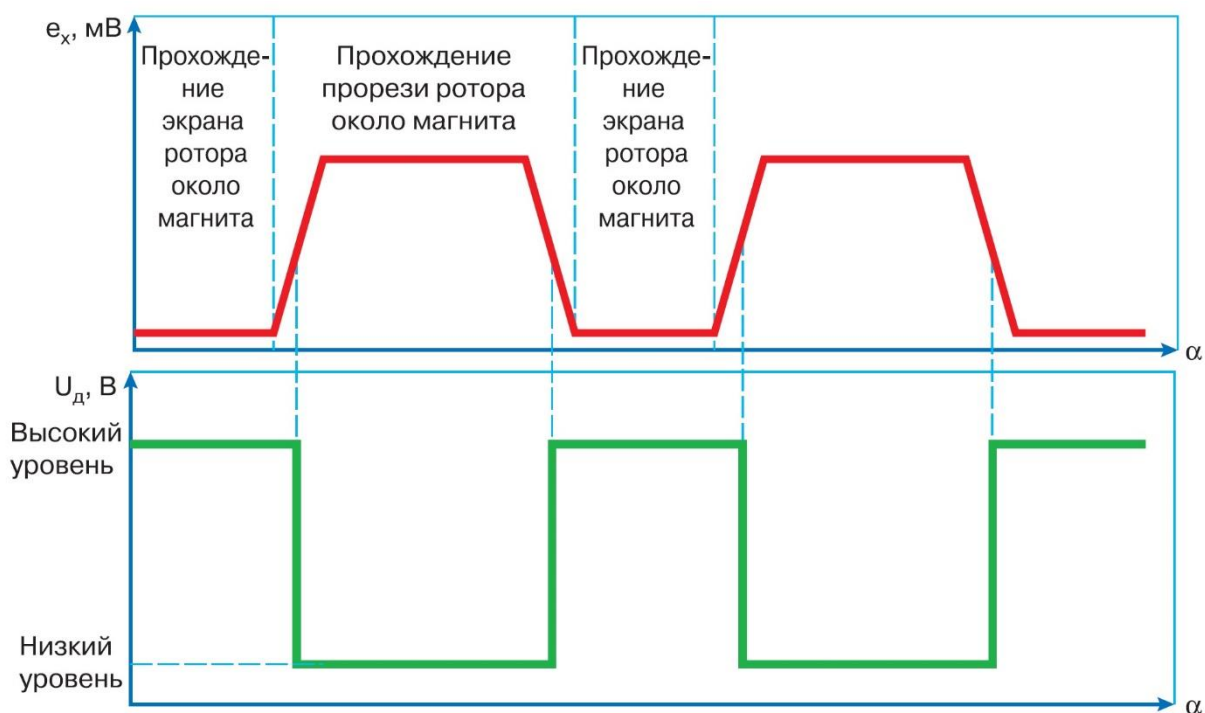


Рисунок 4.5 – Выходной сигнал датчика Холла

С ростом частоты вращения коленчатого вала (вала распределителя) возрастает частота выходного сигнала при неизменной амплитуде.

4.2 Датчики положения коленчатого вала

Датчики положения коленчатого вала двигателя **СКР** (Crankshaft Position) служат для:

- измерения частоты вращения коленчатого вала;
- определения положения коленчатого вала;
- для расчёта ускорения коленчатого вала.

Нашли применение датчики с различным принципом действия:

- индуктивные датчики,
- датчики на основе эффекта Холла.

Индуктивные датчики не требуют для своей работы источника тока, обладают большей помехозащищённостью, однако выходной сигнал зависит от величины зазора между датчиком и задающим диском, а небольшие значения частоты вращения двигателя невозможно определить с достаточной точностью.

Датчики на основе эффекта Холла требуют стабилизированного электропитания, однако позволяют определить частоту вращения коленчатого вала с высокой точностью.

Индуктивный датчик (рисунок 4.7) установлен оппозитно ферромагнитному зубчатому колесу, от которого отделён воздушным зазором. В датчике находится стальной сердечник, окружённый обмоткой. Сердечник соединён с постоянным магнитом.

Магнитное поле в пространстве между сердечником и зубцами диска изменяется при изменении воздушного зазора, следовательно, согласно закону электромагнитной индукции, на выходе датчика возникает переменная электродвижущая сила (ЭДС).

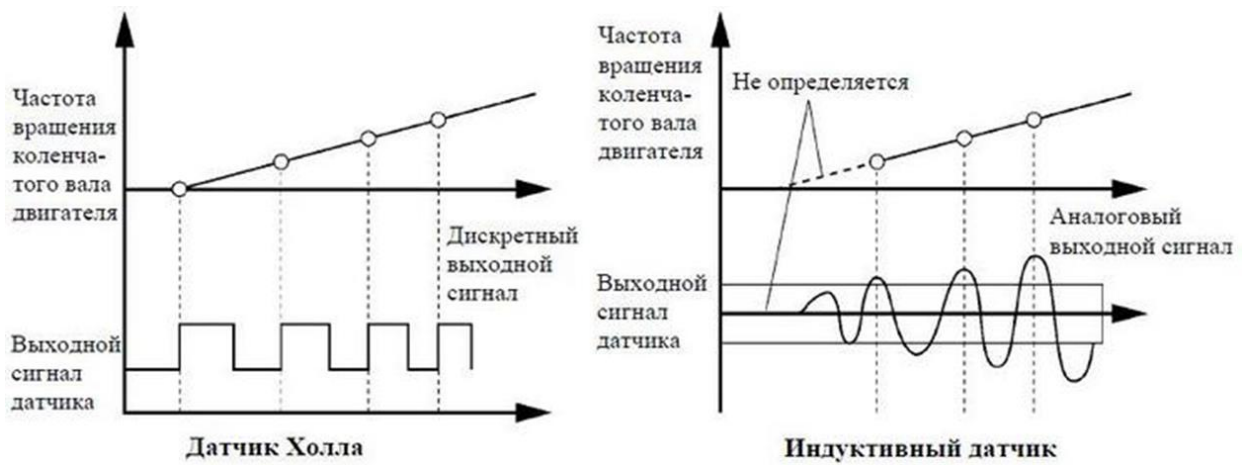
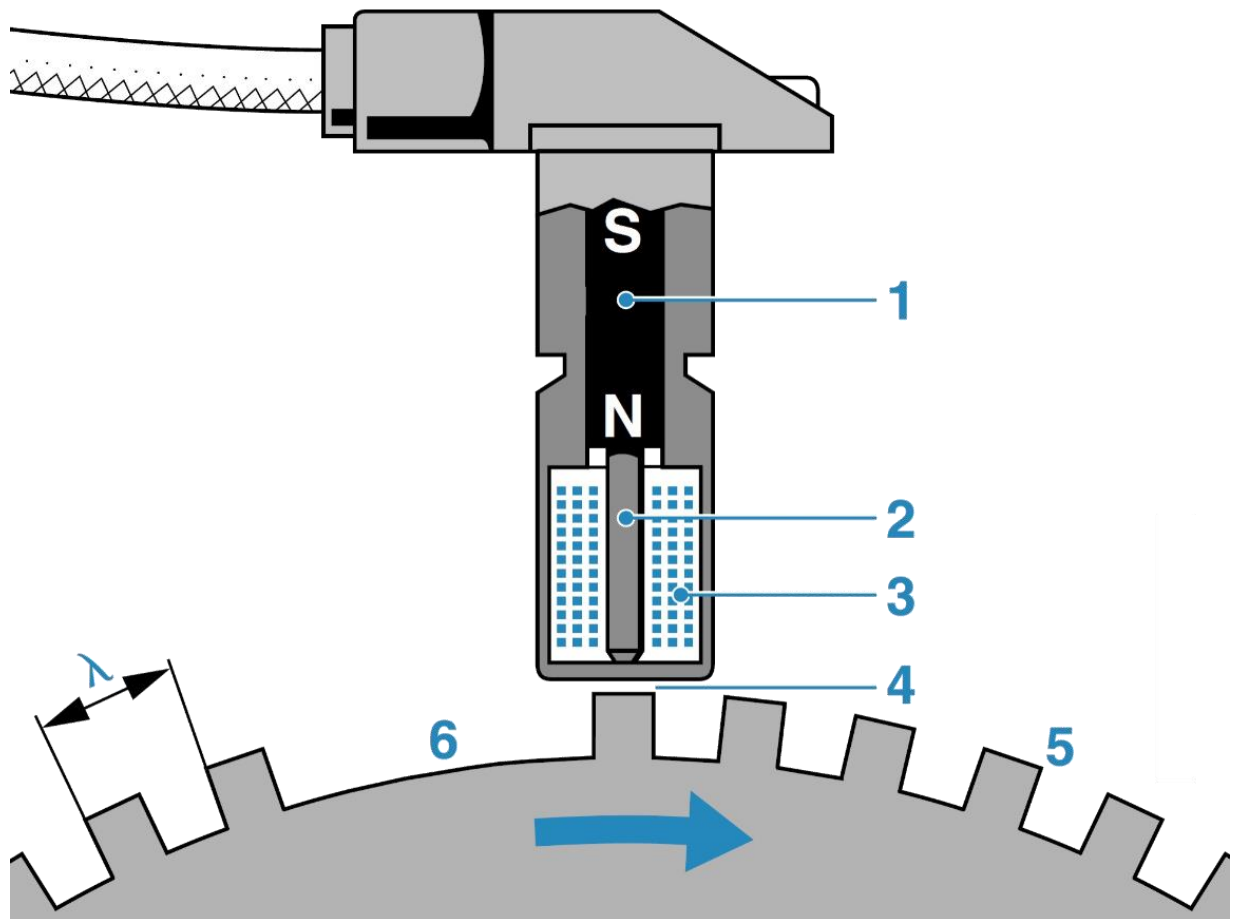


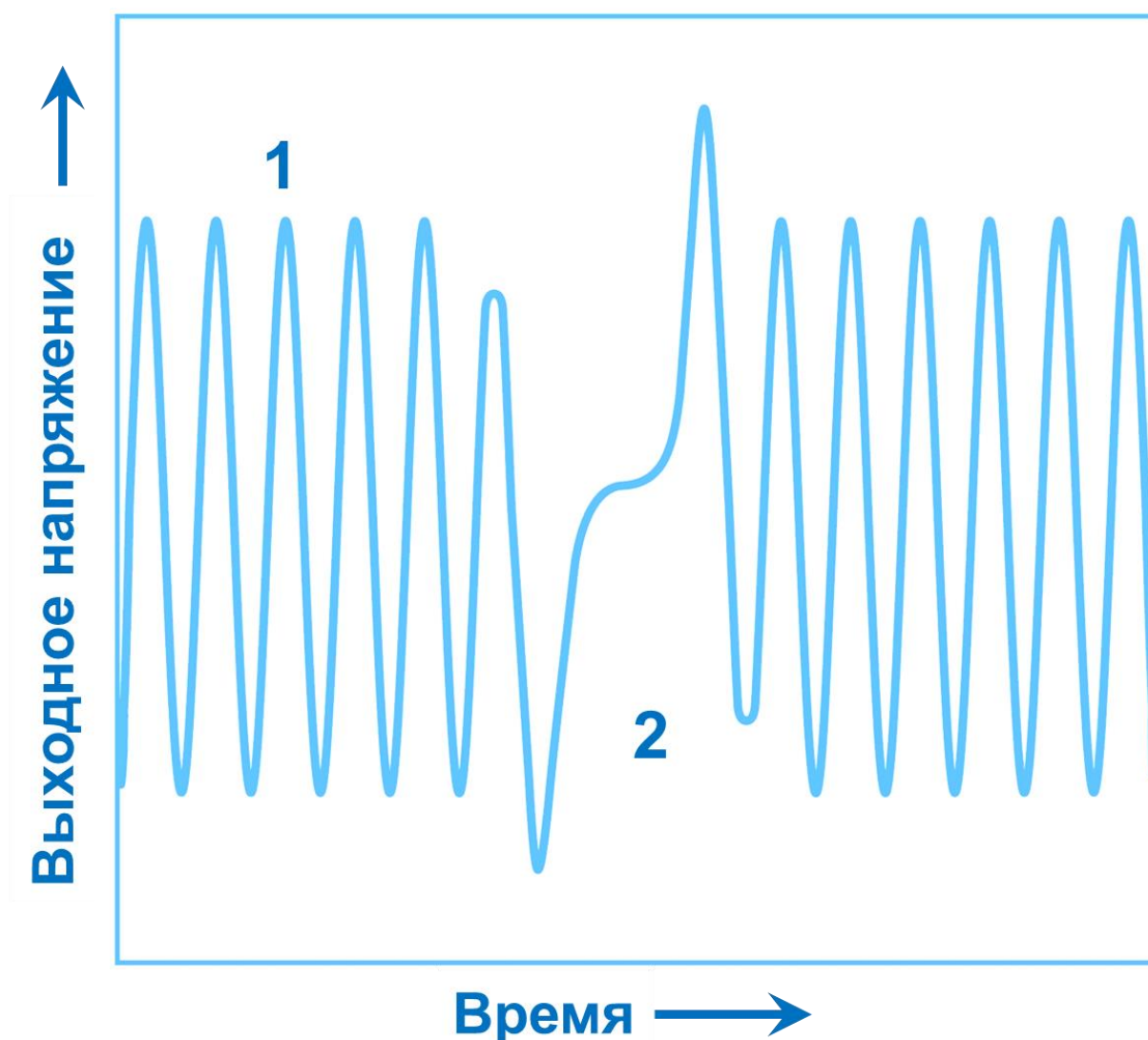
Рисунок 4.6 – Сравнение датчиков положения коленчатого вала



1 – постоянный магнит, 2 – сердечник, 3 – обмотка датчика, 4 – воздушный зазор, 5 – задающий диск, 6 – отсутствующие зубья.

Рисунок 4.7 – Устройство индуктивного датчика положения коленчатого вала

Частота, а также амплитуда выходного сигнала индуктивного датчика положения коленчатого вала увеличиваются пропорционально частоте вращения коленчатого вала.



1 – форма сигнала при прохождении зубьев, 2 – форма сигнала при прохождении двух отсутствующих зубьев.

Рисунок 4.8 – Форма выходного сигнала индуктивного датчика положения коленчатого вала.

Датчик положения коленчатого вала на основе эффекта Холла содержит два элемента Холла, установленных над задающим перфорированным ферромагнитным кольцом (блендой) (рисунок 4.9).

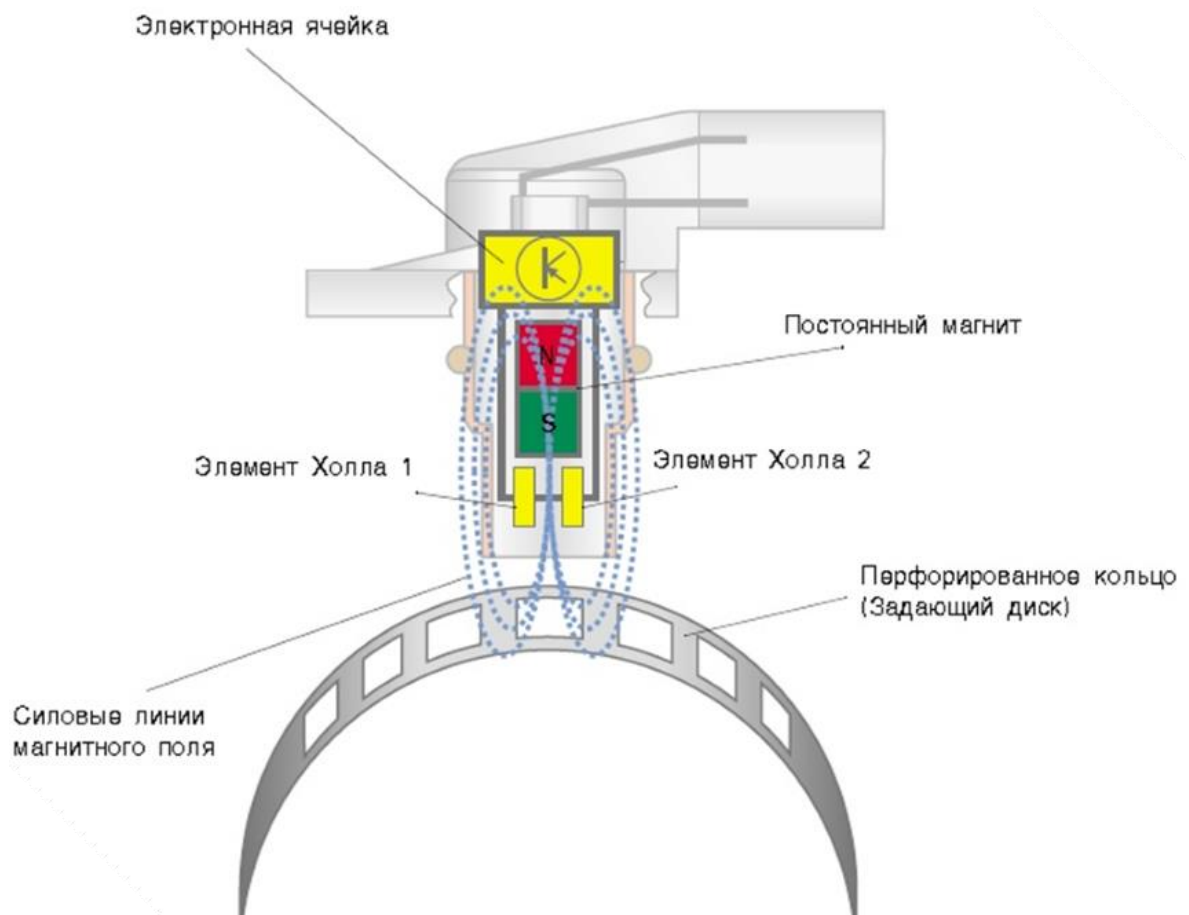


Рисунок 4.9 – Устройство датчика положения коленчатого вала на основе эффекта Холла

С увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя растёт только частота сигнала, а амплитуда остаётся неизменной (рисунок 4.10).



Рисунок 4.10 – Форма выходного сигнала датчика положения коленчатого вала на основе эффекта Холла

4.3 Датчики детонации

Детонация является акустическим сигналом неконтролируемой формы сгорания и проявляется в виде частого и резкого стука высокого тона на больших нагрузках и ускорениях.

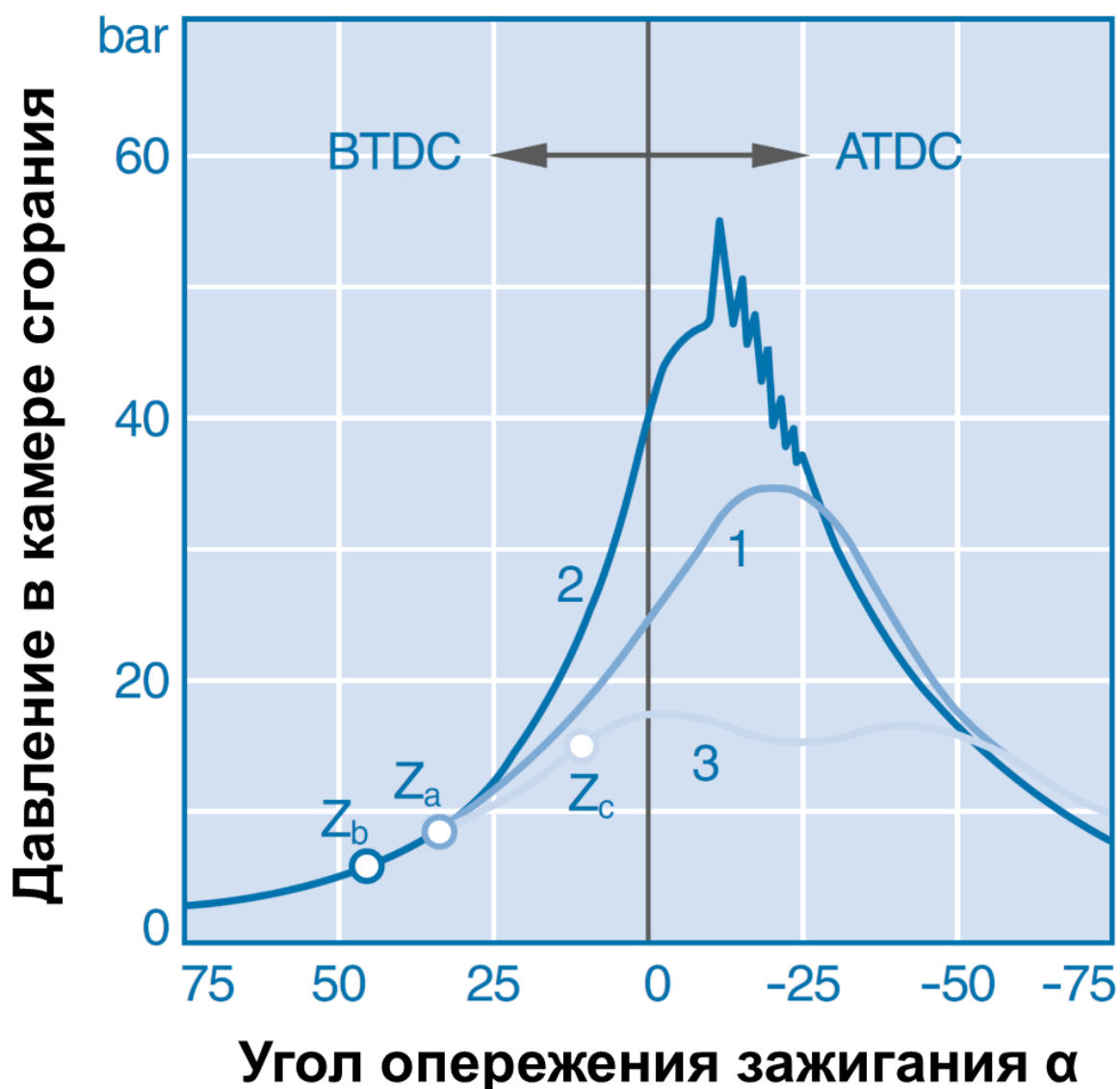
При нормальном процессе сгорания давление на поршень изменяется плавно (рисунок 4.11, кривая 1). Пламя от искры распространяется равномерно, постепенно захватывая весь объём камеры сгорания. Скорость движения фронта пламени достигает от 50 до 80 м/с.

Практически весь заряд в камере сгорания должен сгореть прежде, чем откроется выпускной клапан, а от того, как соотносится этот процесс с углом поворота коленчатого вала, зависят мощность, крутящий момент, экономичность двигателя, поле температур и т. д.

Поэтому искра между электродами свечи должна появиться несколько раньше, чем поршень достигнет верхней мёртвой точки. Угол поворота коленчатого вала, соответствующий появлению искры в ВМТ, называют углом опережения зажигания.

Угол опережения зажигания не одинаков для различных режимов работы двигателя и изменяется в широких пределах. Смесь, воспламенившись от искры, сгорает не мгновенно.

Фронт пламени постепенно приближается к дальнему углу камеры сгорания и, хотя там ещё ничего не горит, давление и температура за счёт «поджатия» уже сгоревшей частью заряда становятся выше, что ускоряет ход окислительных реакций. Если топливо не обладает достаточной детонационной стойкостью, в сжатой смеси образуются неустойчивые химические соединения, способные самовоспламениться от малейшего дополнительного «толчка».



1 – нарастание давления при нормальном процессе сгорания, 2 – нарастание давления при детонационном процессе сгорания, 3 – нарастание давления при позднем угле опережения зажигания.

Рисунок 4.11 – Характер изменения давления в цилиндре двигателя

Но концентрация этих соединений по объёму неодинакова: в точке, где они наименее устойчивы, происходит первый локальный взрыв, вокруг которого с огромной скоростью (до 2500 м/с) разбегается ударная волна, скачком поднимающая давление и температуру. Пробегая через другие части заряда, близкие к самовоспламенению, ударная волна легко «поджигает» их, рождая новые волны.

За фронтом каждой ударной волны движется детонационная волна, но процесс сгорания не мгновенен, после прохождения волны смесь какое-то время догорает.

Контроль детонации сводится к управлению, обеспечивающему угол опережения зажигания, очень близкий к предельному, за которым происходит детонация (рисунок 4.12). При этом повышается КПД двигателя, его мощность и экономичность, возможно использование бензина с разным октановым числом.

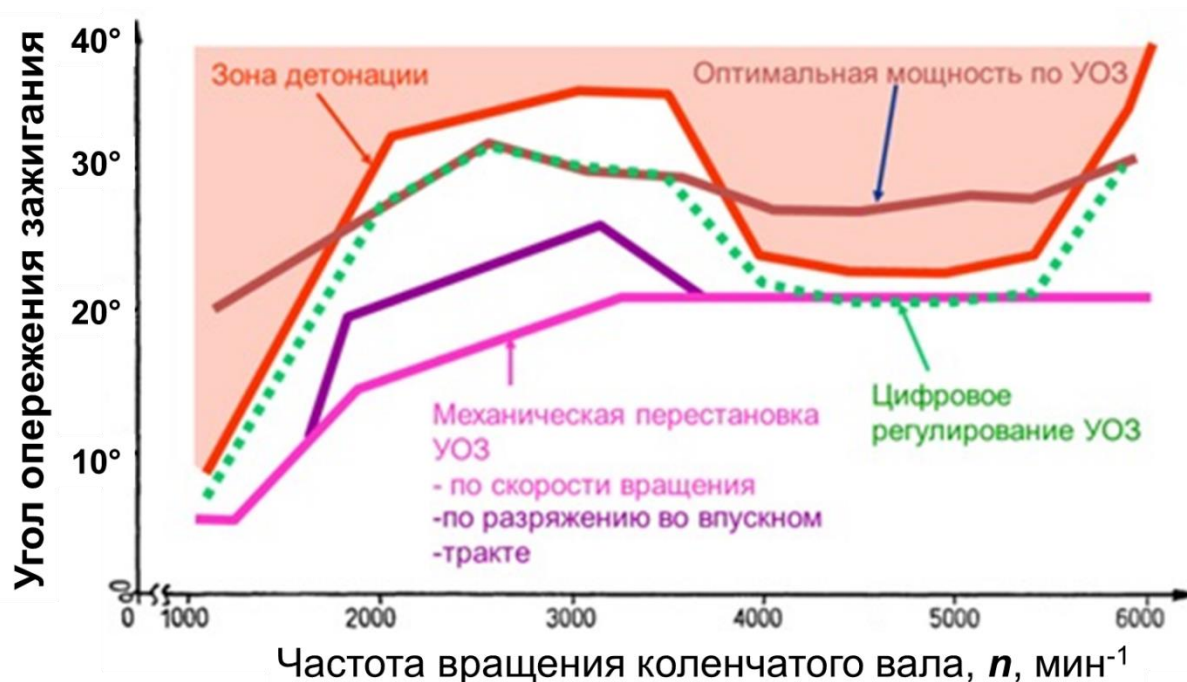


Рисунок 4.12 – Оптимальное изменение угла опережения зажигания по детонации

Детонация вызывает сильную вибрацию и перегрев двигателя, что может привести к механическому разрушению его деталей. В основе работы датчиков детонации **KS** (Knock Sensor) лежит явление пьезоэлектрического эффекта (возникновение электрических зарядов при деформации кристаллов, рисунок 4.13).

В 1880 году Пьер Кюри и его брат Жак обнаружили явление, которое до сих пор очень мало известно, но присутствует в повседневной жизни миллионов людей: пьезоэлектрический эффект.

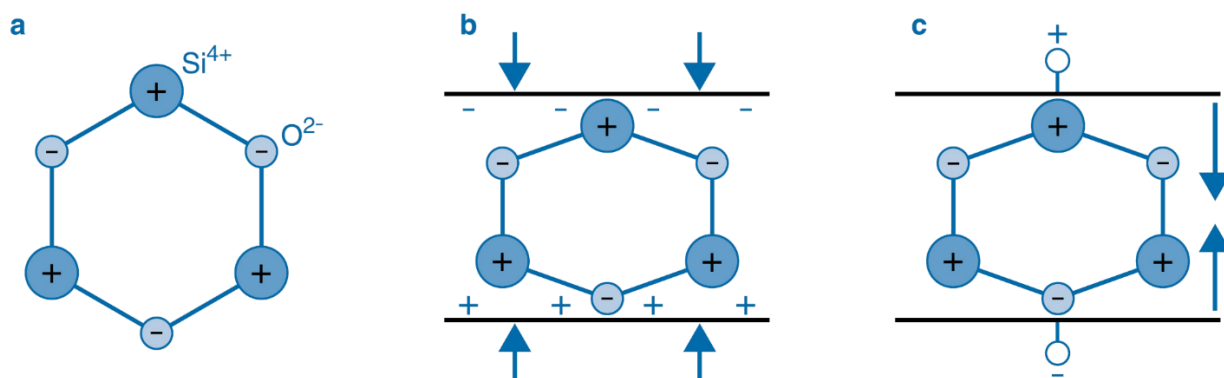


Рисунок 4.13 – Пьезоэлектрический эффект

Некоторые кристаллы (например, кварц и турмалин) являются пьезоэлектрическими: электрические заряды индуцируются на поверхности кристалла при приложении силы сжатия или растяжения вдоль определённых осей кристалла.

Эта электрическая поляризация возникает при смещении положительных и отрицательных ионов в кристалле относительно друг друга под действием силы (рисунок 4.13, b). Смещённые центры тяжести заряда внутри кристалла автоматически уравниваются друг друга, но между торцами кристалла образуется электрическое поле. Сжатие и удлинение кристалла создают обратные направления поля.

С другой стороны, если электрическое напряжение приложено к торцам кристалла, эффект меняется на противоположный (обратный пьезоэлектрический эффект):

Положительные ионы в электрическом поле мигрируют к отрицательному электроду, а отрицательные ионы к положительному электроду. Затем кристалл сжимается или расширяется в зависимости от направления напряжённости электрического поля (рисунок 4.13, c).

В общем виде датчик детонации (рисунок 4.14) содержит сейсмическую шайбу, воздействующую на кристалл кварца при возникновении детонационных явлений.

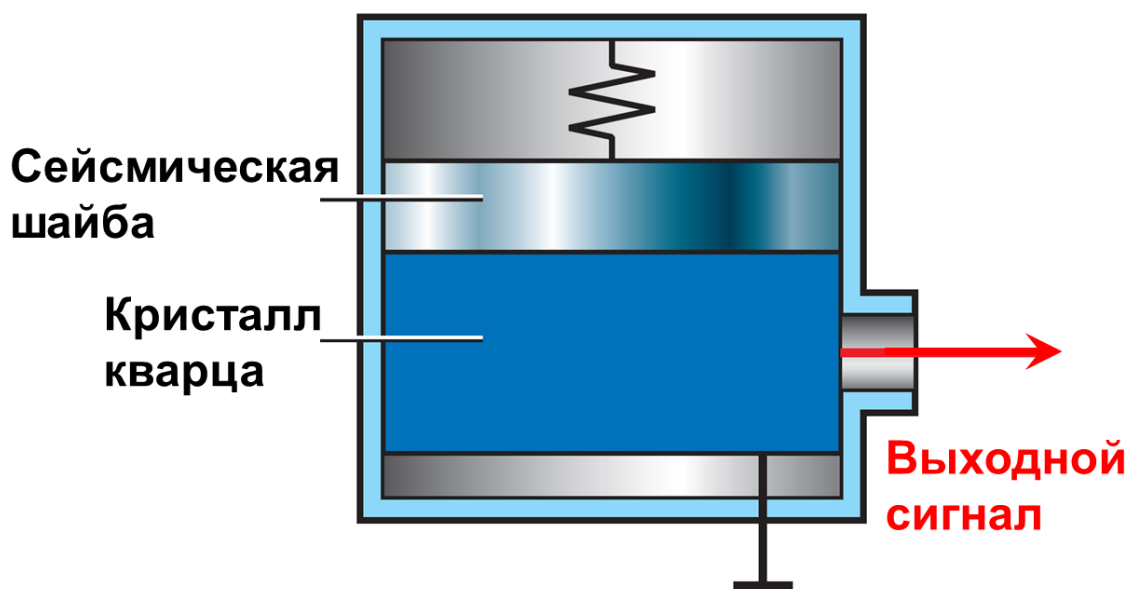


Рисунок 4.14 – Принцип действия датчика детонации

Существуют датчики детонации двух типов: широкополосный датчик с типичной полосой частот от 5 до 20 кГц и резонансный датчик, передающий сигнал детонации только одной резонансной частоты. Гибкая система оценки сигнала в блоке управления даёт возможность оценки различных или нескольких резонансных частот при помощи одного широкополосного датчика детонации. Это повышает надёжность системы, в связи с чем в настоящее время в основном применяются широкополосные датчики детонации.

Для надёжного определения детонации во всех цилиндрах и при любых условиях работы двигателя количество и расположение датчиков детонации необходимо определить для каждого типа двигателя. На четырёхцилиндровых рядных двигателях обычно устанавливают один или два датчика детонации, на 5- и 6-цилиндровых двигателях – два, а на 8- и 12-цилиндровых двигателях – четыре датчика детонации.

Датчик резонансного типа (рисунок 4.15) настроен на частоту микровзрывов, соответственно посылает сигнал контроллеру только в случае его обнаружения.

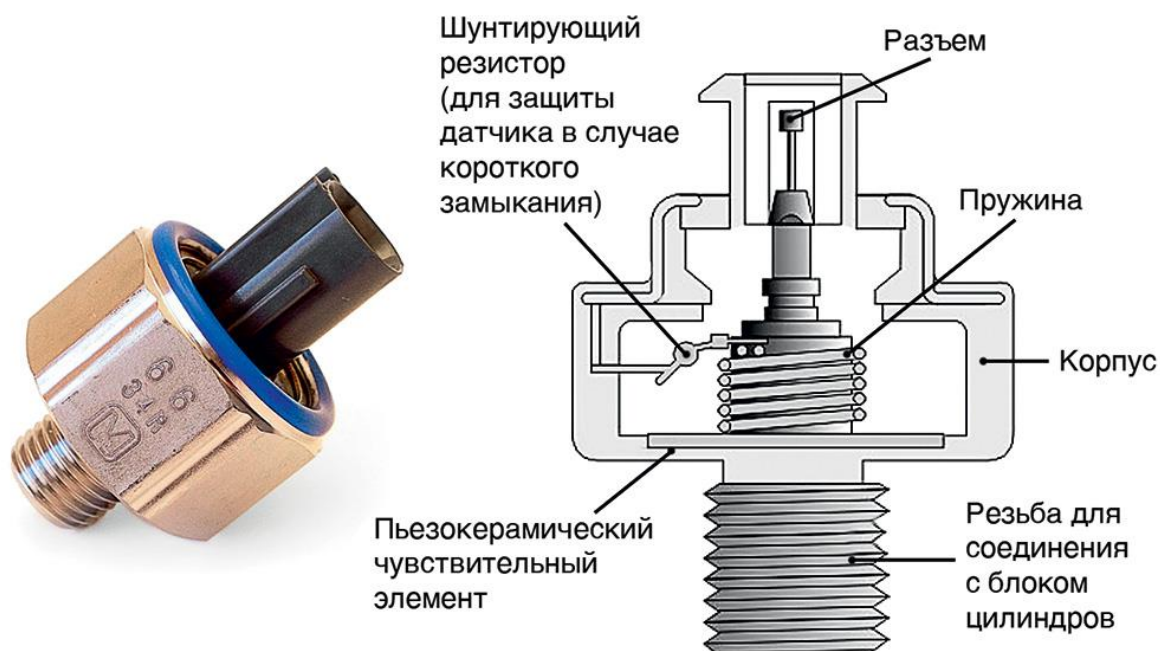
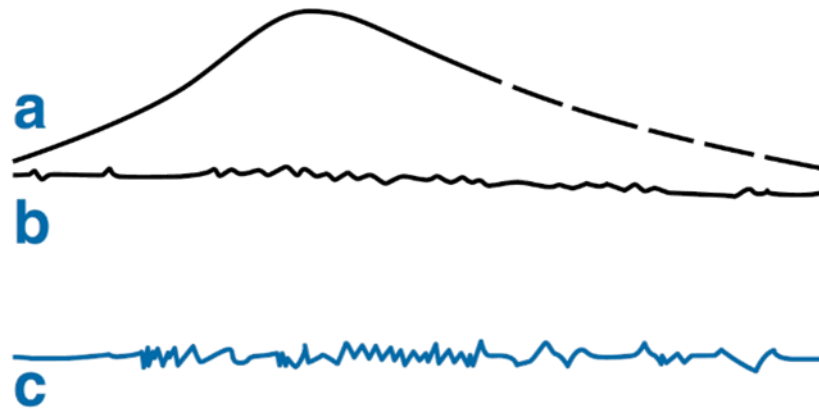


Рисунок 4.15 – Датчик детонации резонансного типа

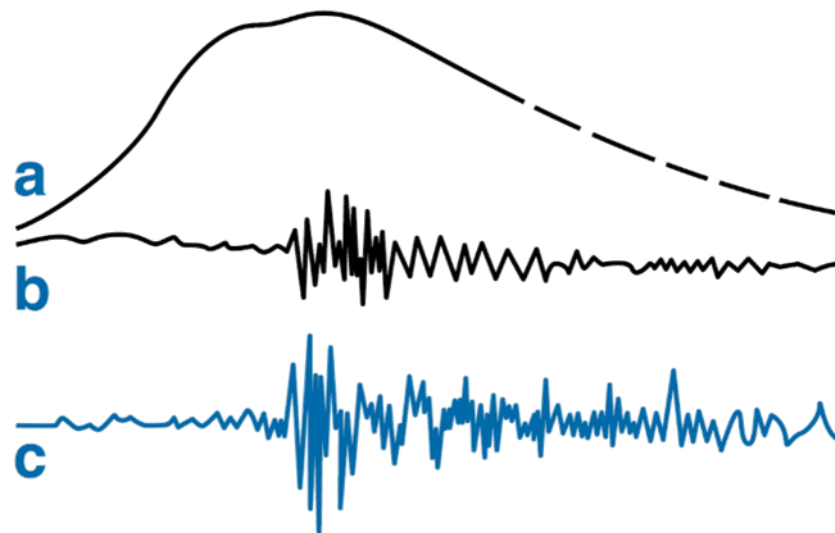
Специальный блок оценки сигнала в блоке управления обрабатывает сигнал широкополосного датчика детонации (рисунок 4.16) и генерирует показательную переменную для каждого процесса сгорания топлива. Эта чрезвычайно гибкая система оценки сигнала, использующая широкополосный датчик детонации, даёт значительно лучшие результаты по сравнению с резонансным датчиком детонации. Это связано с тем, что резонансный датчик передаёт только одну резонансную частоту для анализа состояния всех цилиндров при любых условиях работы двигателя.

Переменная величина, генерируемая блоком оценки сигнала, классифицируется в алгоритме детектирования детонации как «детонация» или «отсутствие детонации» для каждого цилиндра и каждого процесса сгорания топлива. Это выполняется посредством сравнения величины переменной, характеризующей текущий процесс сгорания топлива с переменной, представляющей процесс без детонации.

Без детонации



С детонацией



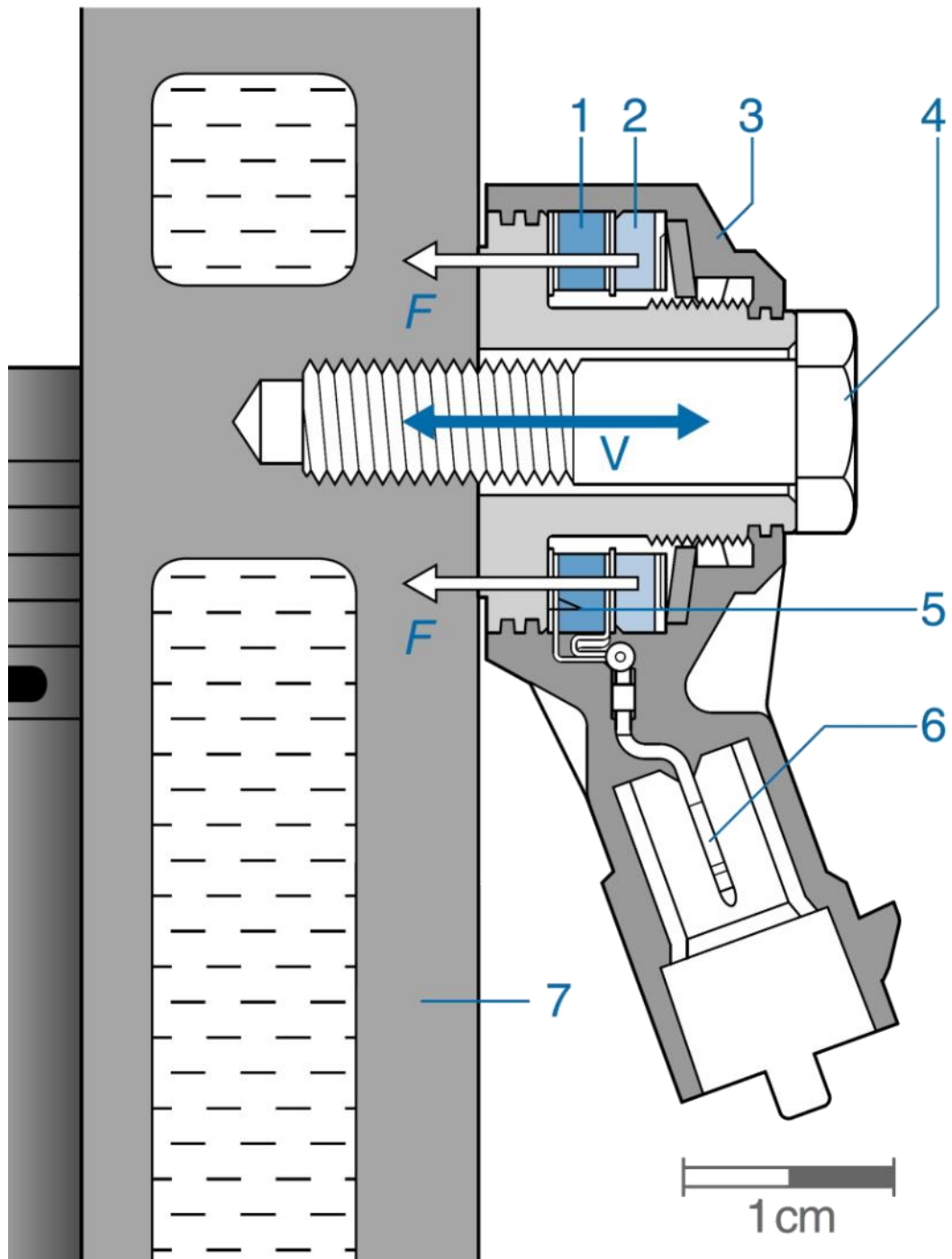
а – Характеристическая кривая давления в цилиндре, б – Отфильтрованный сигнал давления, с – Сигнал датчика детонации.

Рисунок 4.16 – Распознавание детонации

Из-за своей инерции масса (рисунок 4.17, поз. 2), возбуждаемая данным колебанием или вибрацией, оказывает сжимающее усилие на тороидальный пьезокерамический элемент (1) на той же частоте, что и колебание возбуждения.

Эти силы влияют на передачу заряда внутри керамического элемента. Между верхом и низом керамического элемента создаётся электрическое

напряжение, которое снимается с помощью контактных шайб (5) и обрабатывается в блоке управления двигателем.



1 – Пьезокерамический элемент, 2 – Сейсмическая масса с сжимающими силами F , 3 – Корпус, 4 – Болт, 5 – Контактная шайба, 6 – Электрическое подключение, 7 – Блок двигателя, V – Вибрация.

Рисунок 4.17 – Устройство широкополосного датчика детонации

Адаптивная система регулирования угла опережения зажигания

В случае детектирования детонации в цилиндре момент опережения зажигания для этого цилиндра сдвигается в сторону запаздывания (см. рис. 8). Когда детонация прекращается, угол опережения зажигания возвращается к исходному значению. Алгоритмы детектирования детонации и регулирования угла опережения зажигания согласованы таким образом, чтобы исключить слышимую и вредную для двигателя детонацию несмотря на то, что каждый цилиндр работает вблизи предела детонации в пределах диапазона оптимальной эффективности.

Если детонация происходит много раз, выставляется более позднее зажигание противоположно диаграмме, например, 3° . Если на этом этапе работы двигателя детонация все ещё происходит, момент зажигания выставляется позднее, чем 3° , пока детонация не прекратится или не произойдёт остановка двигателя. Когда детонация больше не регистрируется, датчик пробует постепенно выставлять зажигание на более раннее положение, пока не будут достигнуты показатели карты зажигания (рисунок 4.18).

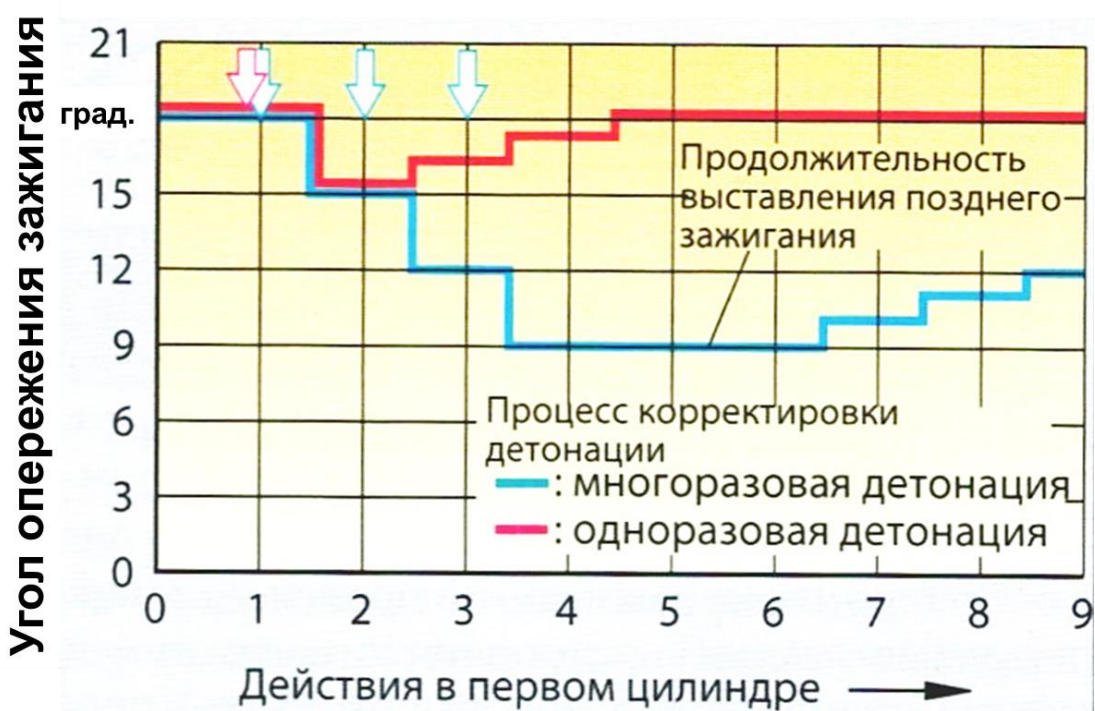
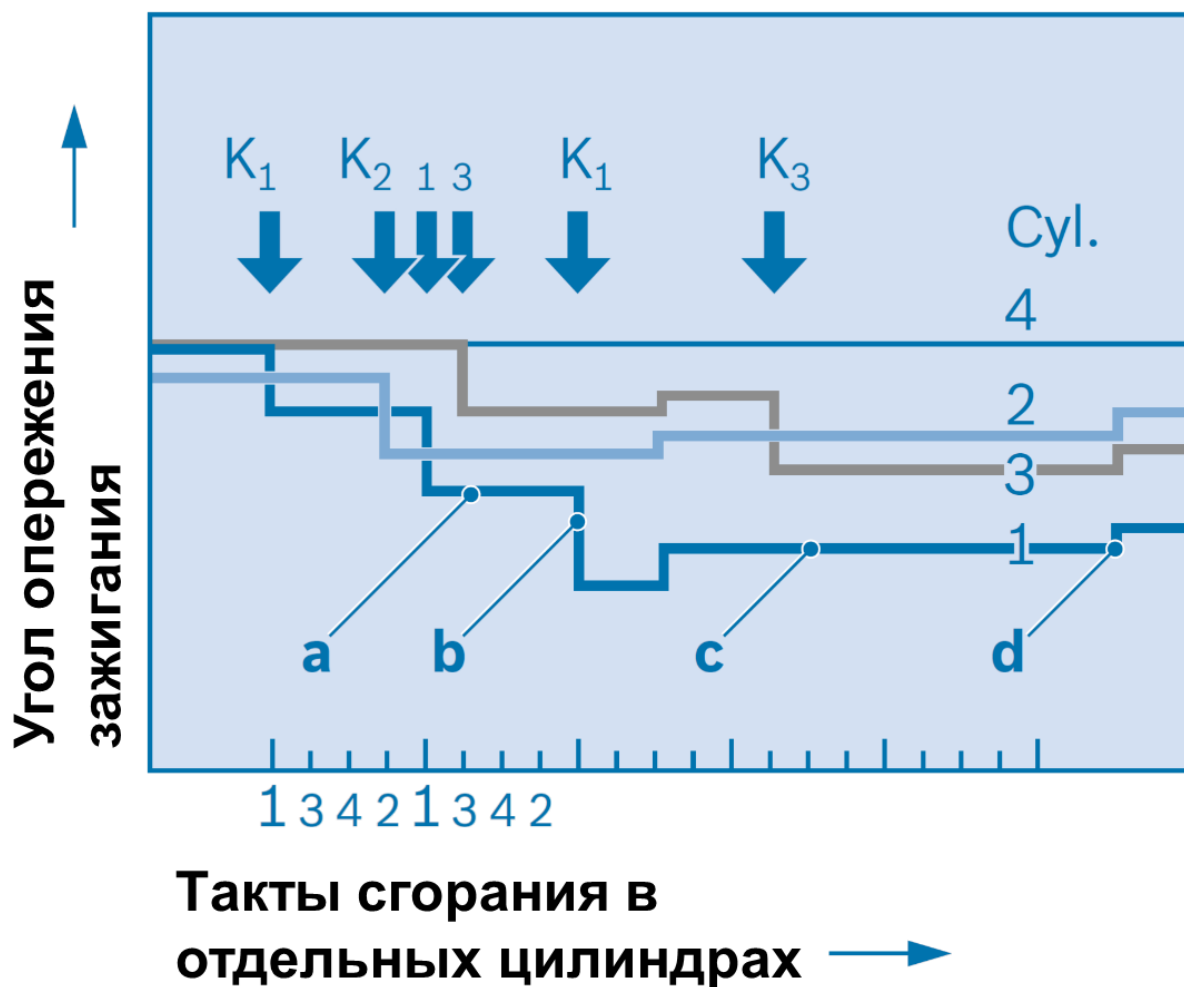


Рисунок 4.18 – Регулирование момента зажигания во время детонации

В реальных условиях работы двигателя имеют место различные пределы детонации для отдельных цилиндров, что требует для них различных моментов опережения зажигания. Для адаптации момента опережения зажигания к пределу детонации значения запаздывания опережения зажигания для каждого цилиндра и для каждой рабочей точки двигателя записываются в память блока управления.



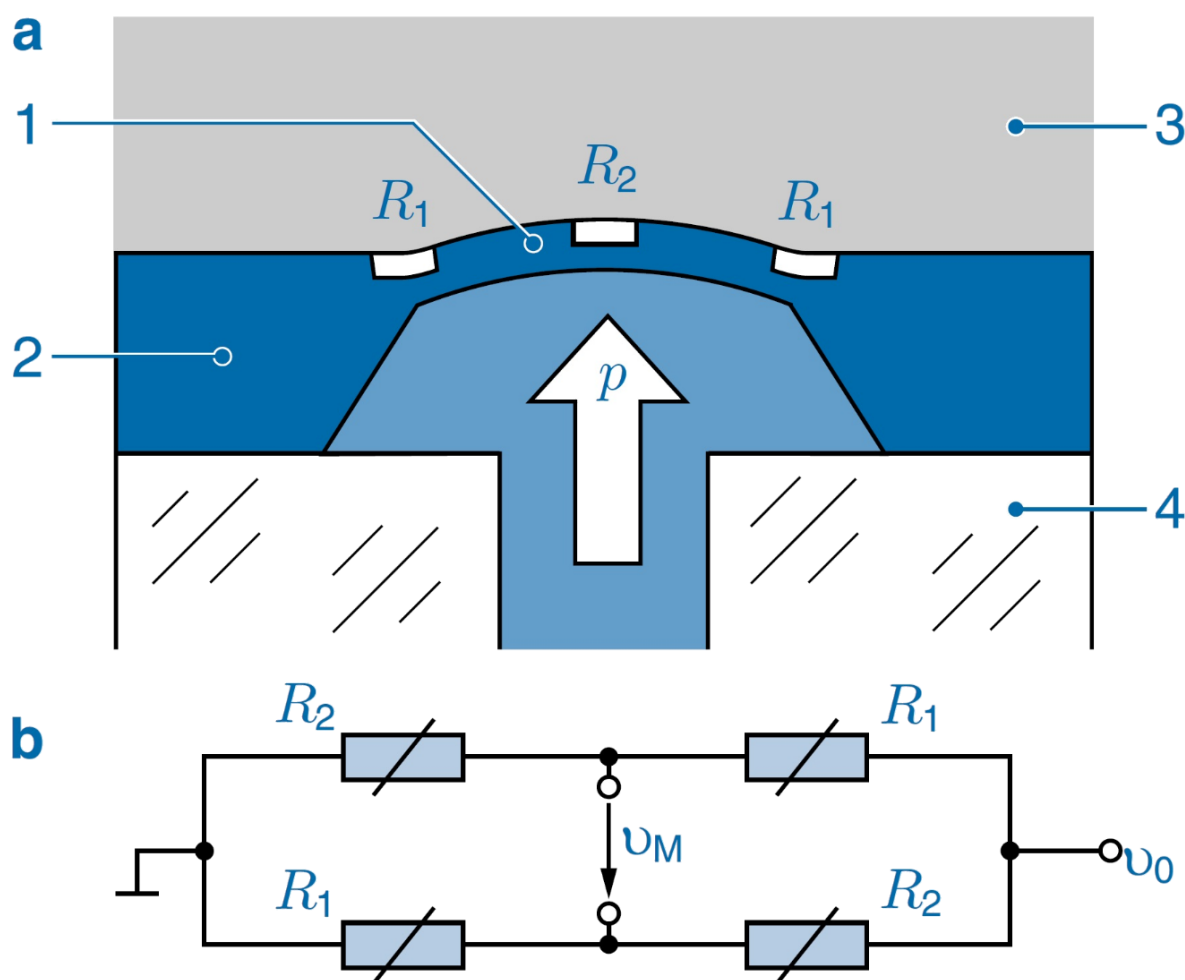
K1-3 – возникновение детонации в цилиндрах 1-3 при отсутствии детонации в цилиндре 4, а – время выдержки перед сдвигом момента опережения зажигания в сторону запаздывания, б – сдвиг момента опережения зажигания в сторону запаздывания, с – время задержки перед возвратом к первоначальному моменту опережения зажигания (в сторону опережения), д – опережение зажигания.

Рисунок 4.19 – Алгоритм регулирования момента зажигания на четырёхцилиндровом двигателе

4.4 Датчики абсолютного давления

Для измерения давления используются микромеханические мембранные датчики с тензорезисторами.

Тензорезистивный эффект – это изменение удельного электросопротивления твёрдого проводника (металла, полупроводника) в результате его деформации.



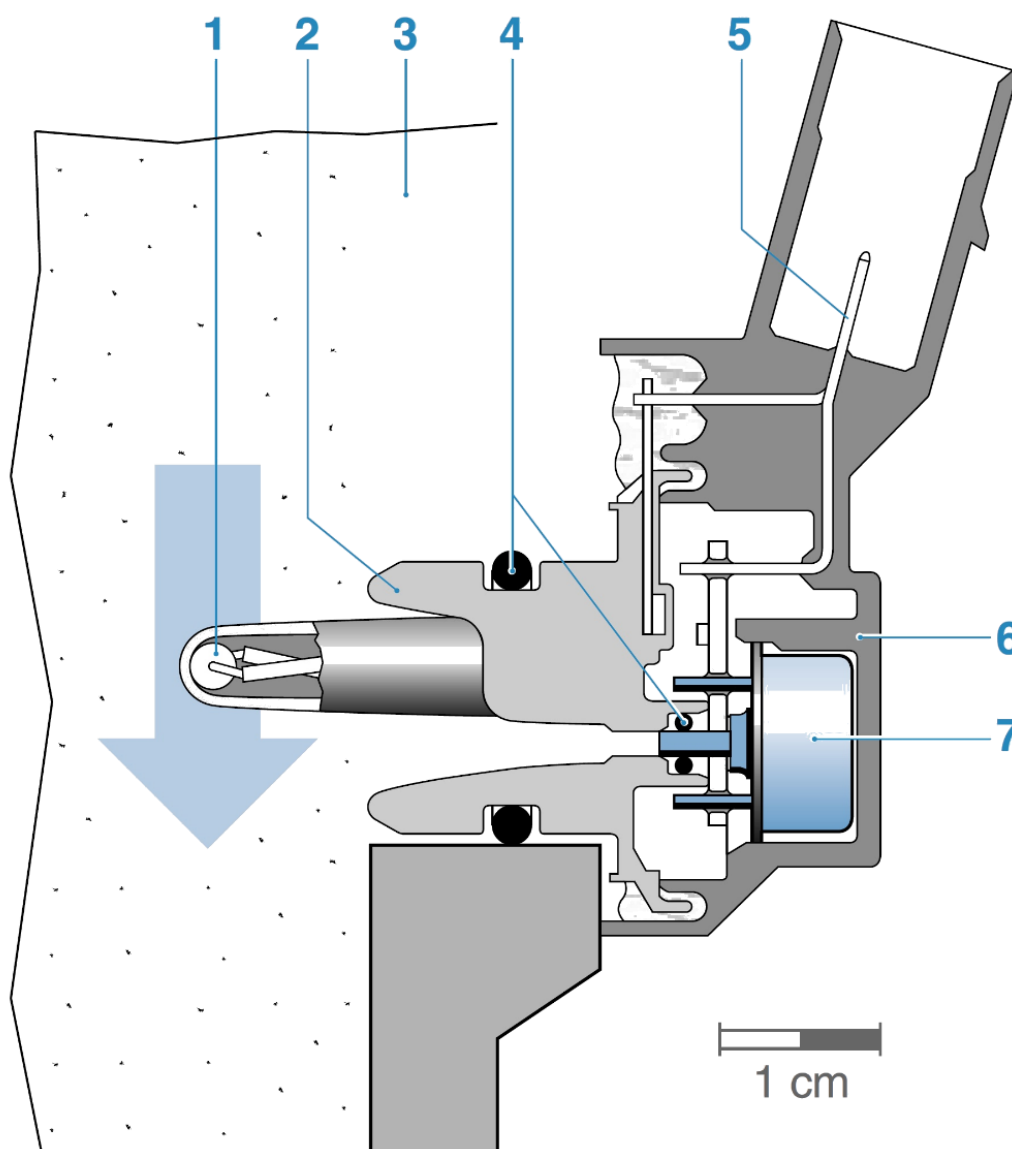
R_1 – тензорезистор (сжат), R_2 – тензорезистор (растянут), 1 – мембрана, 2 – эталонный вакуум, 3 – термостойкое стекло, 4 – мостовая схема, 5 – кремниевый кристалл.

Рисунок 4.20 – Принцип действия датчика абсолютного давления

Для генерации сигнала в датчике (рисунок 4.20) предусмотрена мембрана, на которую, с одной стороны, действует измеряемое давление, под влиянием которого она прогибается.

Под действием возникшего механического напряжения четыре тензорезистора на мембране меняют электрическое сопротивление.

Датчик абсолютного давления, **MAP** (Manifold Absolute Pressure), служит для определения параметра нагрузки и определения угла опережения зажигания по карте зажигания.



1 – датчик температуры (NTC), 2 – корпус, 3 – измеряемая среда, 4 – уплотнительное кольцо, 5 – электрическое подключение (штекер); 6 – крышка корпуса; 7 – измерительная ячейка.

Рисунок 4.21 – Устройство датчика абсолютного давления

Выходное напряжение датчика абсолютного давления линейно уменьшается при росте нагрузки на двигатель (рисунок 4.22).

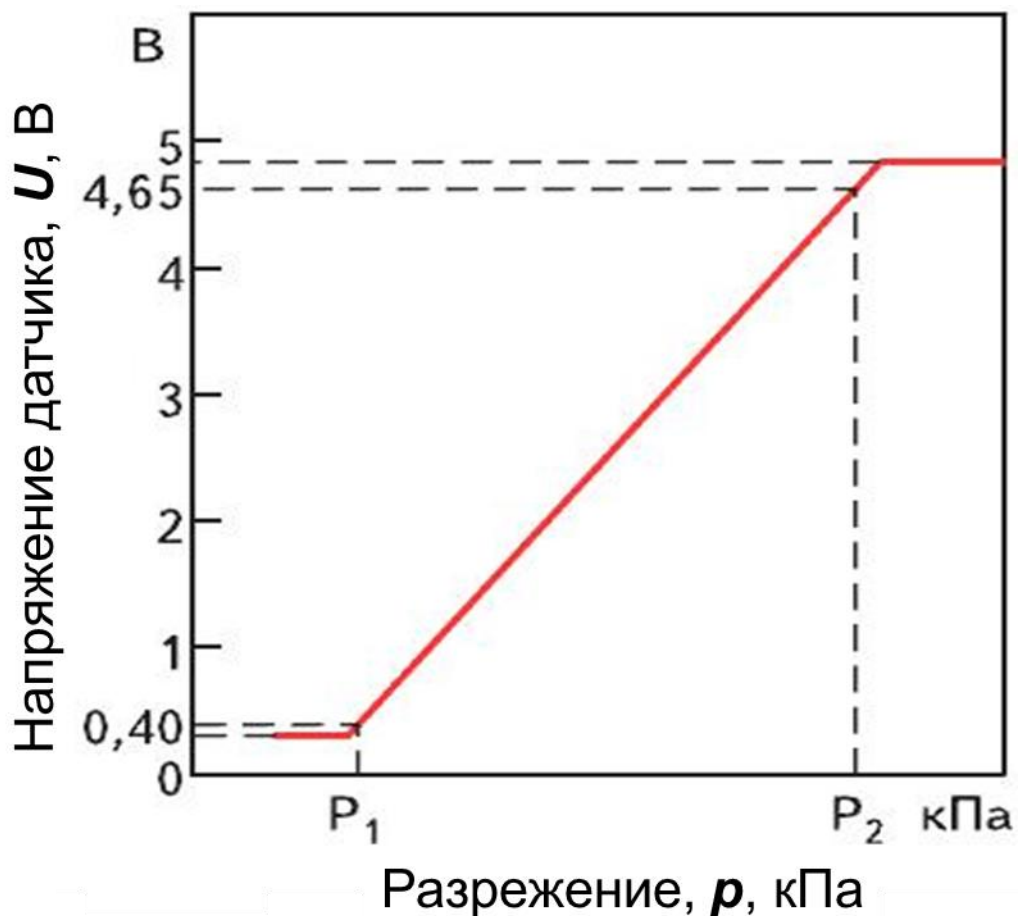


Рисунок 4.22 – Выходной сигнал датчика абсолютного давления

4.5 Датчики температуры охлаждающей жидкости

Измерительным элементом датчика температуры двигателя (охлаждающей жидкости) **ЕСТ** (Engine Coolant Temperature) является полупроводниковый резистор с отрицательным температурным коэффициентом сопротивления (ТКС). Это означает, что в отличие от большинства металлов, его сопротивление уменьшается с ростом температуры (рисунок 4.23).

Датчик температуры двигателя представляет собой латунный или бронзовый баллон, на верхней части которого выполнены шестигранник «под ключ» и коническая резьба для крепления датчика.

К доньшку баллона прижат терморезистор, выполненный в виде таблетки. Между выводом датчика и таблеткой установлена токоведущая пружина.

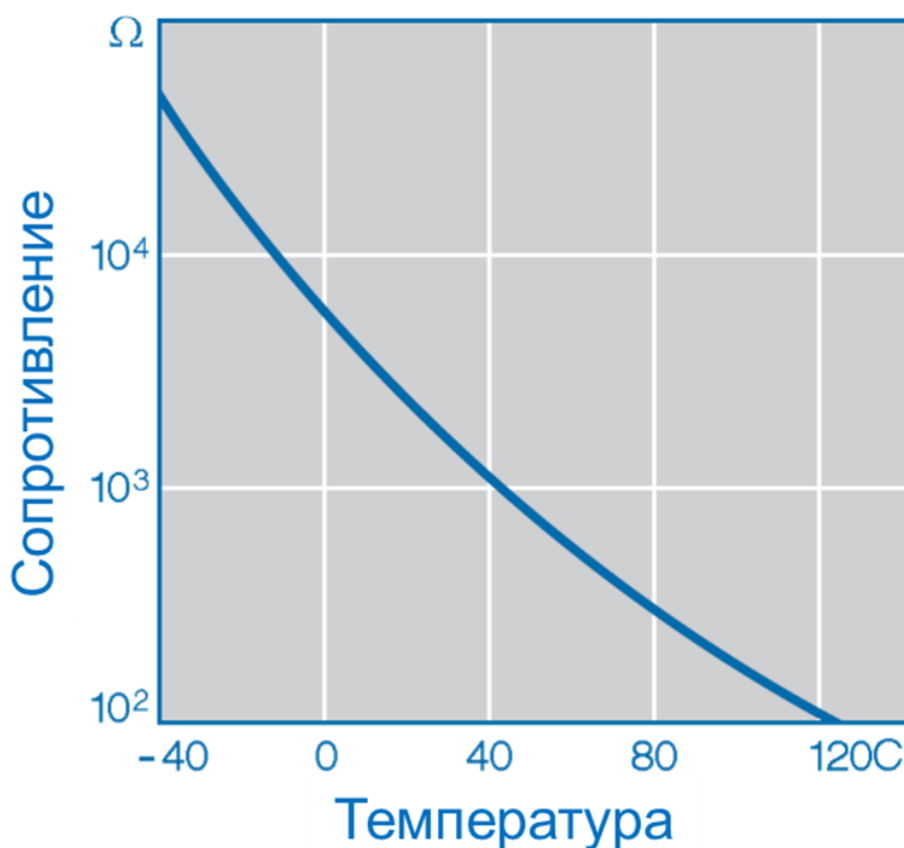
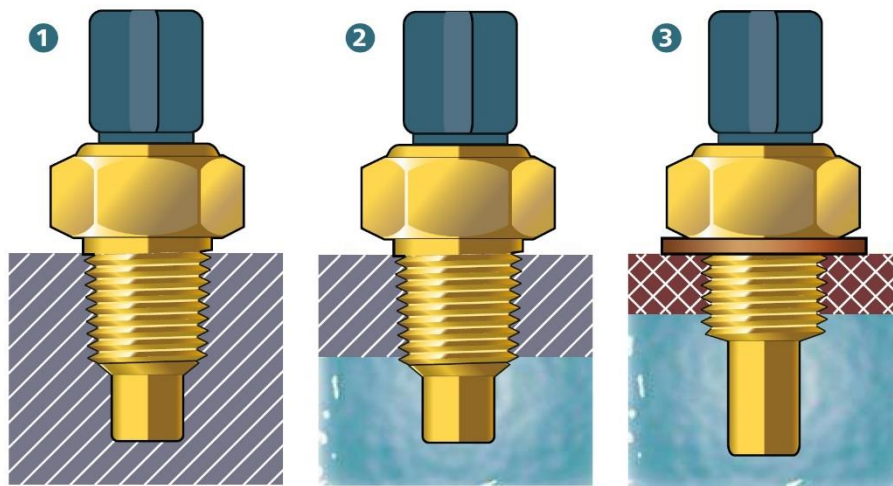


Рисунок 4.23 – Выходная характеристика датчика температуры двигателя

Датчик температуры двигателя служит для корректирования угла опережения зажигания в зависимости от теплового состояния двигателя.



**Варианты
расположения
датчиков
температуры:**

1 – контактирует
с металлом головки
блока цилиндров;

2 – ввернут в головку
или металлический
патрубок и омывается
охлаждающей жид-
костью;

3 – установлен в пласт-
массовом патрубке
и омывается охлажда-
ющей жидкостью.

Рисунок 4.24 – Расположение датчиков температуры двигателя

5 Порядок выполнения работы

5.1 Испытание датчика момента искрообразования

Для оценки технического состояния датчика момента искрообразования (датчика Холла) необходимо вращать вал распределителя с установленным в нём датчиком с определённой частотой. Присоединённый к разъёму датчика (рисунок 5.1) осциллограф позволит определить частоту и амплитуду следования импульсов, а также характер выходного сигнала. Результаты эксперимента заносят в таблицу по форме таблицы 5.1.

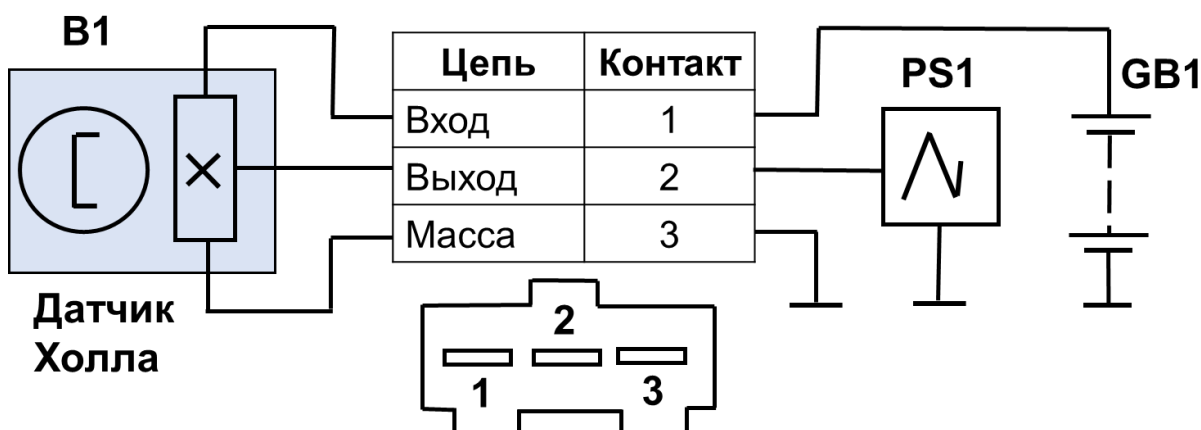


Рисунок 5.1 – Схема подключения датчика момента искрообразования (датчика Холла)

Таблица 5.1 – Результаты испытания датчика момента искрообразования (датчика Холла)

Параметры	Результаты измерения				
	1	2	3	4	5
Частота вращения ротора, n , 1/мин					
Период сигнала, T , мс					
Частота сигнала, f , Гц					

По данным таблицы 5.1 строится график зависимости частоты выходного сигнала от частоты вращения ротора датчика (см. рисунок 5.2).

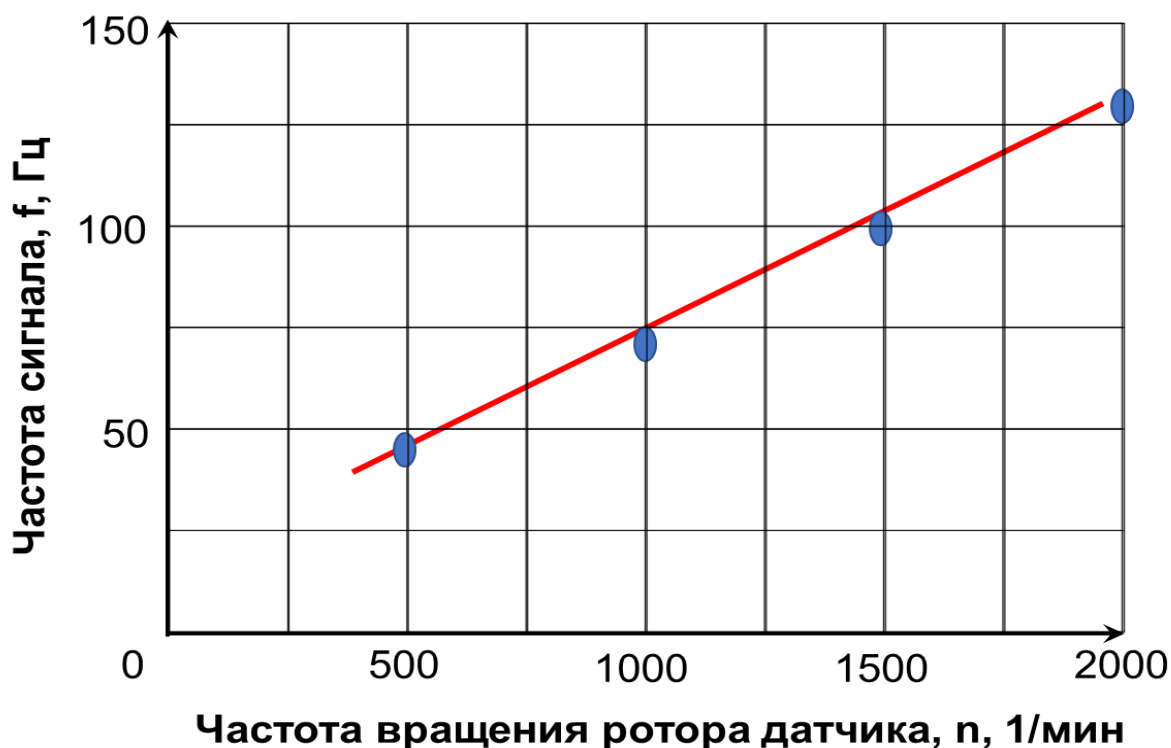


Рисунок 5.2 – Зависимость частоты выходного сигнала от частоты вращения ротора датчика момента искрообразования

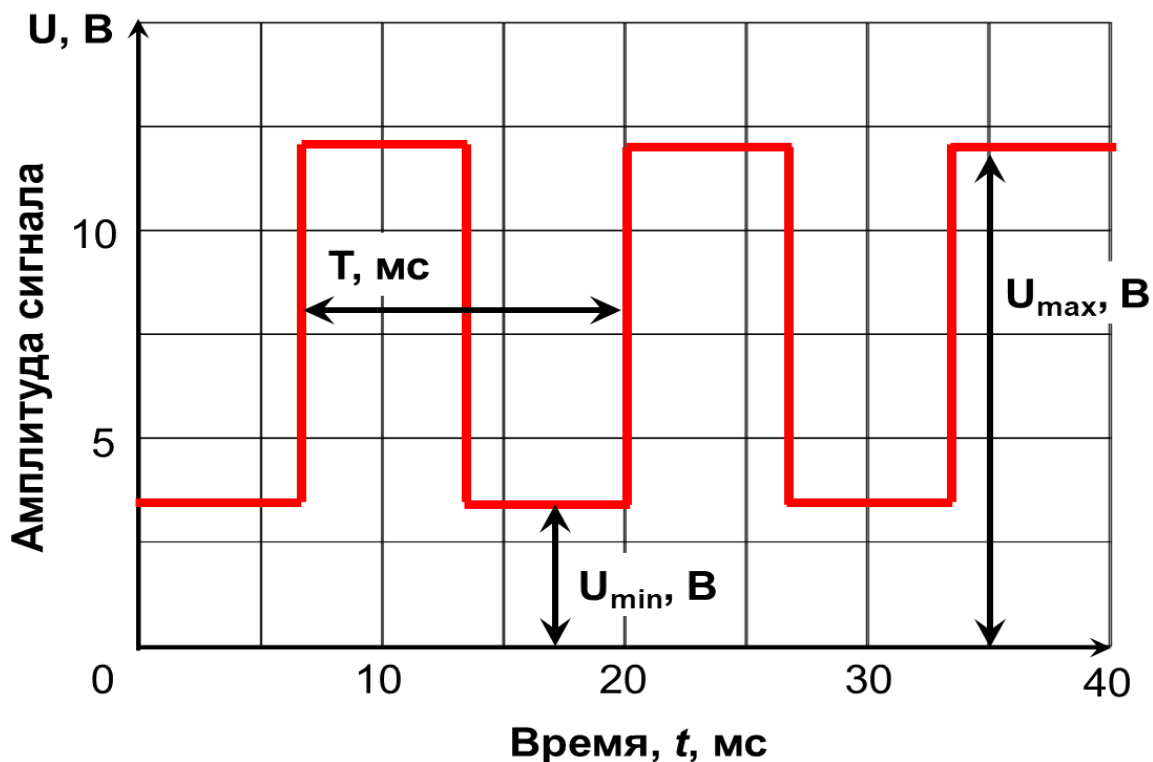


Рисунок 5.3 – Форма выходного сигнала датчика момента искрообразования

5.2 Испытание датчика положения коленчатого вала

Для оценки технического состояния индуктивного датчика положения коленчатого вала необходимо:

- измерить его сопротивление и сравнить с номинальным значением;
- определить изменение выходного напряжения в процессе работы;
- исследовать осциллограмму выходного сигнала.

Для измерения сопротивления обмотки индуктивного датчика положения коленчатого вала необходимо присоединить щупы мультиметра к выводам датчика, как показано на рисунке 5.4.

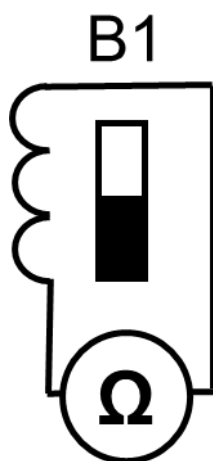
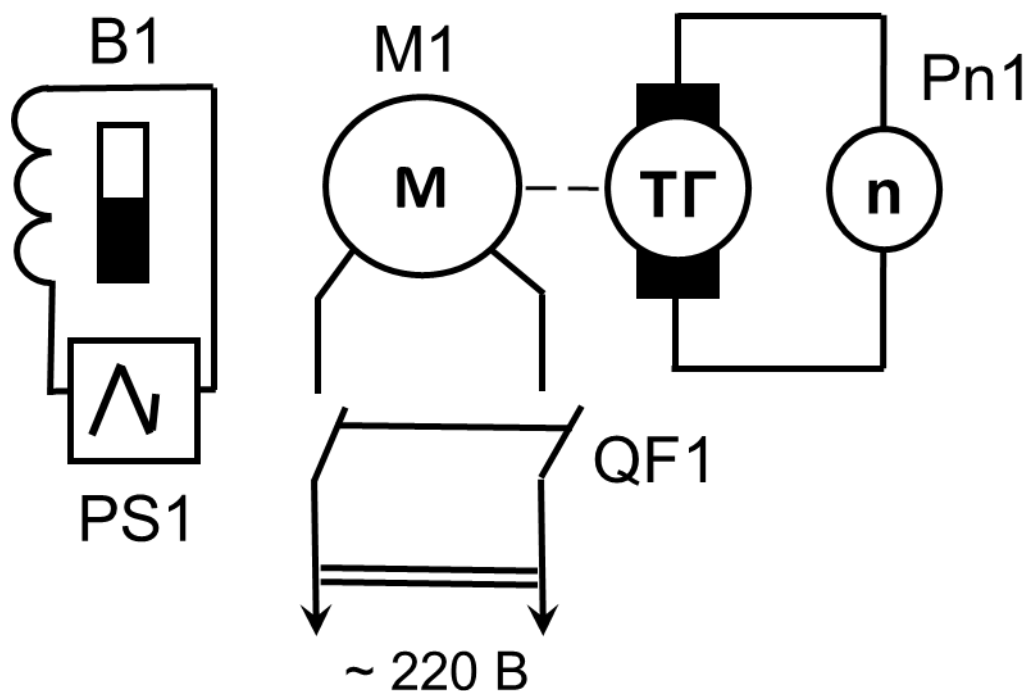


Рисунок 5.4 – Измерение сопротивления обмотки индуктивного датчика положения коленчатого вала

Если измеренное сопротивление отличается от номинального (800 Ом) не более чем на 10%, то датчик считают исправным.

Для определения изменения выходного напряжения в процессе работы необходимо вращать с определенной частотой вал с закрепленным на нем шкивом. Шкив имеет задающий венец с 58 зубцами (два пропущены). Присоединённый к разъему датчика (рисунок 5.5)

осциллограф позволит определить частоту, амплитуду и форму выходного сигнала датчика. Результаты эксперимента заносят в таблицу по форме таблицы 5.2.



B1 – индуктивный датчик положения коленчатого вала; QF1 – автоматический выключатель; M1 – приводной электродвигатель; pn1 – тахометр; ps1 – осциллограф

Рисунок 5.5 – Схема испытания индуктивного датчика положения коленчатого вала

Таблица 5.2 – Результаты испытания индуктивного датчика положения коленчатого вала

Параметры	Результаты измерения					
	1	2	3	4	5	6
Частота вращения ротора, n , 1/мин						
Период сигнала, T , мс						
Выходное напряжение, U , В						

По данным таблицы 5.2 строится график зависимости выходного напряжения от частоты вращения коленчатого вала (см. рисунок 5.7).

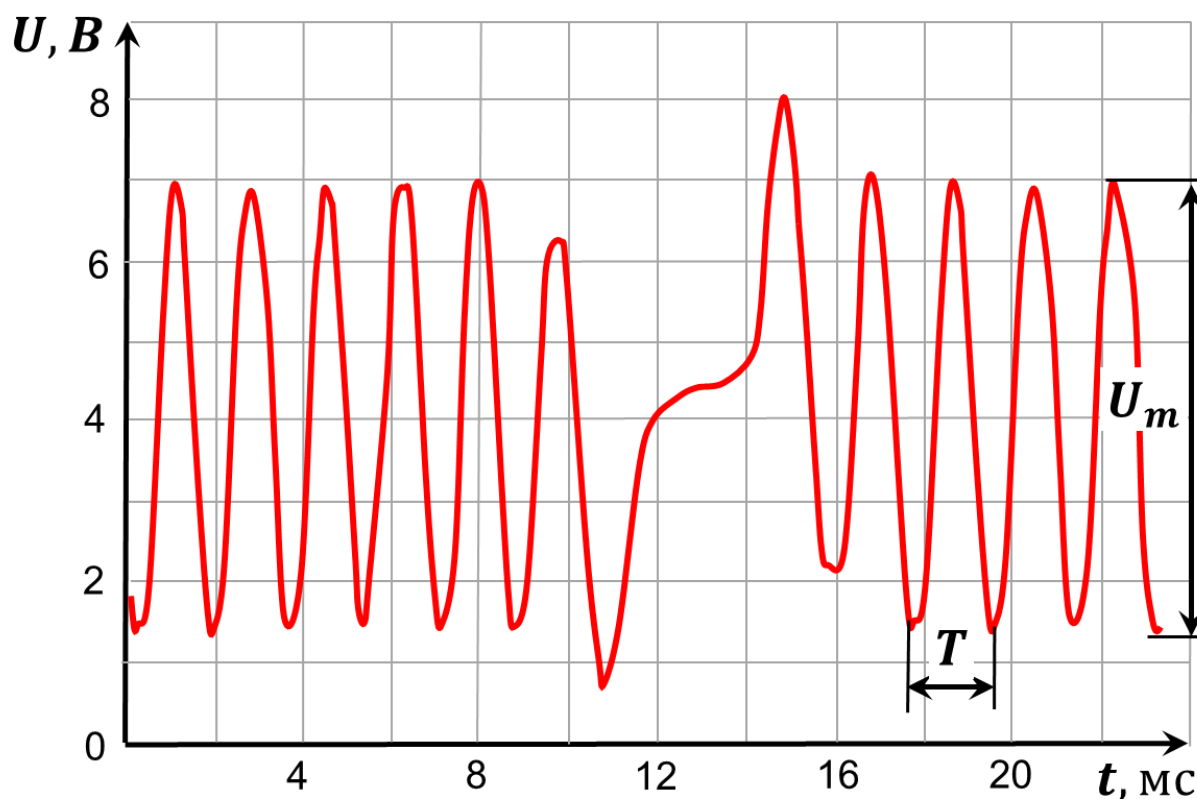


Рисунок 5.6 – Форма выходного сигнала индуктивного датчика положения коленчатого вала

5.3 Испытание датчика температуры

Для оценки технического состояния датчика температуры охлаждающей жидкости необходимо установить, как изменяется его сопротивление при изменении температуры окружающей среды и сопоставить полученные значения с паспортными данными датчика. Для определения температуры поверхности датчика в процессе эксперимента он соединялся с эталонным датчиком, оснащенный индикатором температуры.

Схема эксперимента представлена на рисунке 5.8.

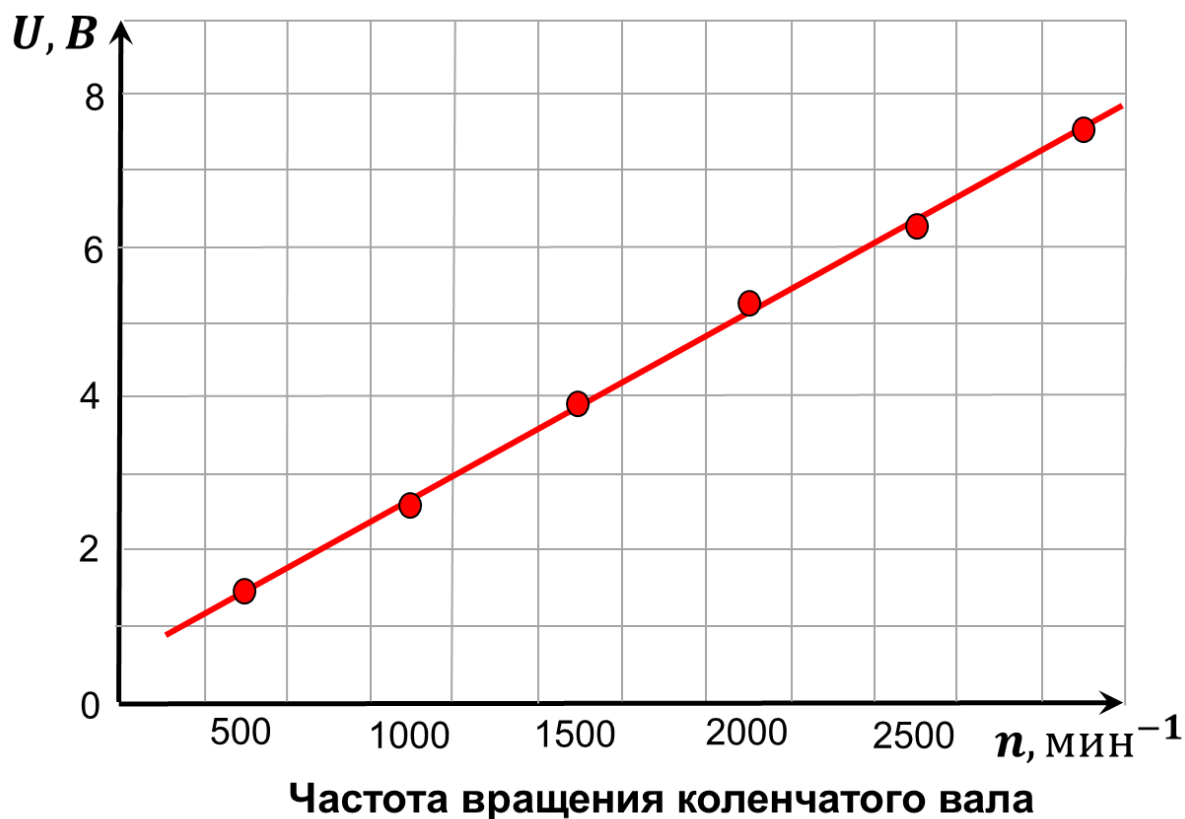
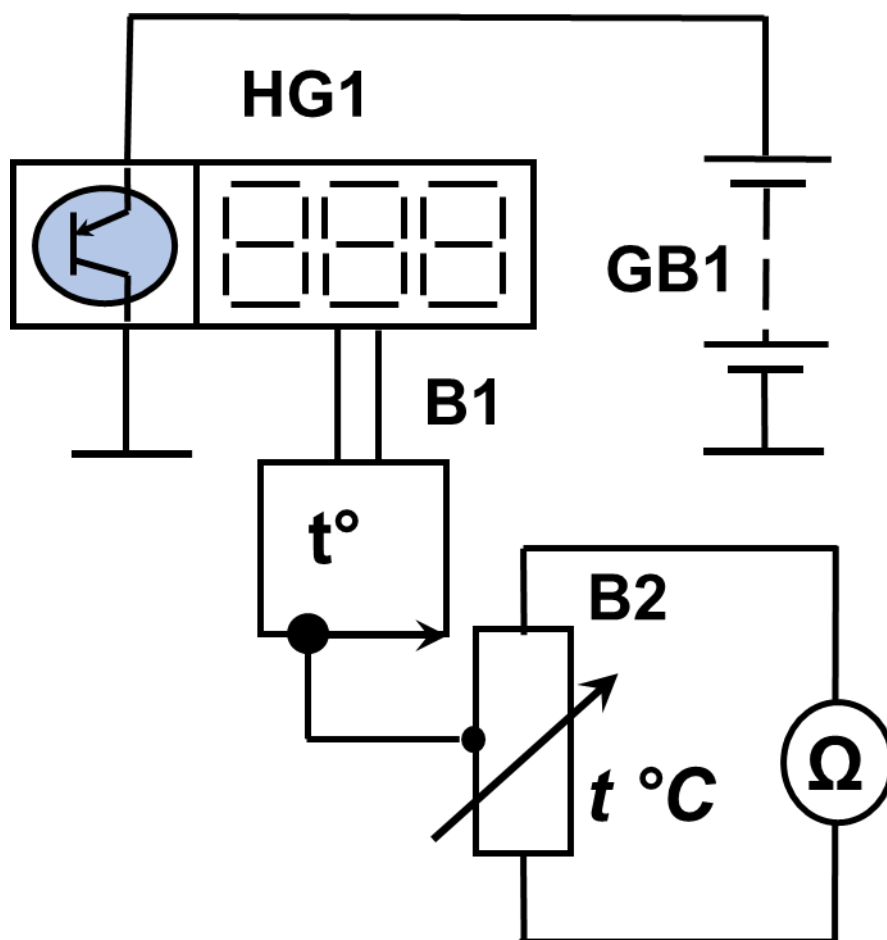


Рисунок 5.7 – Выходная характеристика индуктивного датчика положения коленчатого вала

При изменении температуры на каждые 10 °С измерялось значение сопротивления и результаты заносят в таблицу по форме таблицы 5.3.

Таблица 5.3 – Результаты испытания датчика температуры охлаждающей жидкости

Температура, градусы	Сопротивление, Ом	Номинальное сопротивление, Ом



B1 – эталонный датчик температуры; B2 – испытуемый датчик температуры охлаждающей жидкости; GB1 – аккумуляторная батарея; HG1 – индикатор температуры эталонного датчика

Рисунок 5.8 – Схема испытания датчика температуры охлаждающей жидкости

Погрешность измерения температуры, определенная по формуле (5.1) не должна превышать 10%.

$$\Delta R = \frac{R_{И} - R_{Н}}{R_{Н}} \cdot 100\% , \quad (5.1)$$

где $R_{И}$ – экспериментально измеренное сопротивление датчика, Ом;

$R_{Н}$ – номинальное значение сопротивления датчика, Ом.

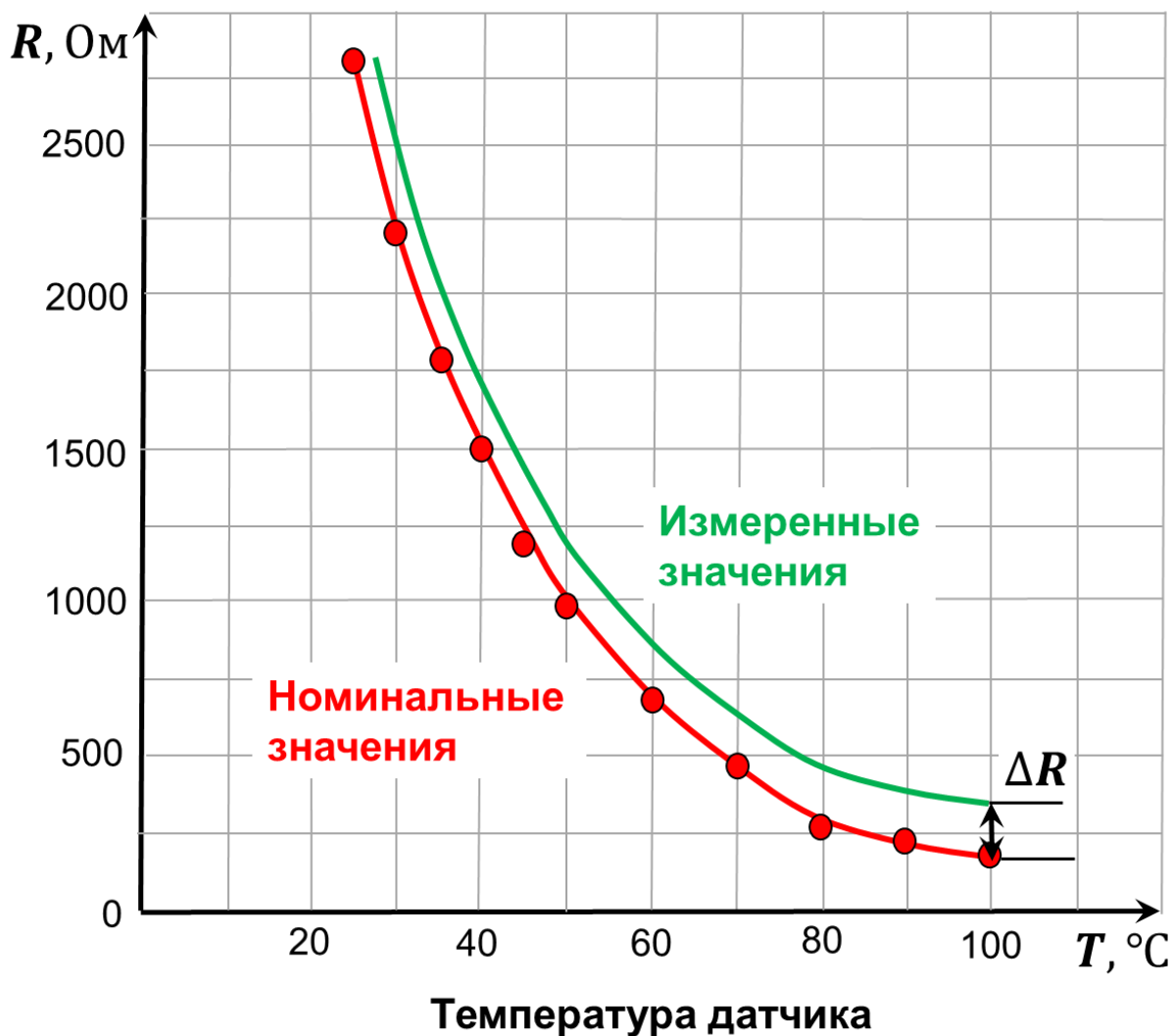


Рисунок 5.9 – Выходная характеристика датчика температуры охлаждающей жидкости

5.4 Испытание датчика детонации

Для оценки технического состояния датчика детонации необходимо установить, как изменяется его выходное напряжение при сейсмических воздействиях, имитируемых твёрдым неметаллическим предметом. Для этого к разъему датчика подключался осциллограф, как показано на рисунке 5.10.

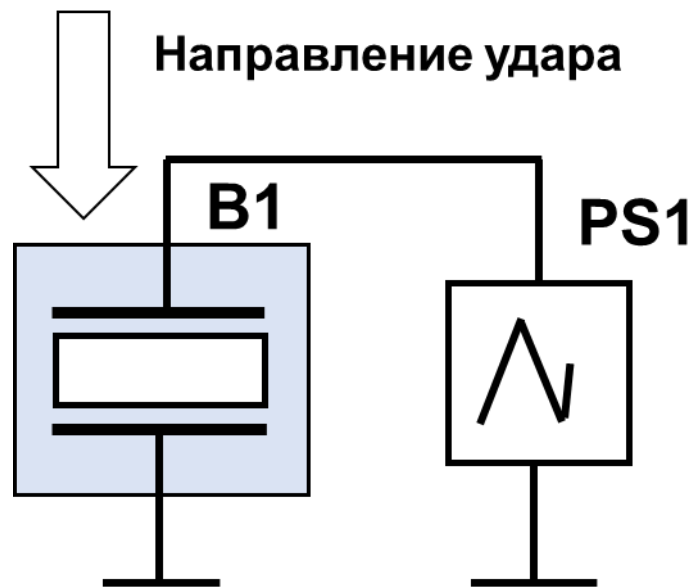


Рисунок 5.10 – Схема испытания датчика детонации

Осциллограмма выходного сигнала датчика детонации представлена на рисунке 5.11.

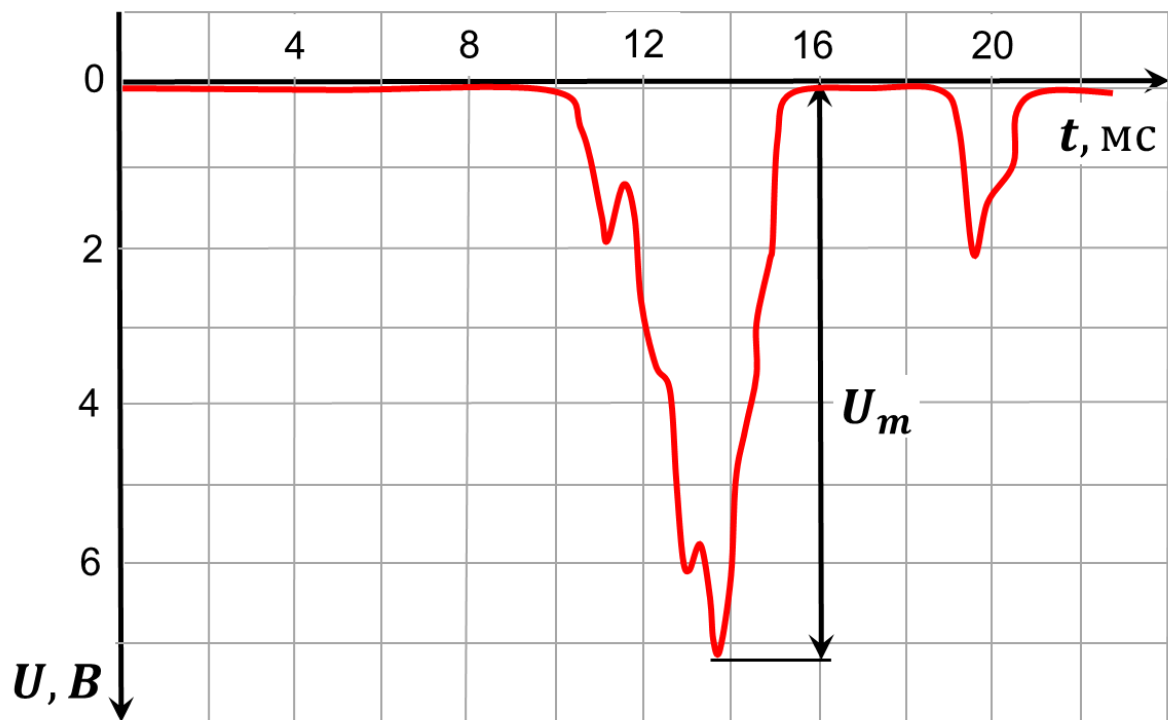


Рисунок 5.11 – Осциллограмма сигнала датчика детонации

5.5 Испытание датчика абсолютного давления воздуха

Для оценки технического состояния датчика абсолютного давления воздуха необходимо установить, как изменяется его выходное напряжение при изменении разрежения во впускном коллекторе. Для этого к разъему датчика подключают вольтметр, как показано на рисунке 5.12.

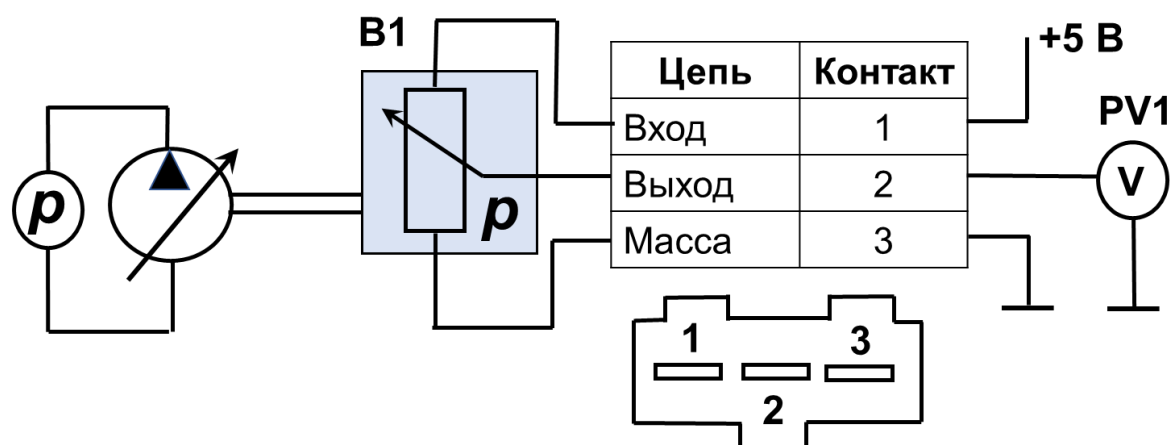


Рисунок 5.12 – Схема испытания датчика абсолютного давления

Разрежение создается вручную с помощью вакуумного шестеренного насоса. Результаты эксперимента заносят в таблицу по форме таблицы 5.4.

Таблица 5.4 – Результаты испытания датчика абсолютного давления

Параметры	Разрежение, кПа						
	101	90	80	70	60	50	40
Напряжение датчика, U , В							

По данным таблицы 5.4 строят выходную характеристику датчика абсолютного давления, примерный вид которой приведен на рисунке 5.13.

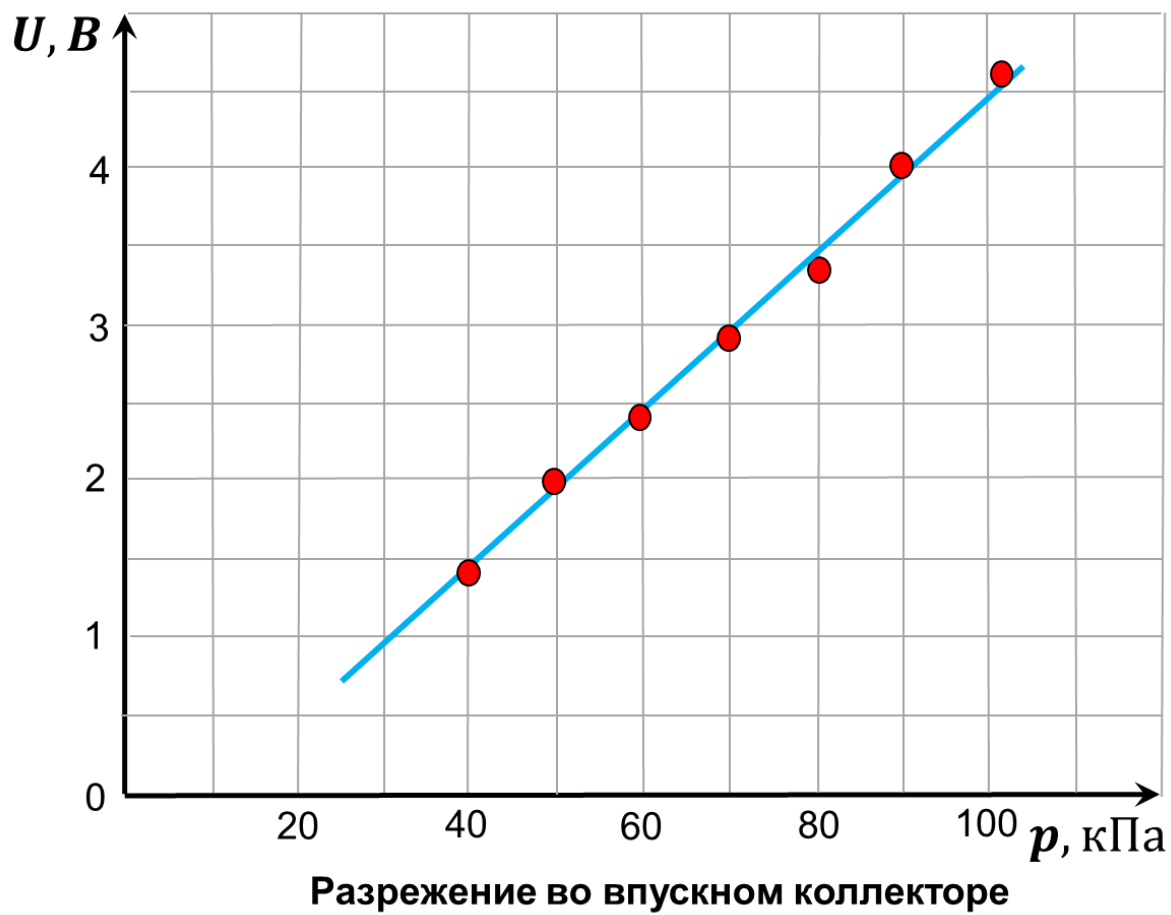


Рисунок 5.13 – Выходная характеристика датчика абсолютного давления

6 Контрольные вопросы

1. Какие датчики служат для определения момента искрообразования в бесконтактных системах зажигания?
2. Что называют задержкой воспламенения?
3. Что называют опережением зажигания? Углом опережения зажигания?
4. Как следует регулировать угол опережения зажигания при изменении частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на двигатель?
5. Что называют картой зажигания?
6. Как температура влияет на установку угла опережения зажигания?
7. Дайте описание эффекта Холла.
8. Опишите устройство датчика Холла.
9. Какую форму имеет выходной сигнал датчика Холла? Как она зависит от частоты вращения двигателя?
10. Какие функции выполняет датчик положения коленчатого вала?
11. Каковы достоинства и недостатки индуктивных датчиков положения коленчатого вала?
12. Каковы достоинства и недостатки датчиков положения коленчатого вала на основе эффекта Холла?
13. Опишите устройство и принцип работы индуктивного датчика положения коленчатого вала.
14. Какую форму имеет выходной сигнал индуктивного датчика положения коленчатого вала? Как она зависит от частоты вращения двигателя?
15. Опишите устройство и принцип работы датчика положения коленчатого вала на основе эффекта Холла.

16. Какую форму имеет выходной сигнал датчика положения коленчатого вала на основе эффекта Холла? Как она зависит от частоты вращения двигателя?
17. Что такое детонация? Опишите процесс возникновения детонации.
18. Как изменяется давление в камере сгорания при нормальном значении угла опережения зажигания? При позднем зажигании? При раннем зажигании?
19. Опишите принцип регулирования угла опережения зажигания по детонации.
20. Что такое пьезоэлектрический эффект?
21. Опишите устройство и принцип действия датчика детонации.
22. В чем различие между резонансным и широкополосным датчиком детонации?
23. Где размещают датчики детонации? Сколько датчиков необходимо для надежного распознавания детонации?
24. Какой сигнал вырабатывает датчик детонации?
25. Как работает адаптивная регулировка угла опережения зажигания при однократной и многократной детонации?
26. Как работает адаптивная регулировка угла опережения зажигания при детонации в нескольких цилиндрах двигателя?
27. Что такое тензорезистивный эффект?
28. Опишите устройство и принцип работы датчика абсолютного давления воздуха.
29. Как изменяется выходной сигнал датчика абсолютного давления воздуха в процессе работы двигателя?
30. Что называют температурным коэффициентом сопротивления?
31. Как изменяется сопротивление датчика температуры двигателя при изменении температуры?

32. Какой параметр выходного сигнала датчика Холла изменяется с ростом частоты вращения?

33. Опишите конструкцию ферромагнитного задающего диска индуктивного датчика положения коленчатого вала.

Список использованных источников

1. Волков, В. С. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. С. Волков – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 384 с.
2. Набоких, В. А. Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. А. Набоких. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 400 с.
3. Смирнов, Ю. А. Электронные и микропроцессорные системы управления автомобилей / Ю. А. Смирнов, А. В. Муханов – М.: Издательство «Лань», 2012. – 624 с.
4. Автомобильный справочник / пер. с англ. ООО «СтарСПб» – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 1280 с.
5. Соснин Д. А. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей: учебник для вузов / Д. А. Соснин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2015. – 416 с.
6. Пузаков, А. В. Цифровые системы зажигания: учебное пособие / А. В. Пузаков, А. М. Федотов. – Оренбург: Университет, – 2015. – 118 с.
7. Пузаков, А. В. Оценка технического состояния приборов системы зажигания: методические указания / А. В. Пузаков, А. М. Федотов. – Оренбург: ОГУ, – 2016. – 80 с.

Приложение А

(рекомендуемое)

Бланк лабораторной работы

Оценка технического состояния датчиков системы зажигания автомобилей

А.1 Цель работы: _____

А.2 Испытание датчика момента искрообразования

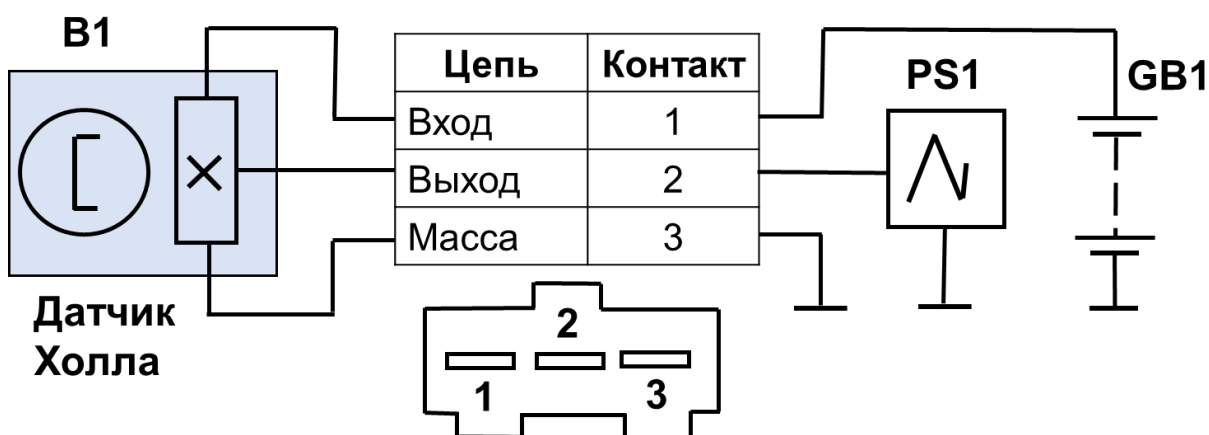


Рисунок А.1 – Схема испытания датчика момента искрообразования

Модель датчика: _____

Таблица А.1 – Характеристика датчика момента искрообразования

Параметры	Результаты измерения				
	1	2	3	4	5
Частота вращения, 1/мин					
Выходное напряжение датчика, В					
Период сигнала, мс					

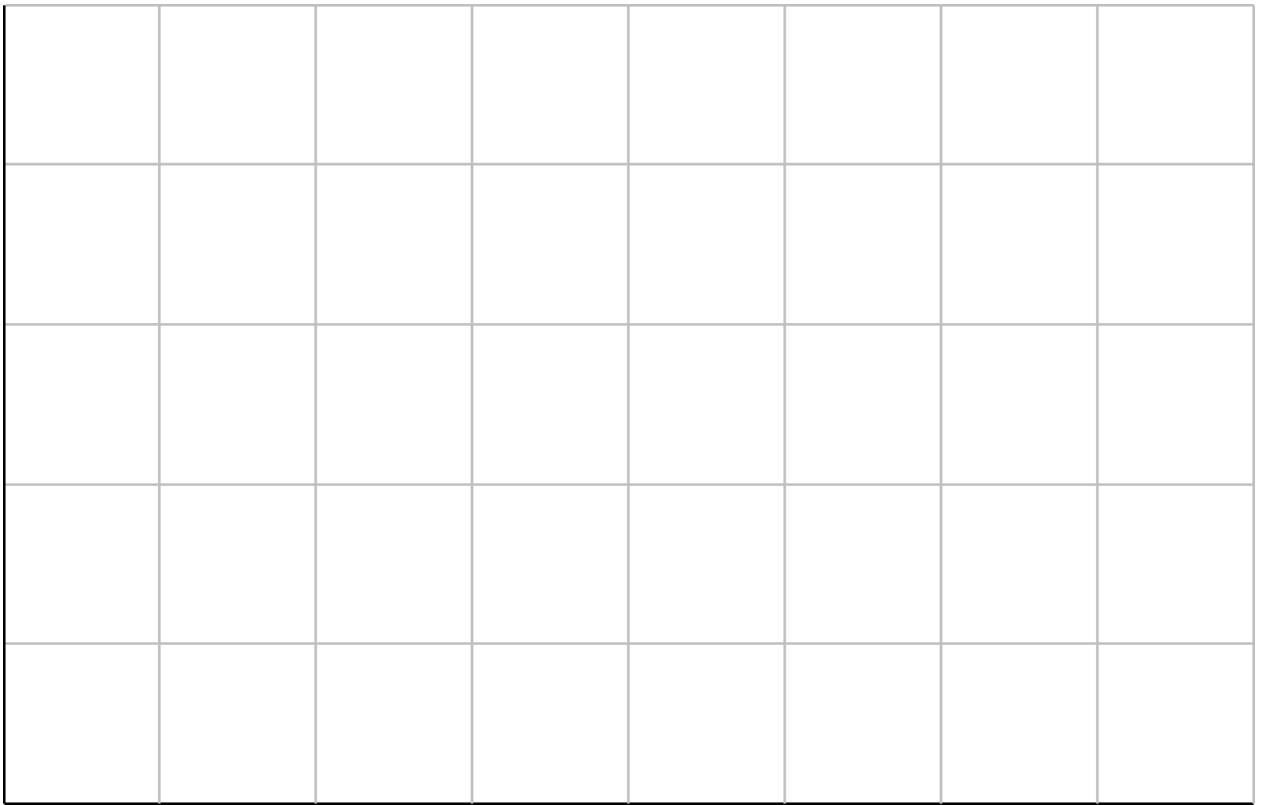


Рисунок А.2 – Выходная характеристика датчика момента искрообразования

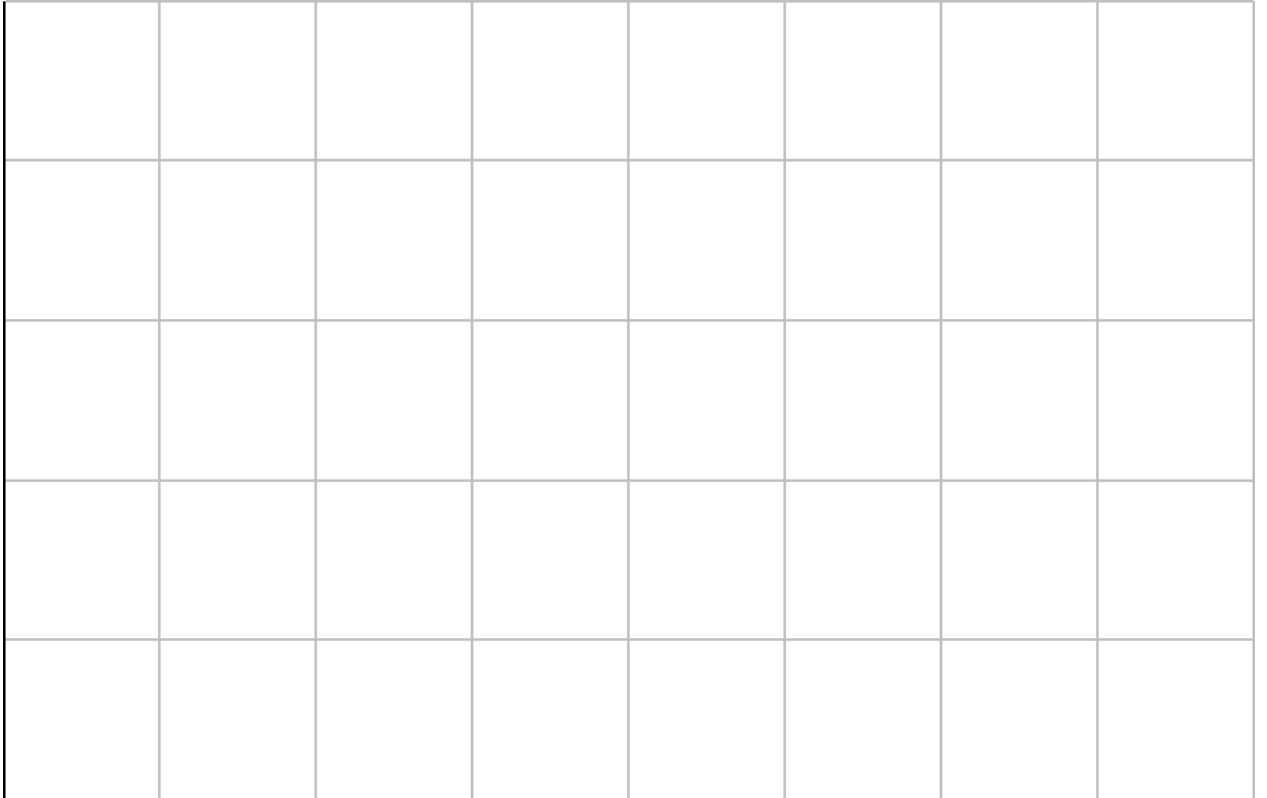


Рисунок А.3 – Осциллограмма выходного сигнала датчика момента искрообразования

А.3 Испытание датчика положения коленчатого вала

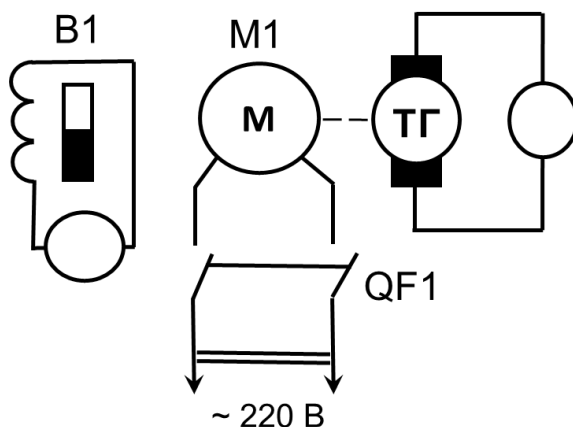


Рисунок А.4 – Схема подключения датчика положения коленчатого вала

Модель датчика: _____ Сопротивление датчика, Ом: _____

Таблица А.2 – Характеристика датчика положения коленчатого вала

Параметры	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹						
	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Напряжение датчика, U, В							

Рисунок А.4 – Выходная характеристика датчика положения коленчатого вала

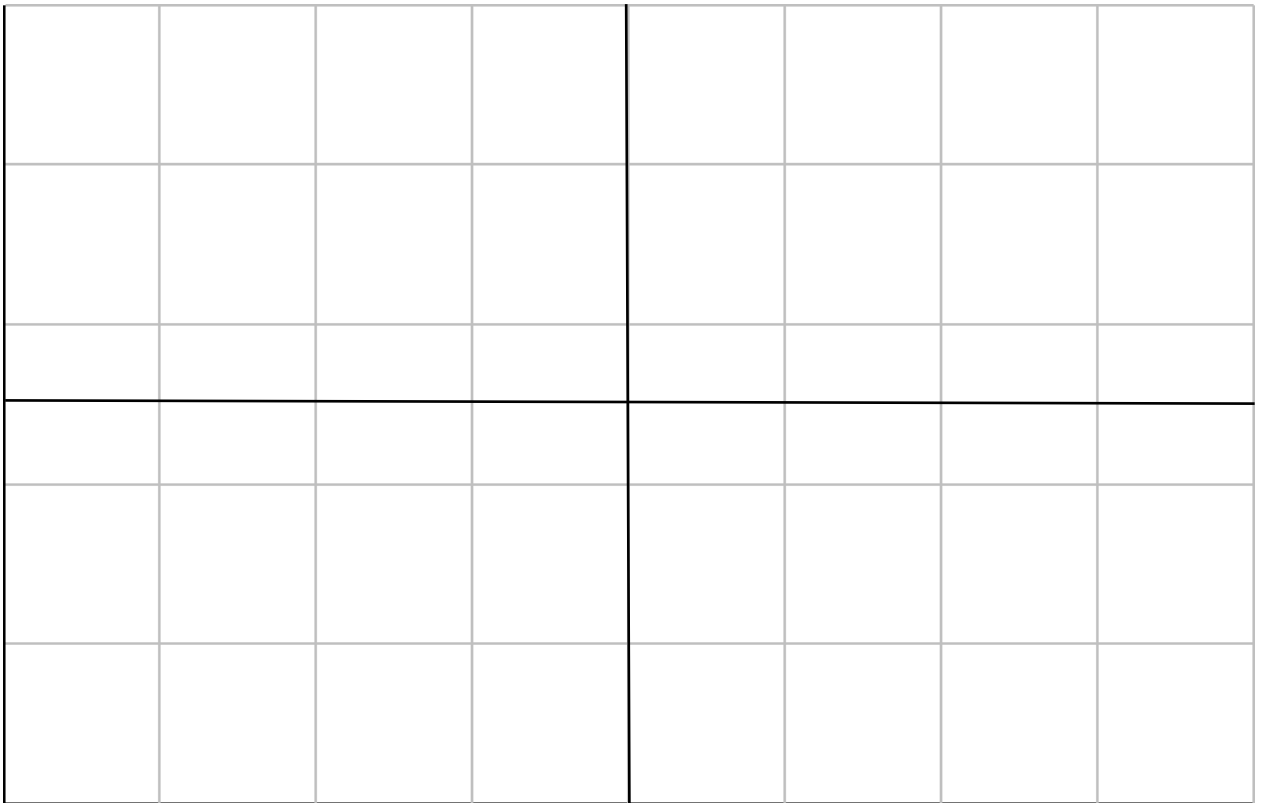


Рисунок А.5 – Осциллограмма выходного сигнала датчика положения коленчатого вала

А.4 Испытание датчика детонации

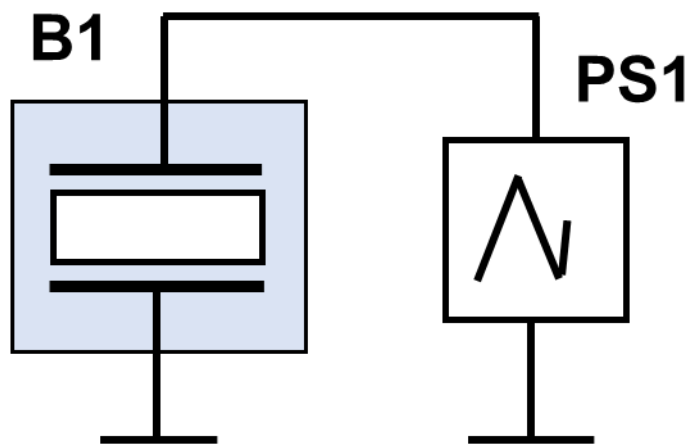


Рисунок А.6 – Схема подключения датчика детонации

Модель датчика _____

Рисунок А.7 – Осциллограмма датчика детонации

А.5 Испытание датчика абсолютного давления

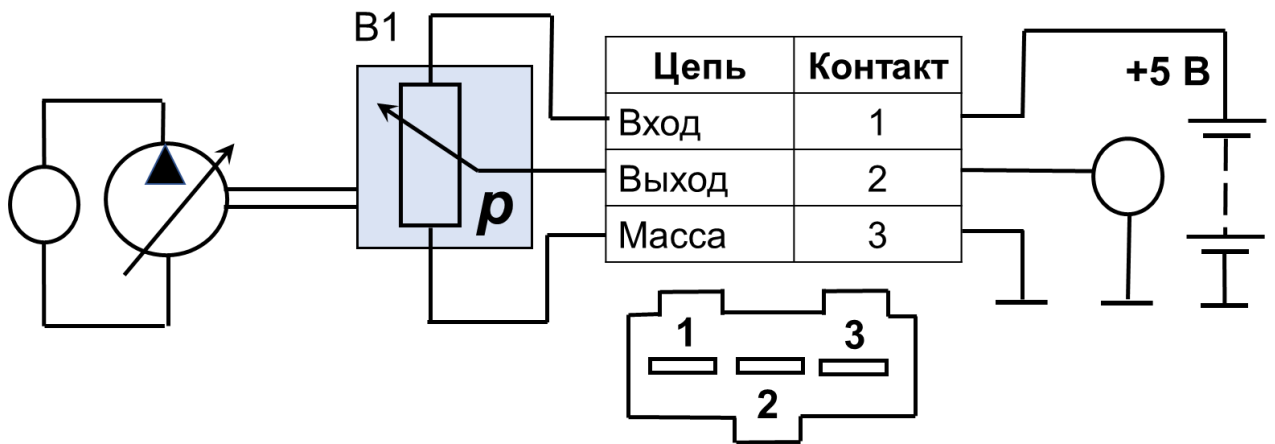


Рисунок А.8 – Схема подключения датчика абсолютного давления

Модель датчика: _____

Таблица А.3 – Характеристика датчика абсолютного давления

Параметры	Разрежение, кПа						
	0	10	20	30	40	50	60
Напряжение датчика, U, В							

Рисунок А.9 – Выходная характеристика датчика абсолютного давления

А.6 Испытание датчика температуры

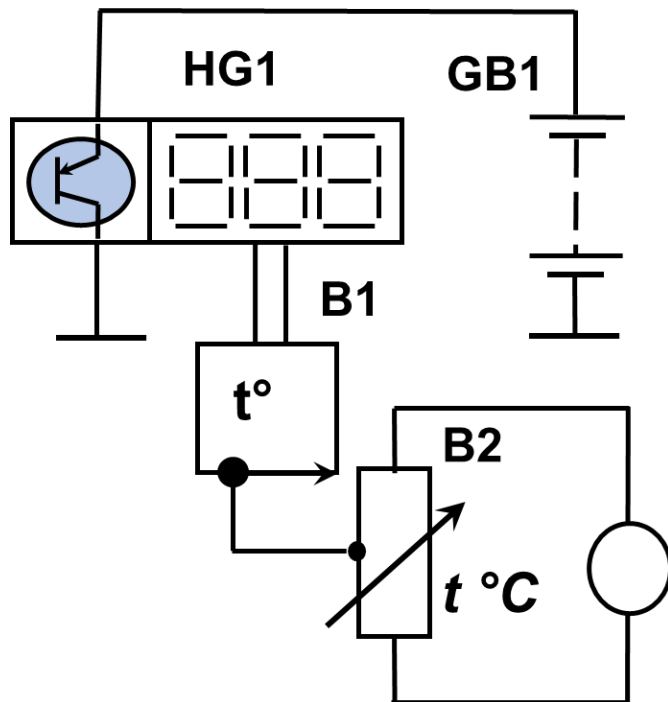


Рисунок А.10 – Схема подключения датчика температуры

Модель датчика: _____

Таблица А.4 – Характеристика датчика температуры

Температура, °С	Измеренное сопротивление, Ом	Номинальное сопротивление, Ом

Рисунок А.11 – Выходная характеристика датчика температуры

А.7 Выводы и анализ полученных результатов: _____
