

нескольких каналов и отобразит их в порядке очереди по лучам – красный, желтый, зеленый, голубой, белый.

“Сохранить” и “открыть” в группе управляющих элементов 2 работает только для выбранного канала.

При сохранении данных предлагается ввести описание к файлу, при открытии – описание файла выводится в меню “открыть файл” справа (рис.25).

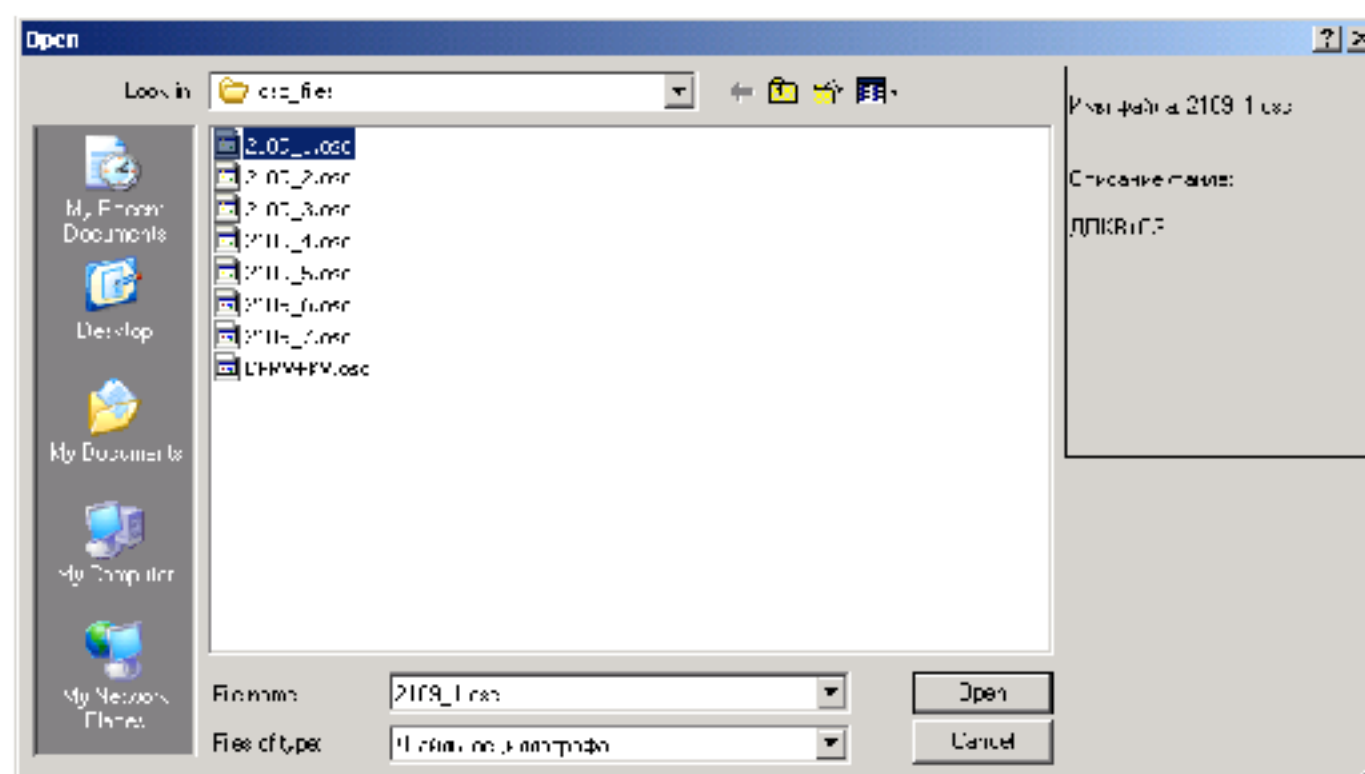


Рис. 25. Окно «сохранения» и «открытия» файла диаграмм.

Группа измерения 3 (рис.22) предназначена для управления метками и включением отключением измерений (рис.26).

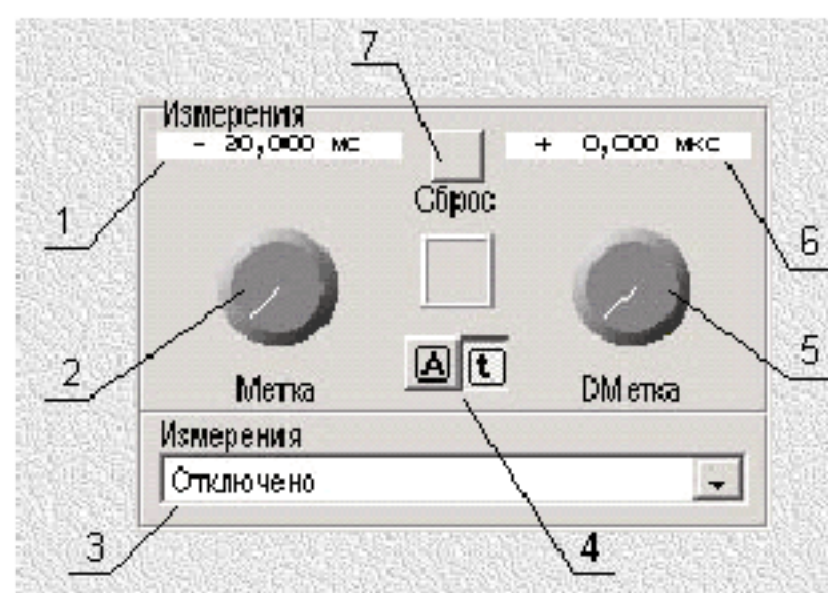


Рис. 26. Группа управления метками.

Установка позиций метки и дельта-метки производится активацией соответствующей ручки (2) или (5) (нажать на нее мышкой), а затем двойным щелчком в рабочей области на экране ПК. Появившаяся линия может быть точно перемещена при помощи стрелок на клавиатуре или вращением соответствующей ручки (2 или 5). Кнопки A и t (4) определяют тип измерений для меток: A – амплитуда, t – время. Метка (2) отображает в окне

относительно нулевой линии (по амплитуде), или начала развертки (по времени). Дельта – метка - смещение относительно

метки в окне (6). При работе меток по амплитуде в центре группы отображается цвет луча, относительно нулевой линии которого, проводятся измерения. Кнопка сброс удаляет метки с экрана.

Выпадающий список (3) включает/отключает автоматическое измерение следующих параметров активного луча: максимум и минимум сигнала, значение амплитуды от пика до пика.

Группа управления синхронизацией 4 (рис.22) предназначена для управления синхронизацией, запуском и остановкой сбора данных осциллографом (рис.27).

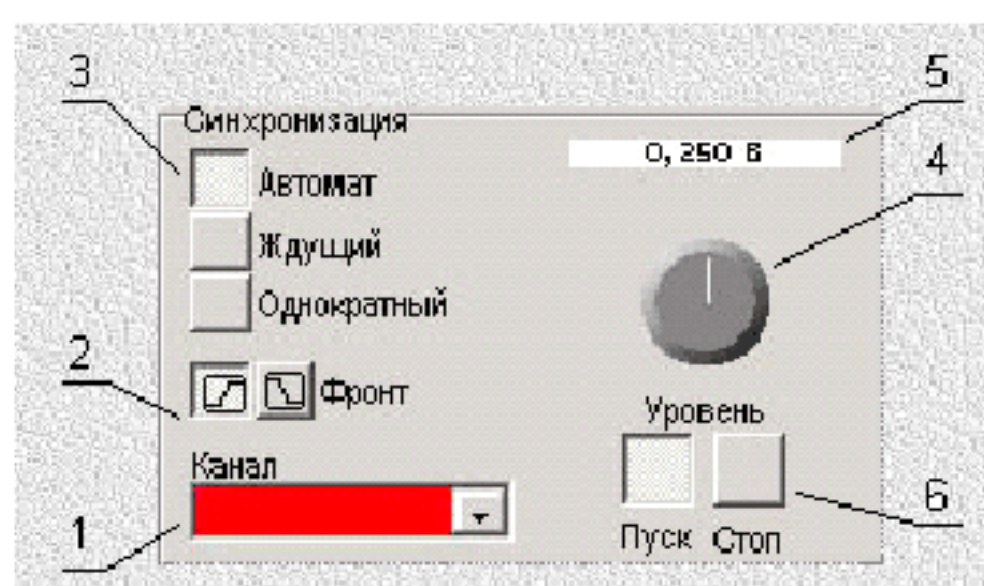


Рис. 27. Группа управления синхронизацией.

В выпадающем списке (1) выбирается луч осциллографа, по которому производится синхронизация. Кнопки (2) указывают фронт текущей синхронизации. Кнопки (3) указывают тип синхронизации: автоматическая, ждущая, однократная.

Ручка управления (4) задает уровень синхронизации, текущее значение уровня отображается в числовом поле (5). В рабочей области отображается маркер синхронизации в виде треугольника, перемещаемого по вертикали по линии начала развертки.

Две кнопки (6) служат для запуска и остановки развертки осциллографа.

Если сбор данных не производится (нажата кнопка стоп), то осциллограф находится в режиме просмотра набранных или загруженных из файла данных.

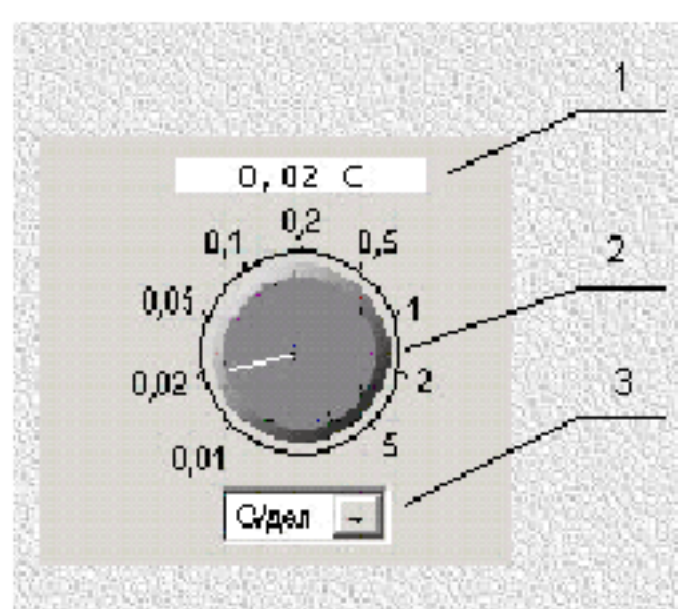
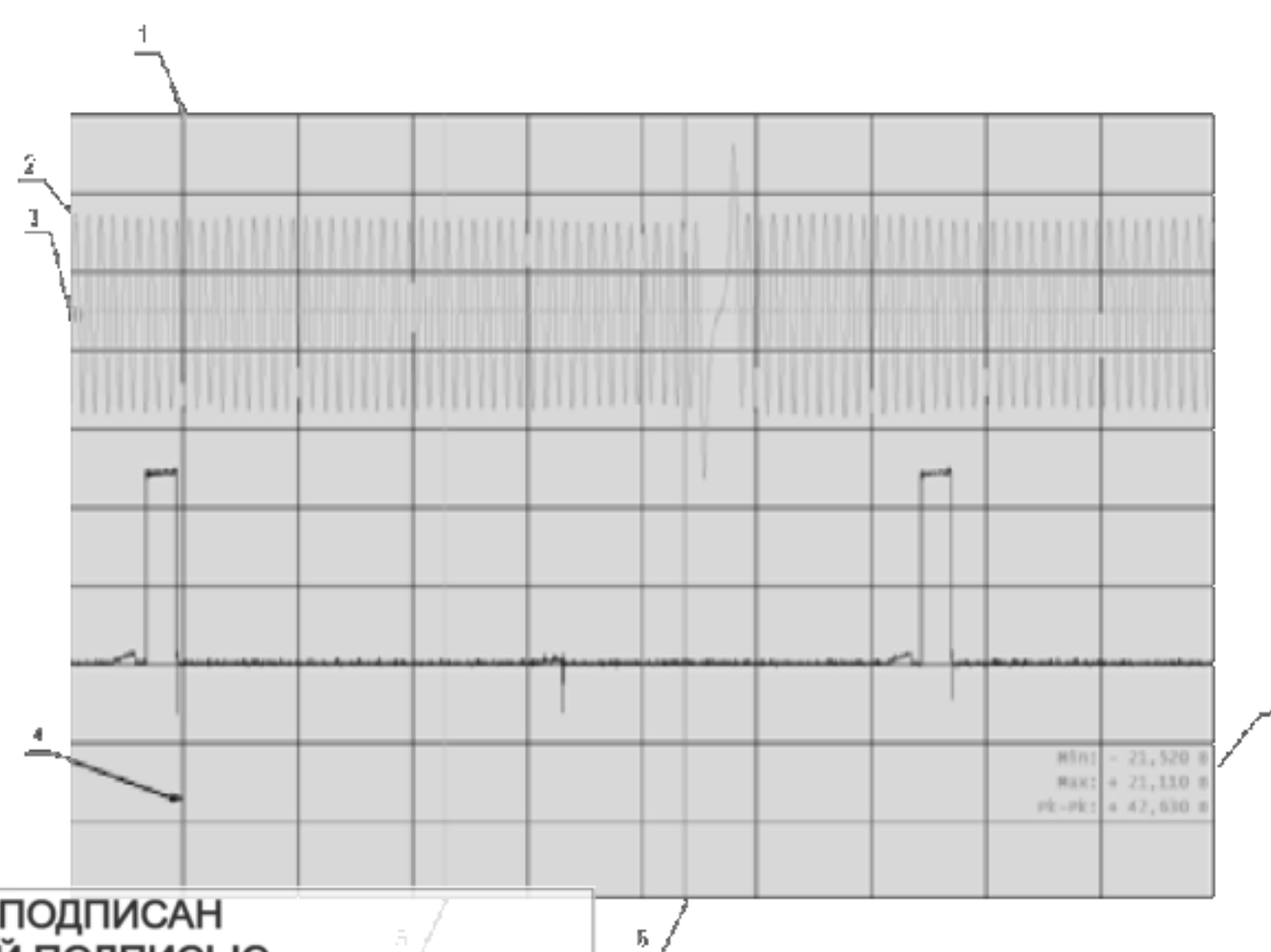


Рис. 28. Группа управления разверткой.

Ручкой (2) выбирается коэффициент развертки, текущее значение выводится в поле (1). Выбор диапазона миллисекунды или секунды производится в выпадающем меню (3).

Управляющий элемент для просмотра сигнала расположен над группами управляющих элементов (рис.22 поз.6). Служит для просмотра/прокрутки набранных данных. Управляет позицией экрана относительно всего сигнала. Смещение текущего значения начала развертки на экране от реального начала развертки сохраненного сигнала отображается в цифровом поле справа.

На рабочей области экрана (рис.29) отображаются: начало развертки осциллограмм сигналов (1); нулевые оси лучей (3); лучи сигналов (2); метка синхронизации (4); метка и дельта-метка (5 и 6); измеряемые параметры сигнала(7).



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

Рис. 29. Рабочая область экрана.

Осциллограммы и соответствующие им оси развертки лучей имеют одинаковый цвет. Метка синхронизации меняет свой цвет в зависимости от луча синхронизации.

Сетка делений имеет 10 делений по вертикали и 10 делений по горизонтали, одно из которых находится перед осью синхронизации (предыстория). При смещении метки синхронизации за пределы экрана появляется аналогичная метка треугольной формы, указывающая направление положения метки.

При смещении оси развертки активного луча за пределы экрана также появляется маркер треугольной формы, указывающий направление положения оси.

Нажатие правой кнопки мыши вызывает активизацию ручек метки и дельта метки поочередно.

Двойное нажатие левой кнопки мыши в рабочей области экрана при активной ручке метки или дельта метки, вызывает установку метки или соответственно дельта метки в то место, где находится курсор мыши.

В режиме просмотра, нажатие и удерживание правой кнопки мыши с перемещением мыши вправо или лево, сдвигает сигнал относительно экрана. Это же действие выполняет управляющий элемент под рабочей областью экрана.

2.5. Порядок работы с осциллографом «ОСА»

Запустить программу «Модис» на рабочем столе. В появившемся окне «Главное меню» выбрать марку автомобиля (рис.30).



Рис. 30. Выбор модели автомобиля.

После подтверждения выбора автомобиля появится меню, в котором выбирается режим «Измерения» и «Дополнительные функции». В режиме «Измерения» (рис.31) можно диагностировать работу аккумуляторной батареи и генератора; первичная цепь; вторичная цепь; вторичная цепь дуга; система впрыска; газоанализатор; компрессометра; лямбда зонд.



Рис. 31 Меню режима «Измерения»

В режиме «Дополнительные функции» (рис.32) можно работать с мультиметром и осциллографом.



Рис. 32. Меню режима «Дополнительные функции»

2.7 Порядок работы программы в режиме осциллографа

Необходимо запустить программу и произвести подключение к цепи измеряемого элемента согласно инструкции по эксплуатации, описание которой можно вызвать кнопкой 5 в группе управляющих элементов 1 (рис.)

В группе управляющих элементов 2 (рис.23) выбирать канал по соответствующему цвету. В выпадающем окне выбрать пункт «Включено». С помощью ручки 2 (рис.24) установить необходимое положение луча на экране. Аналогичным образом выбирать и настроить остальные каналы.

В группе управляющих элементов 4 нажимать кнопку «Пуск» (рис.28).

После начала работы произвести настройку развертки по вертикали (с помощью рукоятки в группе 2 рис.) и по горизонтали (с помощью рукоятки рис.)

Для синхронизации выбрать канал в группе 4 (рис.28) и перемещением рукоятки (рис.) или с помощью стрелок на клавиатуре установить положение метки на экране и напряжение синхронизации.

ат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 нажать кнопку «Стоп» (рис.28). При
: Шебзухова Татьяна Александровна
необходимости анализа осциллограммы использовать метку и дельта-
лен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

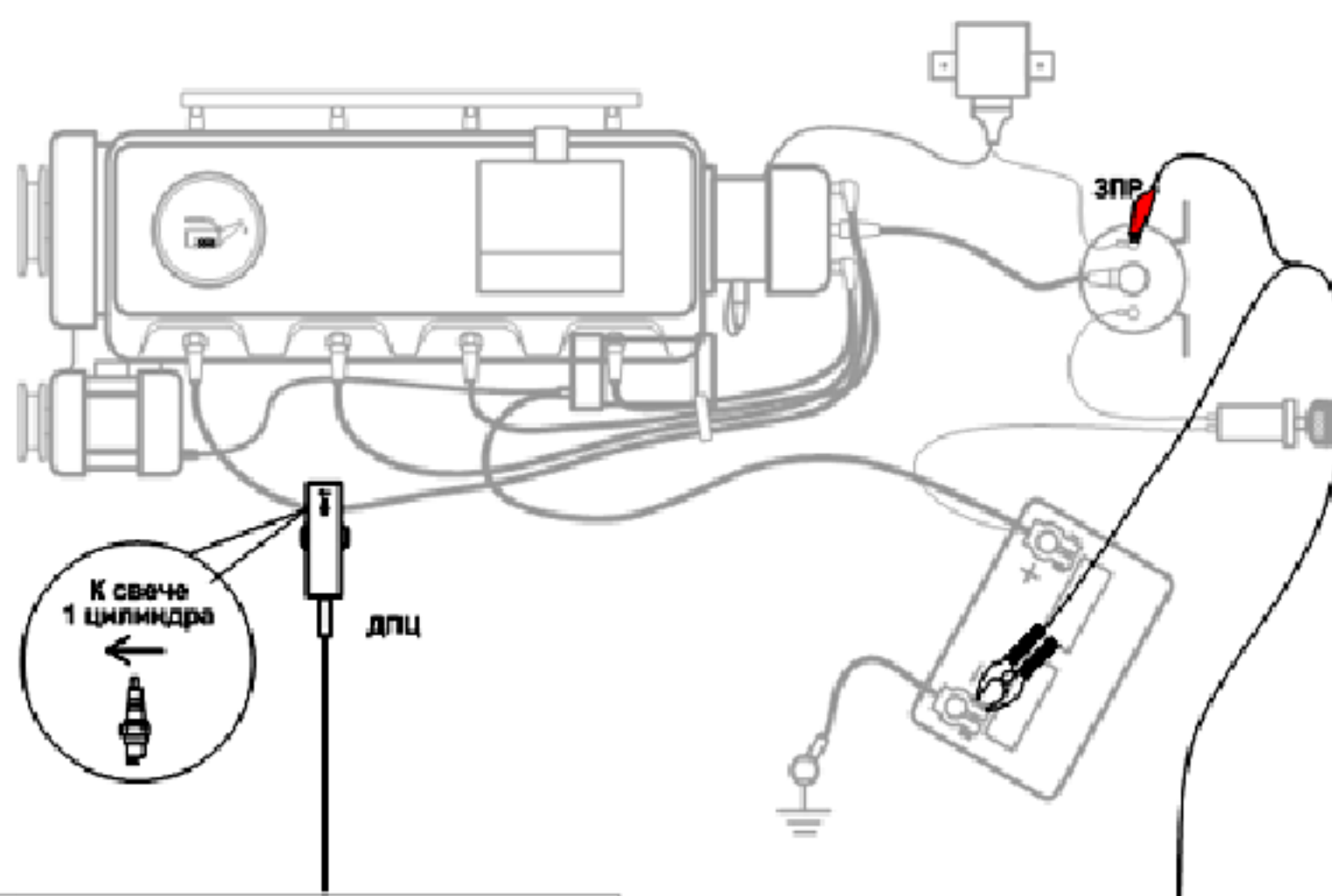
метку. Для этого выбрать режим перемещения меток А по вертикали (амплитуда) или t по горизонтали (время) и установить рукояткой 2 (рис.26) метку на необходимый участок осциллограммы. Например, для измерения времени горения искры, метку установить на линию пробивного напряжения, а дельта-метку на участок прекращения горения искры, при этом над рукояткой метка появится значение интервала времени от нулевой метки, а над рукояткой дельта-метки появится время между меткой и дельтой-меткой соответствующее времени горения искры.

2.8. Работа с осциллографом в режиме «Первичная цепь»

Диагностирование первичной цепи системы зажигания проводится по напряжению на клемме зажигания, подключенной к прерывателю первичного тока катушки зажигания.

Для работы осциллографа в режиме "Первичная цепь" необходимо присоединить модуль осциллографа к проверяемому автомобилю следующим образом:

- универсальный кабель осциллографа к каналу 3 (рис.33), и подключить зажим красного цвета к выводу катушки зажигания, соединенному с прерывателем (коммутатором), а зажим черного цвета - к массе двигателя. Входное напряжение канала 500В, тип входа - открытый.



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

Рис. 33. Подключение осциллографа в режиме «Первичная цепь»

- датчик первого цилиндра ДПЦ к каналу 1 (рис.33) и установить на провод свечи зажигания первого цилиндра таким образом, чтобы стрелка располагалась по направлению к свече и, по возможности, в месте, наиболее удаленном от высоковольтных проводов соседних цилиндров. Запустить двигатель. Напряжение на замкнутых контактах прерывателя для контактных систем зажигания не должно превышать 0.2 В, а для других систем зажигания - должно быть в пределах от 0.8 до 2.0 В.

Повышенное падение напряжения на замкнутых контактах прерывателя может быть следствием плохого состояния контактов прерывателя, ослаблением контактных соединений в прерывателе или плохого контакта между корпусом распределителя и “-” аккумуляторной батареи.

Осциллограммы первичной цепи системы зажигания для всех цилиндров в полноэкранном режиме, могут быть выведены на экран по нажатию клавиши F4.

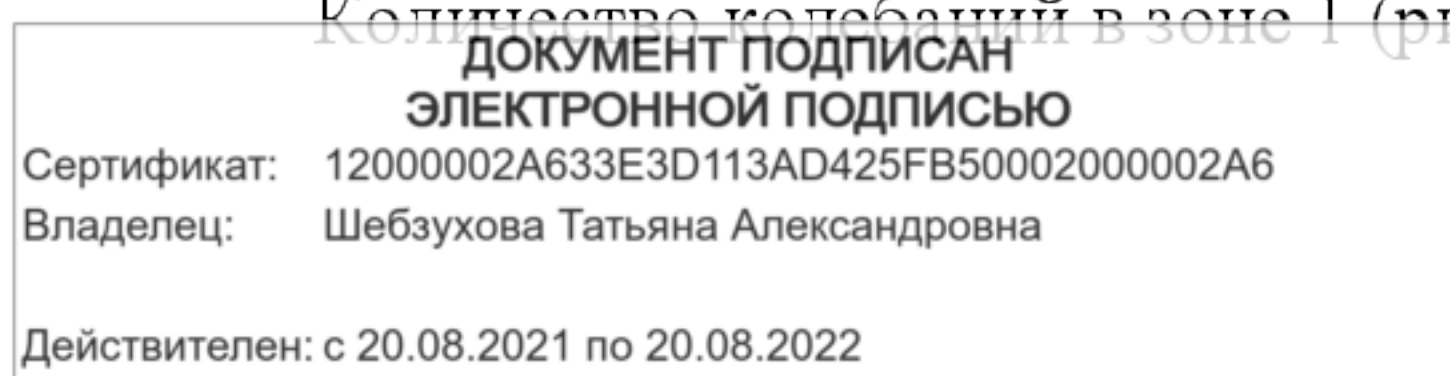
Техническое состояние первичной цепи системы зажигания оценивается по форме осциллограммы. Для более детального рассмотрения осциллограммы каждого цилиндра следует пользоваться кнопкой или клавишей F4 (команда ЛУПА).

Требуемый масштаб по вертикали можно выбрать кнопкой или клавишей F5. Кнопка или клавиша F7 служит для переключения развертки осциллограммы цилиндров парад - растр - наложение. Для подробного анализа можно приостановить вывод кнопкой или клавишей F8 (режим "стоп-кадр").

Повторное нажатие возобновляет вывод. Нажмите на кнопку или клавишу Esc приводит к возврату в режим "Первичная цепь".

На рис. 34 приведена нормальная осциллограмма первичной цепи контактной системы зажигания.

Количество колебаний в зоне 1 (рис. 34) должно быть не менее 4.



Осциллограммы транзисторной и микропроцессорных систем зажигания существенно отличаются от классической, однако, характер проявления неисправностей такой же.

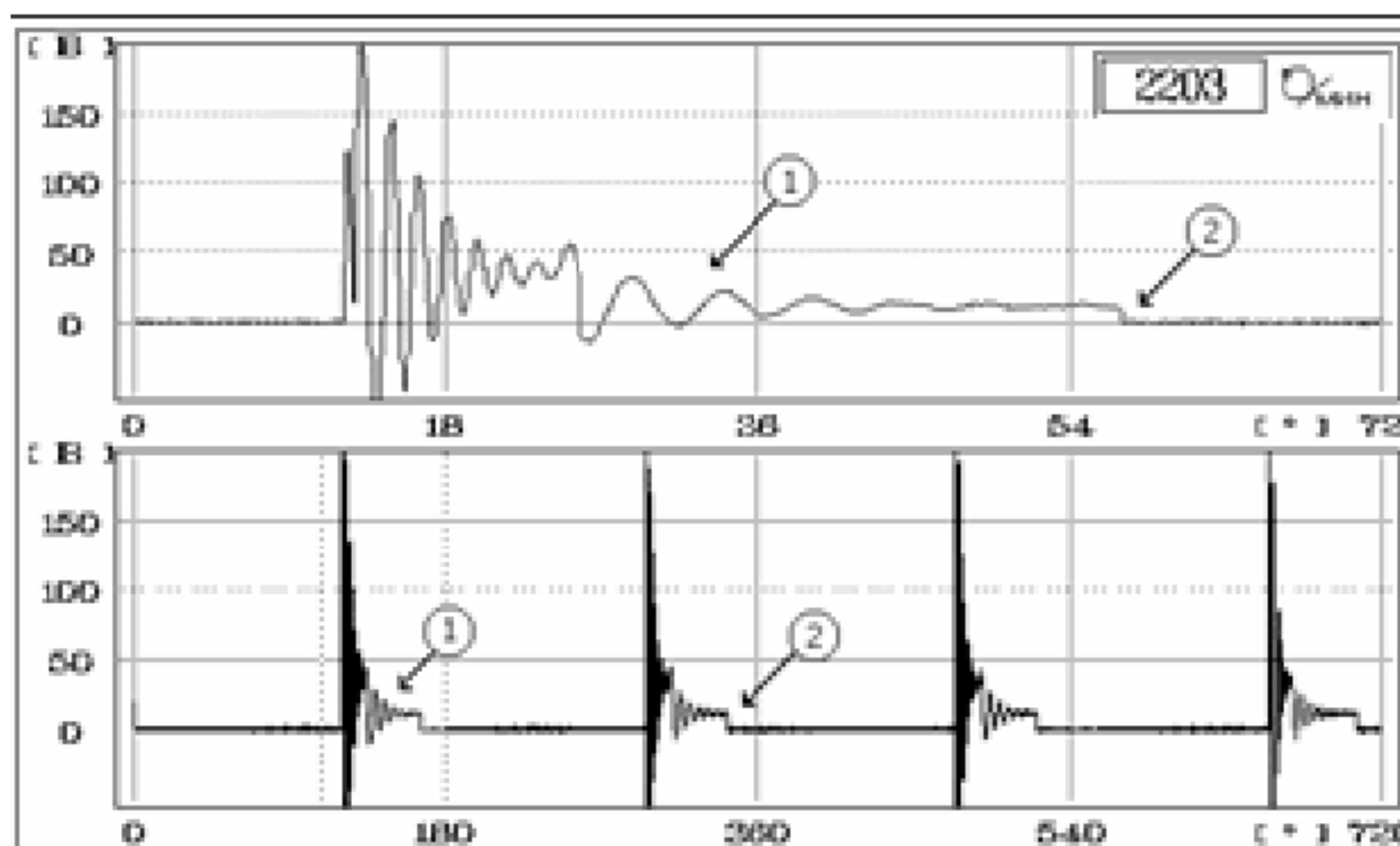


Рис. 34. Нормальная осциллограмма первичной цепи контактной системы зажигания.

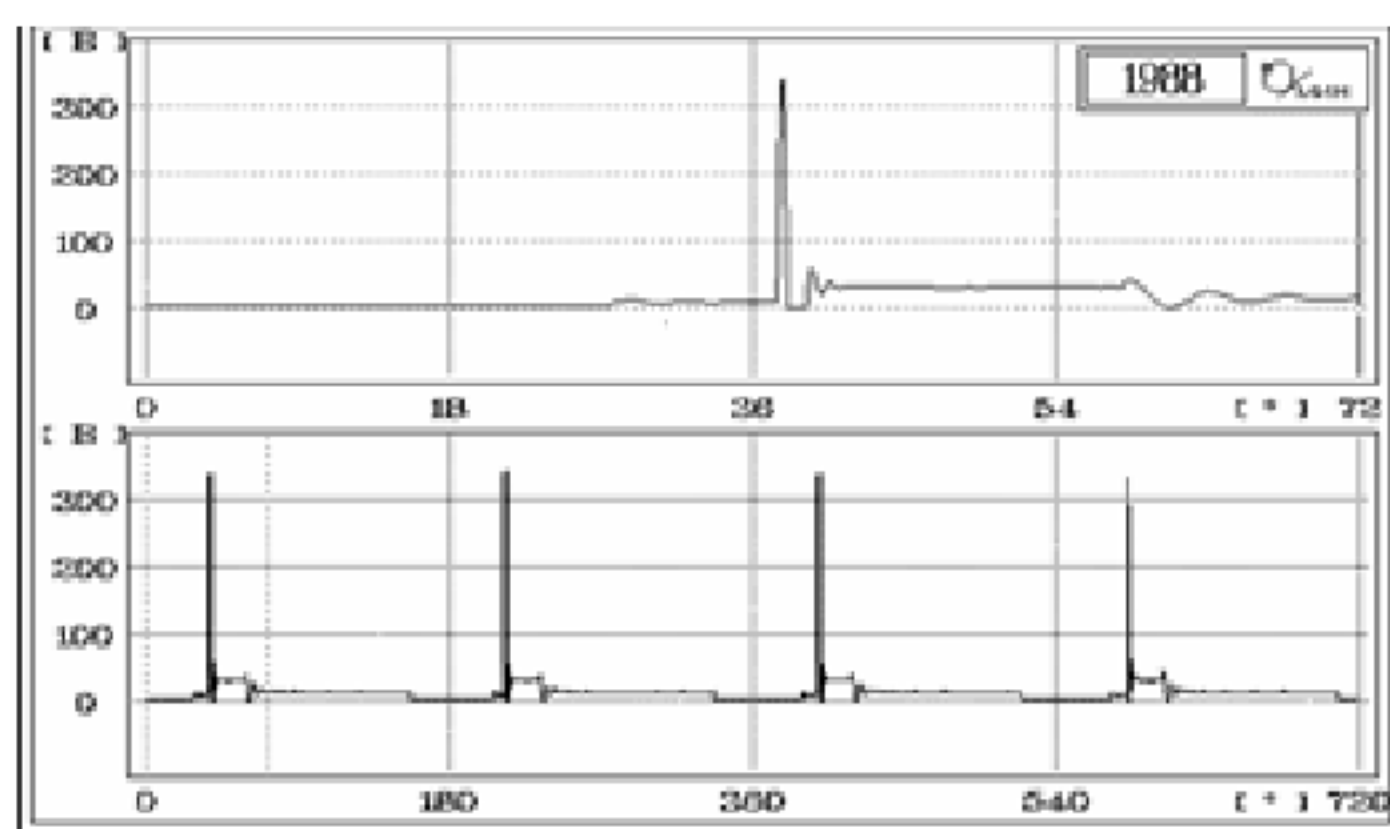


Рис. 35. Осциллограмма первичной цепи бесконтактной системы с датчиком Холла (ВАЗ-2108)

2.7. Работа осциллографа в режиме «Вторичная цепь»

Диагностирование вторичной цепи системы зажигания проводится по результатам измерения пробивного напряжения между электродами свечи зажигания, длительности и напряжения горения дуги.

Для работы осциллографа в режиме "Вторичная цепь" необходимо

присоединить модуль осциллографа к проверяемому автомобилю

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

- датчик первого цилиндра ДПЦ подсоединить к каналу 1 (рис.36) и установить на провод свечи зажигания первого цилиндра таким образом, чтобы стрелка располагалась по направлению к свече и, по возможности, в месте, наиболее удаленном от высоковольтных проводов соседних цилиндров.

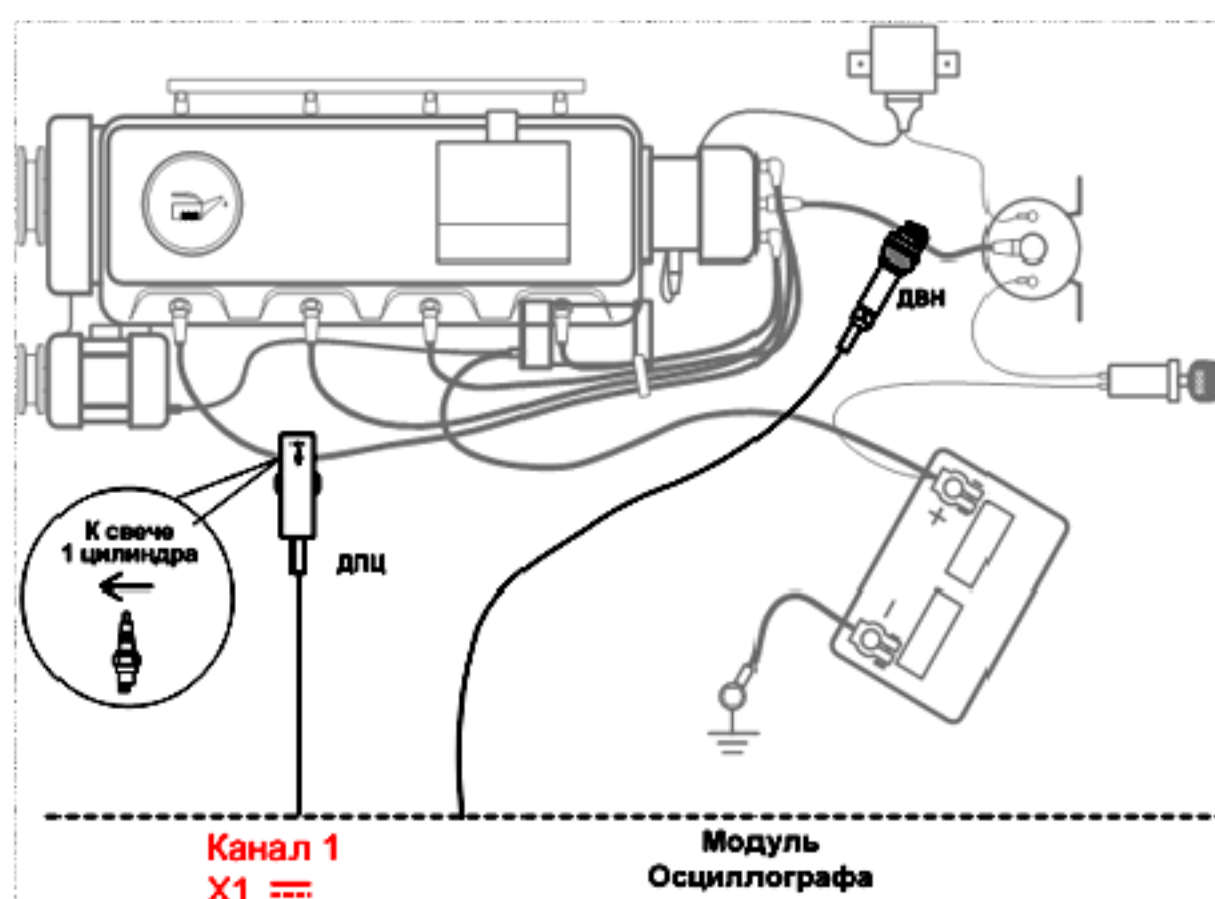


Рис. 34. Подключение осциллографа в режиме «Вторичная цепь»

- жгут датчиков высокого напряжения 1 (рис.36) к отрицательному входу канала "КВ" и установить один из датчиков на высоковольтный провод катушки зажигания. При диагностировании автомобилей оснащенных микропроцессорной системой зажигания «Холостая искра» следует использовать две пары датчиков и подключить их к обоим входам канала "КВ". При этом датчик первого цилиндра устанавливается так же, как и при диагностике обычной системы зажигания. Запустить двигатель. Произвольный датчик из положительной группы (с белой маркировкой) установить на ВВ провод первого цилиндра, если пик сигнала на осциллограмме направлен вверх - датчик установлен правильно. Датчик из отрицательной группы (с черной маркировкой) установить на ВВ провод противоположного вывода той же катушки (четвертого цилиндра в случае 4-х цилиндрового двигателя). Если пик сигнала на осциллограмме направлен вниз - датчики поменять местами. Аналогично подключить остальные

Среднее значение пробивного напряжения по цилиндрам в режиме холостого хода должно быть в пределах 6-16 кВ в зависимости от марки диагностируемого автомобиля.

Установить частоту вращения коленчатого вала двигателя равной 3000 об/мин.

Для всех двигателей среднее значение пробивного напряжения свечей зажигания должно быть в пределах 4-9 кВ.

Пробивные напряжения в отдельных цилиндрах не должны отличаться друг от друга более чем на 3-4 кВ.

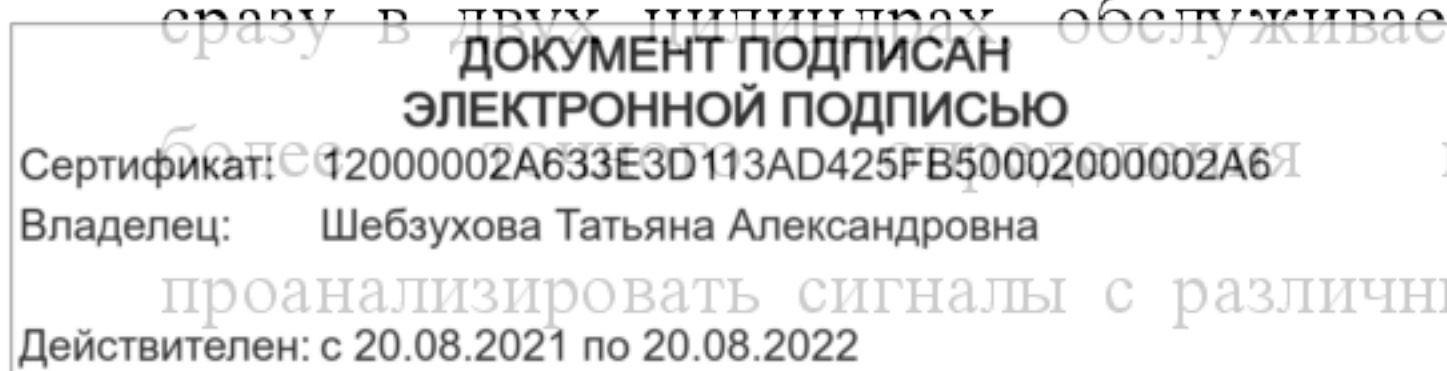
Для проверки максимальной энергии катушки зажигания необходимо нажать кнопку или клавишу F7 для включения режима измерения максимальных и минимальных значений напряжения пробоя. Резко увеличьте частоту вращения двигателя. Комплекс измерит максимальные значения напряжения пробоя по каждому цилиндру, на гистограммах эти величины отображаются линиями красного цвета. Синим цветом для сравнения отображаются средние значения напряжений пробоя.

Для проверки падения высокого напряжения на роторе распределителя необходимо плавно увеличить частоту вращения двигателя, затем резко отпустить педаль акселератора. Комплекс измерит минимальные значения напряжения пробоя по каждому цилиндру, на гистограммах эти величины отображаются линиями зеленого цвета. Синим цветом, для сравнения, отображаются средние значения напряжений пробоя. Падение напряжения на роторе по каждому цилиндру должно быть не более 3-5 кВ. В противном случае возможны следующие неисправности:

Для наблюдения осциллограмм вторичной цепи на системах зажигания «Холостая искра» используется адаптер вторичной цепи МПС3/DIS. При этом следует учитывать, что неисправности вторичной цепи проявляются сразу в двух цилиндрах обслуживаемых одной катушкой зажигания. Для

причины неисправности следует

проанализировать сигналы с различных каналов (групп датчиков) системы



«Холостая искра», выбирая их из меню, вызываемого кнопкой F7 или клавишей F5.

На рисунках ниже приведены осциллограммы напряжения вторичной цепи системы «Холостая искра» ВАЗ 2110.

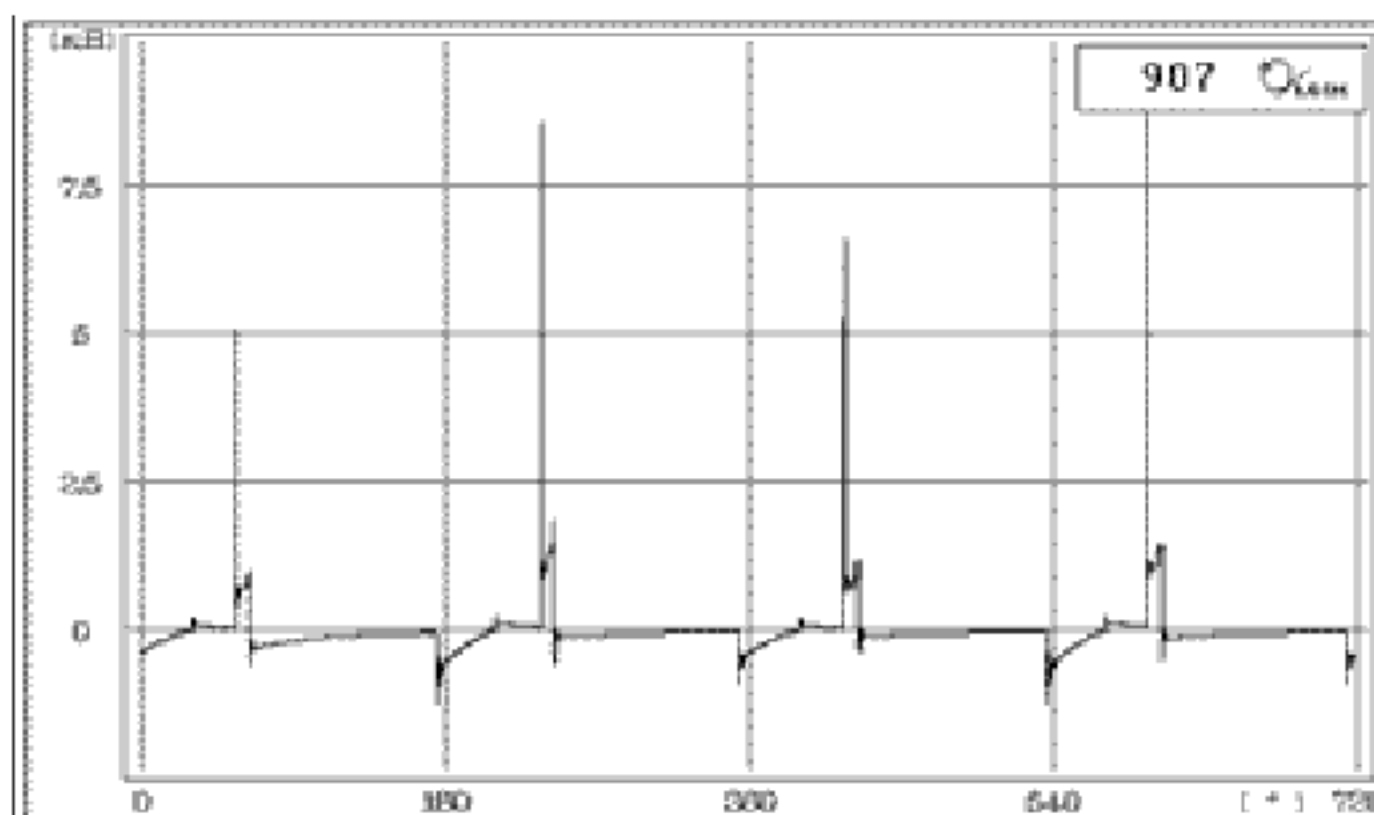


Рис. 35. Форма суммарного сигнала с двух групп датчиков.

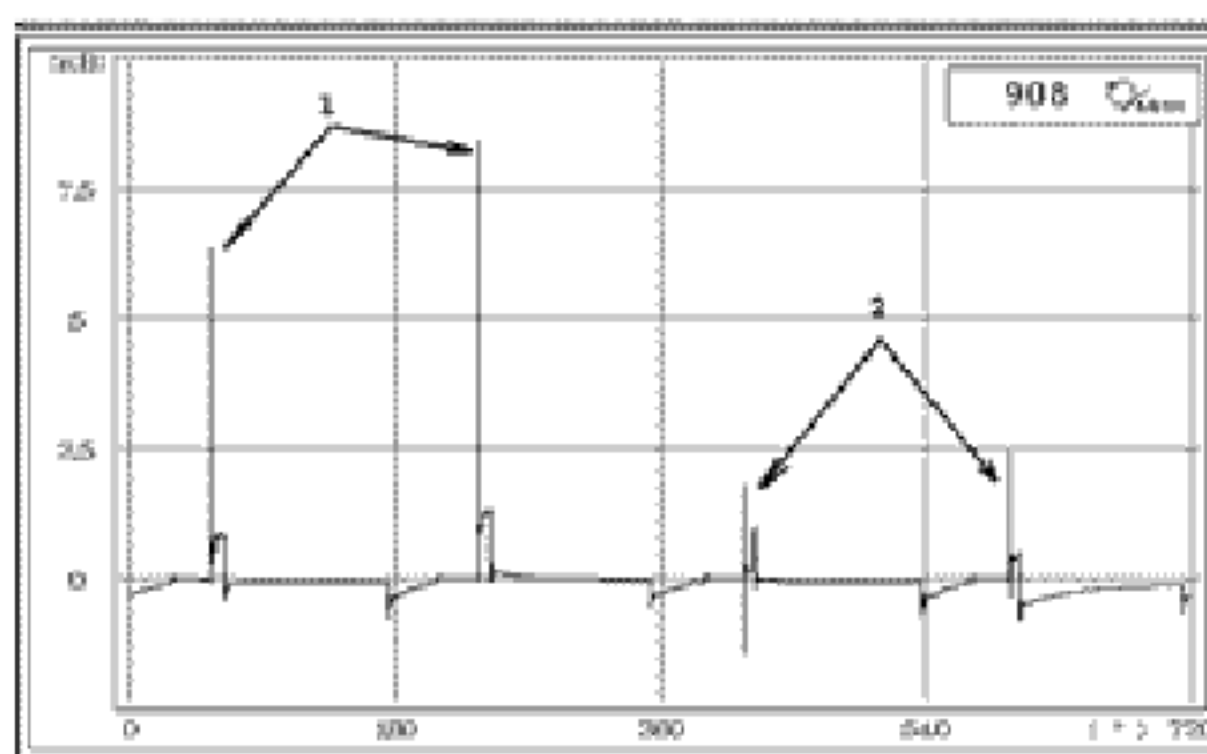


Рис. 36. Форма сигнала с отрицательной группы датчиков.

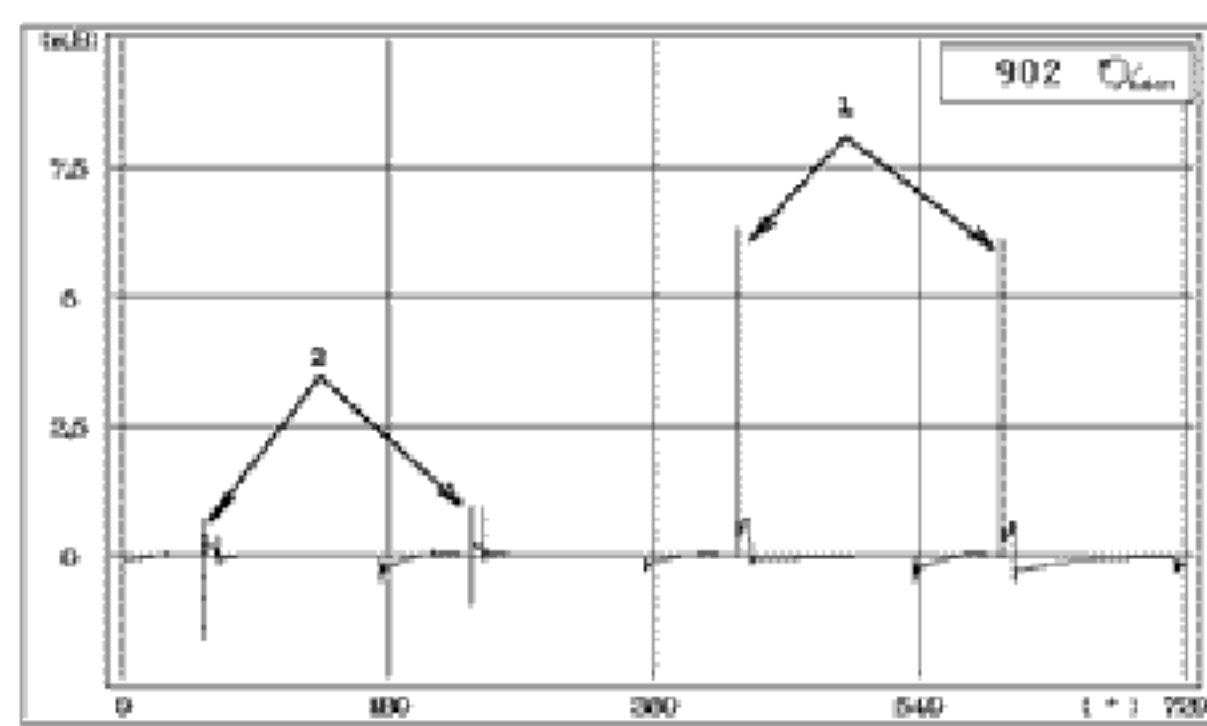


Рис. 37. Форма сигнала с положительной группы датчиков.

Следует отметить, что напряжение пробоя для систем «Холостая искра» ниже, чем в системах с высоковольтным распределителем. Нормальным считается напряжение 5-8 кВ.

2.8. Работа осциллографа в режиме «Вторичная цепь-дуга»

Диагностирование вторичной цепи системы зажигания проводится по результатам измерения пробивного напряжения между электродами свечи зажигания, длительности и напряжения горения дуги.

Подключение к автомобилю производится аналогично измерительному режиму "Вторичная цепь".

Запустить двигатель.

Среднее значение длительности горения дуги должно находиться в пределах:

- в режиме холостого хода 1.0-2.4 мс;
- при частоте вращения коленчатого вала 2000-3000 об/мин 1.0-2.0 мс.

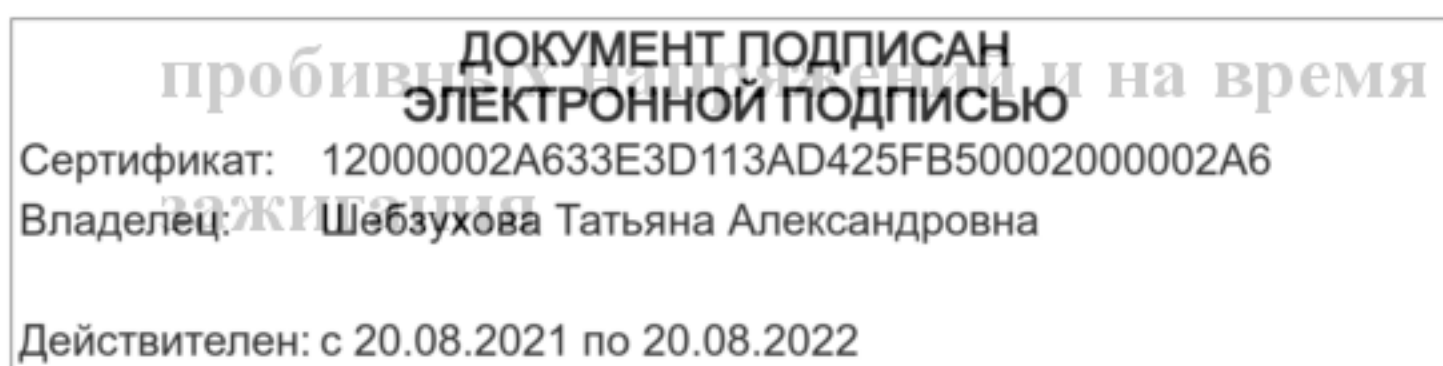
Среднее значение напряжения горения дуги по всем цилиндрам в диапазоне частот вращения коленчатого вала двигателя от холостого хода до 2000-3000 об/мин должно находиться в пределах 1.0-2.5 кВ.

Осциллограммы горения дуги для всех цилиндров в полноэкранном режиме, могут быть выведены на экран по нажатию клавиши F4

Для подробного анализа можно приостановить вывод кнопкой или клавишей F8 (режим "стоп-кадр"). Повторное нажатие возобновляет вывод. Нажатие на кнопку или клавишу Esc приводит к возврату в режим Вторичная цепь дуга.

3. Исследование влияния дефектов двигателя на величину

пробивного напряжения и на время горения искры на электродах свечей



Любые неисправности в системах двигателя приводят к изменению основных диагностических параметров на осциллограммах высоковольтных напряжений (пробивное напряжение, время и напряжение горения искры).

Искусственным путём в двигателе и системы его управления последовательно моделировали наиболее характерные и часто встречающиеся дефекты и неисправности. После этого двигатель запускался и на холостом ходу производилась запись осциллограмм вторичных напряжений, которые за тем сравнивались с осциллограммами, соответствующие нормальной работе двигателя. Были выбраны следующие возможные ситуации: зазор на электродах свечи выше нормы; зазор на электродах свечи ниже нормы; трещина в изоляторе свечи зажигания; загрязнённые электроды свечи зажигания; обрыв высоковольтного провода; пробой наконечника свечи зажигания; богатая топливная смесь; бедная топливная смесь; низкая компрессия в цилиндре двигателя.

После анализов результатов измерения пробивных напряжений и времени горения искры автомобиля были сделаны следующие выводы:

Осциллограммы первичного и вторичного напряжения для контактных и транзисторных систем зажигания отличаются от осциллограмм микропроцессорных систем зажигания, главным образом, наличием более повышенной амплитуды колебаний вначале участка линии горения искры (участок 1) и более продолжительный период затухающих колебаний (участок 2) (рис.38 и рис. 39). Это происходит, потому что контактные и транзисторные системы имеют катушки, у которых первичная обмотка непосредственно связана со вторичной обмоткой.

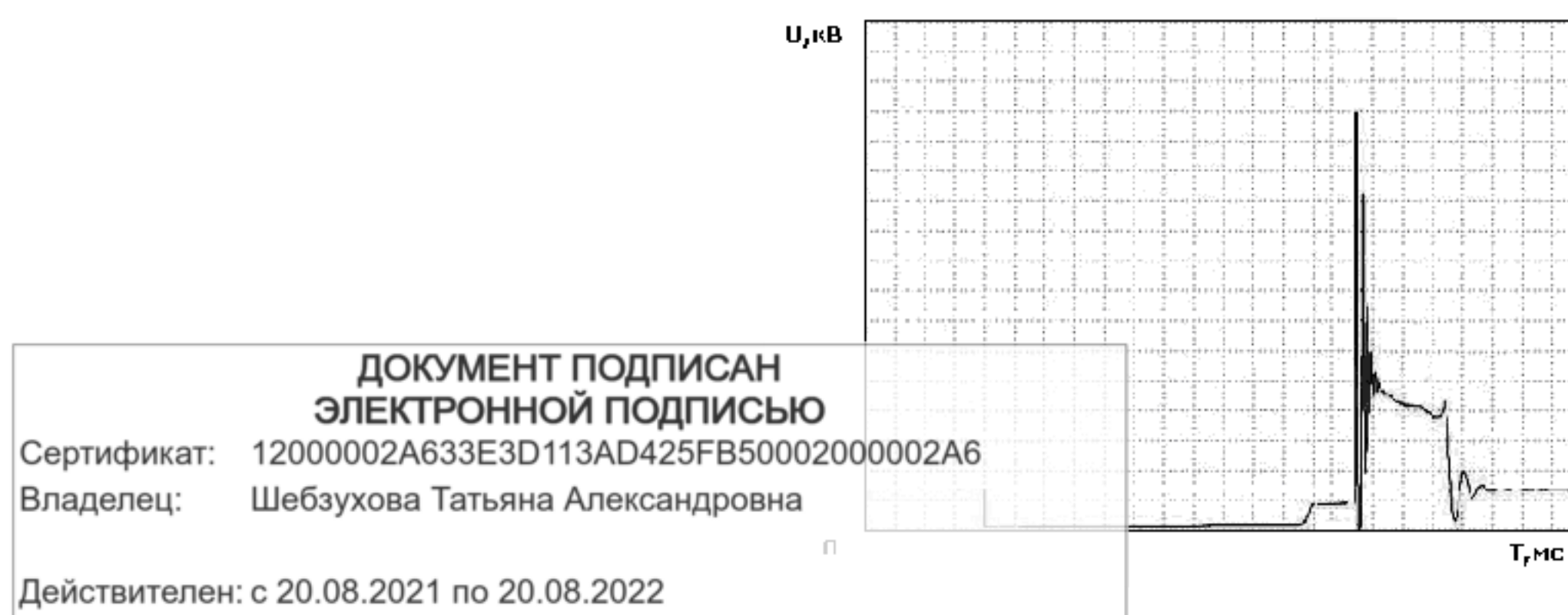


Рис. 38. Осциллограмма импульса высокого напряжения транзисторной системы зажигания.

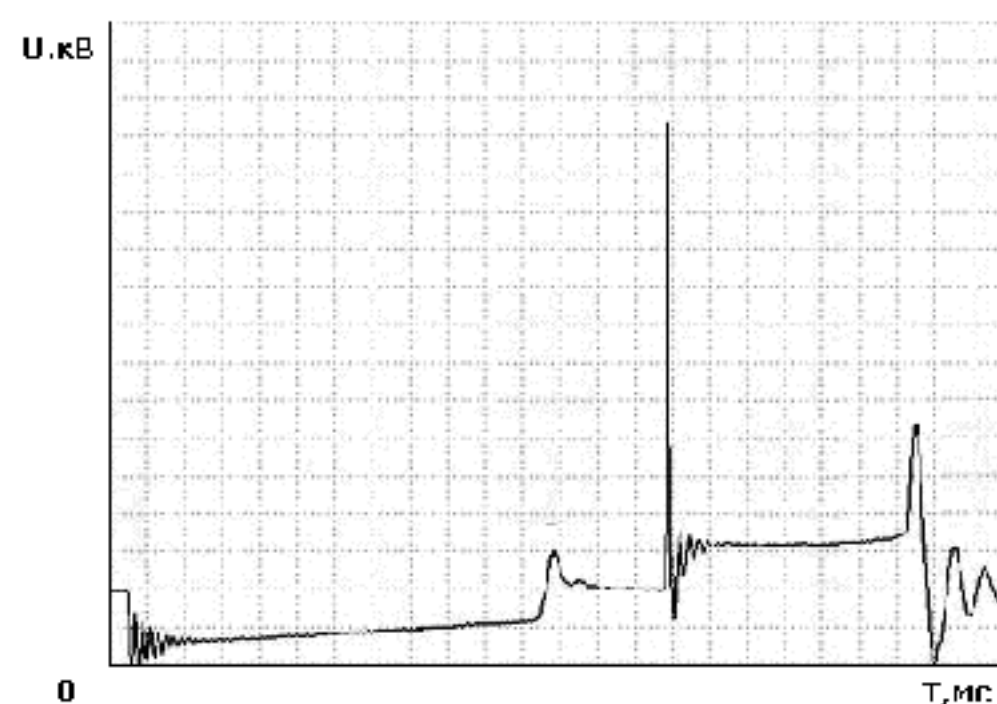


Рис. 39. Осциллограмма импульса высокого напряжения системы зажигания «холостая» искра.

В контактной системе зажигания длина периода накопления энергии (УЗСК), должна быть для каждого цилиндра постоянной и различая не должны превышать 3^0 . В случае превышения значения УЗСК вероятными причинами могут быть износ кулачков или биение вала распределителя зажигания, а также потеря жёсткости прижимной пластинчатой пружины контакта и износ контактов прерывателя.

При диагностике транзисторных системах зажигания необходимо обращать внимание на увеличение значения УЗСК при повышении частоты вращения коленчатого вала, если УЗСК не изменяется в большую сторону, то не исправен коммутатор системы зажигания.

Смещение участка накопления энергии в сторону уменьшения для системы зажигания «холостая» искра и систем зажигания с индивидуальными катушками происходит из-за использования «сухих» катушек зажигания с низким сопротивлением первичной катушки зажигания, что приводит к резкому увеличению тока и скорости его нарастания в первичной обмотке.

Влияние зазора на свечах зажигания. Рекомендуемый зазор на свечах зажигания для транзисторных систем зажигания составляет 0,7-0,8 мм.

Увеличение зазора на свечах зажигания приводит к резкому увеличению значений пробивных напряжений на всех режимах (рис. 40.). Так, при зазоре 1,0 мм максимальные пробивные

напряжения на оборотах без нагрузки возросли с 15 кВ до 26 кВ, а так же при работе на бедной смеси наблюдается наклон линии горения искры вверх. Повышенные значения пробивных напряжений могут привести к пробое изоляции в элементах высоковольтной цепи (высоковольтные провода, свечи, катушка зажигания и т.д.) и следовательно к пропускам искрообразования в одном или нескольких цилиндрах двигателя.

Если зазор на свече зажигания установлен ниже нормы, то это приводит к резкому уменьшению минимального и максимального значений пробивных напряжений. Так, при зазоре 0,4 мм максимальные пробивные напряжения снизились с 15 кВ до 7 кВ. Пониженные значения пробивных напряжений повышают число циклов с «вялым» начальным периодом сгорания, вследствие меньшего объема горючей между электродами свечи зажигания и следовательно приводят к неполному сгоранию топлива.

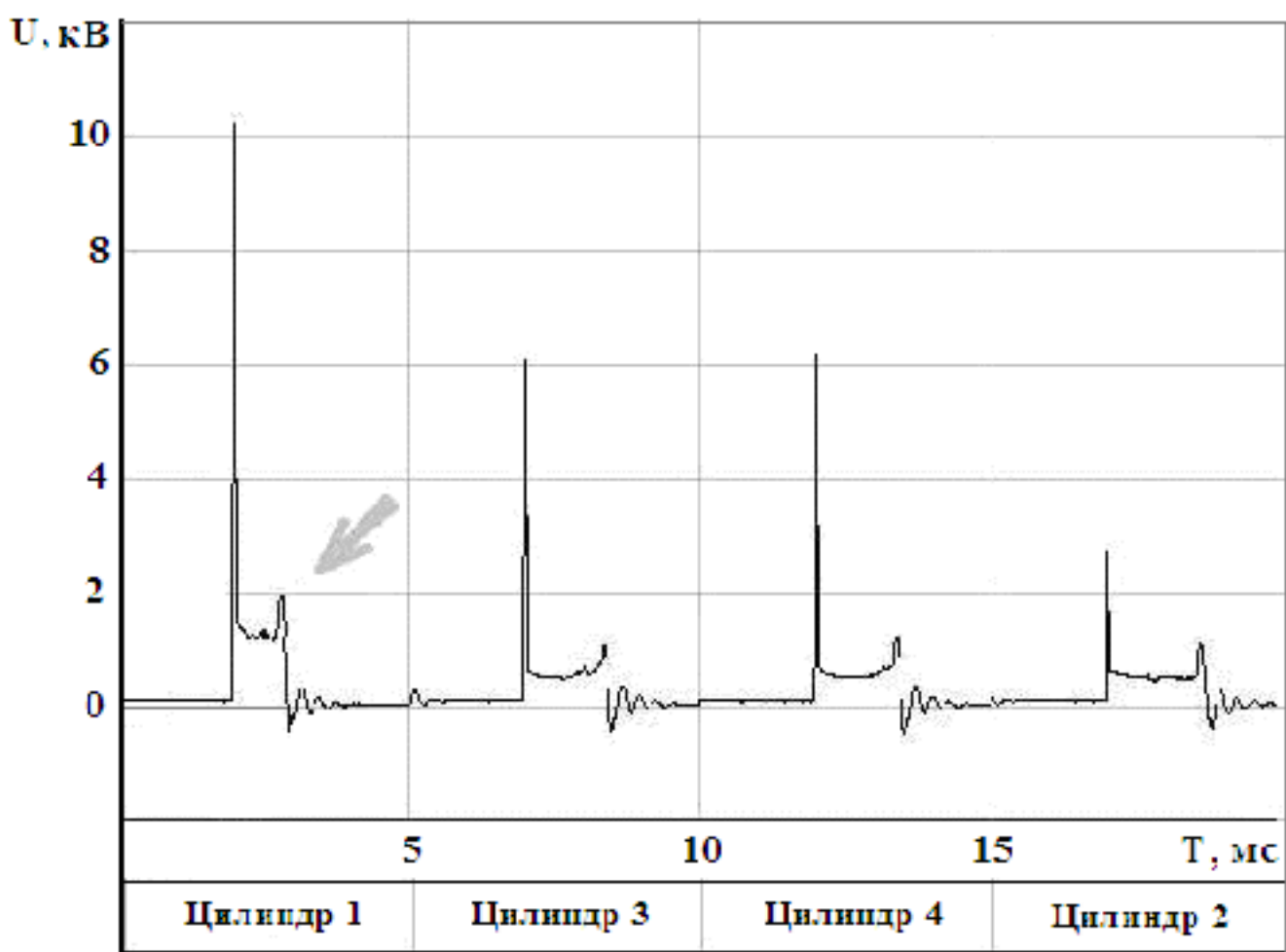


Рис. 40. Свеча на первом цилиндре с зазором 1мм на втором цилиндре 0,4мм, на третьем и четвёртом цилиндрах 0,75мм.

Влияние топливной смеси. В богатой воздушно-топливной смеси, есть большее количество газовых молекул в камере сгорания, которые очень плотно упакованы. Так, когда искра зажигает некоторые молекулы, они в свою очередь зажигают другие, и это продолжается, пока сгорание не закончено. Поэтому пробивное напряжение несколько ниже уменьшается, а время горения искры увеличивается, по сравнению с аналогичными параметрами представленными на диаграммах для цилиндров 3 и 2 (рис.41).

При этом время горения искры меньше по сравнению с нормальным

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

При более бедной воздушно-топливной смеси плотность газовых молекул более редка, и это более трудно для молекул, чтобы зажечь друг друга. Искра между электродами должна быть поддержана для полного сгорания. Поэтому напряжение пробоя увеличивается, время горения искра уменьшается, что отражено для 4 цилиндра (рис.41). При этом напряжение горения искры больше по сравнению с нормальным процессом, а так же при работе на бедной смеси наблюдается наклон линии горения искры вверх.

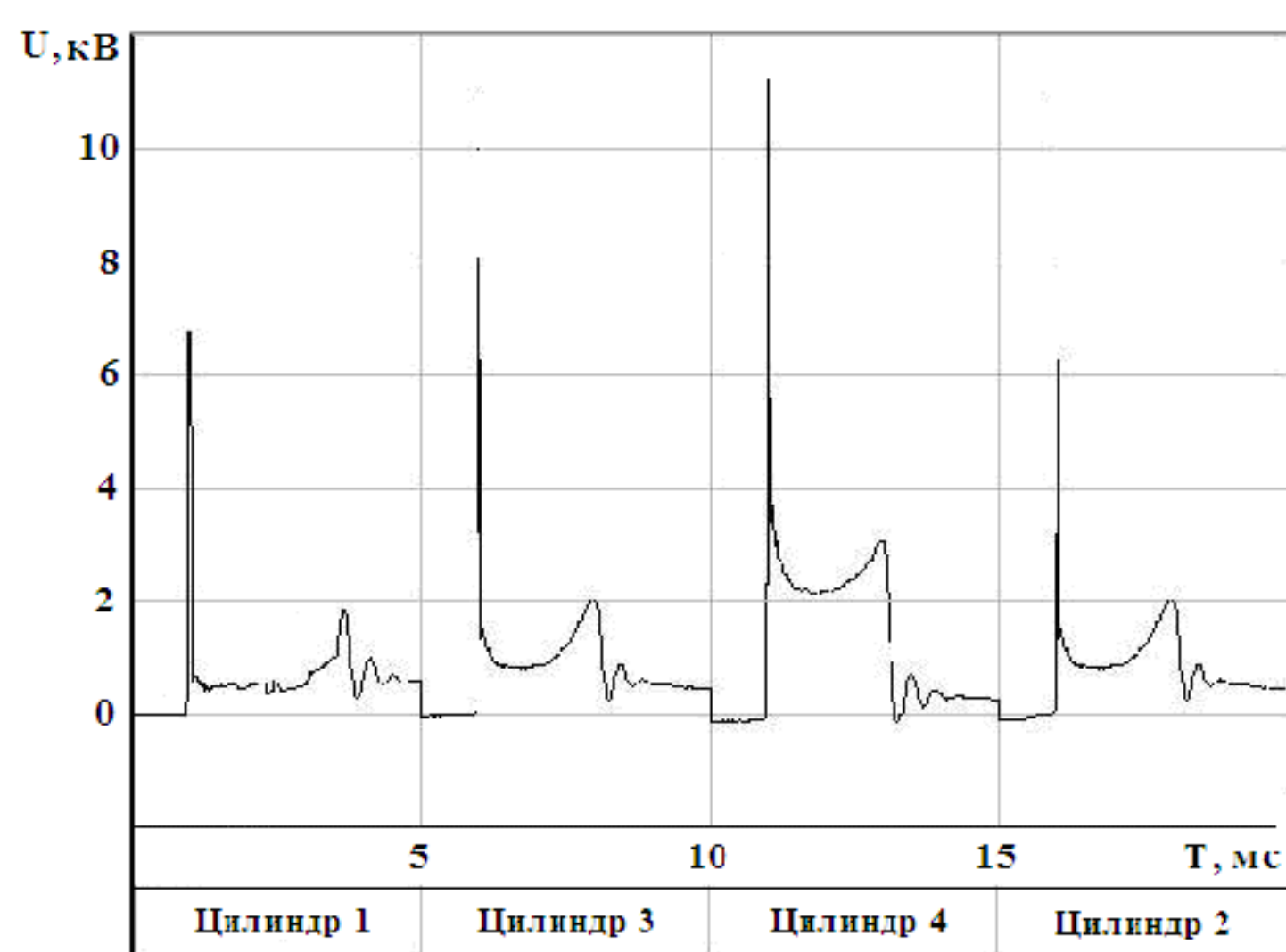


Рис. 41. Топливная смесь отличается от нормы, в цилиндре №1 - обогащённая смесь, а в цилиндре №4 - обеднённая смесь.

Низкая компрессия. Если компрессия ниже нормы, то это приводит к резкому уменьшению значений пробивного напряжения в 3-цилиндре (рис.42). Так, при компрессии в цилиндрах 0,7-0,9 МПа напряжения пробоя снижаются с 15 кВ примерно до 6 кВ.

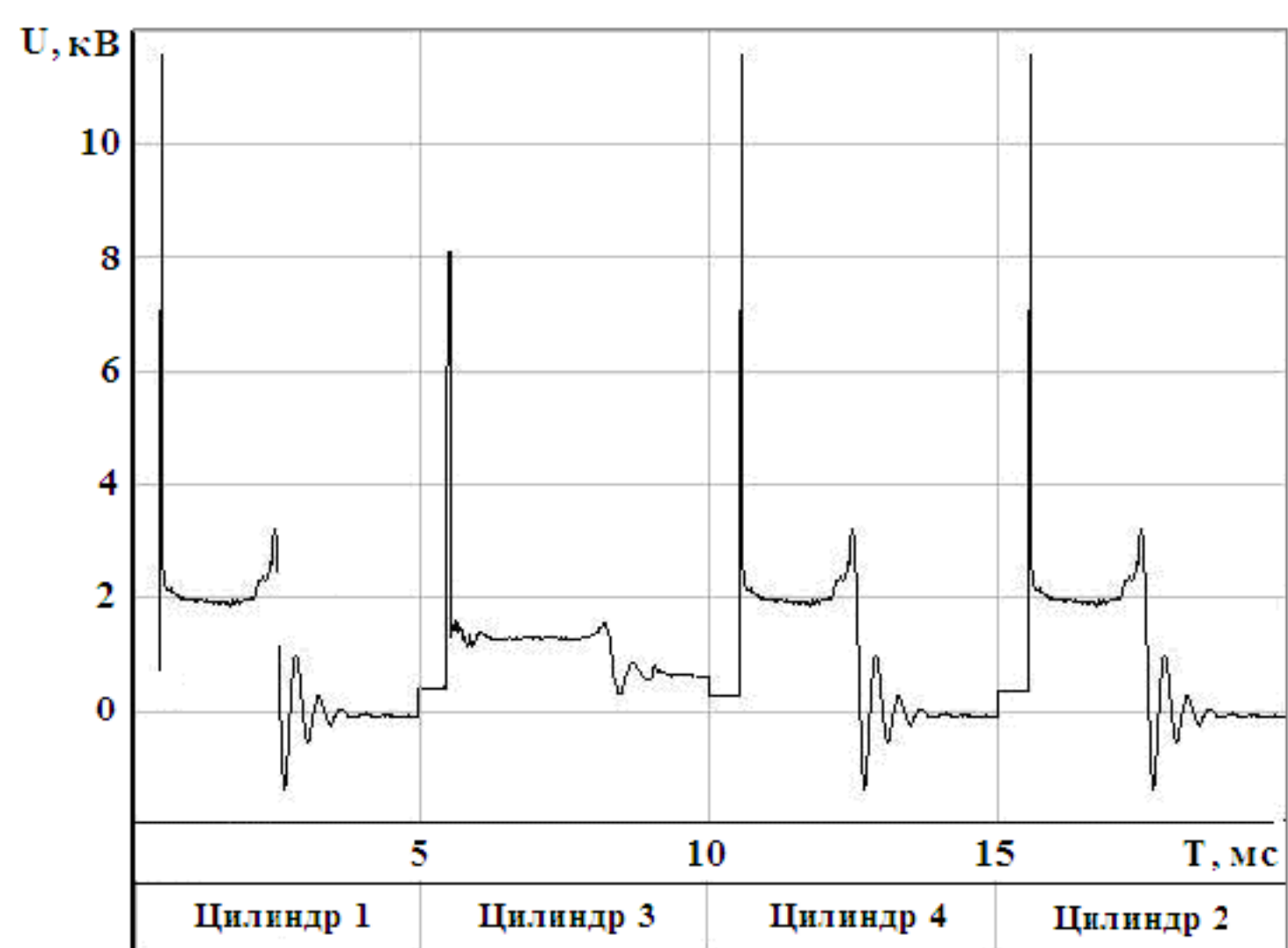


Рис. 42. Низкая компрессия в цилиндре №3.

Пониженные значения пробивных напряжений повышают число циклов с «вялым» начальным периодом сгорания, вследствие меньшего объема горючей между электродами свечи зажигания и следовательно приводят к неполному сгоранию топлива.

Пологая форма линии горения искры и более высокое напряжение горения искры указывает на загрязнение свечи (цилиндр №1) и на высокое сопротивление наконечника свечи зажигания (цилиндр №2), рис.43.

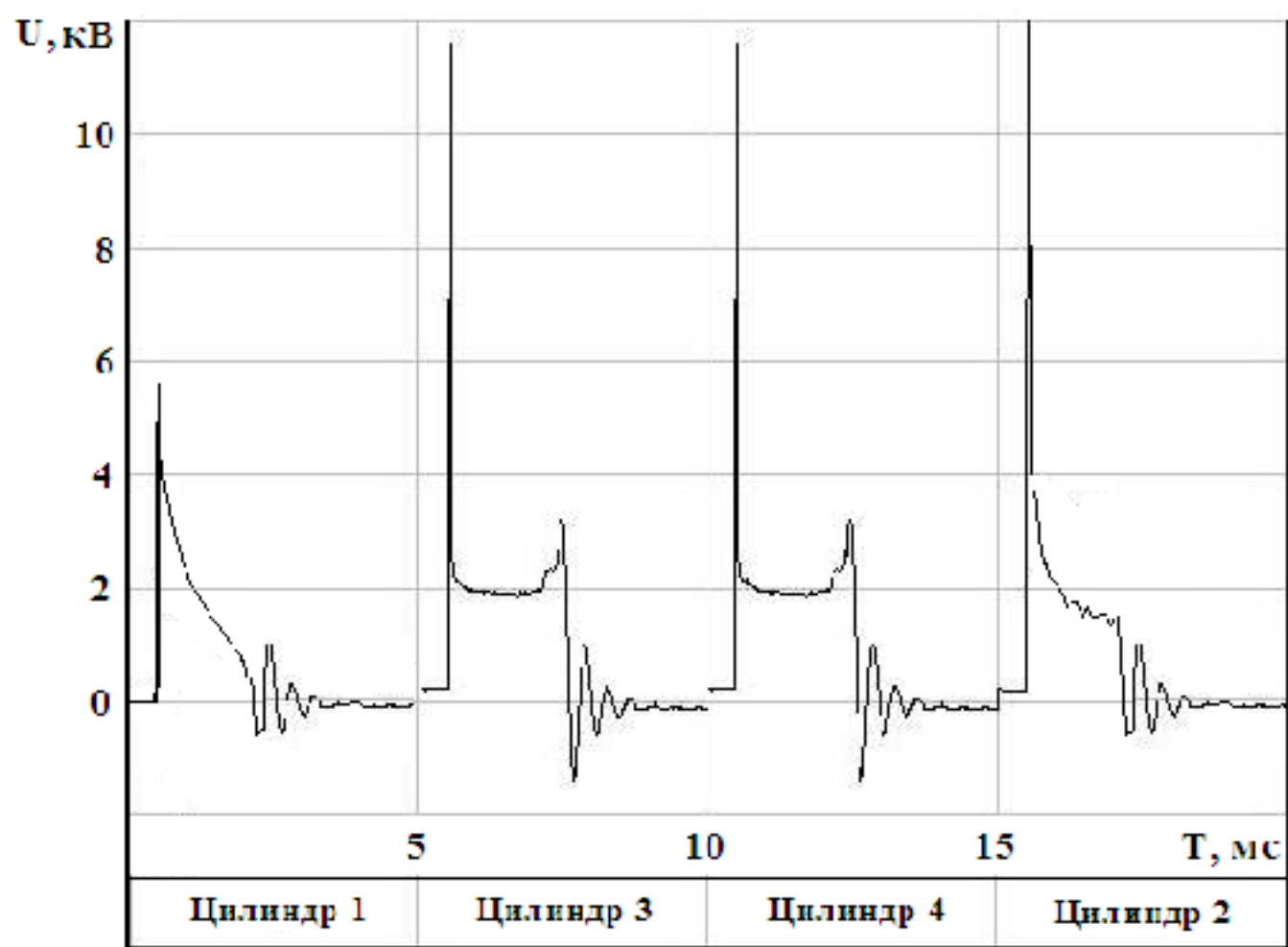


Рис. 43. Пологая форма линии горения искры: загрязнение свечи (цилиндр №1), высокое сопротивление наконечника свечи зажигания (цилиндр №2)

Любые неисправности в системах двигателя приводят к изменению основных диагностических параметров на осциллограммах высоковольтных

напряжений (напряжение, время и напряжение горения искры).

В отдельных случаях при проведении эксперимента наблюдалось искажение форм осциллограмм вторичных напряжений (рис.44).

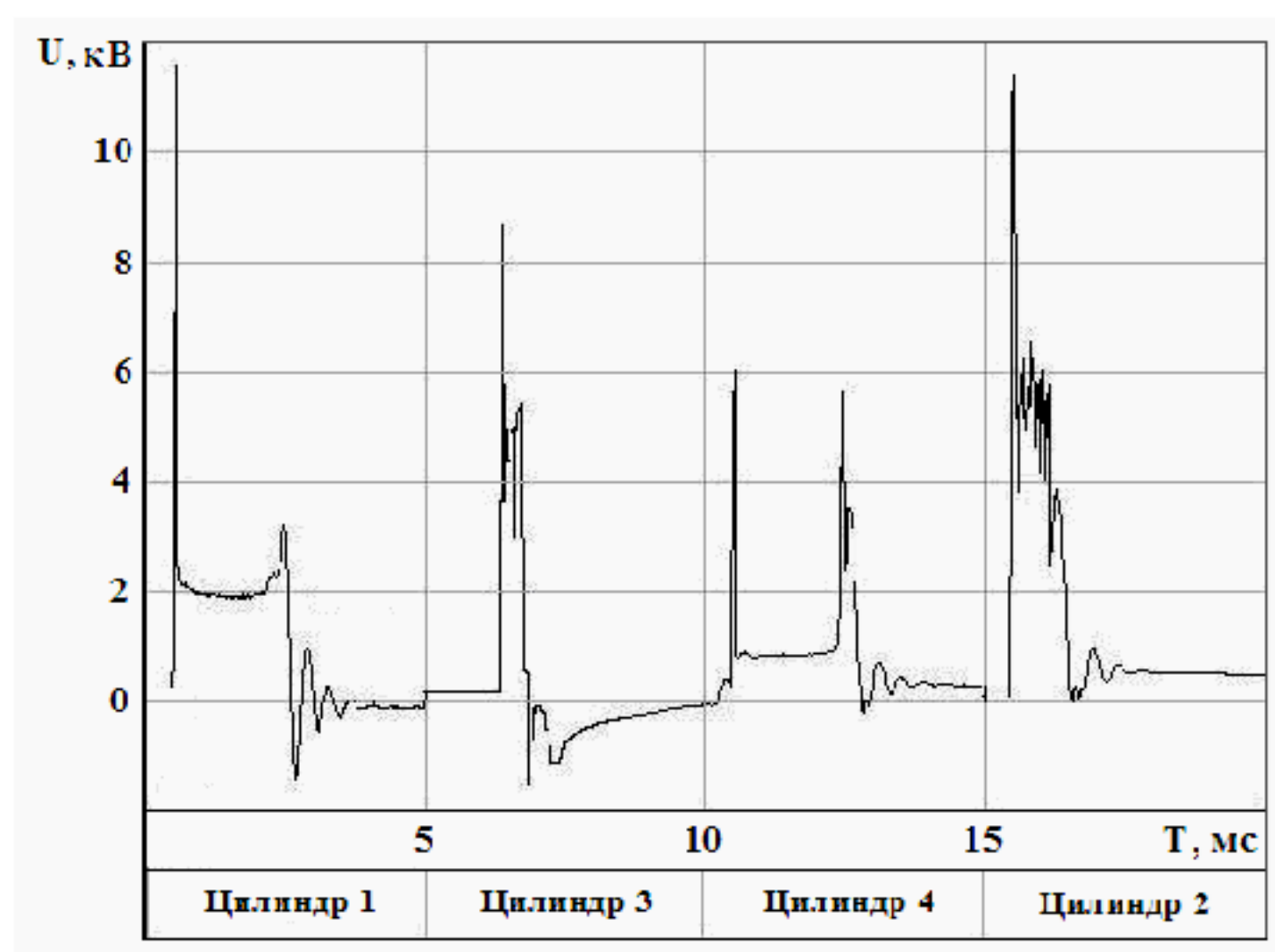


Рис. 44. Искажение форм осциллограмм вторичного напряжения: цилиндр №3 – коронный разряд, цилиндр №4 – трещина изолятора, цилиндр №2 - пробой наконечника свечи зажигания.

Например, в случаях наличия коронного разряда (цилиндр №3), наличия трещины изолятора свечи зажигания (цилиндр №4) или пробой наконечника свечи зажигания (цилиндр №2).

Напряжение горения должно быть в пределах от 1 до 4 кВ и равным для всех цилиндров.

Линии продолжительности горения искры должны быть равными по длине во всех цилиндрах. Время горения искры должно находиться в пределах от 1,0-2,0мс. Между напряжением горения и временем горения искры имеется следующая взаимосвязь. Если фактор имеет тенденцию увеличивать напряжение горения, это уменьшит продолжительность горения искры и наоборот, если фактор имеет тенденцию уменьшать напряжение горения, это будет увеличивать продолжительность горения искры.

Время горения искры зависит от величины достигнутого напряжения во вторичной цепи катушки зажигания, которое затрачивается на преодоление сопротивления вторичной цепи и создания искры, а оставшая часть на

искры оказывают влияние следующие факторы: повышенный зазор на электродах свечи зажигания (рис.40, цилиндр

№1); сопротивление первичной обмотки катушки зажигания; сопротивление во вторичной цепи зажигания; качество рабочей смеси (рис.41, цилиндр №4), (состав, турбулентность), и все возможные дефекты, влияющие на величину пробивных напряжений.

Максимальное значение пробивное напряжение достигает при пуске и разгоне двигателя, минимального – при работе на установившемся режиме и при работе двигателя на максимальной мощности. Это происходит из-за ухудшения наполнения цилиндров свежим зарядом топливной смеси и возрастания температуры центрального электрода цепи.

Таким образом на величину пробивного напряжения влияют много факторов. Общие руководящие принципы для оценки влияния различных факторов на значения пробивных напряжений представлены в таблице 1.

Таблица 1.

ФАКТОРЫ	Напряжение пробоя	
	Выше	Ниже
Свечи зажигания: 1. Зазор на электродах выше нормы. 2. Зазор на электродах ниже нормы.	X	X
Полярность центрального электрода свечи: 1. Отрицательная. 2. Положительная.	X	X
Высокое сопротивление вторичной цепи катушки зажигания.	X	
Низкое сопротивление вторичной цепи катушки зажигания.		X
Замыкание на корпус вторичной цепи катушки зажигания.		X
Разрыв вторичной цепи катушки зажигания.	X	
Оператор: ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	X	X

Топливная смесь: 1. Бедная. 2. Богатая.	X	X
Компрессия в цилиндрах двигателя: 1. Высокая. 2. Низкая.	X	X

Контрольные вопросы

1. Назначение цифровых осциллографов. Скважность сигнала.
2. Устройство и работа контактной системы зажигания.
3. Устройство и работа транзисторной системы зажигания с индукционным датчиком.
4. Как выглядит осциллограмма индукционного датчика?
5. Как влияет УЗСК на энергию искрового разряда?
6. Почему ток в первичной обмотке увеличивается не мгновенно?
7. Какие функции, выполняет коммутатор в системе зажигания с индукционным датчиком?
8. Объяснить значение основных участков диаграммы напряжений вторичной обмотки катушки зажигания?
9. Устройство и работа транзисторной системы зажигания с датчиком Холла.
10. Как выглядит осциллограмма датчика Холла?
11. Устройство и работа микропроцессорной системы зажигания (Холостая искра).
12. Какие датчики используются для работы микропроцессорной системы зажигания?
13. Как вычисляется угол опережения зажигания?
14. Устройство и работа микропроцессорной системы зажигания с индивидуальными катушками зажигания.

15. Причины установки подавительного диода в цепь вторичной обмотки катушки микропроцессорной системы зажигания с индивидуальными катушками.
16. Как работать с осциллографом в режиме «Первичная цепь».
17. Как работать с осциллографом в режиме «Вторичная цепь - дуга».
18. Как работать с осциллографом в режиме «Вторичная цепь».
19. Влияние топливной смеси на величину пробивных напряжений.
20. Влияние давления в цилиндрах двигателя на величину пробивных напряжений.
21. Влияние зазора между электродами свечи зажигания на величину пробивных напряжений.
22. Факторы влияющие на время горения искры.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Тема № 5 Диагностика топливной системы бензинового двигателя

1. Общие сведения о устройстве топливной системы и мойки форсунок

1.1. Устройство топливной системы инжекторного двигателя

Топливная система предназначена для подачи топлива из бензобака к форсункам. Форсунки устанавливаются на каждый цилиндр перед впускным клапаном (рис. 1). При открытии всасывающего клапана распыленное топливо втягивается вместе с воздухом в цилиндр двигателя, где и образуется рабочая смесь.

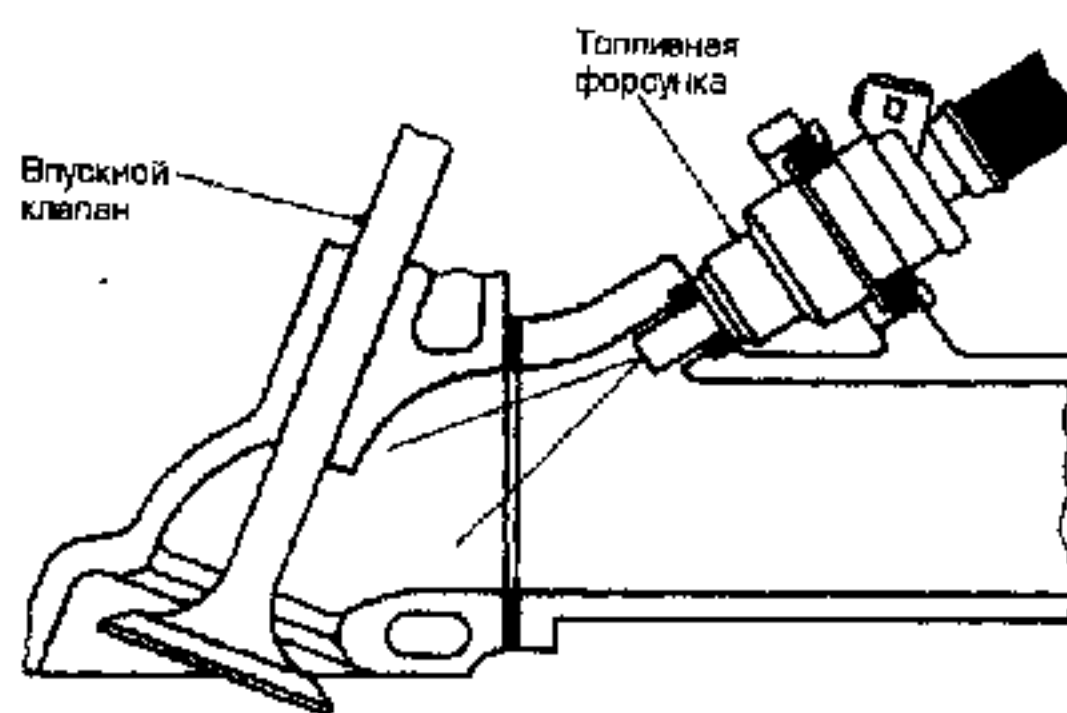
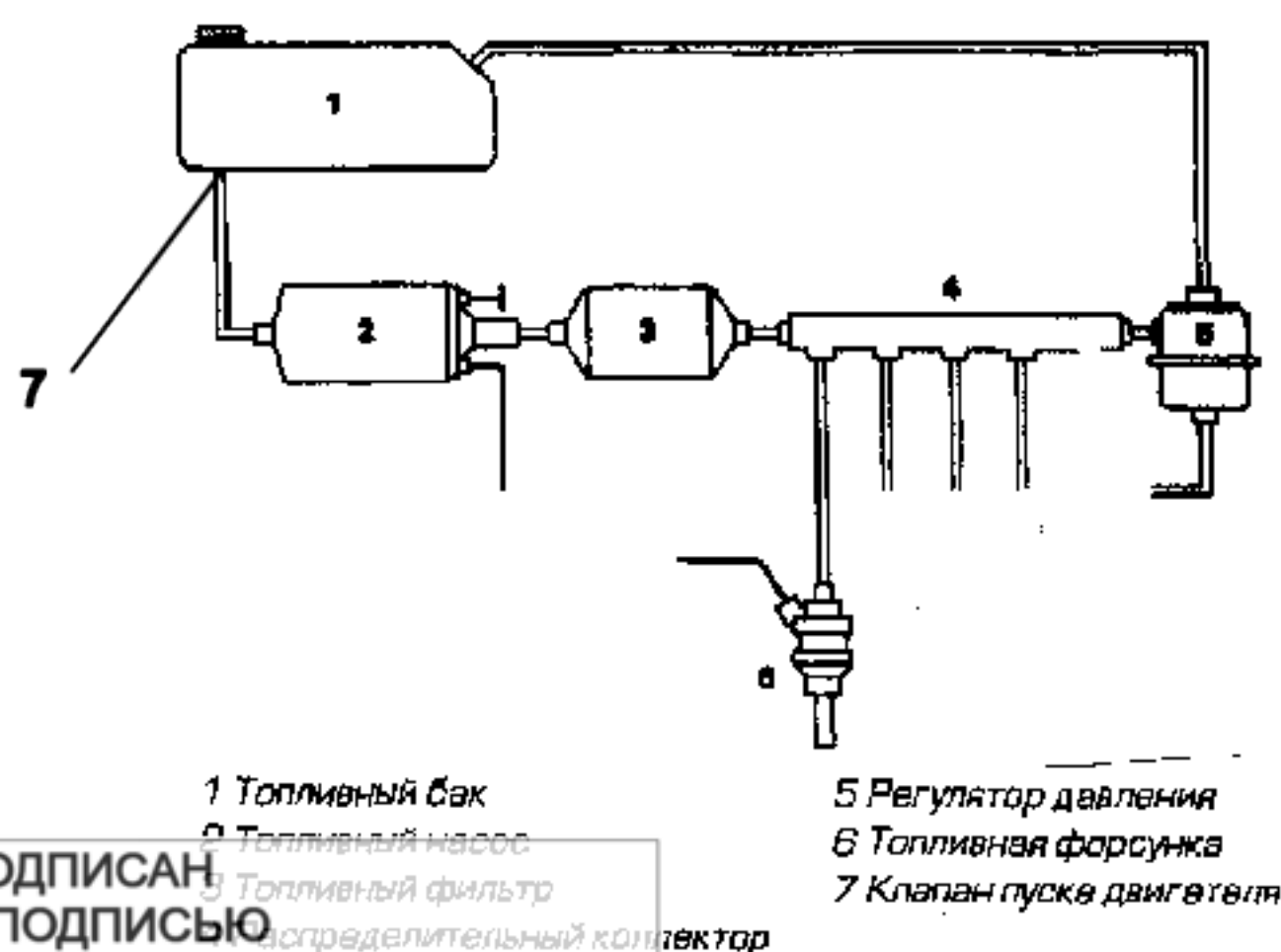


Рис. 1. Распределенный впрыск топлива

Топливная система (рис. 2) состоит из топливного бака 1, насоса 2, фильтра 3, распределительного коллектора (рампы) 4, регулятора давления 5 и топливных форсунок 6.



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

Рис. 2. Схема топливной системы

Топливный насос 2, забирает топливо из бака 1 и подает его под давлением через фильтр 3 в распределительный коллектор 4 и далее к форсункам 6. В распределительном коллекторе поддерживается давление около 3 кг/см². При этом давлении открывается регулятор давления, и избыток топлива направляется обратно в бак 1. Эта непрерывная циркуляция топлива предотвращает перегрев топлива и образование паровых пробок.

1.1.1. Устройство и принцип работы топливного насоса

В инжекторных двигателях для подачи топлива из бака к форсункам используется только электрический топливный насос, который на ранних моделях автомобилей размещали под топливным баком и называли подвесным, а на более поздних моделях размещен в баке и называется погружным. Погружные насосы размещены обычно в специальном контейнере. В насосах использован электродвигатель постоянного тока (рис. 3).

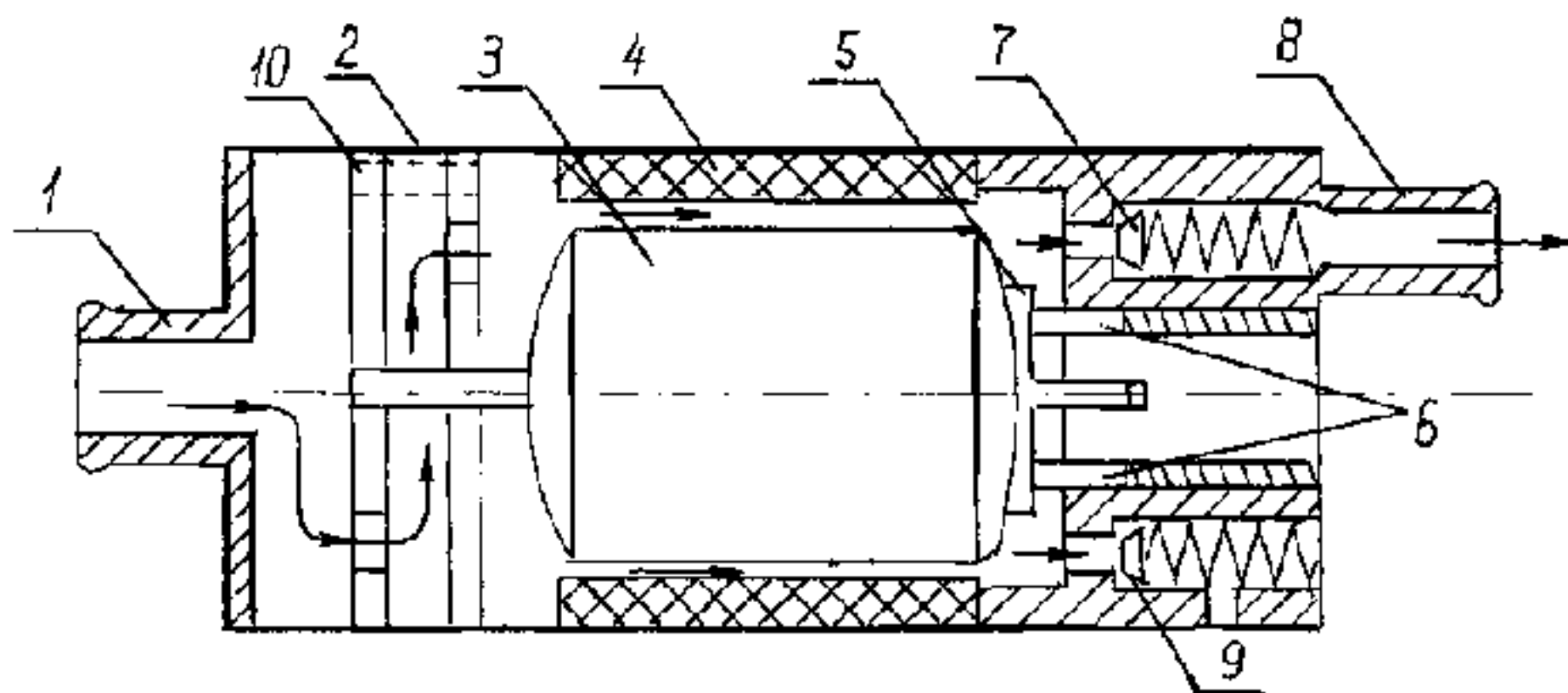


Рис. 3. Электрический насос: 1 – всасывающий патрубок; 2 – насосная секция; 3 – якорь электродвигателя; 4 – постоянный магнит; 5 – коллектор электродвигателя; 6 – щетки электродвигателя; 7 – обратный клапан; 8 – нагнетательный патрубок; 9 – предохранительный клапан погружного насоса; 10 – место установки предохранительного клапана подвесного насоса.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

В рабочей камере насоса на валу эксцентрично вращается ротор, в пазах которого находятся ролики (рис. 4). Ролики за счет центробежной силы прижимаются к корпусу, образуя уплотнение.

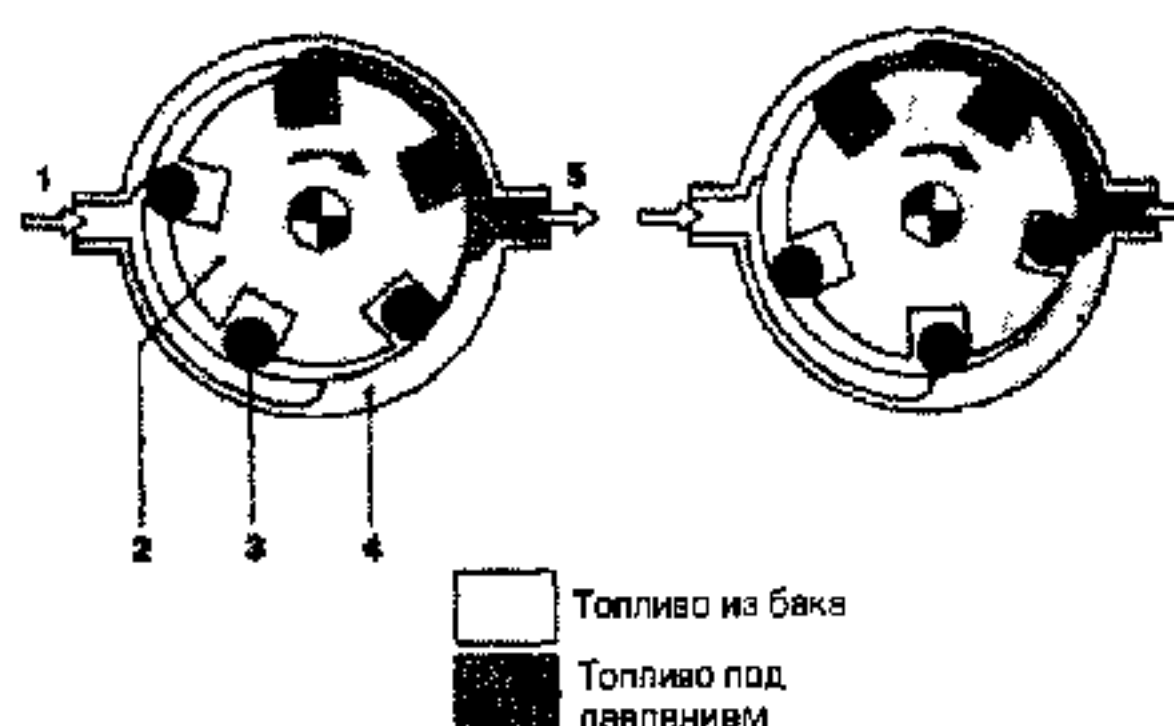


Рис. 4. Насосная секция: 1 — ротор; 2 — ролики; 3 — всасывающее окно; 4 — нагнетательное окно.

Захваченное роликами топливо направляется под давлением в нагнетательное окно. Ротор насоса вращается двигателем постоянного тока. Топливо протекает через электродвигатель (якорь, коллектор, щетки, статор), охлаждая его. Электродвигатель постоянно охлаждается. Опасности взрыва нет, так как насос полностью заполнен топливом.

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

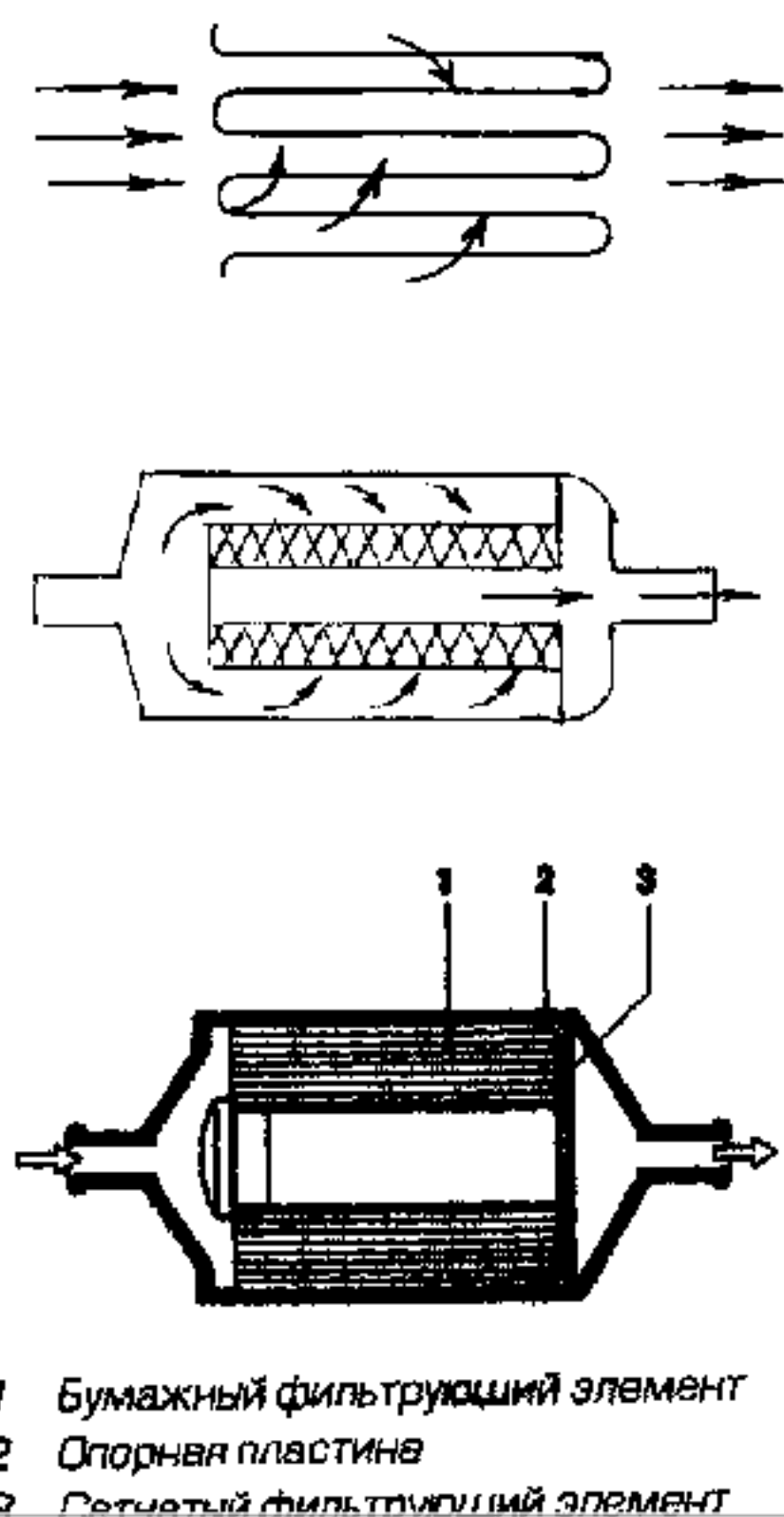
предохранительный, служащий для
ограничения давления топлива выше допустимых значений и обратный,

препятствующий сливу топлива из системы и образования воздушных пробок.

В бензонасосе 98T092 фирмы «Пирбург» в насосной секции использованы шестерни внутреннего зацепления. Малая (ведущая) шестерня насоса центрируется валом ротора электродвигателя, а вращение от ротора к шестерне передается через трехсегментную муфту. Подшипником для задней опоры вала ротора служит корпус насосной секции.

1.1.2. Устройство топливных фильтров

Топливный фильтр служит для очистки загрязнений и механических частиц размером более 10 мкм. Фильтр представляет собой цилиндр, в котором находится фильтрующий элемент из пористой бумаги (рис. 5).



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рис. 6 Топливный фильтр.

Срок службы фильтра зависит от чистоты топлива и составляет около 20-30 т. км пробега автомобиля. При установке фильтра важно не перепутать направление потока, который показан стрелкой на корпусе.

1.1.3. Устройство распределительного коллектора

Распределительный коллектор (рампа) (рис. 7) кроме функции механического крепления форсунок выполняет роль демфера-ресивера, уменьшая колебания давления топлива в зоне расположения форсунок, возникающих вследствие импульсного характера их открытия и закрытия.

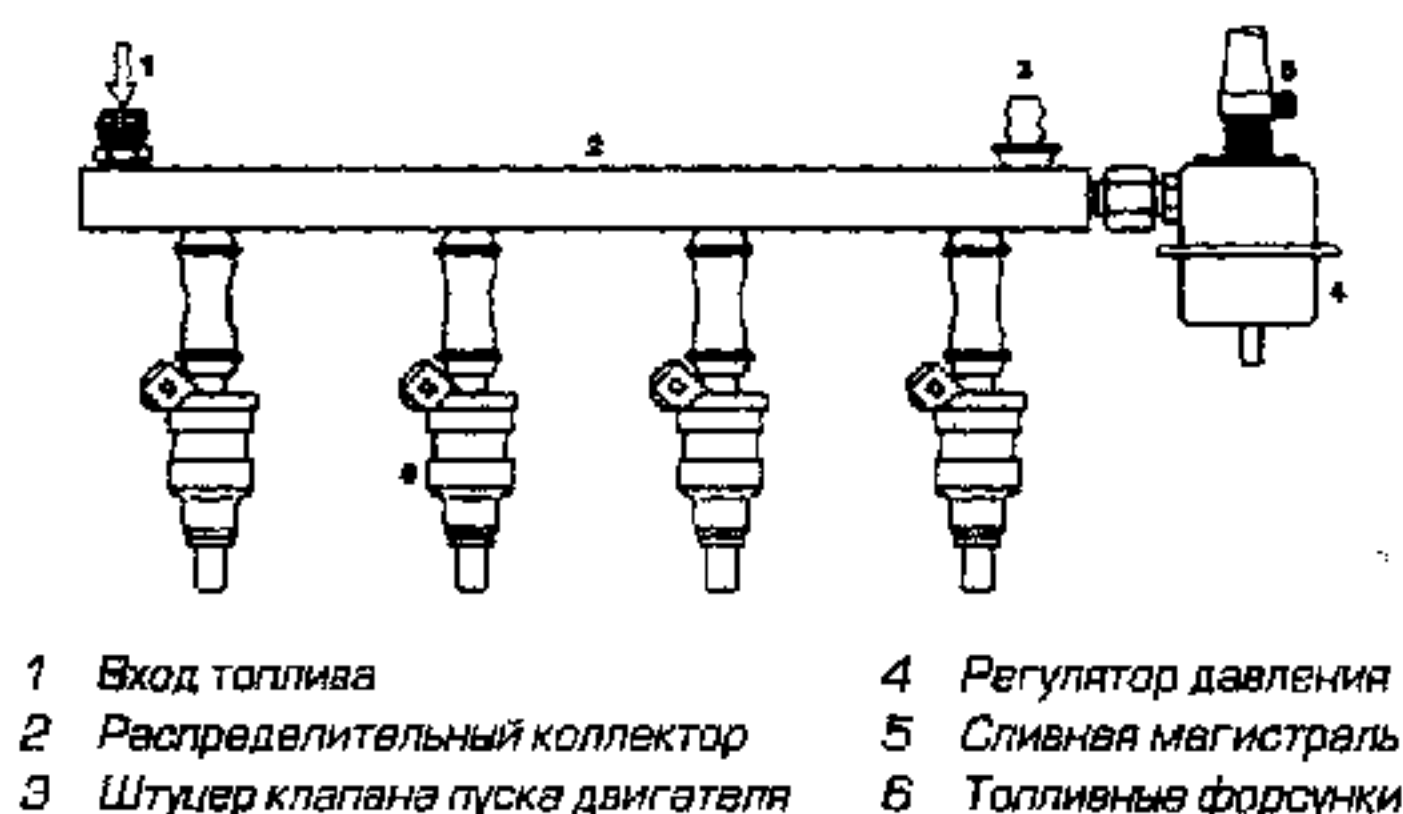


Рис. 7. Распределительный коллектор

1.1.4. Устройство и принцип работы регулятора давления топлива

С помощью регулятора давления поддерживается постоянный перепад давления между входной и выходной частью форсунок (обычно около 3 кг/см^2), (рис. 8). Пропускная способность форсунки задается при изготовлении. Поэтому количество подаваемого топлива будет зависеть

форсунки, т. е. от длительности управляющего импульса (тупр), рассчитанное ЭБУ.

На рис. 8 показана диаграмма работы регулятора на различных режимах работы двигателя.

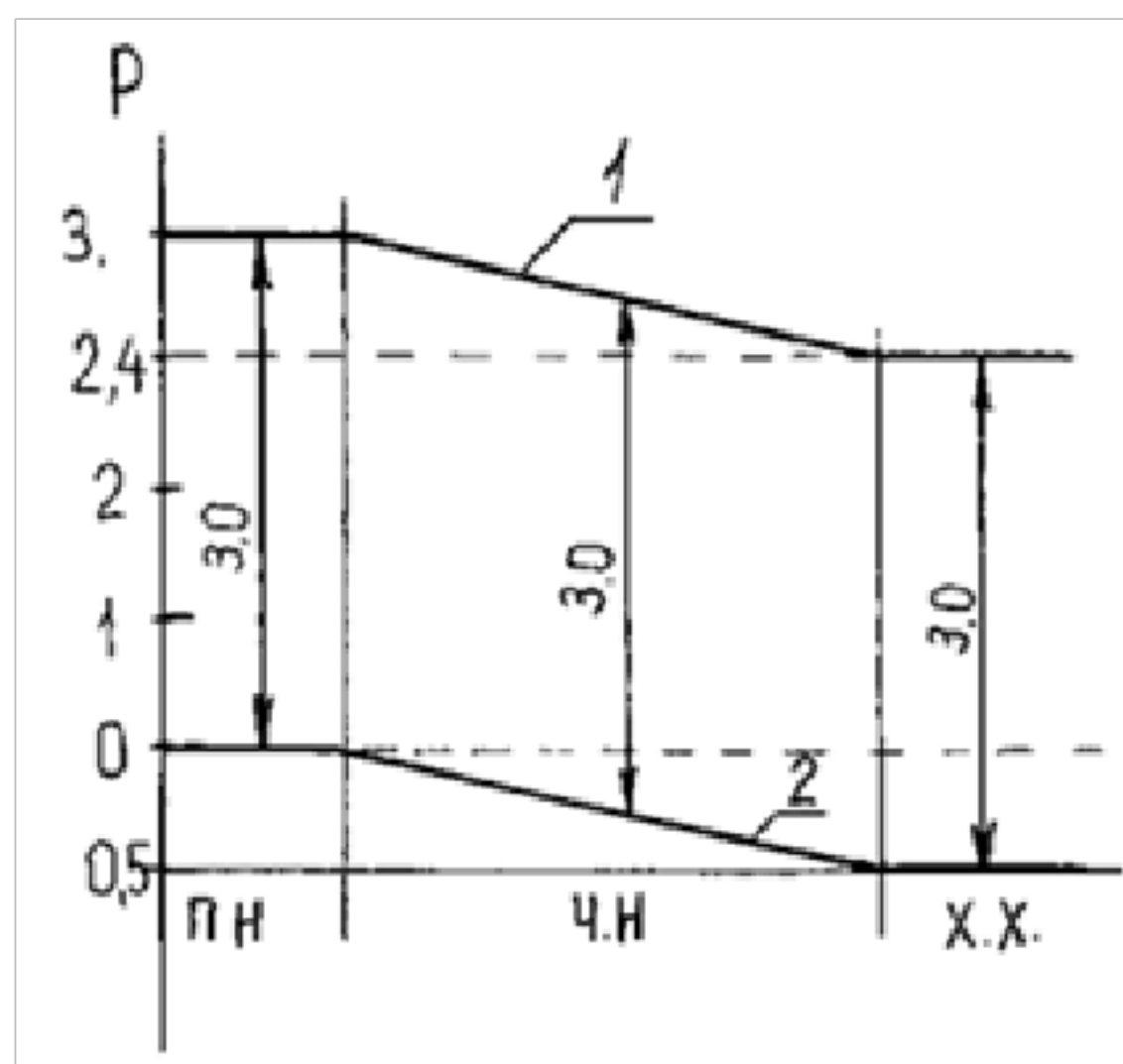


Рис. 8. Диаграмма работы регулятора давления: 1 – давление в топливной рампе, кг/см^2 , 2 – разряжение за дроссельной заслонкой, х.х – холостой ход, ч.н. – частичная нагрузка, п.н. – полная нагрузка

Регулятор разделен диафрагмой 2 (рис. 9) на две полости: топливную А и вакуумную Б. Если перепад давления превышает заданный предел, то диафрагма под действием давления топлива сжимает пружину. При этом клапан 5 открывается и избыточное топливо по сливной магистрали сливается обратно в топливный бак.

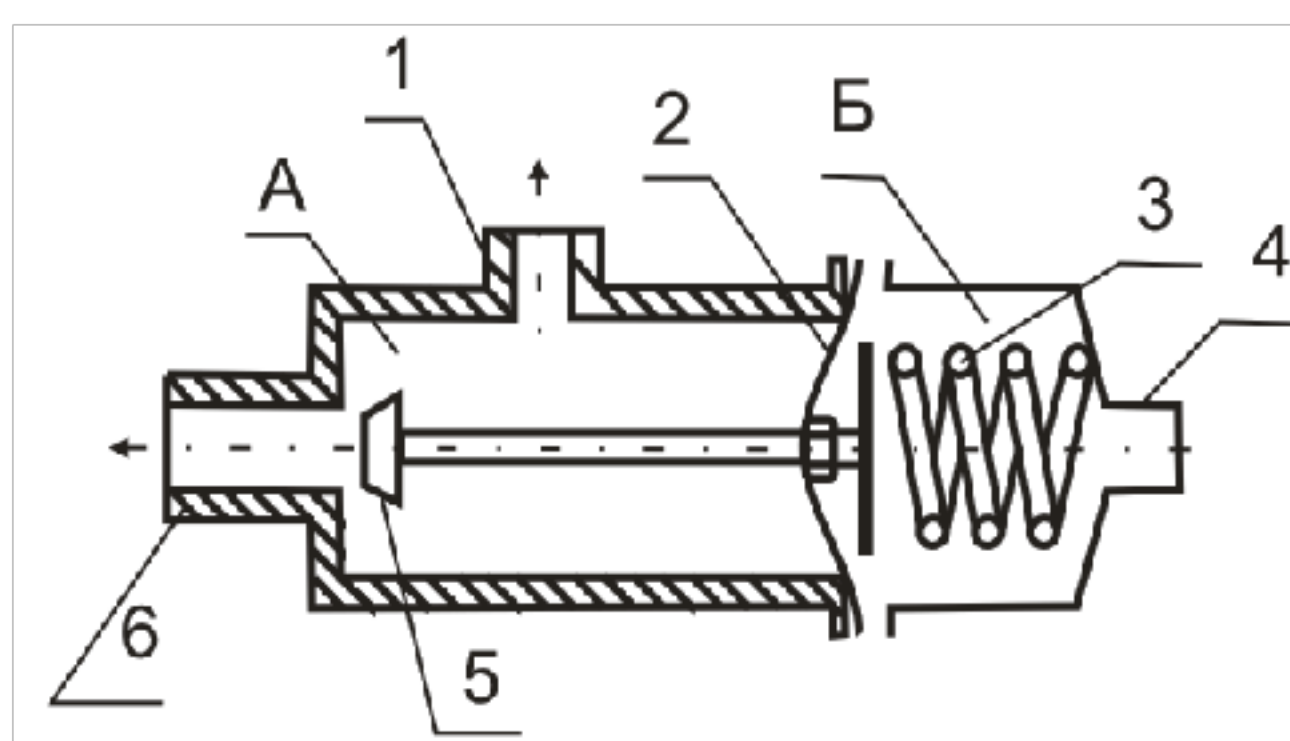
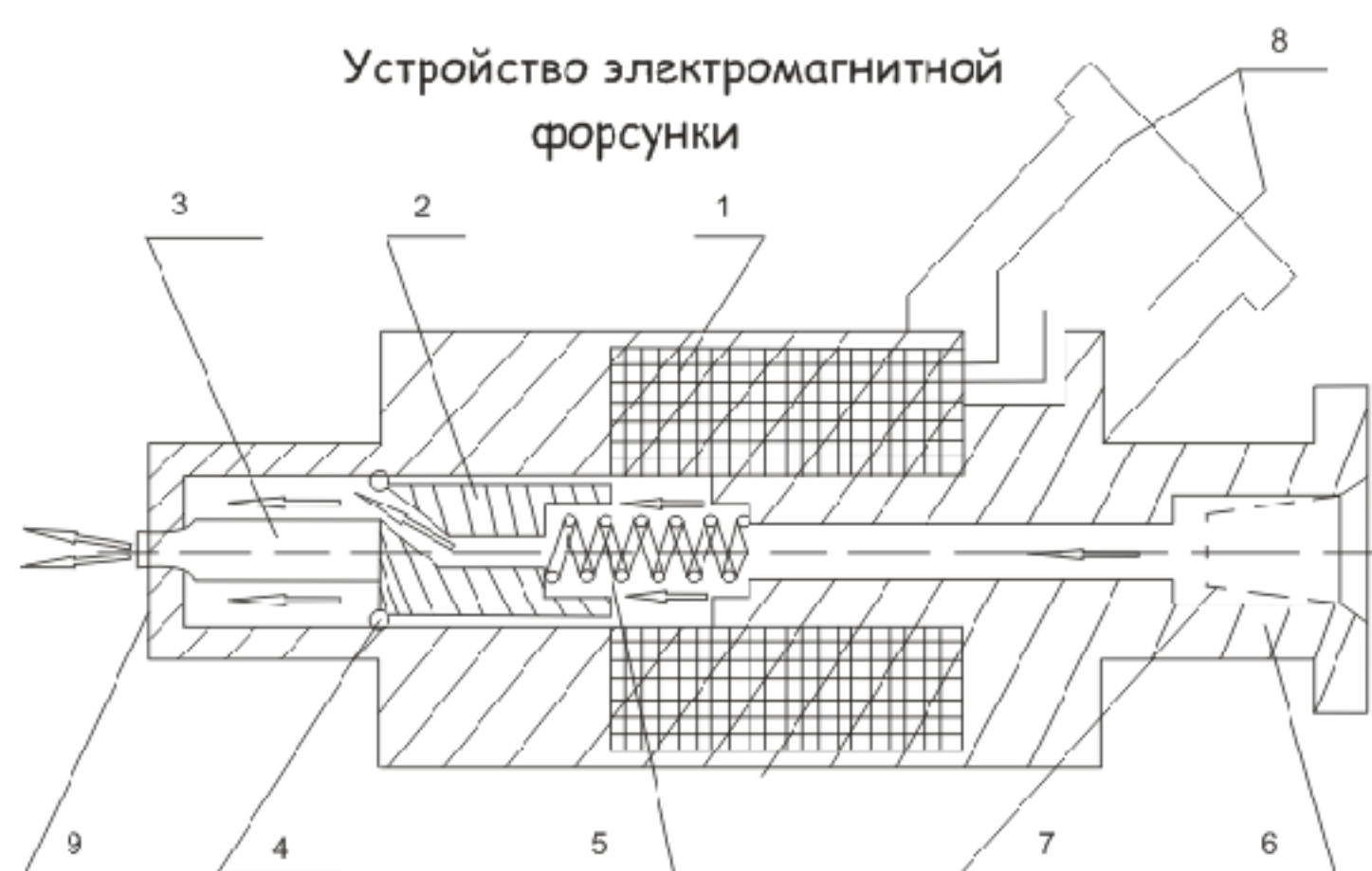


Рис. 9. Регулятор давления топлива: 1 – входной патрубок топлива; 2 – диафрагма; 3 – пружина; 4 – вакуумный патрубок; 5 – клапаны; 6 – патрубок отвода топлива в бак.

топливной рампе, за счет прикрытия клапана. При уменьшении нагрузки разрежение увеличивается, клапан приоткрывается и уменьшает давление топлива в рампе.

1.1.5. Устройство и принцип работы электромагнитной форсунки

Топливная электромагнитная форсунка (рис. 10) представляет собой высокочастотный электромагнитный клапан, дозирующий подачу топлива. Топливо под давлением поступает в фильтр 7 и далее через систему каналов приходит к запорному клапану. Пружина 5 поджимает иглу клапана к конусному отверстию корпуса распылителя 9, и удерживает клапан в закрытом состоянии. При подаче на обмотку катушки электромагнита электрического импульса создается магнитное поле, которое притягивает сердечник 2, а вместе с ним иглу запорного клапана. Отверстие в корпусе распылителя открывается и топливо под давлением в распыленном состоянии поступает в цилиндр двигателя. После прекращения электрического импульса, пружина 5 возвращает сердечник 2 в исходное положение, а вместе с ним и запорную иглу клапана. При этом подача топлива прекращается.



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

Устройство электромагнитной форсунки: 1 – обмотка электромагнита; 2 – сердечник электромагнита; 3 – игла клапана; 4 – корпус; 5 – пружина; 6 – штуцер подвода топлива; 7 – фильтр; 8 – выводные контакты; 9 – распылитель.

При кратковременной подаче напряжения 12В на выводы форсунки должен быть слышен отчетливый «щелчок» - форсунка открылась, а если нет – поменять полярность.

1.1.5.1. Способы управления работой форсунок

Различают одновременный, групповой и фазированный впрыск топлива форсунками. При одновременной схеме впрыска все форсунки включаются от одного выходного транзистора ЭБУ одновременно и один раз за один оборот коленчатого вала (рис. 11).

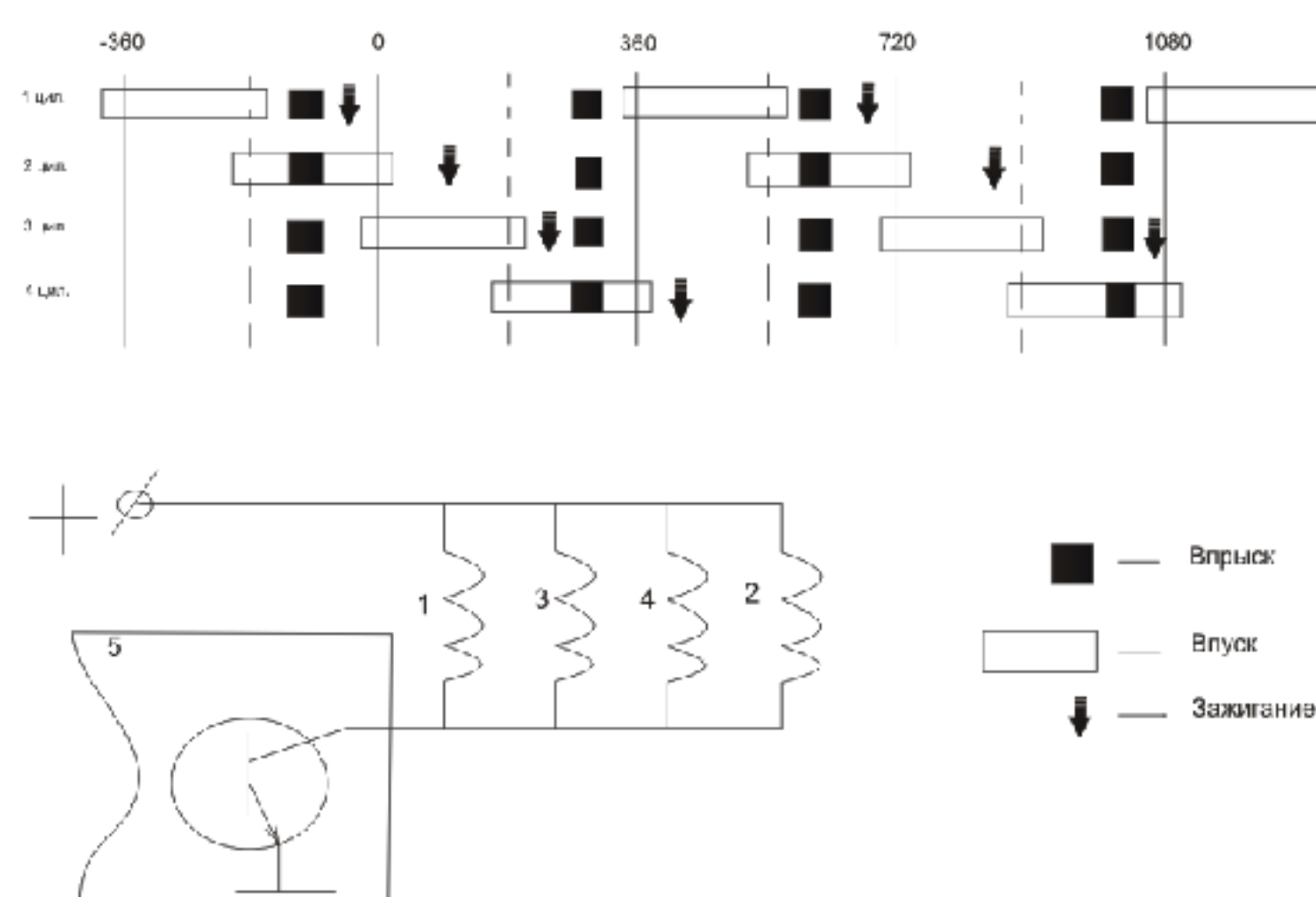


Рис. 11. Диаграмма работы и схема включения форсунок при одновременном впрыске: 1, 2, 3, 4 - форсунки; 5 – блок управления.

При групповом впрыске форсунки соединяются в группы, которые включаются поочередно. За один оборот коленчатого вала включается только одна группа форсунок (рис. 12).

В таком режиме работают форсунки блоков управления, устанавливаемых на восьми клапанных двигателях ВАЗ.

Синхронизация импульсов управления форсунками при одновременном и групповом впрыске производится по импульсам датчика

частоты вращения коленчатого вала.

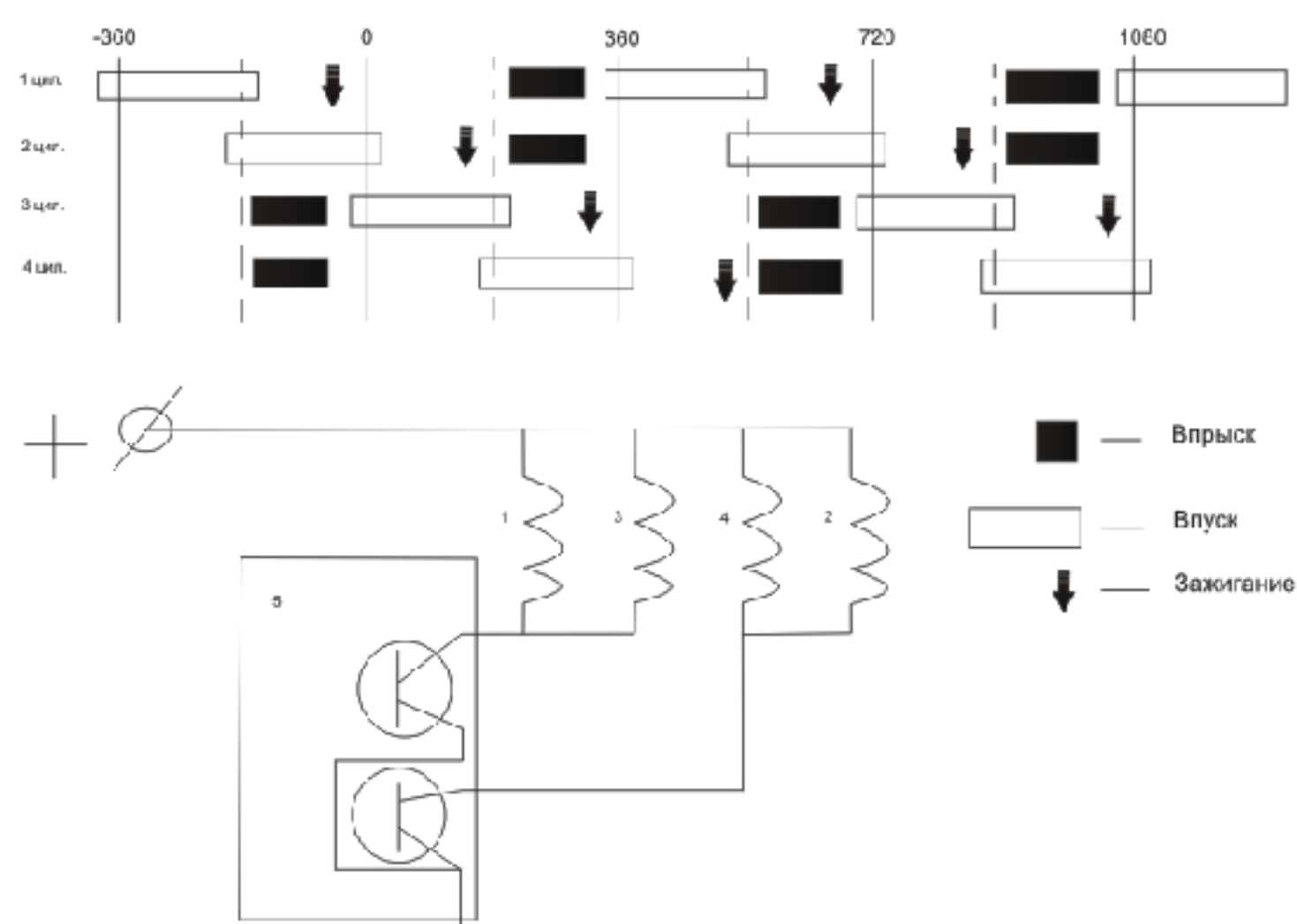


Рис. 12. Диаграмма работы и схема включения форсунок при групповом впрыске: 1, 2, 3, 4 - форсунки; 5 – блок управления.

При фазированном впрыске включение форсунок согласовано с моментом открытия впускного клапана. Поэтому эти системы дополнительно комплектуются датчиком фаз, установленным на распределительном валу (рис. 13).

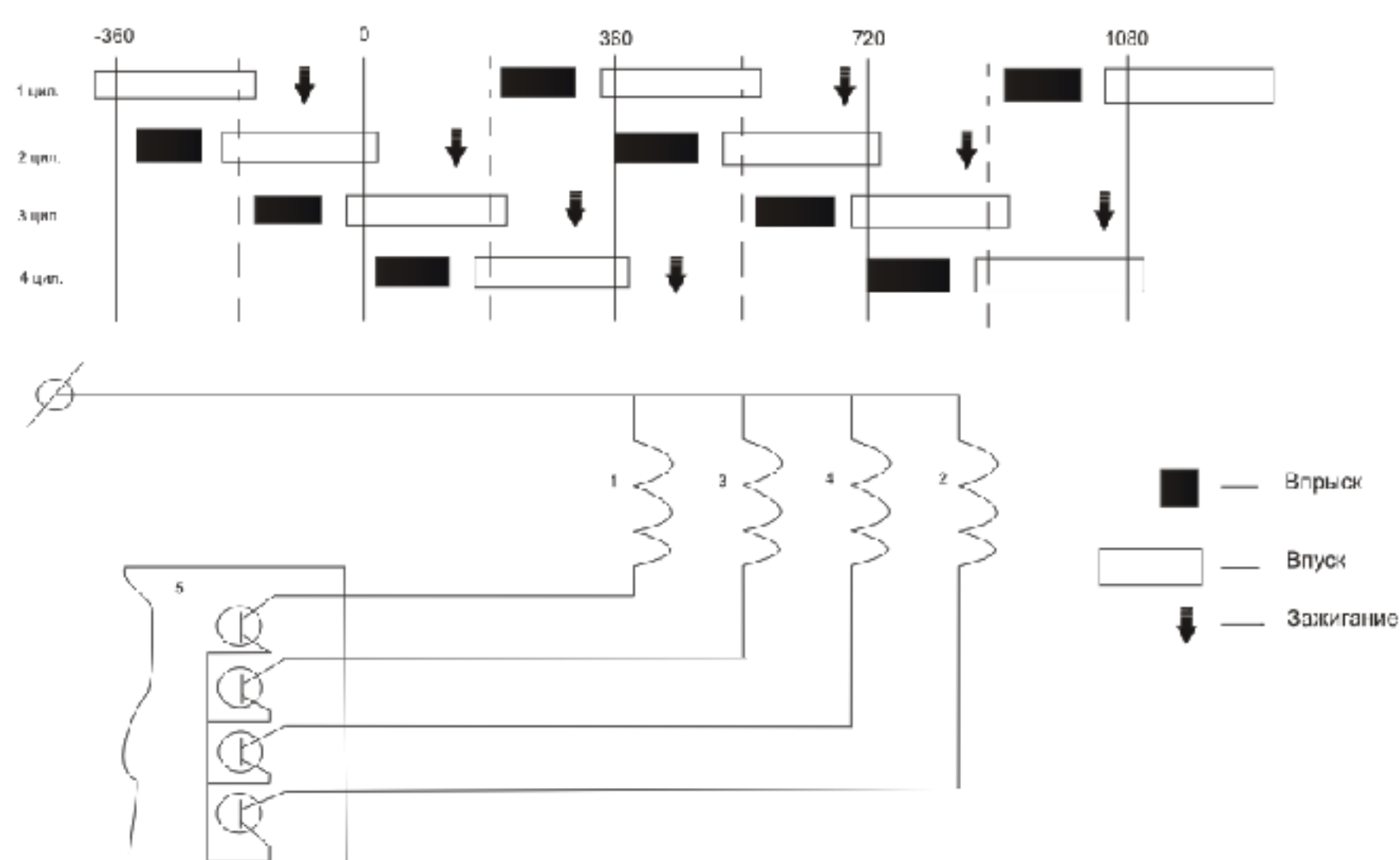


Рис. 13. Диаграмма работы и схема включения форсунок при фазированном впрыске.

При пуске двигателя, а также в случае перехода в резервный режим форсунками может производиться по

2. Диагностика топливной системы

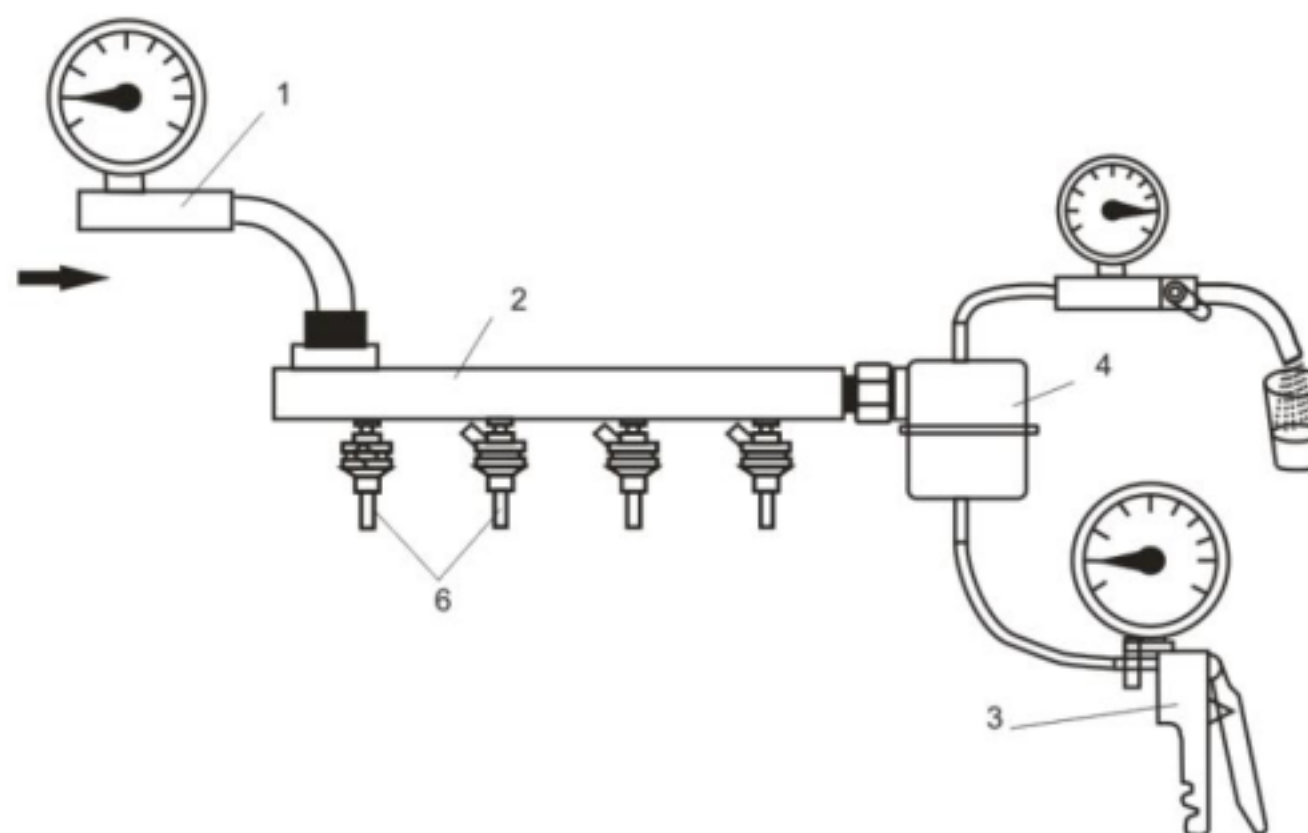
Цель работы: изучить устройство и принцип работы элементов топливной системы инжекторного двигателя; освоить методику диагностики топливной системы путем измерения давления в топливной магистрали; Освоить методику диагностики топливных насосов и форсунок

2.1. Методика диагностики топливной системы путем измерения давления в топливной магистрали

2.1.1. Диагностика топливной системы с помощью комплекта для измерения давления

Для измерения давления топлива используется специальный измерительный комплект, состоящий из манометра с пределом измерения 0-1МПа, клапана для сброса давления, набора различных переходников и адаптеров.

На некоторых моделях автомобилях в топливной рампе имеется специальный вывод с золотником (как в автошинах), так называемый «клапан Шредера», для быстрого подсоединения манометра. В случае отсутствия клапана используется манометр с «тройником», который устанавливается между подводящим трубопроводом и магистралью (рис. 14).



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

рис. 14. Измерение давления топлива: 1 – манометр; 2 – топливная рампа; 3 – ручной вакуумный насос; 4 – регулятор давления топлива; 5 – измерительная емкость; 6 – форсунки.

Перед установкой манометра необходимо сбросить давление в топливной магистрали с помощью клапана сброса давления, входящего в измерительный комплект. После запуска двигателя давление на манометре сравнивается с паспортными данными топливной системы двигателя. Для автомобилей ВАЗ на холостом ходу давление должно быть в 2,4-2,6 кг/см², а при снятом вакуумном шланге с регулятора давления топлива 2,9-3,1 кг/см². Если регулятор давления топлива исправен, то при снятии вакуумного шланга с регулятора давления топлива давление топлива должно возрасти примерно на 0,5 кг/см².

Если давление ниже нормы, то необходимо пережать шланг слива топлива в бак. Если при этом давление стало увеличиваться, то неисправен регулятор давления, если осталось ниже нормы, то необходимо проверить топливный фильтр, приемный фильтр бензонасоса на загрязнение и проверить сам электробензонасос.

Если давление выше нормы, то необходимо отсоединить шланг слива топлива в бак, опустить его в емкость и включить бензонасос. Если давление по-прежнему выше нормы, то неисправен регулятор давления. Если давление стало нормальным, то забился трубопровод возврата топлива в бак.

Дополнительно необходимо проверить остаточное давление. Для нормальной системы давление после выключения насоса не должно опускаться в течении 2 минут. Если давление продолжает падать, то после повторного включения бензонасоса пережать шланг идущий от бензонасоса, если при этом давление стабилизируется, то не работает обратный клапан бензонасоса. Если давление продолжает падать, то после повторного включения бензонасоса пережать шланг слива в бензобаке, если давление стабилизируется, то заменить регулятор давления. А если нет, то проверить форсунки на герметичность.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

2.1.2. Диагностика топливной системы с помощью цифрового осциллографа «МОДИС ОСА»

Диагностирование системы впрыска проводится по давлению в системе топливоподачи и времени впрыска (для электромагнитных форсунок) в режиме «Система впрыска».

Для работы осциллографа в режиме "Система впрыска" необходимо присоединить модуль осциллографа к проверяемому автомобилю следующим образом:

- датчик первого цилиндра ДПЦ к каналу 1 (рис.15) и установить на провод свечи зажигания первого цилиндра таким образом, чтобы стрелка $\rightarrow$ располагалась по направлению к свече и, по возможности, в месте, наиболее удаленном от высоковольтных проводов соседних цилиндров. Входное напряжение канала 50В, тип входа - открытый.

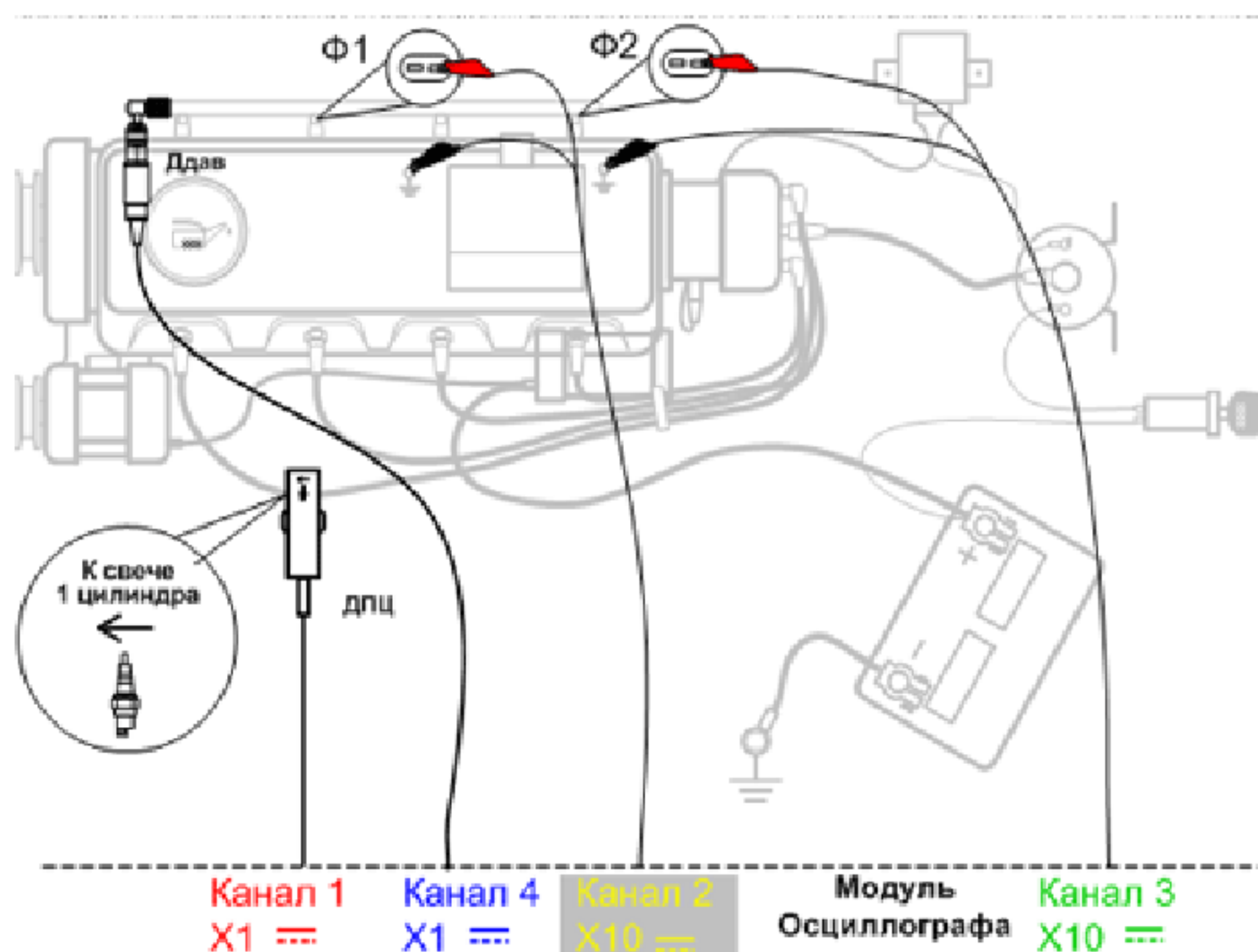


Рис. 15. Подключение осциллографа в режиме «Система впрыска»

впрыске), если по схеме электропроводки автомобиля все форсунки подключены параллельно, можно подключить только один из каналов.

Входное напряжение каналов 500В, тип входа - открытый

- датчик давления к каналу 4 (рис.15) и, при помощи шлангов и переходников из комплекта принадлежностей, подключить к топливной магистрали автомобиля.

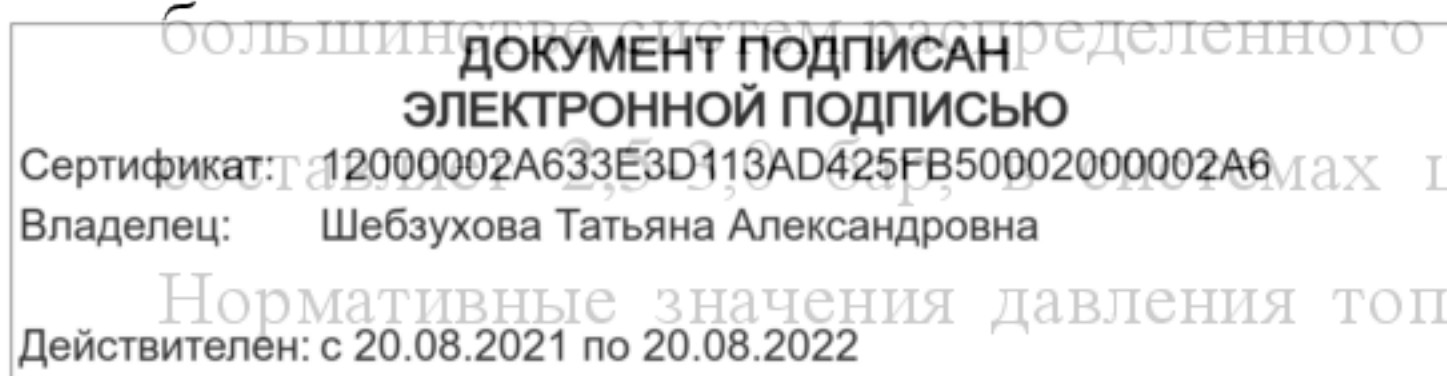
К системам, имеющим в топливной магистрали специальный клапан (клапан Шредера), датчик подключается при помощи одного шланга и соответствующего переходника. К системам без специального клапана датчик подключается при помощи трех шлангов, крана-тройника и соответствующих переходников в разрыв подающей (напорной) топливной магистрали. Перед подключением датчика необходимо сбросить остаточное давление в системе следующим способом:

- Обесточить топливный насос, удалив реле насоса (в случае общего релейного блока удалить предохранитель или отключить клемму «минус» топливного насоса);
- Вращать стартером 10-15 с или запустить двигатель и дать поработать пока он не заглохнет.

Чтобы исключить возможность попадания топлива на горячие части двигателя место подключения датчика закрыть плотной тканью. Подключить датчик давления к напорной магистрали для системы распределенного впрыска перед топливной рампой, для системы центрального впрыска - перед форсункой в корпусе дроссельной заслонки. Плотно затянуть соединения. Восстановить электрические цепи, установить на место предохранители.

Проверка давления топлива на неработающем двигателе производится путем принудительного включения топливного насоса за счет установки перемычки на контакты «30» и «87» колодки реле топливного насоса. В

большинстве систем распределенного впрыска давление в топливной системе центрального впрыска - около 1 бар. Нормативные значения давления топлива приведены в базе нормативов и



выводятся по кнопке или клавише F1. Для получения стабильных показаний следует удалить воздух из шлангов и самого датчика, кратковременно нажав на кнопку сброса давления, шланг сброса при этом должен быть направлен в емкость для топлива.

В случае пониженного давления в топливной системе кратковременно пережмите возвратный шланг между регулятором давления и топливным баком. Если давление повысилось, значит регулятор давления неисправен. Низкое давление и его медленное нарастание, как правило, свидетельствует о засорении топливного фильтра или топливопроводов. Обычно эта неисправность диагностируется при измерении производительности топливного насоса. Убедитесь в отсутствии утечек в форсунках, если давление остается низким и утечек не обнаружено, неисправен топливный насос.

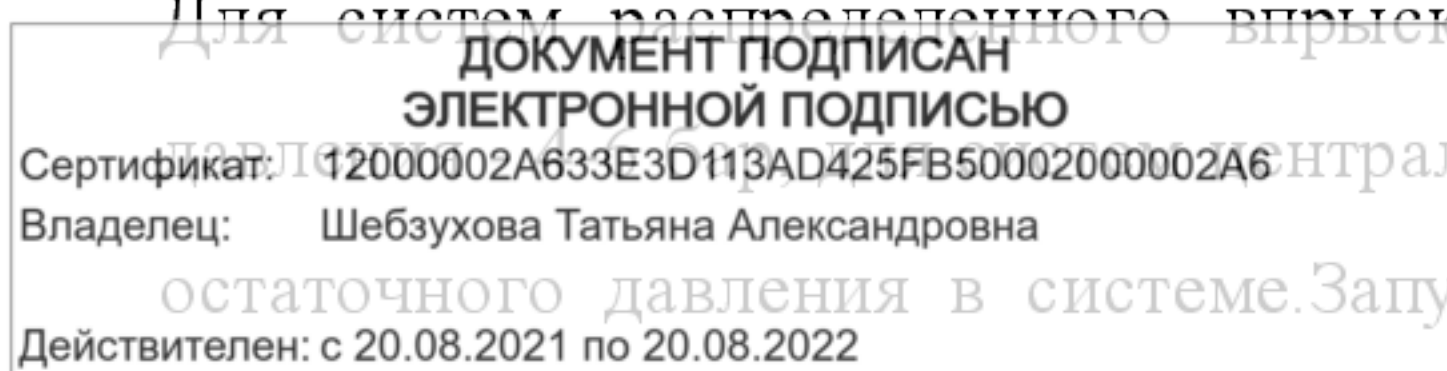
В случае повышенного давления в топливной системе отсоедините возвратный шланг от регулятора давления. Подсоедините дополнительный шланг к регулятору и опустите его в емкость для сбора топлива. Если давление остается высоким - неисправен регулятор давления, если давление стало нормальным засорен возвратный топливопровод.

Проверка топливной системы на максимальное давление.

Перед проверкой следует проверить надежность крепления хомутов и отсутствие трещин на резиновых шлангах. Ненадежные соединения могут привести к утечке топлива. Проверку следует проводить достаточно быстро. Если давление превысит 10 бар, следует немедленно прекратить проверку.

Запустите топливный насос в обход реле, кратковременно пережмите шланг возвратного топливопровода. Давление в системе должно достигнуть максимального значения. Если давление ниже нормируемого возможно неисправен топливный насос, также следует проверить напряжение на нем.

Для систем распределенного впрыска типичное значение максимального остаточного давления в системе. Запустите двигатель на холостом ходу и



измерьте давление топлива в системе. Заглушите двигатель и следите за показаниями комплекса по давлению. Давление не должно уменьшаться быстрее 0,5 бар/мин. Пережмите возвратный шланг, если снижение давления все равно продолжается слишком быстро, проверьте клапан топливного насоса и герметичность форсунок, если снижение давления замедлилось - проверьте регулятор давления. Для проверки клапана топливного насоса подключите датчик давления к напорной магистрали, пережмите шланг на входе в топливную рампу. Создайте давление в системе. Если давление не снижается - клапан насоса исправен.

Измерение времени впрыска для электромагнитных форсунок распределенного впрыска производится при наличии дополнительного модуля осциллографа-генератора. Подключите каналы 3 или 4 осциллографа к форсункам из разных групп (при групповом впрыске), если по схеме электропроводки автомобиля все форсунки подключены параллельно, можно подключить только один из каналов. Для подключения к форсункам можно использовать адаптеры из комплекта принадлежностей осциллографа. Как правило, форсунки имеют два контакта, один из которых подключен к цепи питания (цепь 15), а второй (управляющий) к электронному блоку управления (ЭБУ). Подключение осциллографа производится к управляющему контакту форсунки.

Запустите двигатель на холостом ходу. Изменяя режимы работы двигателя проконтролируйте среднее время впрыска. Ориентировочные значения времени впрыска для различных режимов на горячем двигателе приведены в таблице.

Режим работы двигателя	Время впрыска
Холостой ход	2 - 4 мс
2000 об/мин	2,1 - 4,2 мс
3000 об/мин	2,2 - 3,2 мс
Быстрое открытие дросселя	6 - 8 мс

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

Выбег (закрытый дроссель при 3000 об/мин)	0,0 мс
---	--------

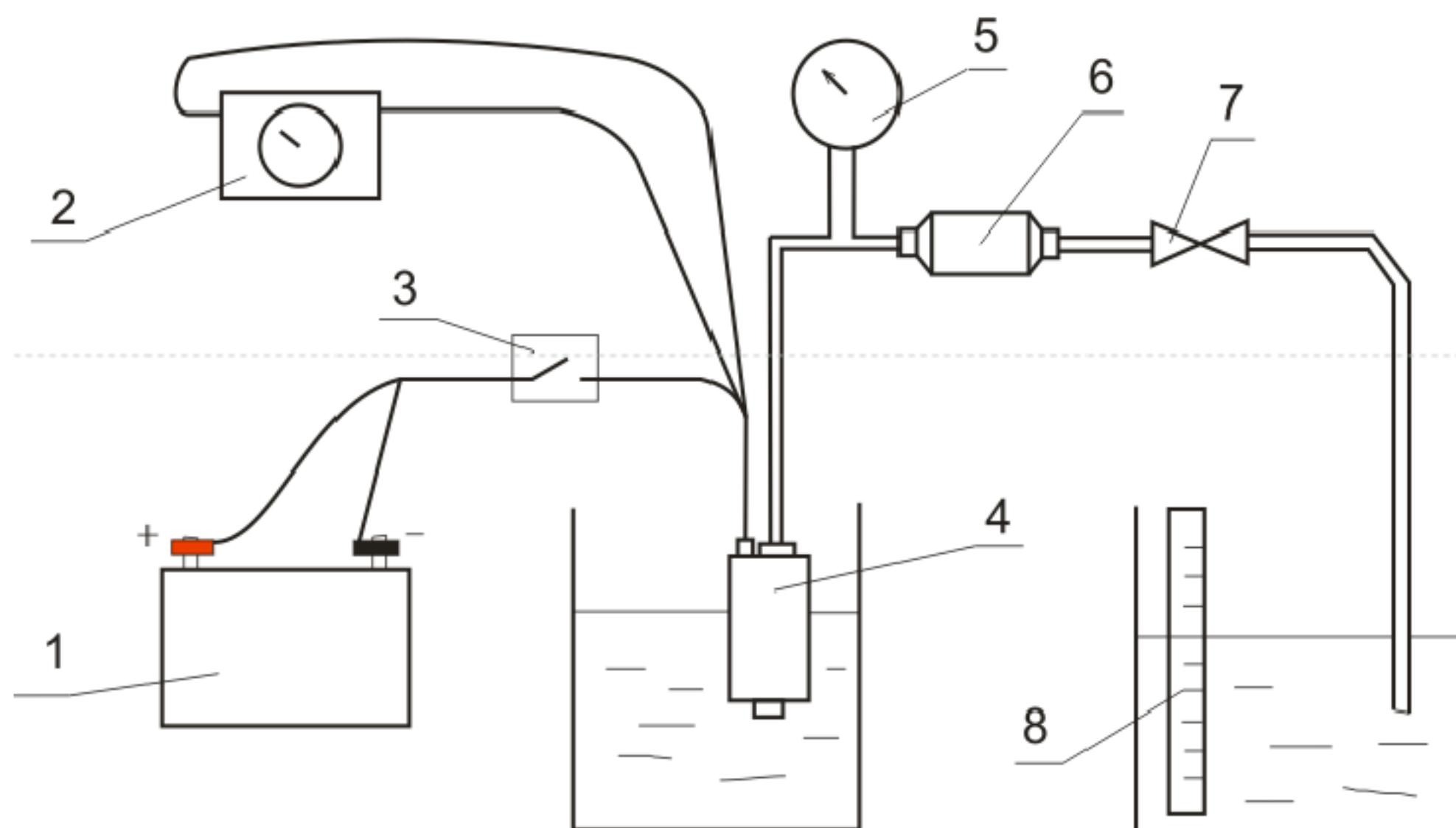
В режиме «Осциллограф» можно проконтролировать амплитуды во включенном и выключенном состоянии форсунки. Напряжение низкого уровня, соответствующее открытому состоянию клапана форсунки, должно быть не более 1,5-2,0 В. Напряжение высокого уровня - близко к напряжению бортовой сети 12,5-14 В. Амплитуда индуктивного выброса 60-70 В.

Значительные отличия сигнала могут быть вызваны неисправностями электропроводки, форсунок или ЭБУ.

2.2. Диагностика работы топливного насоса

Если есть подозрения на работоспособность насоса, то он демонтируется и производится его испытание путем измерения производительности при различных давлениях, т. е. строятся расходно-напорная характеристики и полученные значения сравниваются с паспортными данными.

Для диагностики топливных насосов создана экспериментальная установка, схема которой представлена на рис. 16.



выключатель; 4 – топливный насос; 5 – манометр; 6 – топливный фильтр; 7 – кран; 8 – мерная линейка.

Экспериментальная установка состоит из емкости с бензином, в которую устанавливается топливный насос 4, снятый с автомобиля. Питание на топливный насос подается от аккумуляторной батареи 1 через выключатель 3. Измерение времени работы насоса производится с помощью электронного секундомера 2. К насосу через резиновые шланги подсоединяются манометр 5 и кран 7, позволяющий изменять сопротивление топливной магистрали. Для испытания топливных фильтров в магистраль топливного насоса может устанавливаться топливный фильтр 6. Бензин перекачиваемый топливным насосом 4 накапливается в мерной емкости, в которой установлена линейка со шкалой проградуированная в см³.

Это позволяет измерять объем бензина, перекаченного насосом.

Испытание бензонасосов производится путем снятия их расходно-напорный характеристик в следующей последовательности. К снятому с автомобиля бензонасосу подсоединяют с помощью хомута резиновый шланг топливной магистрали экспериментальной установки. Затем насос помещают в емкость с бензином.

Кран топливной магистрали открывают полностью, создавая тем самым нулевое сопротивление топливной магистрали. Затем выключателем 3 включают топливный насос и одновременно включается электронный секундомер. Насос начинает перекачивать бензин в мерную емкость. При включенном насосе измеряется давление в топливной магистрали с помощью манометра. При полностью открытом кране 7 манометр укажет давление $P = 0 \text{ кг/см}^2$, а производительность насоса определится путем деления объема бензина, закаченного в мерную емкость на время, в течении которого работал насос. Таким образом, определяется первая точка расходно-напорной

характеристика (рис. 17).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

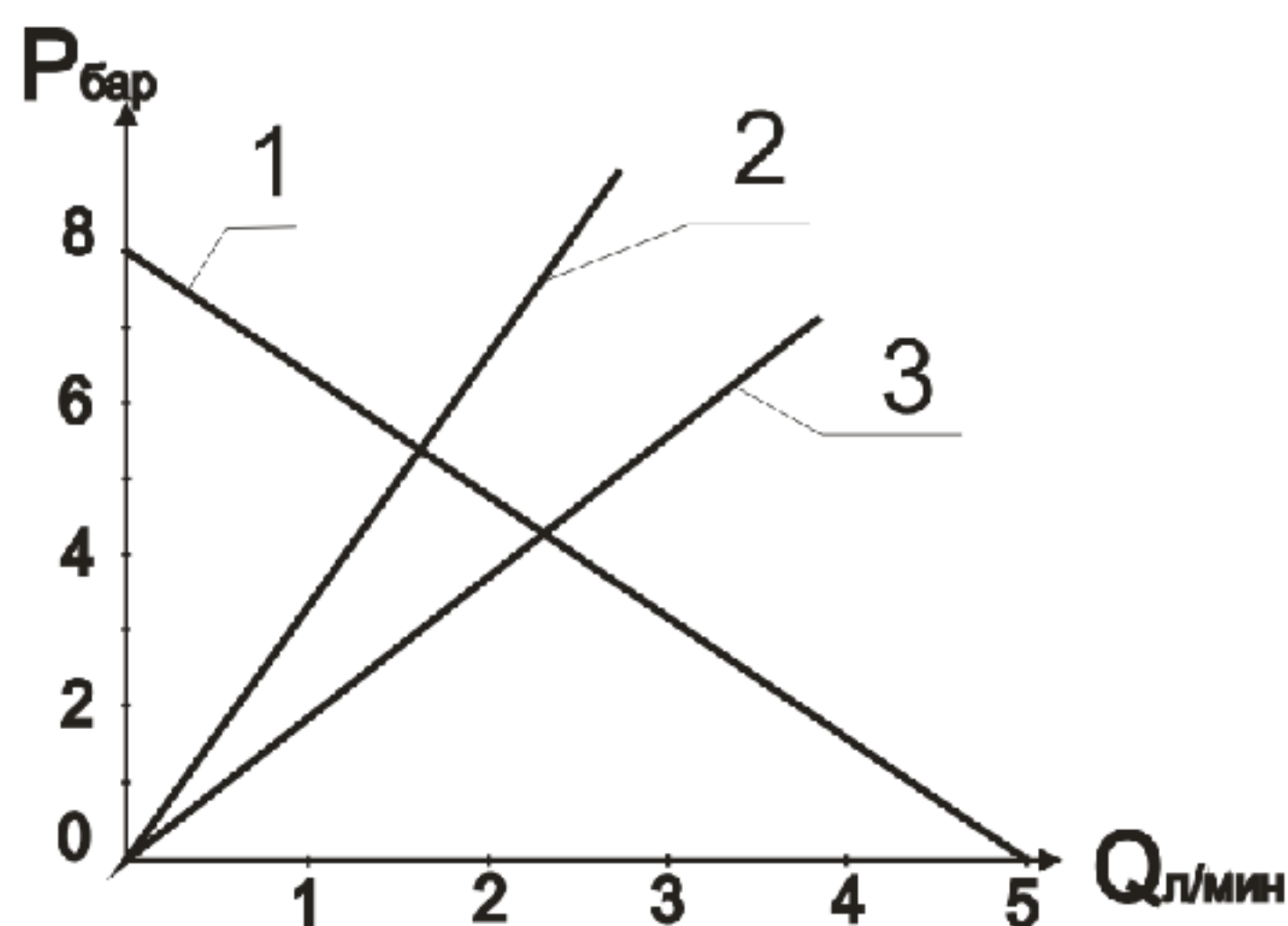


Рис. 17. Расходно-напорные характеристики: 1 – расходно-напорная характеристика насоса; 2 - расходно-напорная характеристика топливной магистрали в случае установки загрязненного топливного фильтра (30 т.км. пробега автомобиля); 3 - расходно-напорная характеристика топливной магистрали при установке нового фильтра.

В следующих опытах необходимо по шагам увеличивать сопротивление топливной магистрали путем постепенного перекрытия проходного сечения крана 7 и определять производительность топливного насоса.

Последняя точка расходно-напорной характеристики будет получена при полностью закрытом кране 7. При этом давление, создаваемое насосом достигнет максимальных значений, а производительность насоса будет равна нулю.

Полученную расходно-напорную характеристику сравнивают с характеристикой завода изготовителя (таблица 1).

Результаты испытаний насосов автомобиля ГАЗ представлены в таблице.

Таблица 1.

Тип бензонасоса	Производительность на свободный слив	Давление нулевой подачи
058464044 «Бош»	135	8
98T092 «Пирбург»	130	8,5
50.115.010 «Валек»	135	5,2
18.3780 «Юмек»	135	4

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

При испытаниях необходимо использовать заряженный аккумулятор. Падение напряжение на насосе составляет обычно 2В. От напряжения сильно зависит производительность насоса (рис.18).

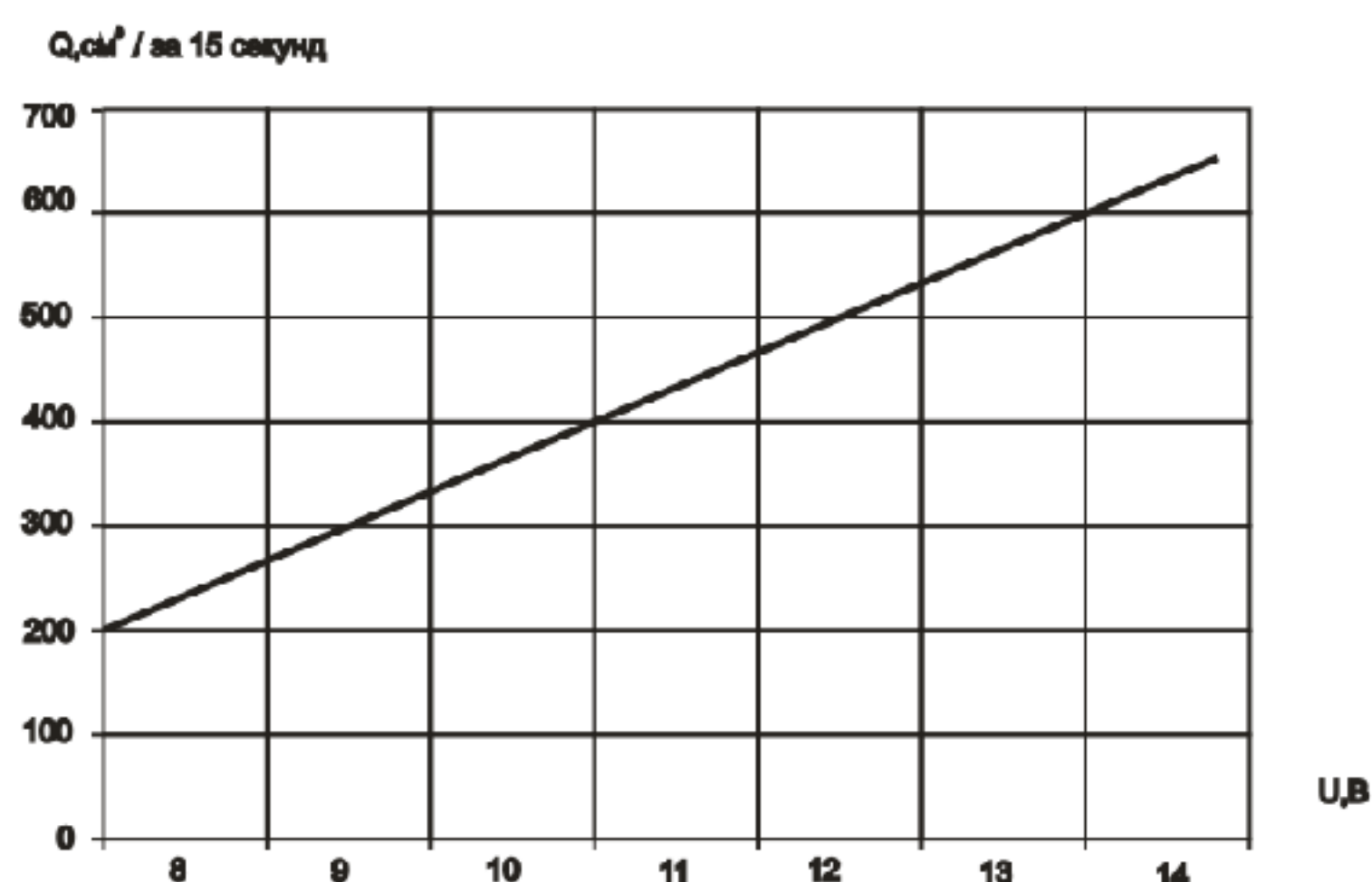


Рис. 18. Зависимость производительности насоса от подводимого напряжения.

Для окончательного заключения о работоспособности насоса проводится измерение напряжения на насосе во время его работы.

Разработанная экспериментальная установка позволяет исследовать влияния степени засорения топливного фильтра на производительность насоса. С этой целью строятся расходно-напорные характеристики топливных фильтров. Для этого в топливную магистраль установки монтируется топливный фильтр. Давление перед фильтром измеряется манометром, а расход топлива через фильтр изменяется с помощью крана 7. Для построения расходно-напорной характеристики включается насос и по шагам увеличивается давление перед топливным фильтром путем постепенного открытия крана 7. Для каждого значения давления определяется расход топлива через фильтр путем измерения объема топлива в мерной емкости и время ее наполнения.

Расходно-напорные характеристики чистого (нового) и загрязненного (после 30 т.км. пробега автомобиля) фильтров представлены на рис. 17. Из

что действительная производительность насоса определяется на пересечении расходно-напорных характеристик насоса и топливной магистрали. Так, из рис.17 видно, что при установке чистого фильтра топливный насос обеспечивает производительность, примерно, 2,3 л/мин, а при установке загрязненного фильтра 1,6 л/мин.

Повышенное сопротивление топливной магистрали приводит к снижению производительности топливного насоса и резкому повышению тока в обмотках, который может достигнуть критического значения (примерно, 15 А). Такой большой ток может привести к разрушению изоляции проводов обмоток, межвитковым замыканиям и к поломке насоса.

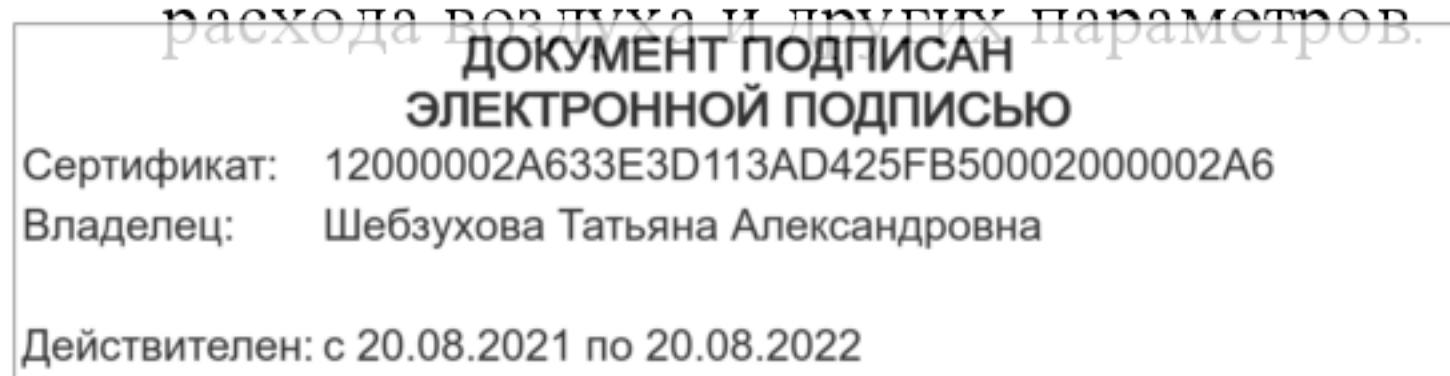
2.3. Диагностика работы форсунок

2.3.1. Диагностика форсунок с помощью осциллографа

Электрическая схема подсоединения форсунок представлена на рисунке 19.

Из рисунка видно, что форсунки имеет по два выводных контактов. К одному из контактов подается напряжение 12В от главного реле, а управляющие импульсы от электронного блока управления подаются к второму выводу.

Исправность форсунки можно проверить по наличию характерных щелчков электромагнитного клапана, например с помощью стетоскопа при вращении коленчатого вала стартером или на холостом ходу. Если форсунка не работает, то необходимо проверить: наличие напряжения питания (12 В); сопротивление форсунки (≈ 19 Ом); наличие управляющего сигнала; реакцию форсунки на изменение режима работы двигателя, т. е. измерение продолжительности импульса впрыска в зависимости от температуры, расхода воздуха и других параметров.



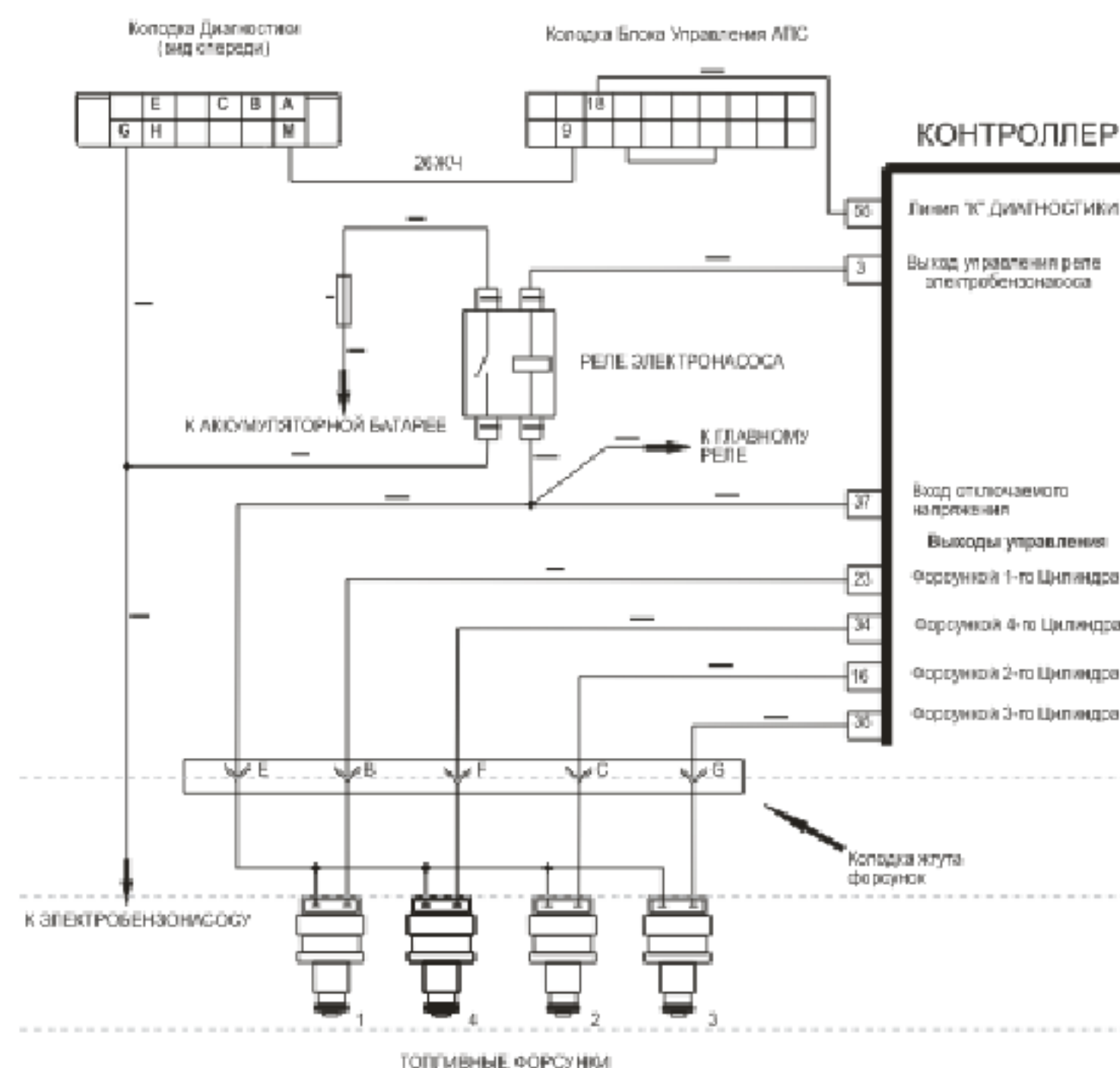


Рис. 19. Электрическая схема подсоединения форсунок

Наличие питания и управляющего сигнала можно проверить по миганию индикаторной лампочки, подключенной параллельно форсунке. Если лампочка мигает, значит на форсунку подается управляющий сигнал. Наличие управляющего сигнала можно проверить также с помощью прибора для измерения угла замкнутого состояния контактов или с помощью осциллографа.

Идентичность работы форсунок, можно проверить путем поочередного их отключения и наблюдая за падением оборотов двигателя. При нормально работающей форсунках падение оборотов двигателя должно быть в пределах 100-120 оборотов.

Осциллограф позволяет составить более полную картину работы системы управления двигателем и сделать выводы, которые в отсутствие подобного прибора можно было бы сделать только на основании собственного богатого опыта т.е. снизить требования к уровню профессионализма и опыта обслуживающего персонала.

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

осциллографа подсоединяется к отрицательный к «земле» (рис. 20).

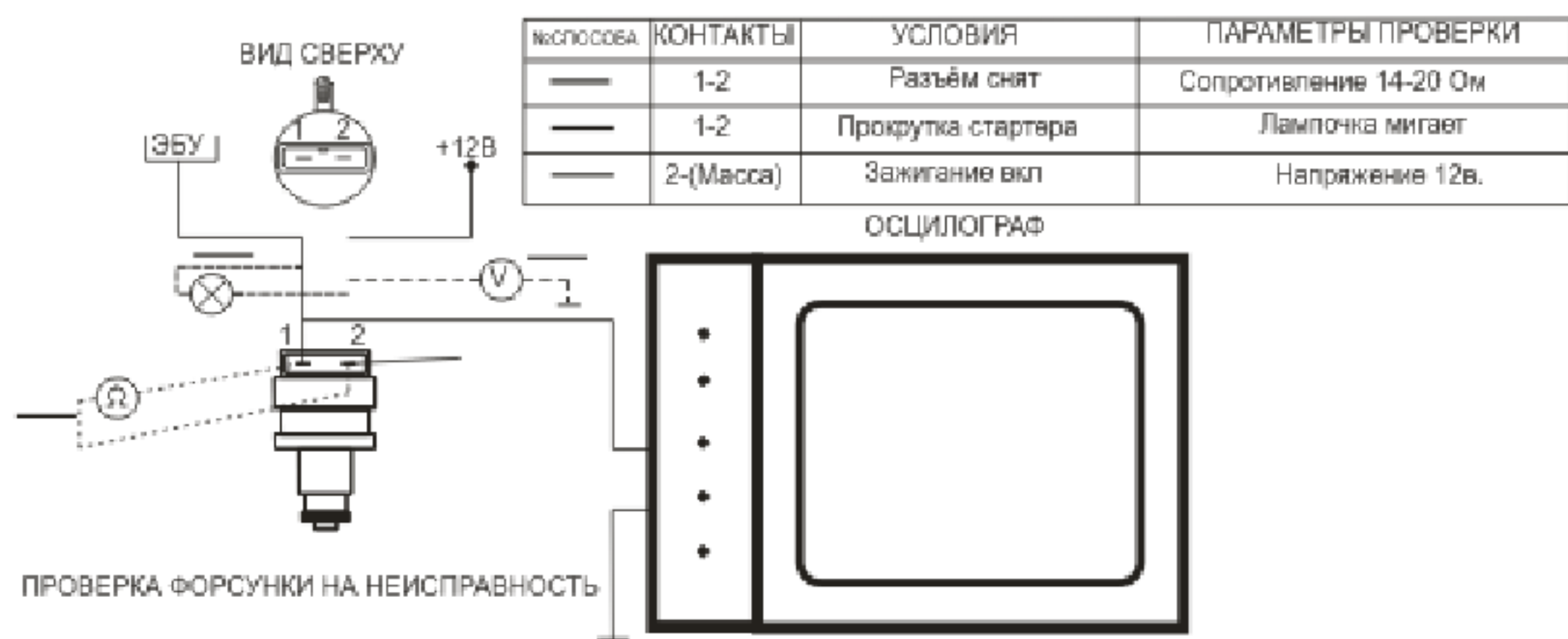


Рис. 20. Диагностика работы форсунки.

Форма сигнала выводится на экран в виде графика в координатах амплитуда (напряжение, частота) – время (рис. 21).

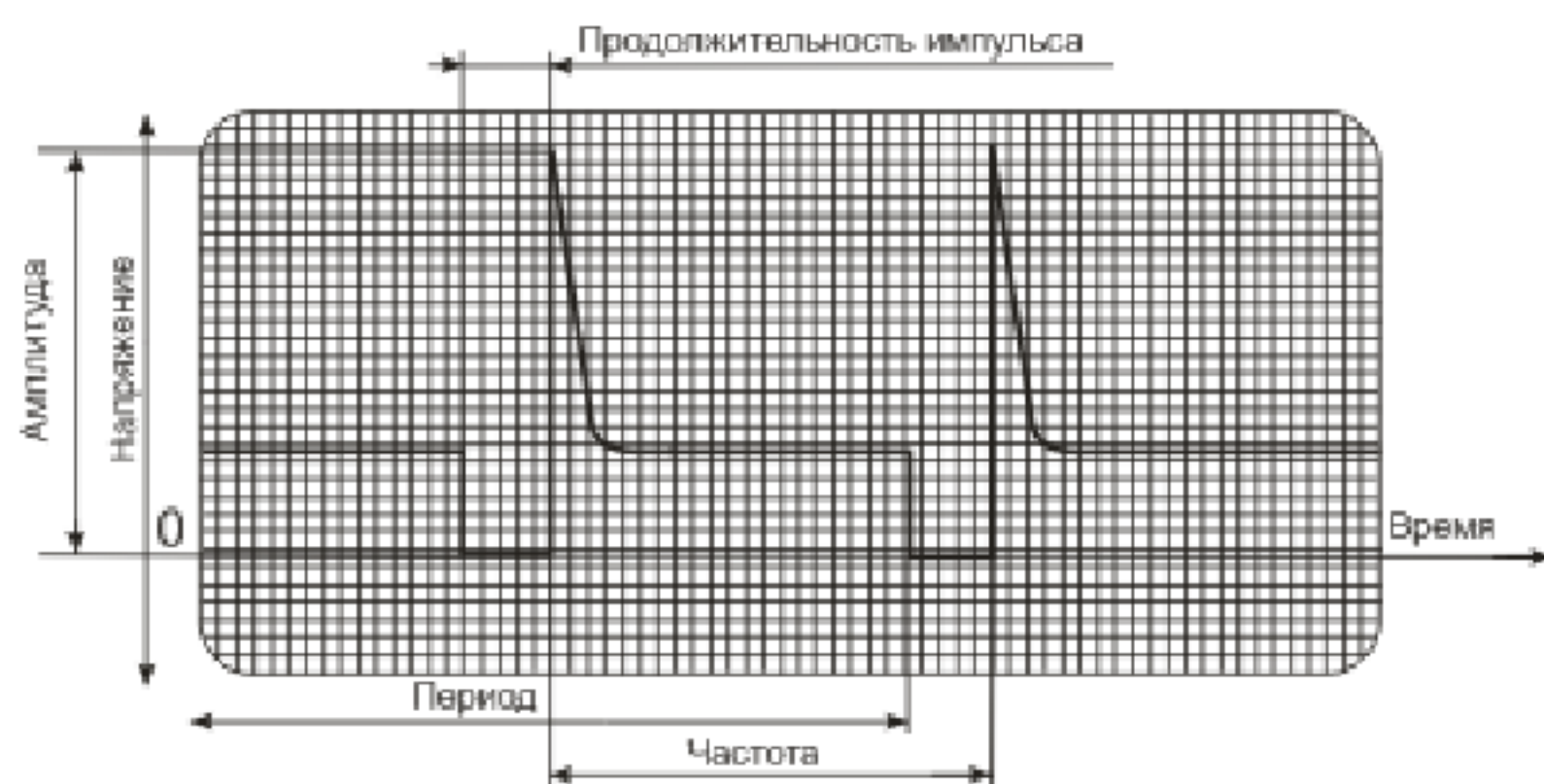


Рис. 21. «Образцовая» осциллограмма работы форсунки

По графику изменения сигнала определяют следующие величины: амплитуду в вольтах в любой момент времени; частоту сигнала (время между двумя сходными точками кривой сигнала); ширину (продолжительности) импульса и скважность импульса или «угол замкнутого состояния» в % - т.е. отношение времени наличия сигнала к общему времени периода сигнала и собственно форму сигнала.

Сравнивая все параметры сигнала с «образцовым» сигналом, можно

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

работоспособности данного элемента системы

Продолжительность импульса открытия форсунки зависит от режима работы двигателя: холостой ход 1-6 мсек., нагрузка 100% - 6-35 мсек.

При пуске холодного двигателя продолжительность импульса больше, чем при пуске прогретого. При пуске холодного двигателя на основные форсунки подается дополнительный импульс открытия. В этом случае на осциллографе появляются два сигнала – длинный и короткий, сходные по форме (рис. 22.)

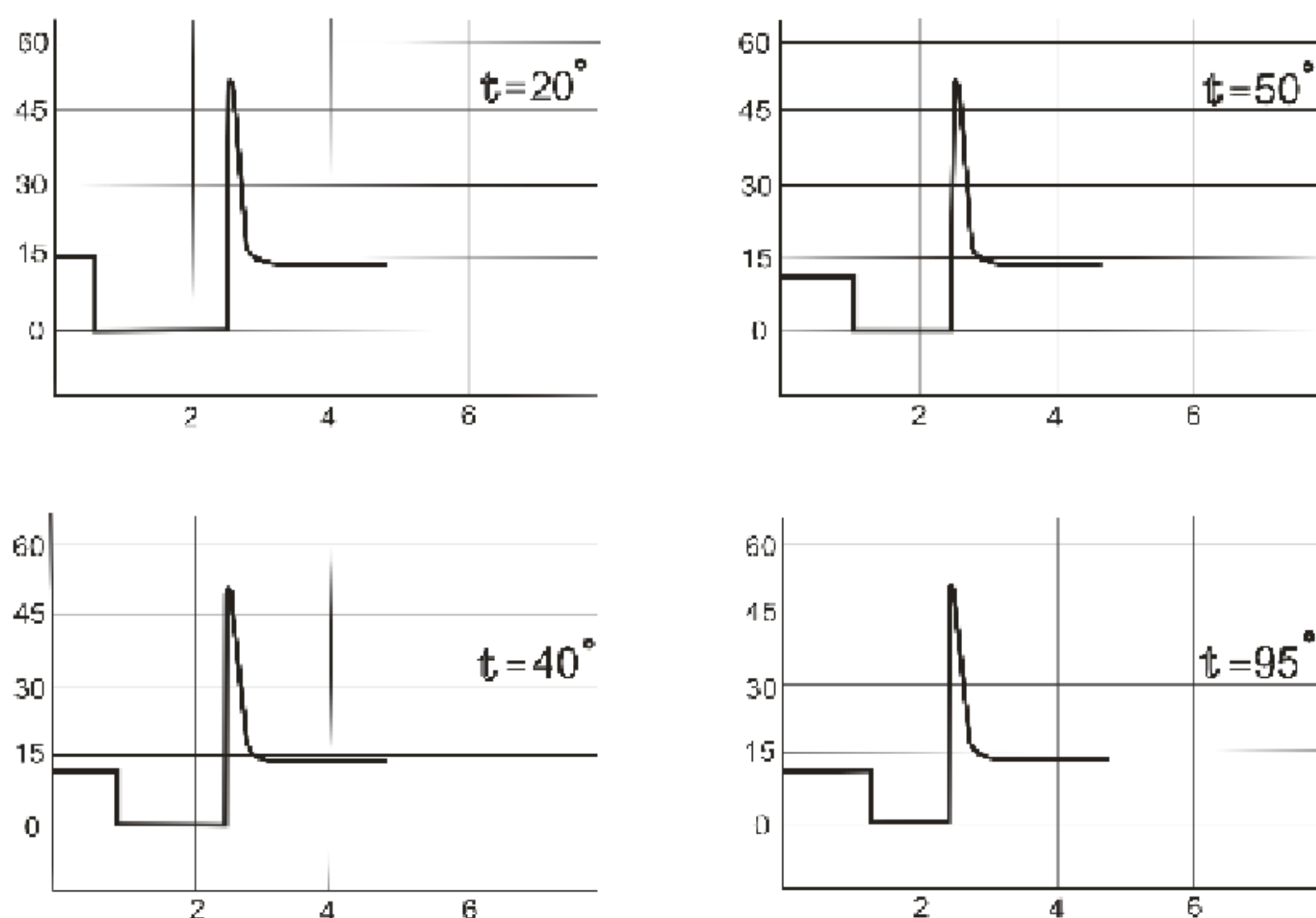


Рис. 22. Влияние температуры двигателя на время открытия форсунки

По изменению продолжительности импульса открытия форсунки на разных режимах работы двигателя можно оценить правильность работы блока управления.

Другим оценочным параметром работы форсунок является периодичность впрыска (частота импульсов). Периодичность впрыска – это время между двумя последовательными открытиями клапана одной и той же форсунки. Периодичность впрыска зависит от частоты вращения коленчатого

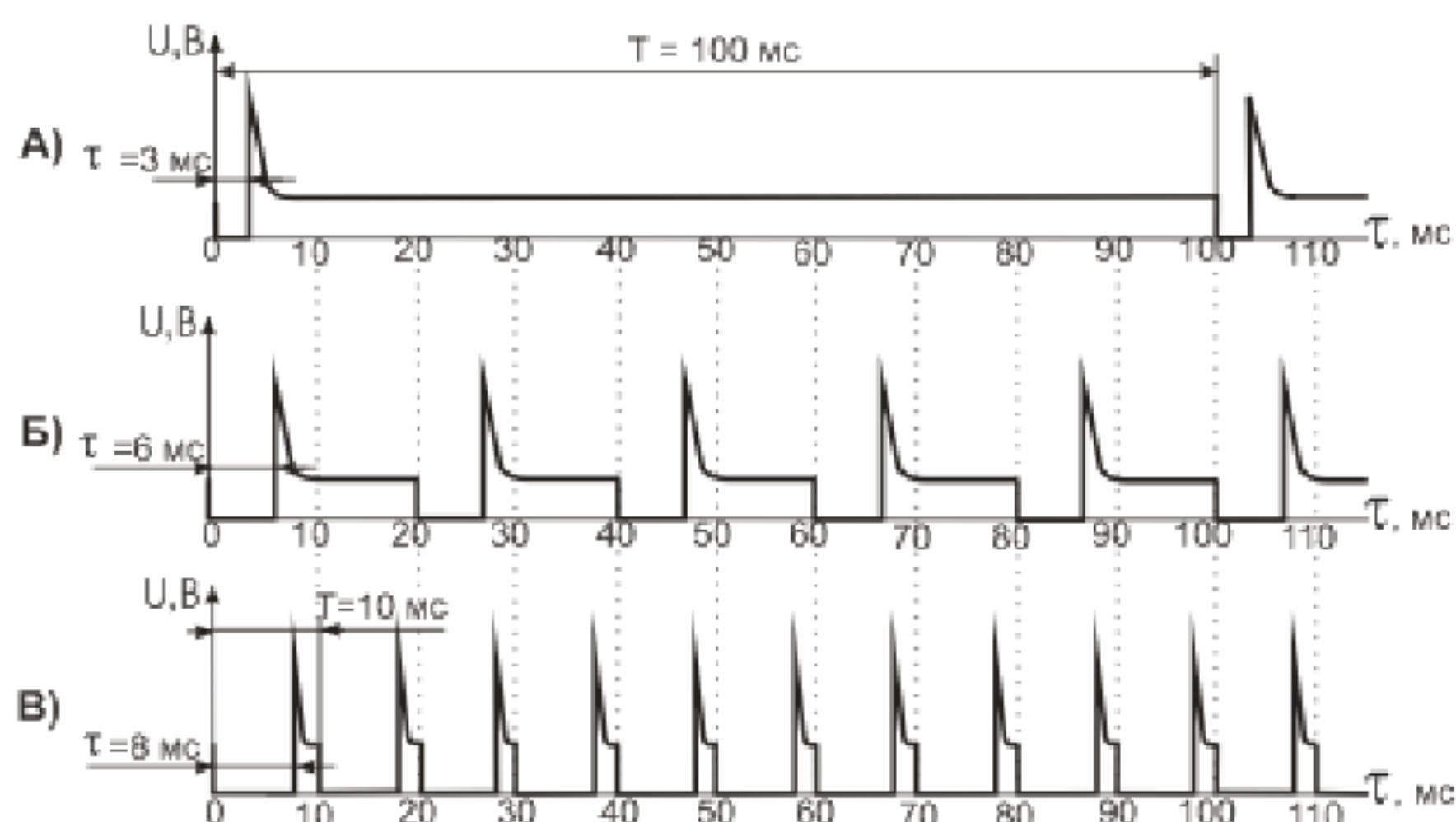


Рис. 23. Соотношение между временем впрыска и периодичностью (τ – время впрыска; T – периодичность впрыска), а) холостой ход (один оборот коленчатого вала происходит за 100 мс); б) средняя нагрузка на оборотах 3000 об/мин (один оборот коленчатого вала происходит за 20 мс); в) при максимальной частоте вращения 6000 об/мин (один оборот коленчатого вала происходит за 10 мс).

Представляет интерес диагностика по величине ЭДС самоиндукции в обмотках катушек форсунок. Когда ЭБУ замыкает управляющий провод на массу, напряжение на нем падает до 0 В, клапан перемещается и открывает подачу топлива. При отсоединении управляющего провода от массы, цепь размыкается и в обмотке индуцируется ЭДС самоиндукции (60-80 В) и является диагностическим параметром.

Величина импульса ЭДС зависит от скорости обратного движения клапана и пройденного им расстояния. Если импульса ЭДС нет, то нет обратного хода клапана. Это говорит о том, что клапан заклинил. Если величина импульса ЭДС невысокое, то движение клапана укорочено или его скорость втягивания уменьшены, что может происходить из-за подклинивания клапана. На величину импульса ЭДС могут оказывать влияние и другие факторы: ослабление пружины клапана; подклинивание клапана из-за появления загрязнений внутри клапана; высокое давление топлива.

2.3.2. Диагностика работы форсунок прибором УЗСК

Необходимо изменять обороты двигателя и записывать значения длительности включенного состояния. Затем сравнить полученные результаты с приведенной ниже таблицей 2. При холодном двигателе значения могут быть немного выше.

Оценка результатов измерений производится следующим образом:

- а) при увеличении оборотов двигателя длительность включенного состояния должна повышаться;
- б) при резком ускорении рабочий цикл должен значительно увеличиться;
- с) при замедлении горячего двигателя с закрытой дроссельной заслонкой рабочий цикл должен упасть до нуля и появиться вновь когда обороты двигателя снизятся примерно до 1200 об/мин;
- д) если прибор не показывает нуля, проверьте регулировку дроссельной заслонки датчика ее закрытого положения;
- е) при нулевом значении цикла шум форсунок должен прекратиться;

Таблица 2.

Обороты двигателя	Длительность включенного состояния
Холостой ход	3...6%
2000 об/мин	7...14%
Медленное открытие дроссельной заслонки	11...16%
Быстрое открытие дроссельной заслонки	20% и более
Замедление *	Нуль
* Повысьте обороты двигателя примерно до 3000 об/мин и отпустите педаль акселератора.	

Нет вечных двигателей, как нет идеальных бензинов, масел и условий эксплуатации.

К неисправностям форсунки можно отнести недостаточное мелкое распыление топлива, потерю формы струи распыленного топлива и подтекание топлива.

Форсунка может «лить» или вообще не открыться при подаче сигнала на электромагнитный клапан. Возможная причина попадание воды вместе с топливом в форсунки. Под действием воды происходит коррозия подвижных частей форсунки. Это может произойти при нахождении автомобиля на длительном ремонте.

При остановке горячего двигателя из пленки топлива, оставшейся на штифтах и внутренних поверхностях распылителей (ниже запорного клапана), испаряются легкие фракции бензина, а из тяжелых фракций образуются слой твердых углеродистых отложений. Из-за топлива низкого качества образуются смолистые отложения. Проходное сечение сопла при этом уменьшается (рис. 24).

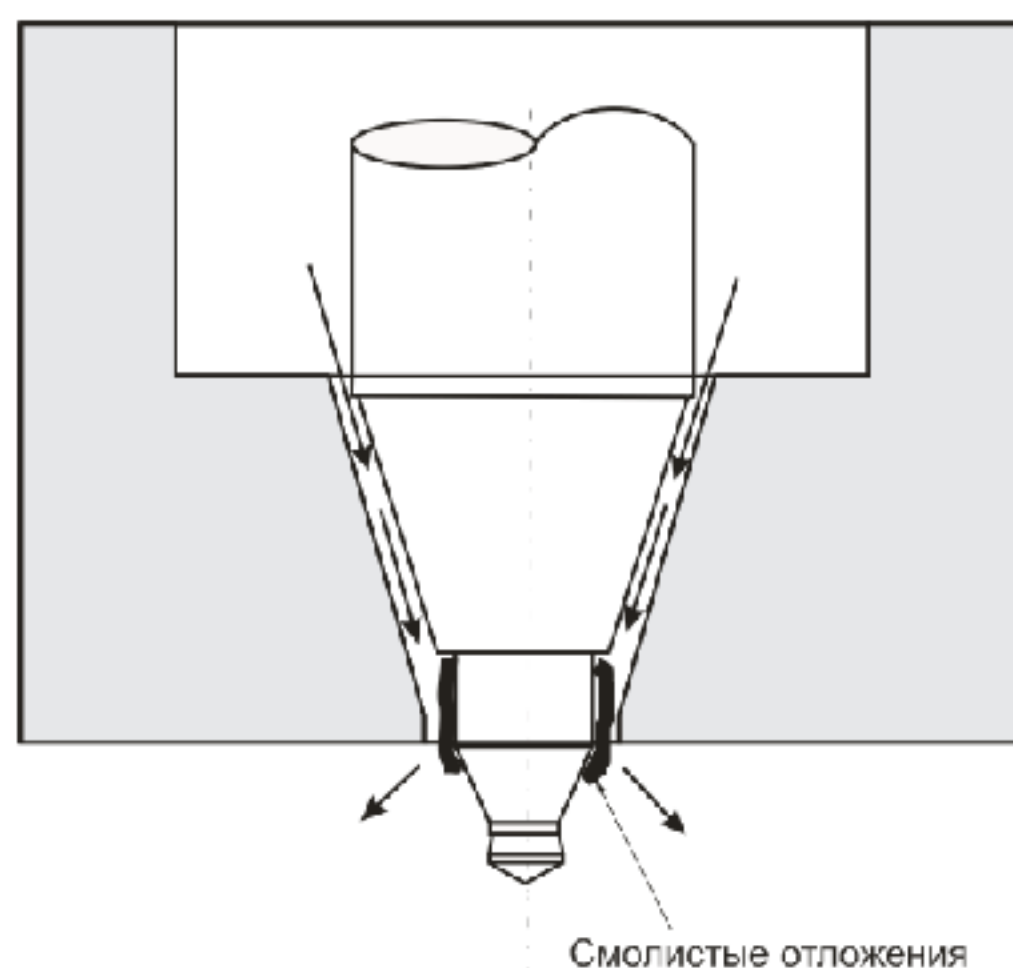


Рис. 24. Увеличенный вид иглы топливной форсунки

С появлением отложений просвет «зарастает» и уменьшается. Производительность форсунки падает, что приводит к обеднению смеси, особенно в режиме ускорения автомобиля, когда кислородный датчик не

Кроме того, смолистые отложения нарушают форму струи форсунки. При этом струя будет направлена не в просвет

впускного клапана, а на стенки впускного коллектора и в цилиндр поступит меньше бензина. Ухудшается также однородность распыливания топлива. Из форсунок вылетят крупные капли, не успевающие испариться, перемешаться с воздухом и, как следствие, увеличение СН (топливо полностью не сгорает).

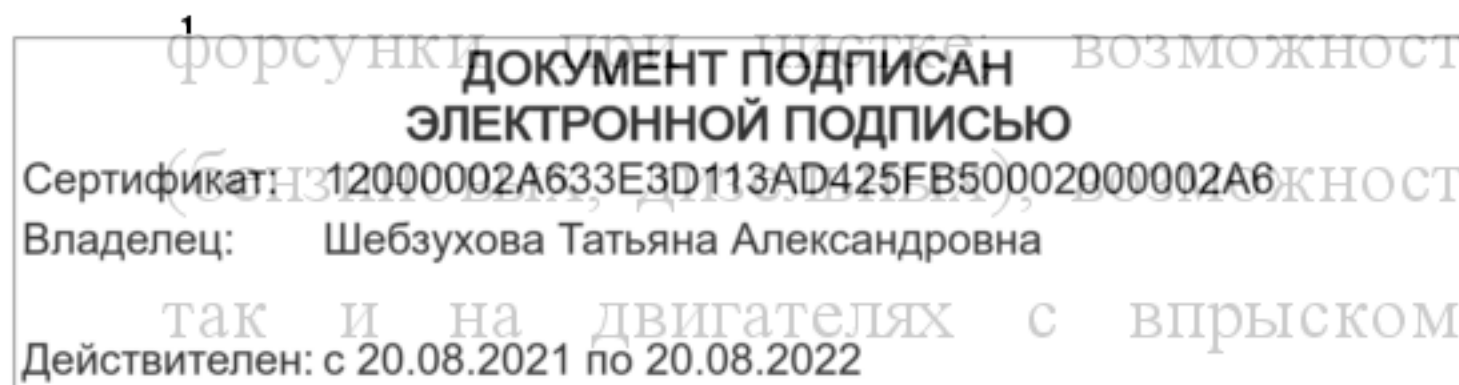
Другой причиной неудовлетворительной работы форсунок является загрязнение их входных фильтров (рис.10). Из-за своих размеров поглощающая способность их невелика, а засорившись, они уменьшают производительность форсунки.

В результате наблюдается затрудненный пуск двигателя, неустойчивый холостой ход, провалы при разгоне, повышенный расход топлива, потеря мощности.

Чтобы этого не допускать, форсунки моются через каждые 40 т. км пробега.

2.3.3.1. Очистка инжектора с помощью магнитного активатора

Магнитный активатор устанавливается в разрез топливного шланга перед форсунками. При прохождении топлива через магнитный активатор происходит ослабление молекулярных связей и уменьшение молекулярного поверхностного натяжения компонентов (кластеров) углеводородного топлива, их разрыв, поляризация и линейное упорядочивание, что обеспечивает создание особо мелкодисперсной топливовоздушной смеси. Молекулы топлива и все примеси, которые в нем содержатся, приобретают одноименный заряд и не оседают ни на стенках топливной системы, ни на форсунках. Помимо этого, активно заряженные частицы мягко и постепенно удаляют уже имеющиеся шлаки в топливной системе. Преимуществами данного метода являются: снижение вредных выбросов при работе двигателя; более полное сгорание топлива; постепенное очищение топливных форсунок, благодаря этому снижается риск выхода и строя



форсунок, при очистке, возможность чистки любых типов форсунок (бензиновых, дизельных), возможность применения как на карбюраторных, так и на двигателях с впрыском, очищение камеры сгорания, что

способствует лучшему теплоотводу. К недостаткам данного метода можно отнести относительно высокую стоимость приспособления.

2.3.3.2. Очистка инжектора с помощью специальных очищающих добавок к топливу

В продаже имеются специальные очищающие добавки к топливу, именуемые «Фьюел инжектор клинер» (Fuel Injector Cleaner), которые заливаются непосредственно в топливный бак. Однако эти добавки целесообразно использовать только для чистых баков, так как они очищают бак и топливопроводы, а смытые загрязнения могут попасть к форсункам и закупорить их входные фильтры.

2.3.3.3. Мойка форсунок на работающем двигателе

Мойка форсунок может производиться без съема форсунок с двигателя или их демонтажа и последующей мойки.

Чтобы смыть толстые наросты используют специальные моющие установки для очистки форсунок на работающем двигателе. Штатный топливный насос отключают, а специальная установка подает в топливную рампу моющее средство (сольвент-декарбонайзер), который служит одновременно и топливом, и очистителем (рис.25).

Промывка форсунок производится на заведенном двигателе. При этом, кроме мойки форсунок, отмываются от отложений, кокса и нагара тарелки клапанов, камера сгорания (увеличивается наполнение цилиндров горючей смесью), поршневые кольца (раскоксовка колец).

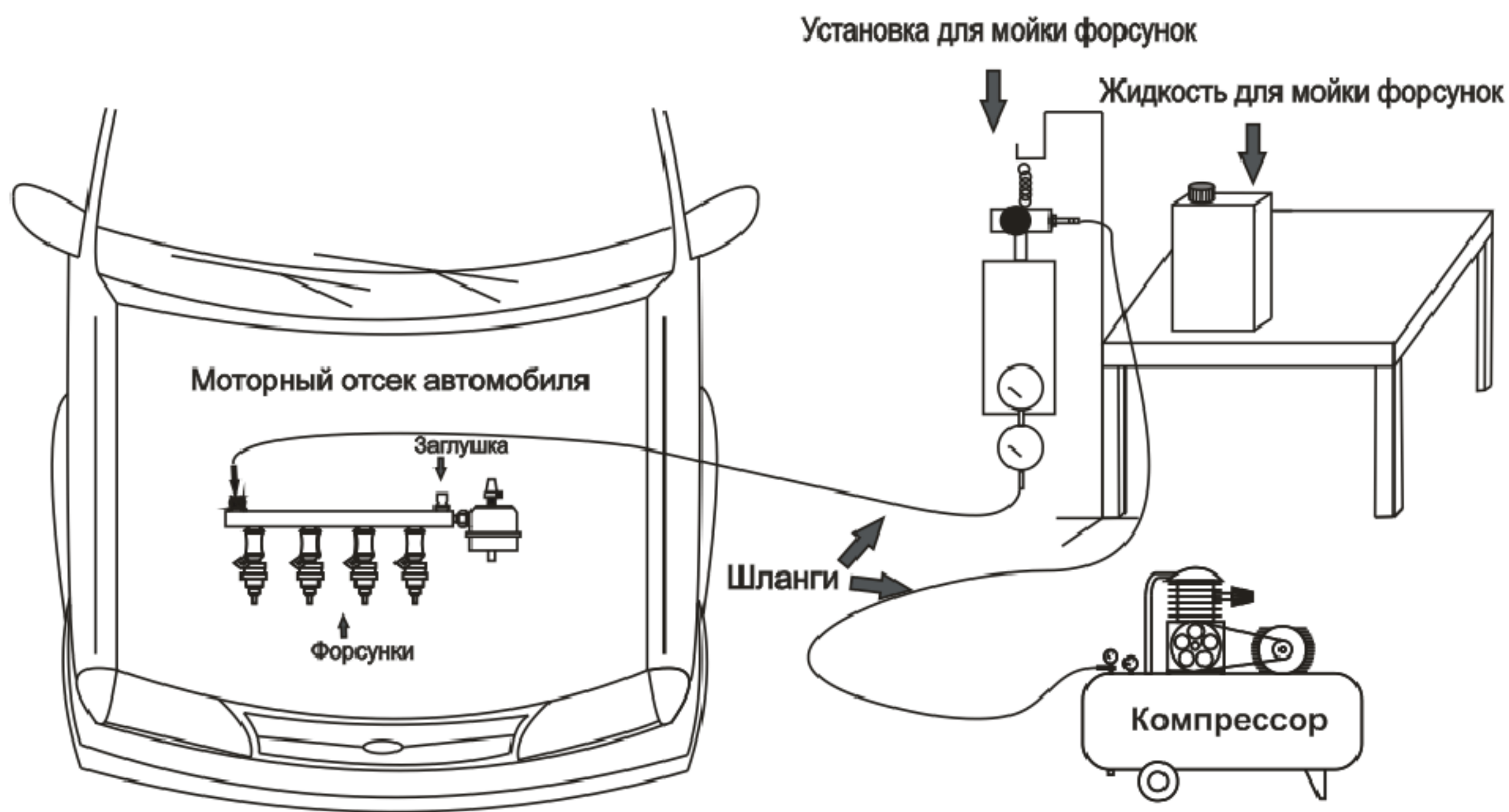


Рис. 25. Мойка форсунок без снятия с двигателя.

Так как двигатель при этом не нагружен, то от чистящего сольвента не требуется обеспечивать заданные мощностные характеристики, детонационную стойкость и т. п. Поэтому моющие свойства сольвента резко усилены по сравнению с добавками в топливо. Время непосредственной мойки составляет 20-30 мин. В качестве моющего средства может, например, использоваться сольвент MV-4020 (частично очищает кислородный датчик и катализатор) или сольвент-концентрат американской фирмы «Карбол клин» (Carbol Clear). Для мойки форсунок может использоваться, например, моющая установка американской фирмы ОТС. Сольвент к форсункам подается давлением сжатого воздуха и не нужно присоединять специальный шланг обратного слива.

Производительность форсунок $176 \pm 5,3 \text{ см}^3 / \text{мин}$ при давлении $2,5 \text{ кг} / \text{см}^2$.

Недостатком мойки является загрязнение свечей зажигания, моторного

Принцип подключения установки заключается в том, чтобы двигатель работал не на бензине или дизельном топливе, а на специальной чистящей жидкости. Для этого необходимо:

1. Прогреть двигатель до рабочей температуры и заглушить.
2. На двигателе найти подающую и обратную магистраль.
3. Отсоединить подающую и обратную магистраль от топливной рампы и подсоединить к ней через специальные адаптеры соответствующие шланги моющей установки. Не все автомобили имеют обратную магистраль, поэтому будет подключаться только подающий шланг.
4. При очистке дизельных систем следует подключать установку к ТНВД.
5. Отключить топливный насос (снять предохранитель, реле или разъем на топливном насосе) или закольцевать насос, путем соединения подающей и обратной магистрали.
6. Залить моющую жидкость в емкость установки из расчета:

Объем двигателя, л	Количество раствора, л
До 2,5	1
От 2,5 до 5	1,5
Свыше 5	2

Для дизельных систем норма расхода раствора снижается на 50%.

7. Выставить давление подачи моющего раствора соответствующее рабочему давлению и время мойки («Тест-механика» клавишами «--« и «--«»). Давление подачи раствора для карбюратора 0,5-1 бар, для дизелей 1-1,5 бар. Время цикла мойки 10 мин для загрязненных незначительно и 20-25 минут для сильно загрязненных форсунок.

8. Залить раствор и мыть форсунки.

9. Выждать 15-20 минут (период просачивания).

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

10. Повторить процедуры мойки.

2.3.3.4. Мойка форсунок со снятием с двигателя

Лучшее качество мойки обеспечивается путем снятия с двигателя форсунок и их мойки на специальном стенде. При этом могут использоваться моющие средства с более активным воздействием на загрязнения и появляется возможность режима «отмачивания».

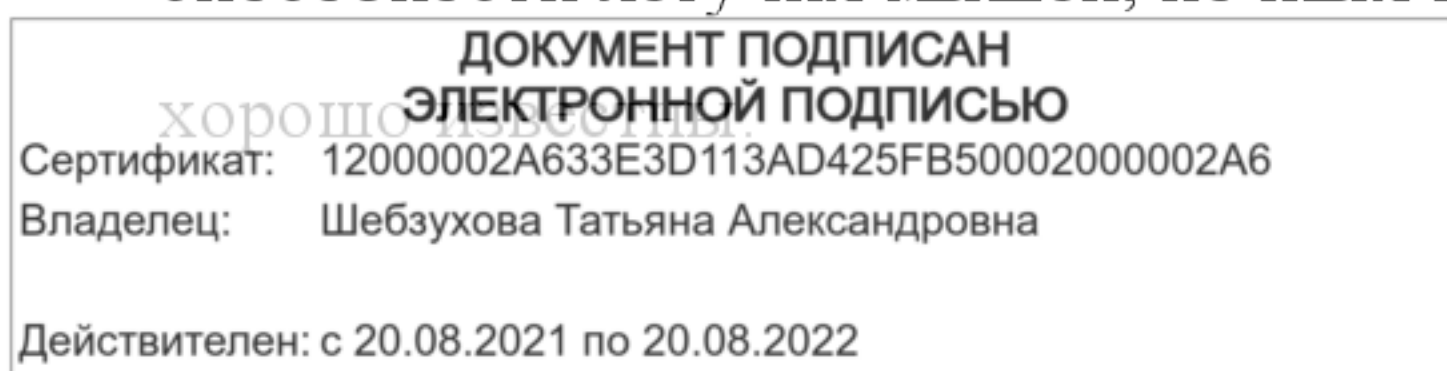
Второй способ отличается высоким качеством мойки и большой трудоемкостью, связанной с демонтажем форсунок с двигателя и последующим монтажом их.

Процедура мойки включает ультразвуковую очистку.

Ультразвуковая очистка (УЗ). Качество УЗ очистки несравнимо с другими способами. Например, при полоскании деталей на их поверхности остается до 80% загрязнений, при вибрационной очистке – около 55%, при ручной – около 20%, а при ультразвуковой – не более 0,5%. Кроме того, детали, имеющие сложную форму, труднодоступные места, хорошо можно очистить только с помощью ультразвука. Особое преимущество УЗ очистки заключается в ее высокой производительности при малой затрате физического труда, возможности замены огнеопасных или дорогостоящих органических растворителей безопасными и дешевыми водными растворами щелочей, жидким фреоном и др.

Частоты 16 - 18000 Гц, которые способен воспринимать слуховой аппарат человека принято называть звуковыми, например писк комара ≈ 10 кГц.

Многие млекопитающие, например кошки и собаки, обладают способностью восприятия ультразвука частотой до 100 кГц, а локационные способности летучих мышей, ночных насекомых и морских животных всем



Нижней границей ультразвукового диапазона называют упругие колебания частотой от 18 кГц. Как правило, ультразвуком называют частоты до 10^6 кГц. Более высокие частоты принято называть гиперзвуком.

Скорость звука в воде – 1435 м/с.

В ультразвуковой обработке жидкостей основным действующим фактором является кавитация. Явление кавитации — разрушения отложений с помощью воздушных пузырьков в жидкой среде.

Если какое-либо тело колеблется в упругой среде быстрее, чем среда успевает обтекать его, оно своим движением то сжимает, то разрежает среду. Слои повышенного и пониженного давления разбегаются от колеблющегося тела во все стороны и образуют звуковые волны.

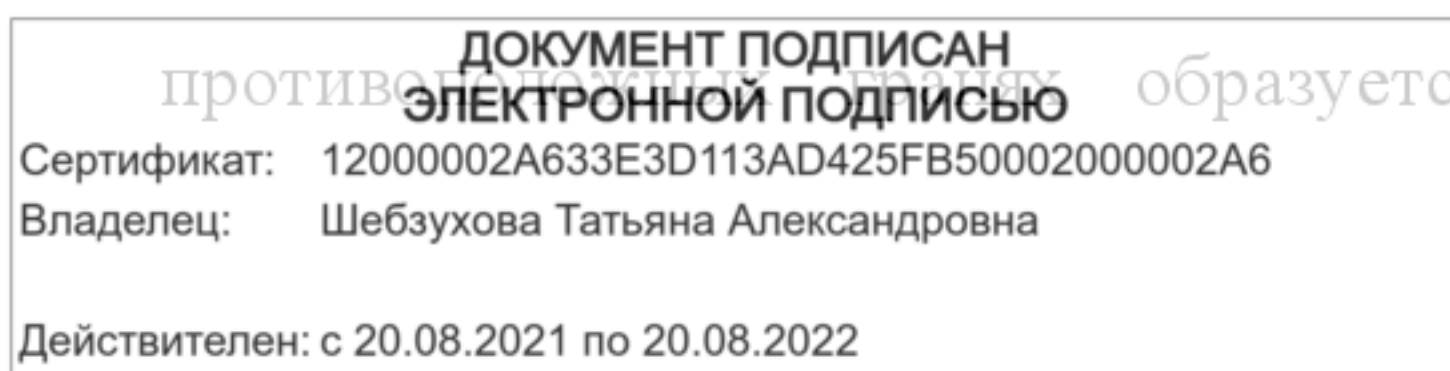
При прохождении через жидкость звуковой волны большой интенсивности, возникает так называемая акустическая кавитация. В интенсивной звуковой волне во время полупериодов разрежения возникают кавитационные пузырьки, которые резко схлопываются при переходе в область повышенного давления. В кавитационной области возникают мощные гидродинамические возмущения в виде микроударных волн и микропотоков, которые разрушают отложения. Кроме того, схлопывание пузырьков сопровождается сильным локальным разогревом вещества и выделением газа.

Под воздействием ультразвука происходит раскалывание частиц, находящихся в воде, их средние размеры уменьшаются с 10 до 1 микрона, увеличивается их количество и общая площадь поверхности частиц.

В большинстве ультразвуковых устройств используются пьезоэлектрические и магнитострикционные преобразователи.

Пьезоэффект заключается в следующем. Если кристалл полупроводника (кристалл кварца) деформировать, то на его

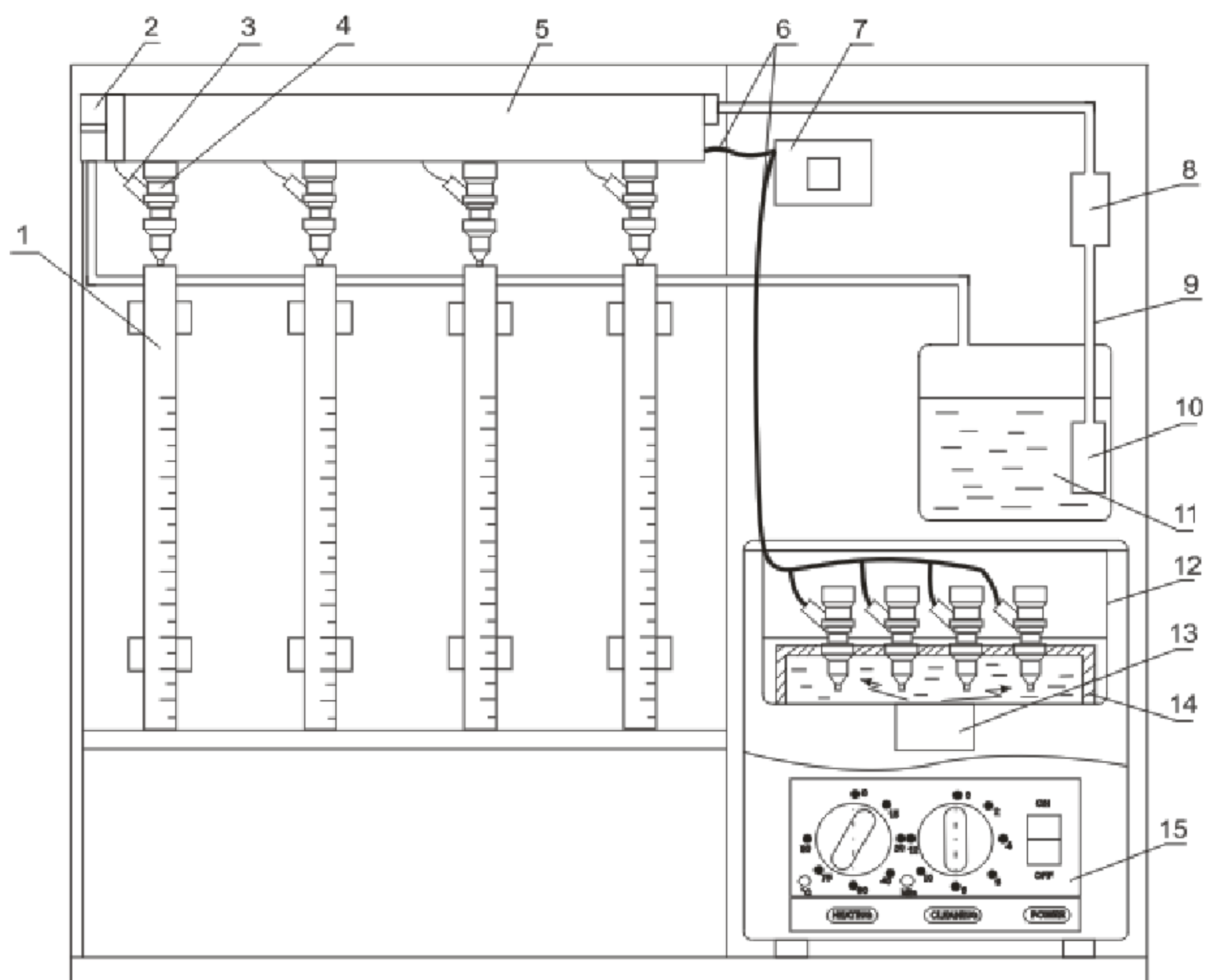
образуется ЭДС, и наоборот, если подать



переменное напряжение, то кристалл будет деформироваться, создавая колебания.

Магнитострикция - это изменение размеров тел при изменении их магнитного состояния. Сердечник из магнитострикционного материала (сплав никеля, кобальта, алюминия, железа), помещённый в обмотку меняет свою длину в соответствии с величиной и формой магнитного поля.

Методика мойки форсунок со снятием с двигателя. Мойка проводится на установке (рис. 26) в следующей последовательности: подготовка форсунок; промывка форсунок; тестирование форсунок; ультразвуковая очистка; обратная промывка форсунок и тестирование форсунок.



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

Рис. 26. Установка для мойки форсунок: 1 – мерная колба; 2 – регулятор давления; 3 – жгут проводов; 4 – форсунка; 5 – топливная рампа; 6 – датчик давления; 7 – импульсный генератор; 8 – фильтр; 9 – трубопровод; 10 – резервуар; 11 – датчик уровня; 12 – форсунки; 13 – ультразвуковая ванна; 14 – датчик температуры; 15 – панель управления.

насос; 11 – моющий раствор; 12 - емкость с моющим раствором; 13 – ультразвуковой излучатель; 14 - подставка; 15 ультразвуковая ванна.

Подготовка форсунок:

- промыть форсунки снаружи обезжиривающей жидкостью для удаления наружных загрязнений;
- вынуть фильтр, расположенный внутри входного отверстия, закрутив приспособление (штопор) в фильтр;
- обдуть форсунки чистым фильтрованным сжатым воздухом (1-1,5 ати);
- установить форсунки в рампу для мойки.

Промывка форсунок:

- установить необходимое давление моющего раствора (рабочее давление для данного типа форсунок) и промыть форсунки в течении 30 сек без подачи на них импульсов (подать напряжение 12 В);
- слить раствор из мерных стаканов.

Тестирование форсунок:

1. Проверка герметичности:

- установить давление на 10% выше рабочего для тестируемых форсунок;
- подать давление на форсунки без их включения в течении 2 минут.

Исправная форсунка допускает появление не более 1 капли в минуту.

Возможные варианты результатов тестирования форсунок представлены на рис. 27.



Рис. 27. Возможные варианты тестирования форсунок.

2. Проверка относительной производительности:

- выбирается один из режимов работы «Тест 1», «Тест 2» или «Тест 3»:

Стартовые значения / тесты	«Тест 1»,	«Тест 2»	«Тест 3»
Обороты в минуту	650	2250	4000
Время открытия форсунок, мс	3	12	6
Давление, атм	0,5	0,5	0,5
Время тестирования, с	120	60	30

- для получения достаточной точности относительной производительности форсунок необходимо заполнить не менее половины мерных емкостей.

Производительность форсунок не должна отличаться более чем на 5%. Одновременно с проверкой производительности форсунок необходимо оценить форму факела распыла. Форсунка должна иметь одинаковые углы распыла при отсутствии отдельных струй.

Ультразвуковая очистка форсунок:

- установить форсунки на полку с отверстиями в ультразвуковой ванне, так чтобы уровень моющей жидкости был как минимум на 20 мм

выше иглы форсунки (до уровня полки);

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- на форсунки подаются импульсы напряжения (время открытия 4,5 мс, что соответствует 7000 об/мин) и одновременно загрязнения подвергаются ультразвуковому воздействию в течении 10 мин;

- после продувки сжатым воздухом удаляются из форсунок остатки моющей жидкости.

В большинстве случаев достаточно провести два цикла УЗ очистки по 10 мин, но при сильном загрязнении форсунок продолжительность УЗ очистки не ограничена.

Обратная промывка:

- установить давление на 10-15 % выше рабочего давления форсунок и подать напряжение на форсунки (без подачи импульсов) и промыть в течении 10-20 мин (рис. 28);

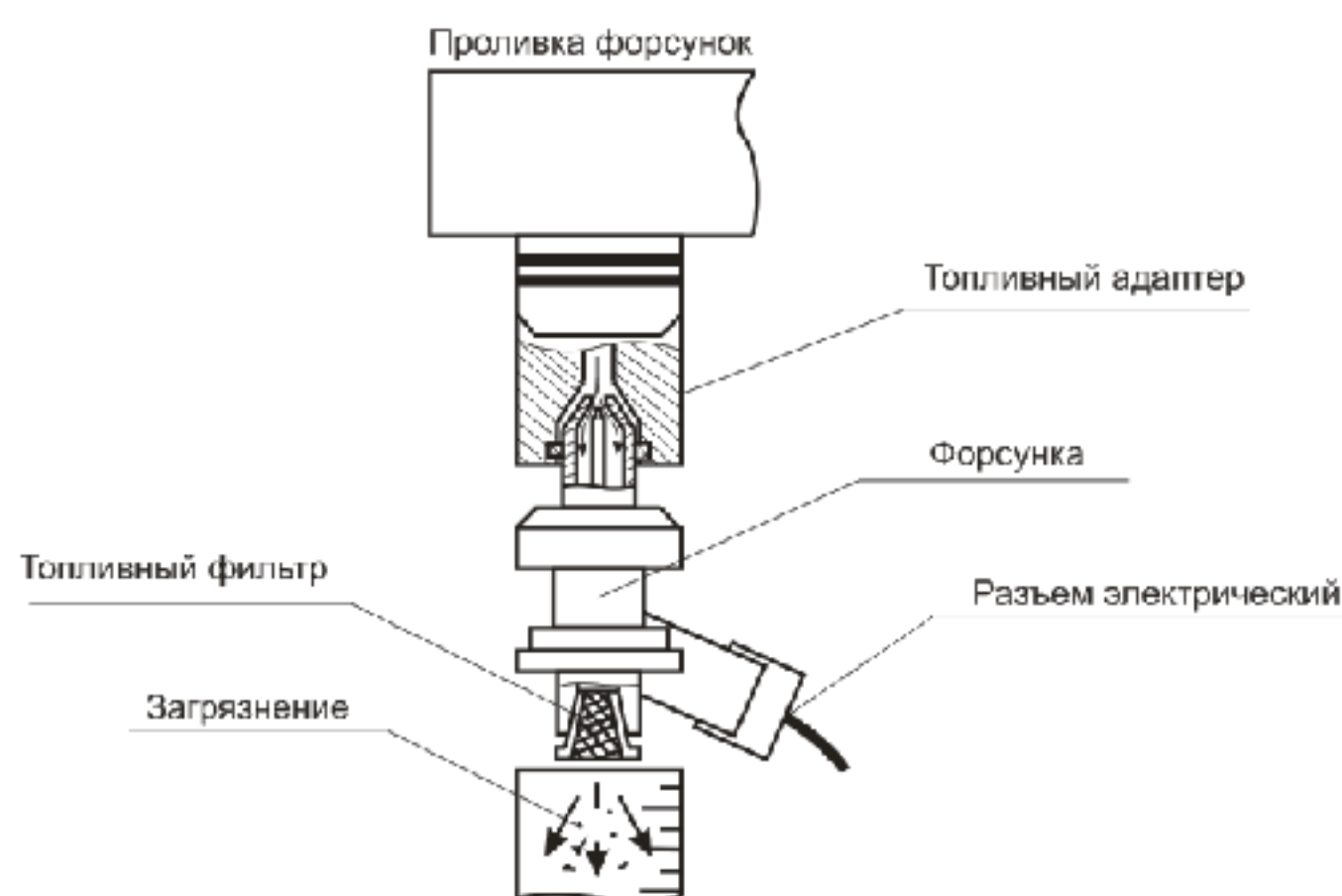
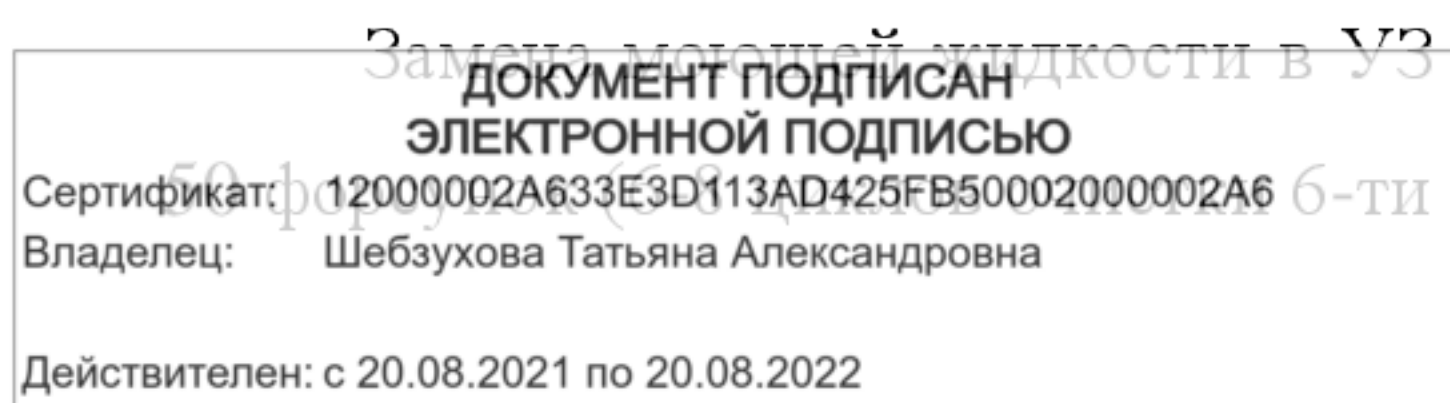


Рис.28. Обратная промывка форсунок.

- провести повторное тестирование путем проверки относительной производительности форсунок и формы факела распыла. Если желаемый результат не достигнут, то необходимо провести повторную УЗ очистку форсунок и обратную промывку.

Фильтр тестирующей жидкости заменить с периодичностью 1 год, а жидкость по мере загрязнения.

Замена моющей жидкости в УЗ ванне производится после очистки 40-60 форсунок (с 6-ти форсунок).



Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит и как работает топливная система?
2. Как устроен и работает топливный насос?
3. Как устроены топливные фильтры?
4. Как устроен распределительный коллектор?
5. Как устроен и работает регулятор давления топлива?
6. Как устроена и работает электромагнитная форсунка?
7. Какие существуют способы управления форсунками?
8. Какова методика диагностики топливной системы по величине давления в топливной магистрали?
9. Как подсоединяется осциллограф к топливной системе для измерения давления топлива?
10. Как проводится проверка топливной системы на максимальное давление?
11. Как проводится диагностика работы топливного насоса?
12. Как строятся расходно-напорные характеристики топливного насоса?
13. Как зависит производительность насоса от подводимого напряжения?
14. Как проводится диагностика работы форсунок с помощью осциллографа?
15. Как проводится диагностика работы форсунок с помощью прибора для измерения УЗСК?
16. Какие способы мойки форсунок существуют?
17. Каковы причины загрязнения форсунок?
18. Как проводится очистка форсунок с помощью магнитного активатора?
19. Как проводится очистка форсунок с помощью очищающих добавок к топливу?
20. Как производится мойка форсунок на работающем двигателе?
21. Как производится ультразвуковая мойка форсунок?
22. Какова последовательность операций при мойке форсунок, снятых с двигателя?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ТЕМА № 6 Диагностика свечей зажигания

1. Общие сведения о конструктивных особенностях и обслуживании свечей зажигания

1.1. Конструктивные особенности свечей зажигания

Свеча зажигания состоит из трех основных компонентов – корпуса, электродов и изолятора (рис 1).

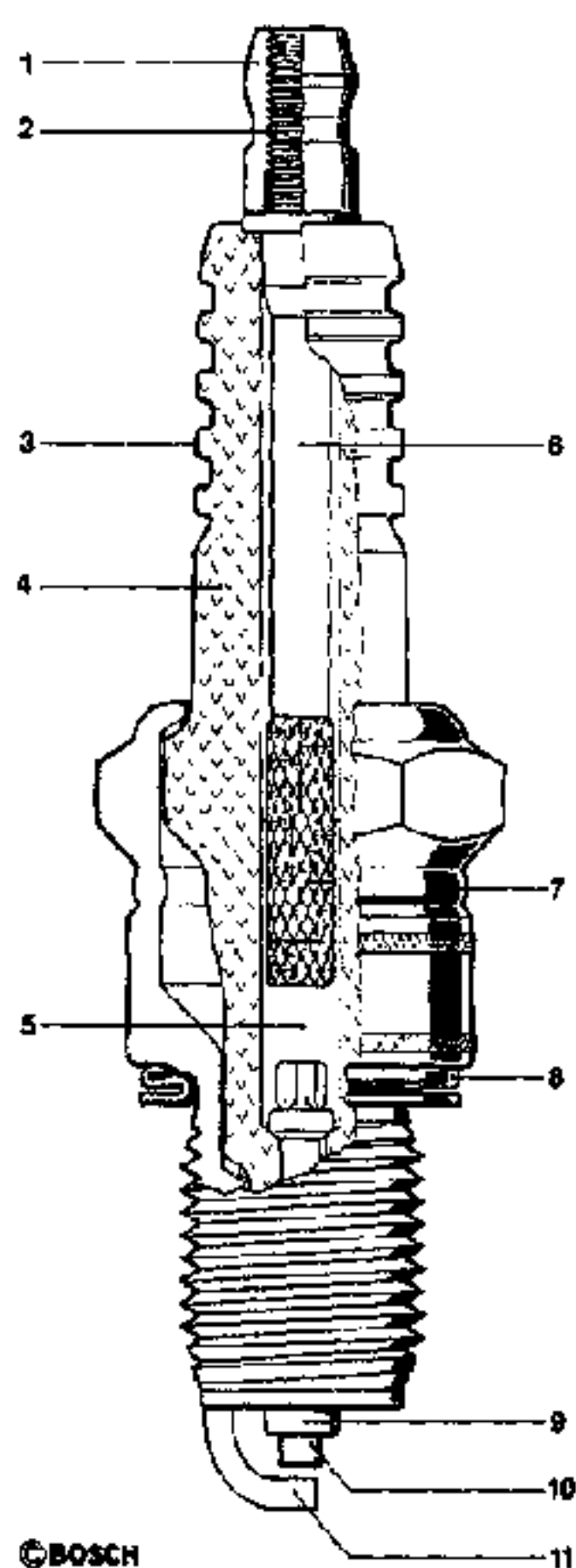


Рис.1. Устройство свечи зажигания:

1 – гайка клеммы, 2 – резьбовое соединение, 3 – барьер утечки тока, 4 – изолятор (Al_2O_3), 5 – электропроводящая перемычка из специального стекла, 6 – клеммный стержень, 7 – обойма свечей, 8 – уплотнительное кольцо, 9 – изолятор электрода, 10 – центральный электрод, 11 – боковой электрод (заземленный)

Изолятор препятствует утечки тока высокого напряжения от центрального электрода на корпус свечи, а также отводит часть тепла, определяя «тепловой диапазон» свечей зажигания.

Изолятор изготавливается из оксида алюминия (Al_2O_3) со специальным

наполнителем. Наружная часть изолятора покрывается глазурью для

документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A61, которая способствовала бы утечки тока. В
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
изолаторе размещен центральный электрод и клеммный стержень.
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Корпус свечи изготавливается из стали и имеет резьбу для ввинчивания свечи в головку цилиндров и шестигранник для специального ключа. Поверхность корпуса никелируется для предотвращения коррозии и легкого откручивания свечи из алюминиевой головки.

Электроды свечи должны быть стойкими к высокой температуре, воздействию агрессивной среды и электроэрозии. Например, температура в камере сгорания может достигать 2500°C , а давление – 50 атм. Наиболее подходящим материалом для электродов считается никель, хотя некоторые свечи имеют медные электроды, покрытые никелем, что улучшает теплоотвод благодаря хорошей теплопроводности меди. Кроме того, за счет уменьшения сопротивления электродов имеется возможность для увеличения зазора между электродами на 0,15 мм.

Увеличение зазора между электродами способствует облегчению пуска двигателя, а также увеличению эффективности сгорания, особенно при работе двигателя на бедной рабочей смеси.

Свечи отличаются друг от друга следующими геометрическими размерами: длиной резьбовой части, диаметром резьбы и искровым зазором. Большинство свечей выпускают с резьбой М 14х1,25 длиной резьбовой части 19 мм и плоским уплотнительным кольцом. Выпускают свечи с коническим уплотнителем без уплотнительного кольца. Размер свечи под ключ может быть 21 мм и 16 мм (рис. 2).

Независимо от режима работы двигателя (пуска, прогрев, холостой ход, нагрузки), температура конуса изолятора свечи должна находиться в диапазоне $400-900^{\circ}\text{C}$. Свеча теряет способность к самоочистке, при температуре ниже 400°C , а при температуре выше 900°C начинается эффект «калильного зажигания», т.е. возгорание смеси от температуры.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022



Рис. 2. Свечи с плоской (слева) и конической поверхностью.

Свечи отличаются друг от друга температурным диапазоном, который характеризуется калильным числом. Калильное число условно означает время в секундах, по истечении которого на свече, установленной на специальном двигателе (работающем в определенном режиме), возникает калильное зажигание. Поэтому, чем выше калильное число, тем свеча способна работать при более высоких температурах, т.е. обладает большей теплопроводимостью и называется «холодной», и наоборот, чем ниже калильное число, тем ниже теплопроводность свечи, и свечу называют «горячей».

У «холодной» - более длинный тепловой конус, с большей поверхностью. У «горячей» - короткий (рис. 3). Первый примет больше теплоты от сгорающего топлива, второй – меньше.

Калильное число наносят на корпус свечи – ведь по внешнему виду характеристик с достаточной точностью не определить. В маркировках современных отечественных свечей используют числа: 11, 14, 17, 20, 23, 26. Чем больше это число, тем холоднее свеча.

С документом подписан: для горячего (форсированного) двигателя нужны
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
горячие свечи
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022
холодного двигателя (с низкой степенью сжатия) нужны

При снижении компрессии в цилиндрах, а также зимой используют свечи с более низким калильным числом, т.е. более горячие (обладают большей способностью к самоочистке).

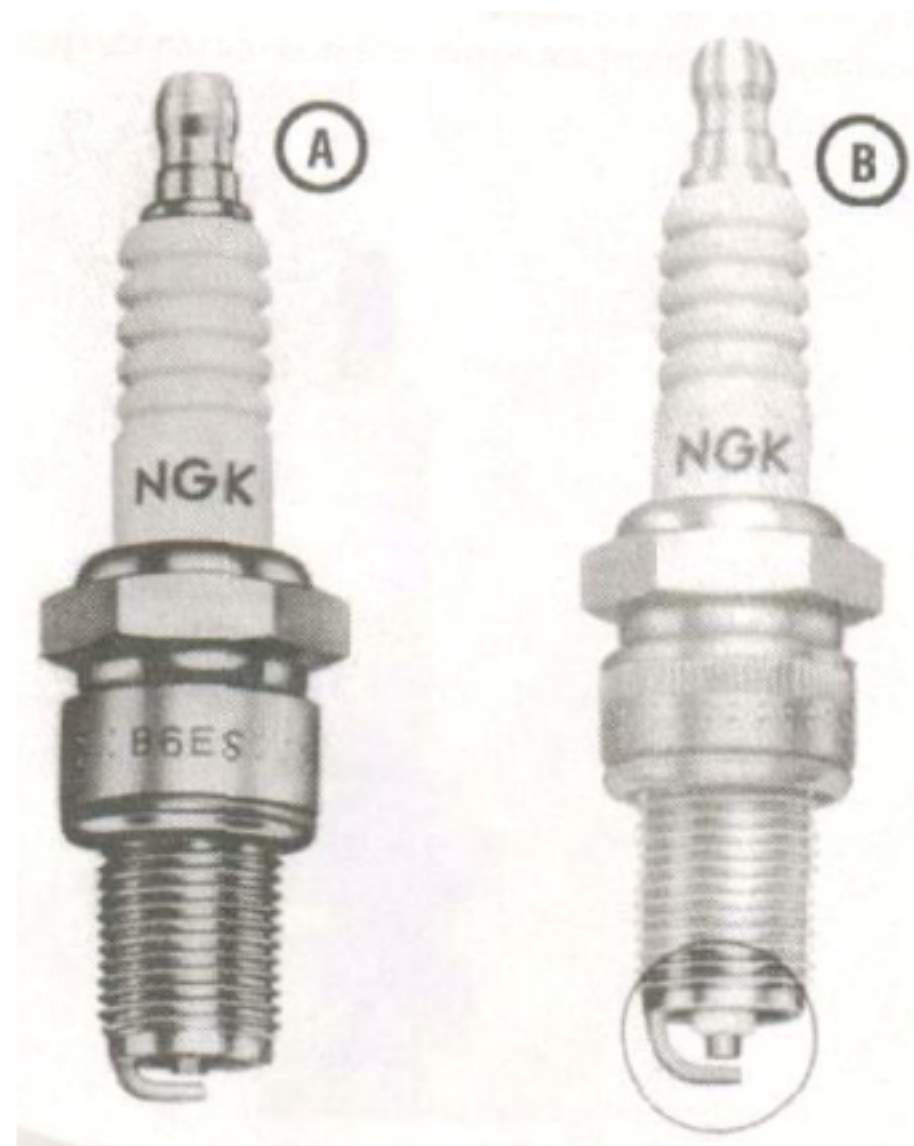


Рис. 3. Свечи зажигания: а) «горячая свеча»; б) «холодная свеча».

Свечи отличаются друг от друга маркой. Отечественными производителями свечей являются Энгельс (ЭААЗС), Ульяновск (УМЗ), Уфа (УАПО). Более богатый выбор свечей предполагают фирмы - BRISK, BOSCH, BERU, CHAMPION, NGK, ROCHESTER, EYQUEM, AUTOLITE, DENSO.

В соответствии с требованиями ОСТ 37.003.081-98, условное обозначение свечи зажигания включает в себя следующие обозначения (рис. 4).

Резьба на корпусе M14x1,25 - «А»; M18x1,5 (по ТУ) - «М».

Размер шестигранника под ключ: 16,0 мм - «У»; 19,0 мм - «М».

Если маркировка не содержит букв «У» или «М», размер шестигранника под ключ 20,8 мм.

Коническая опорная поверхность: «К».

Длина резьбовой части корпуса для свечей с коническим посадочным местом: 7,8 мм - «М»; 17,5 мм - «Д»; 25,0 мм - «С». Если маркировка не

Калильное число: 11; 14; 17; 20; 23 или 26.

Длина резьбовой части корпуса для свечей с плоской опорной поверхностью: 19,0 мм - «Д». Если маркировка не содержит буквы «Д», длина резьбовой части корпуса 12,7 мм, за исключением свечей зажигания с размером шестигранника под ключ 19,0 мм, для которых этот размер один - 9,5 мм.

Выступление теплового конуса изолятора за торец корпуса: «В».

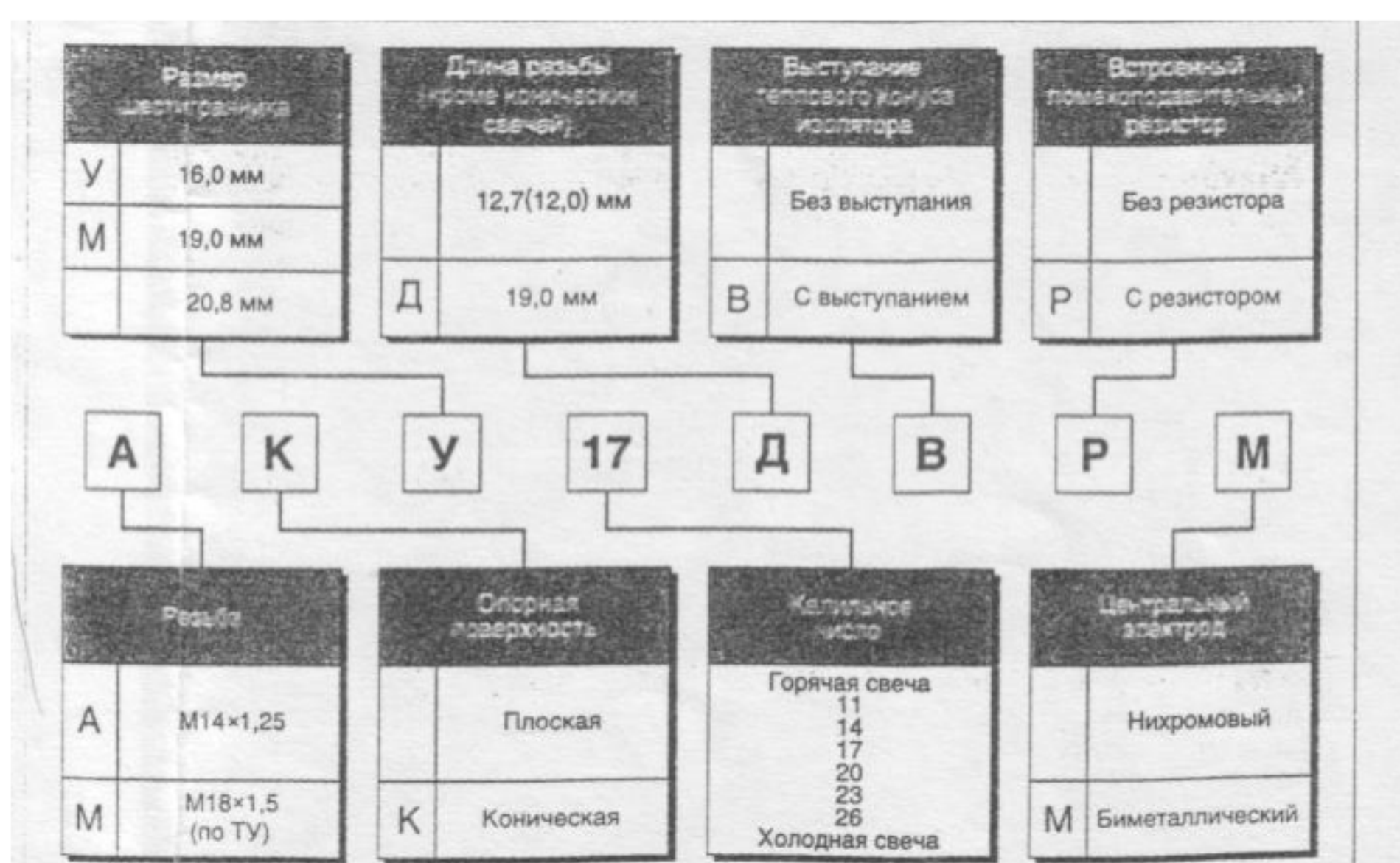


Рис. 4. Обозначение свечей зажигания

Для инжекторных двигателей ВАЗ (восьмиклапанных) рекомендуются свечи А17ДВРМ, для шестнадцатиклапанных – АУ17ДВРМ. Из импортных можно использовать BOSCH W7DC, CHAMPION RN9YCC4 или RN9YC4. Зимой лучше использовать: BOSCH W6DC или AC DELSO R43 XLS. Зазор между электродами свечи должен быть 1÷1,15 мм. Зазоры в свечах 0,5÷0,6 мм для ВАЗ-0,6, 0,7÷0,8 для ВАЗ-0,8.

Выпускают свечи, снабженные дополнительным резистором порядка 5 кОм между центральным электродом и наконечником свечи. Применение резистора способствует уменьшению радиопомех при работе двигателя и в маркировке свечи будет буква Р.

Выпускаются свечи с двумя, тремя и четырьмя боковыми электродами. Они используются в основном на высокофорсированных двигателях и отличаются большой долговечностью.

В таблице 1 указаны отечественные свечи и их зарубежные аналоги.

Таблица 1.

Россия, ОСТ 37.003. 081-98	AC DELC О США	AUT OUTE США ~	BERU Герман ия	BOSC Н Герма ния	CHAM PION США	EYQU ЕМ Франц ия	MAGN ET! MARE LLI Италия	NGK Япони я	NIPPO N DENS О Япони	BRISK (PAL) Чехия	BOSNA Югосла вия
A17ДВ	42XLS	64	14-7DU	W7D C	N9YC	750LS	CW7LP	BP6ES	W20EP	L15Y	FE65P
A17ДВ-1	42XLS	64	14-7DU	W7D C	N9YC	750LS	CW7LP	BP6ES	W20EP	L15Y	FE65P
A17ДВ-10	42XLS	64	14-7DU	W7D C	N9YC	750LS	CW7LP	BP6ES	W20EP	L15Y	FE65P
A17ДВ- W	-	-	-	-	N9DM C	-	-	BP6EK	W20ET	-	-
A17ДВР	CR42 XLS	64	14R- 7DU	WR7 DC	RN9Y C	RC52LS	CW7LP R	BPR6E S	W20EPR	LR15YC	FE65PR

1.2. Обслуживание свечей зажигания

Срок работы свечей составляет примерно 30 т.км, а для систем зажигания «холостая искра» через каждые 15÷20 т.км пробега.

При снятии свечи, ее отворачивают на несколько оборотов, затем удаляют все следы загрязнений. Это предотвратит попадание инородных частиц внутрь двигателя. После снятия с двигателя свечей необходимо убедиться, что их тип и зазор свечей зажигания соответствуют данному двигателю. Обращается внимание на состояние и цвет теплового конуса изолятора. Очистка и регулировка зазора между электродами свечи. Нагар со свечей удаляется с помощью пескоструйного аппарата или вручную, а затем продуваются воздухом. Мокрые «залитые» свечи перед очисткой просушивают при

температуре 400⁰С. Для очистки вручную можно

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

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

использовать мягкую проволочную щетку, при помощи которой очищают электроды и изолятор центрального электрода.

После очистки регулируют зазор между электродами путем подгибания бокового электрода. Для этого используют набор круглых щупов и ключ для разгибания бокового электрода (рис. 5).

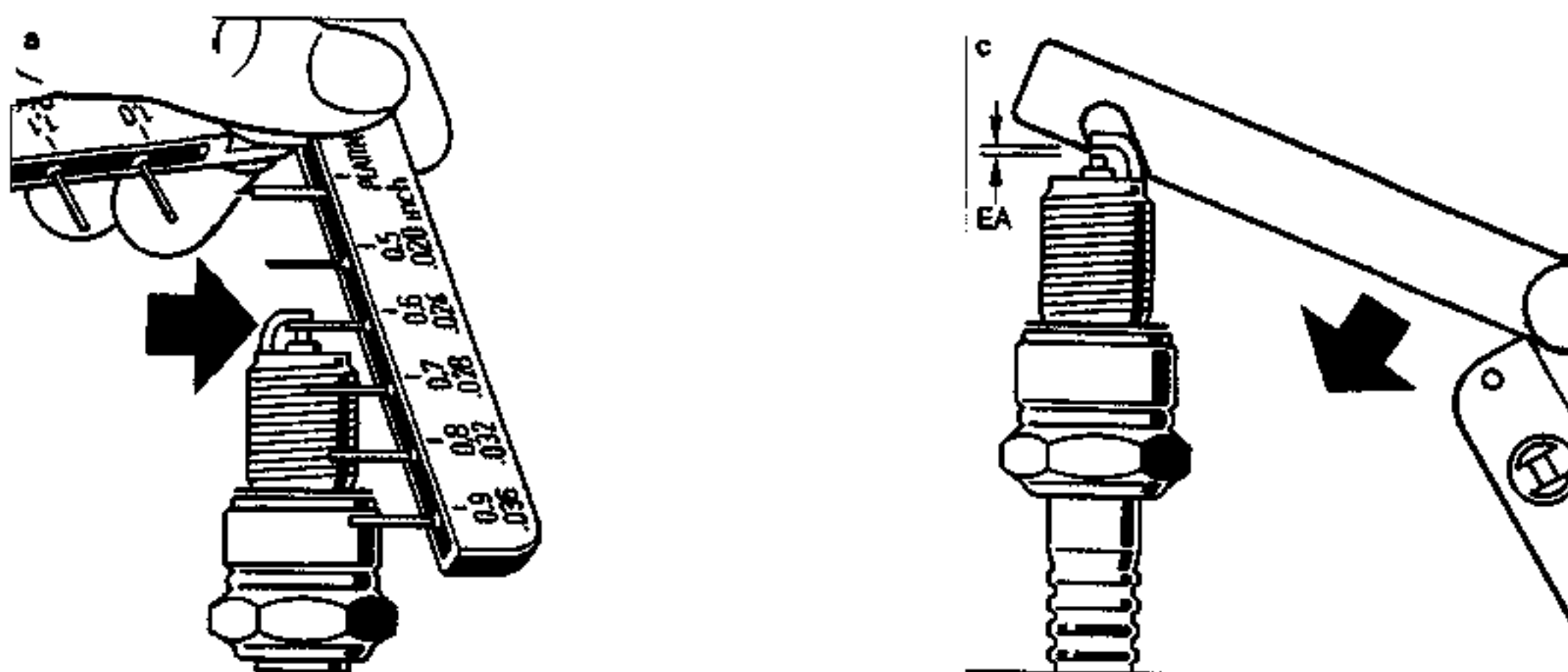


Рис. 5. а) Изменение зазора между электродами. Щуп подводящего диаметра должен проходить между электродами свечи с некоторым сопротивлением.

в) Увеличение зазора между электродами специальным приспособлением

Установка свечей зажигания на двигатель производится в следующей последовательности (рис. 6).

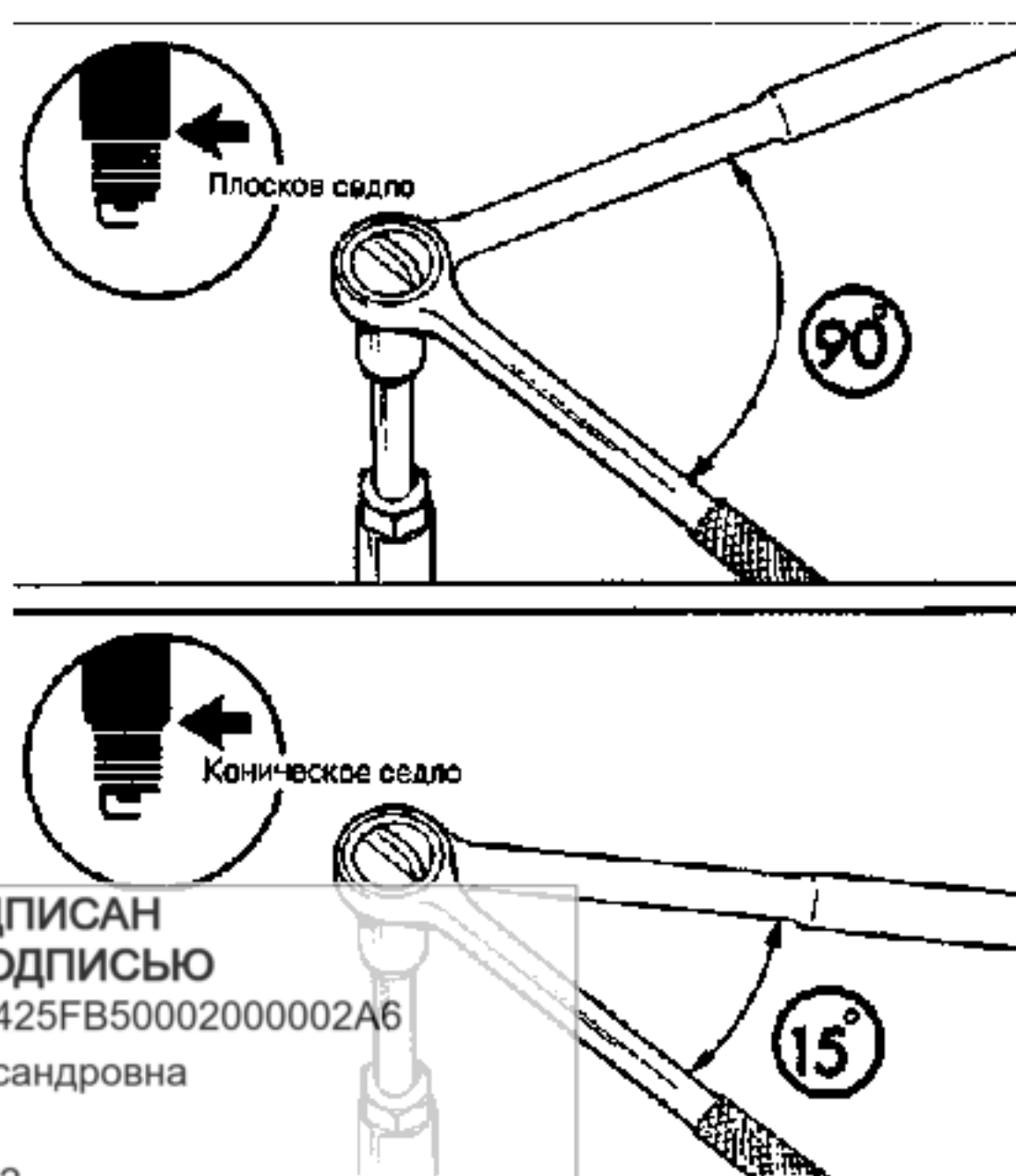


Рис.6. Установка и затяжка свечей зажигания

Перед установкой резьбу свечи очищают щеткой из латунной проволоки и смазывают маслом. Свечи заворачивают вручную, насколько это возможно. Далее свеча заворачивается с помощью ключа, пока не почувствуется сопротивление.

После этого свечу с плоской посадочной поверхностью поворачивают еще на 90^0 для новой свечи или 30^0 для свечи, бывшей в употреблении. Свечу с конической поверхностью следует повернуть на угол 15^0 для новой и бывшей в употреблении (рис. 6).

2. Диагностика двигателя по цвету свечей зажигания

Цель работы: изучить конструктивные особенности свечей зажигания; освоить операции по обслуживанию свечей зажигания; научиться анализировать дефекты двигателей по цвету свечей зажигания.

2.1. Влияние дефектов двигателя на цвет свечей зажигания

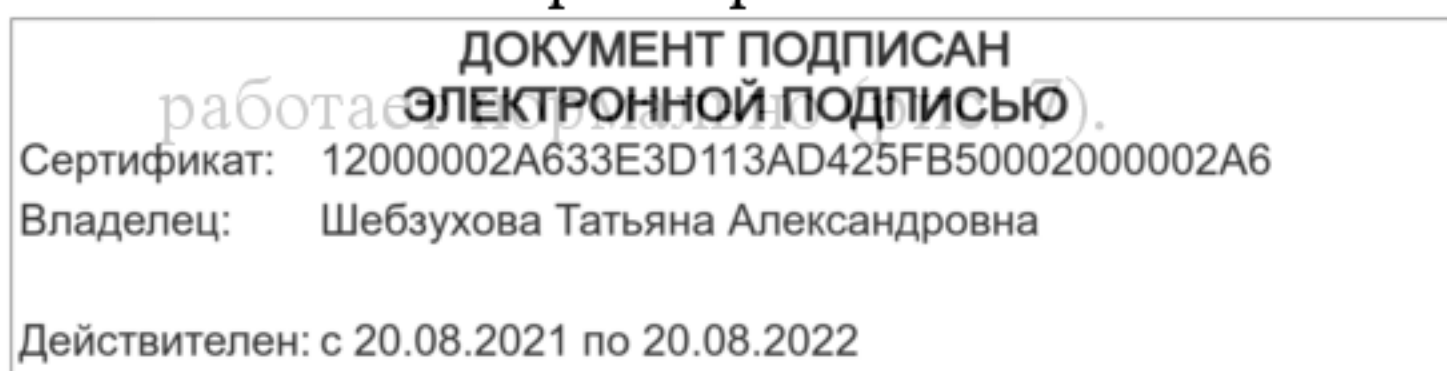
По внешнему виду свечи можно многое сказать о работе двигателя и его системах.

Осмотр свечи нужно проводить после длительной поездки по шоссе на изначально чистых свечах.

Снятие и визуальная оценка технического состояния свечей. Свечи необходимо осматривать через каждые 5 т.км пробега автомобиля.

Диагностика двигателя по внешнему цвету свечей зажигания производится путем выкручивания длительно работающих в двигателе свечей и внимательном осмотре той их части, которая погружена в камеру сгорания.

Если конус изолятора покрыт кремовато – коричневым цветом нагара, то тепловая характеристика свечи соответствует типу двигателя и сам двигатель



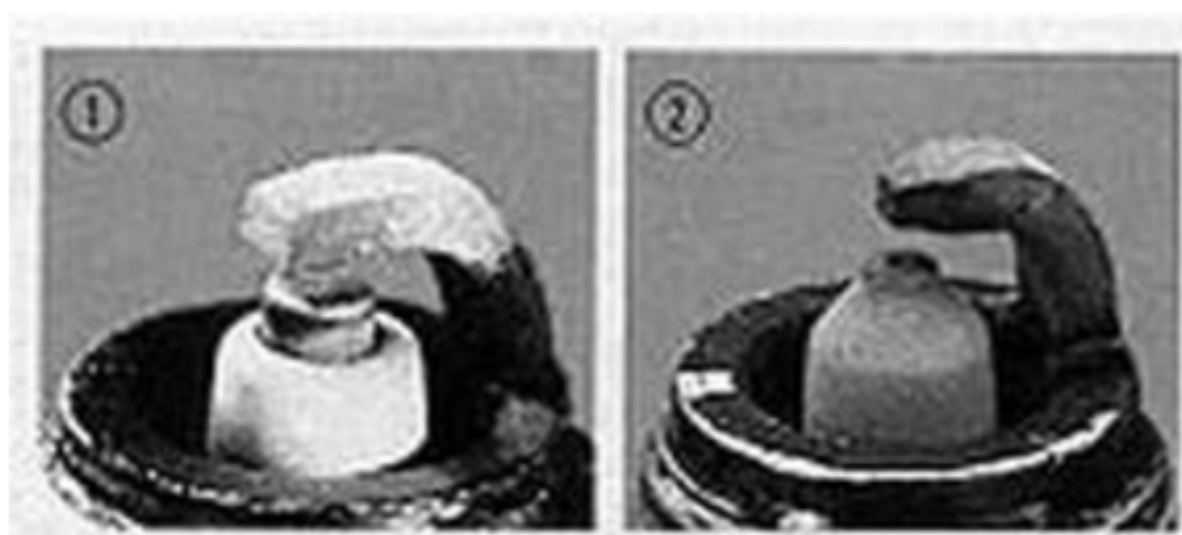


Рис. 7. Нормально состояние.

Калильное число выбрано правильно. Смесеобразование и зажигание в порядке, нет пропусков искрообразования. Отсутствует нагар от этилированного топлива или присадок к моторному маслу. Отсутствует перегрев.

Если на конусе изолятора будет обнаружен значительный слой нагара черного цвета (рис. 8), то причины могут быть следующие:

- рыхлый черно-матовый нагар является следствием неполного сгорания топливной смеси из-за переобогащения ее топливом или следствием длительной работы двигателя в режиме холостого хода; загрязнением воздушного фильтра; не в порядке процесс запуска; продолжительная работа стартера, движение преимущественно на коротких расстояниях; свеча слишком холодная (слишком низкое калильное число свечи). При этом наблюдаются пропуски искрообразования, плохие пусковые качества.

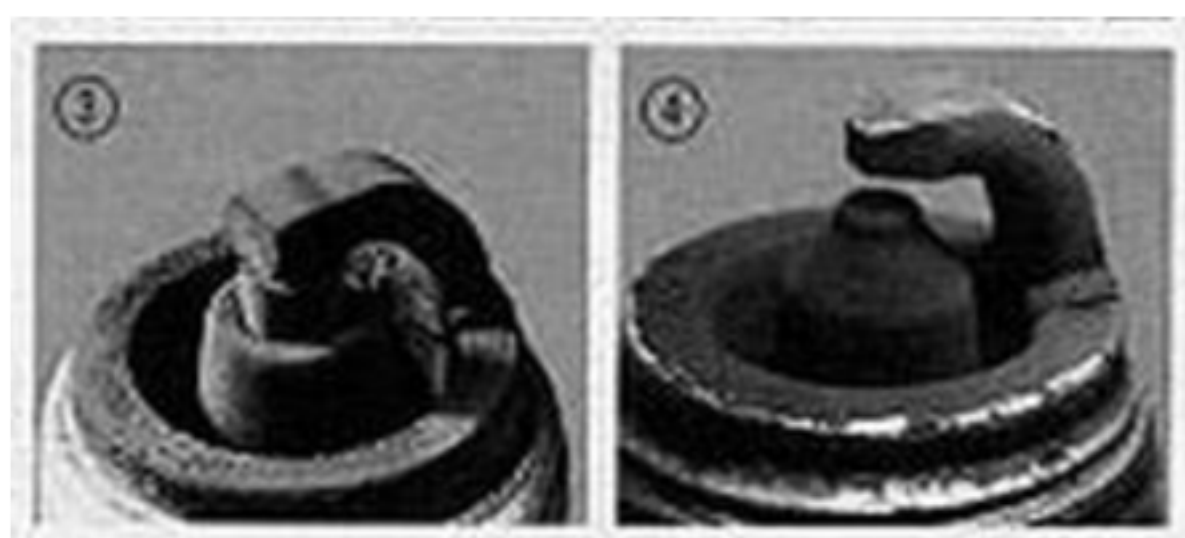


Рис. 8. Покрытые нагаром.

В этом случае свеча остается холодной и температура теплового конуса ниже температуры самоочищения.

Причинами нагара черного цвета могут быть также неисправная работа системы зажигания (слабая искра, «пробой» высоковольтного провода и т.д.).

Если свеча имеет блестящий черно-масляный нагар (рис. 9), ярко выраженные следы масла, особенно в резьбовой части, то двигатель во время прогрева будет троить и будет повышенный расход масла (масло проходит через сальники клапанов и поршневые кольца), а из трубы глушителя будет выходить бело-синий выхлоп. Причинами могут быть избыточное попадание масла в камеру сгорания; низкая компрессия в цилиндрах двигателя; высокий уровень масла, сильно изношенные кольца, цилиндр, направляющие клапанов.



Рис. 9. Масляный налет.

Основание изолятора местами покрыто толстым коричнево-желтым блестящим налетом, иногда переходящим в зеленоватый оттенок (рис.10).



Рис. 10. Нагар от этилированного топлива.

нагрузки. Проявление: При высокой нагрузке налет является электропроводным, что приводит к пропускам искрообразования. В этом случае необходимо заменить свечи, очистка нагара бесполезна.



Рис. 11. Сильно этилированное топливо.

Основание изолятора местами покрыто толстым коричнево-желтым блестящим налетом, иногда переходящим в зеленоватый оттенок. Причина: Этилированные присадки к топливу. Нагар образуется при высокой нагрузке на двигатель после длительного режима частичной нагрузки.

Аналогичным образом, если конус свечи имеет красный оттенок, то это значит, что двигатель работает на топливе содержащем избыточное количество присадок, имеющих в своем составе металл. Отложения металла образуют на поверхности изолятора токопроводящий налет, через который току будет легче пройти, чем между электродами свечи, и свеча перестанет работать.

Если компрессия в цилиндрах удовлетворительная (около 10кг/см^2), но масло попадает в камеру сгорания, то на свече образуется толстый пористый налет светлого цвета (зольный нарост) (рис. 12). Наличие легирующих присадок, особенно у масла, также могут образовать подобную золу в камере сгорания и затем осаждаться на поверхность свечи.



Рис. 12. Образование золы.

При перегазовках из выхлопной трубы сильное синие дымление, запах выхлопа похож на мотоциклетный. Может возникнуть калильное зажигание с потерей мощности, что приведет к повреждению двигателя.

Если центральный электрод оплавлен, ноздреватый, пористый размягченный изолятор (рис. 13).



Рис. 13. Оплавленный центральный электрод.

Причина: термическая перегрузка из-за калильного зажигания, из-за раннего зажигания, продукты сгорания в камере, дефекты клапанов, поврежден распределитель, низкое качество топлива, низкое калильное число. При этом наблюдаются пропуски зажигания, потеря мощности (повреждение двигателя).

Если центральный электрод расплавлен, боковой электрод сильно корродирован (рис. 14), то причинами могут быть: термическая перегрузка из-за калильного зажигания, из-за раннего зажигания; продукты сгорания в камере; дефекты клапанов; поврежден распределитель или низкое качество топлива.



Рис. 14. Расплавленный центральный электрод.

При этом могут наблюдаться пропуски зажигания, потеря мощности, возможно повреждение двигателя. Возможна трещина изолятора из-за перегрева центрального электрода.

Ноздреватый, пористый вид электродов. Возможен осадок посторонних включений (рис. 15).

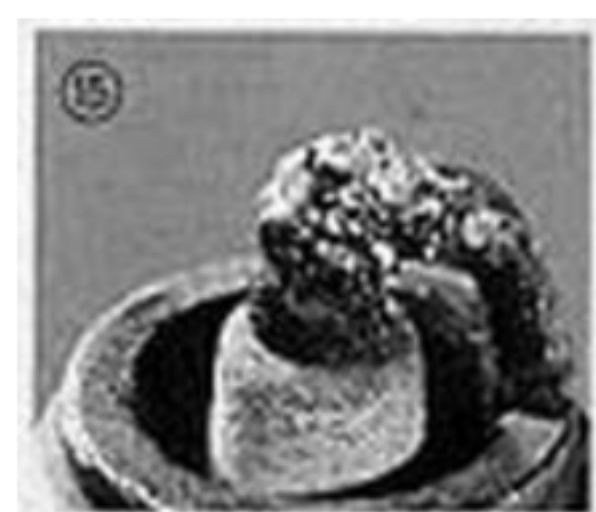


Рис. 15. Оплавленные электроды.

Причина: термическая перегрузка из-за калильного зажигания, из-за раннего зажигания, продукты сгорания в камере, дефекты клапанов, поврежден распределитель, низкое качество топлива.

Если наблюдается сильный износ центрального электрода, то причиной является не соблюдение интервала замены свечей. При этом наблюдаются пропуски зажигания особенно при ускорении (недостаточно напряжения из-за увеличенного расстояния между электродами), плохие параметры процесса запуска.



Рис. 16. Сильный износ центрального электрода.

Причинами сильного износа бокового электрода (рис. 17) могут быть: агрессивные присадки топлива и масла; недостаточное соотношение рабочей смеси в камере сгорания, возможны отложения, детонации; термическая перегрузка двигателя отсутствует.



Рис. 17. Сильный износ бокового электрода.

При этом наблюдаются пропуски зажигания особенно при ускорении (недостаточно напряжения из-за увеличенного расстояния между электродами), плохие параметры процесса запуска.

Разрушение изолятора (рис. 18) может произойти из-за механического повреждения (удара); отложений между центральным электродом и изолятором; коррозии центрального электрода, особенно при продолжительном использовании. При этом могут наблюдаться пропуски зажигания, пробой искры вне электродов во время подачи свежей порции рабочей смеси.



Рис.18. Разрушение изолятора.

повышенных нагрузках может стать причиной значительного перегрева самой свечи и камеры сгорания, что может привести к прогару выпускных клапанов.

Если изолятор «снежно-белой» окраски – значит, свеча работала на предельно допустимом тепловом режиме. Причины: слишком раннее зажигание, переобеднение смеси или слишком «горячая» свеча для данного двигателя.

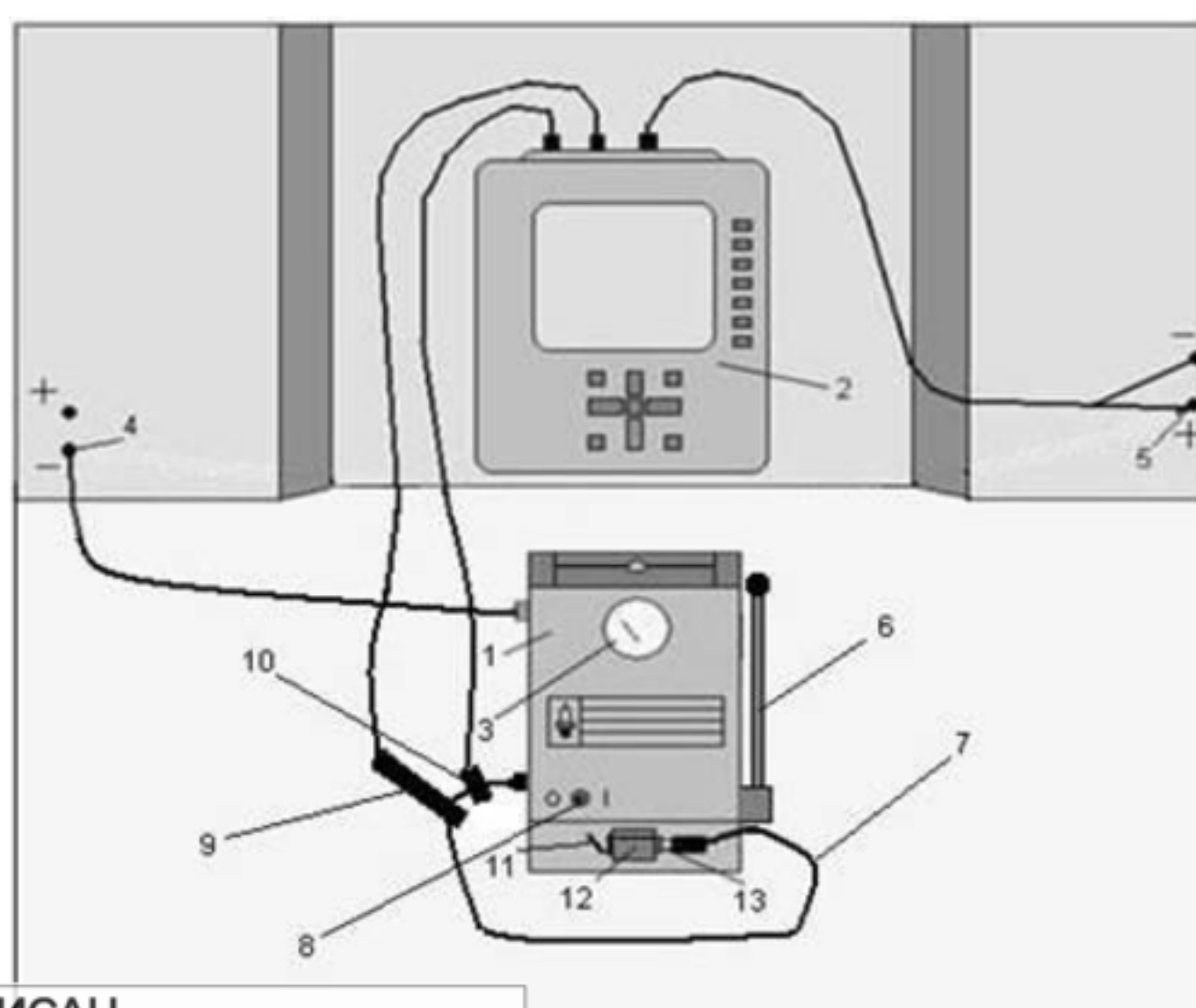
Целесообразно иметь два комплекта свечей и устанавливать летом более «холодные», а зимой «горячие».

Свечи могут изготавливаться с миниатюрным центральным электродом из платины, не выступающего из изолятора.

2.2. Испытание свечей зажигания

2.2.1. Экспериментальная установка и контрольно-измерительные приборы

Экспериментальная установка включает в себя осциллограф и прибор Э203 для испытания свечей зажигания (рис. 19).



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

установка для исследования работы свечей

1 - корпус прибора Э203; 2 – осциллограф DMO-510 ; 3 – манометр; 4,5 – шнур питания; 6 – рукоятка воздушного насоса; 7 – высоковольтный провод; 8 – выключатель подачи высокого напряжения; 9 – синхронизирующий зажим; 10 – зажим съема сигнала; 11 – зеркало-отражатель; 12 – воздушная камера; 13 – свеча зажигания.

Принцип действия прибора Э203 основан на визуальном наблюдении искрообразования между электродами свечей через смотровые стекла воздушной камеры при заданном давлении воздуха, окружающего электроды. Прибор работает следующим образом. Проверяемые свечи ввертывают в воздушную камеру 12, имеющую смотровое окно и два боковых отверстия с резьбой М14*1,25 и М18*1,5, закрытых заглушками. В каждой заглушке выполнены смотровое окно и зеркало-отражатель 11. В воздушную камеру 12 сжатый воздух подается от поршневого насоса, приводимого рукояткой 6. Давление воздуха контролируется по манометру 3. На панели крепится кнопка 8 «Сеть» включения прибора и вентиль выпуска сжатого воздуха после проверки свечи.

Перед проверкой очищают свечу от нагара и регулируют нормальный зазор между электродами с помощью щупа. Ввертывают свечу в воздушную камеру 12. Завертывают до отказа вентиль и рукояткой 6 воздушного насоса создают давление в камере 12. Затем присоединяют высоковольтный провод 7 к проверяемой свече. Нажимают на кнопку 8 и в течение 2-3 с наблюдают через верхнее смотровое окно за искрообразованием между электродами свечи, а через боковое зеркало-отражатель 11 – за утечкой тока по нагару. Через боковое зеркало должен быть виден светлый ореол вокруг центрального электрода. При утечке тока через слой нагара или трещины в изоляторе искрообразование между электродами будет с перебоями, а место утечки будет видно через зеркало-отражатель.

Для проверки герметичности свечи создают давление воздуха 10 кгс/кв.см и наблюдают за показаниями манометра 3. Допускается утечка воздуха не более 0,5

КГС./КВ.СМ ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Высоковольтное напряжение подается на испытываемые элементы от блока формирователя искры.

Свечи испытывают высоким напряжением (около 20кВ) в среде сжатого воздуха. Для этой цели, например, может использоваться прибор Э203.

За искрообразование между электродами свечи наблюдают через верхнее смотровое стекло и боковое отражающее зеркало. Должен наблюдаться светлый ореол вокруг центрального электрода.

При пробое изолятора через боковое зеркало будут видны искры пробоя. Через верхнее смотровое стекло у неисправной свечи будут наблюдаться перебои в образовании искр. У неисправной свечи будет наблюдаться голубое свечение вокруг высоковольтного наконечника свечи. Это «коронный разряд», происходящий вследствие ионизации воздуха, который расщепляется на положительно заряженные ионы и электроны под действием высокого напряжения.

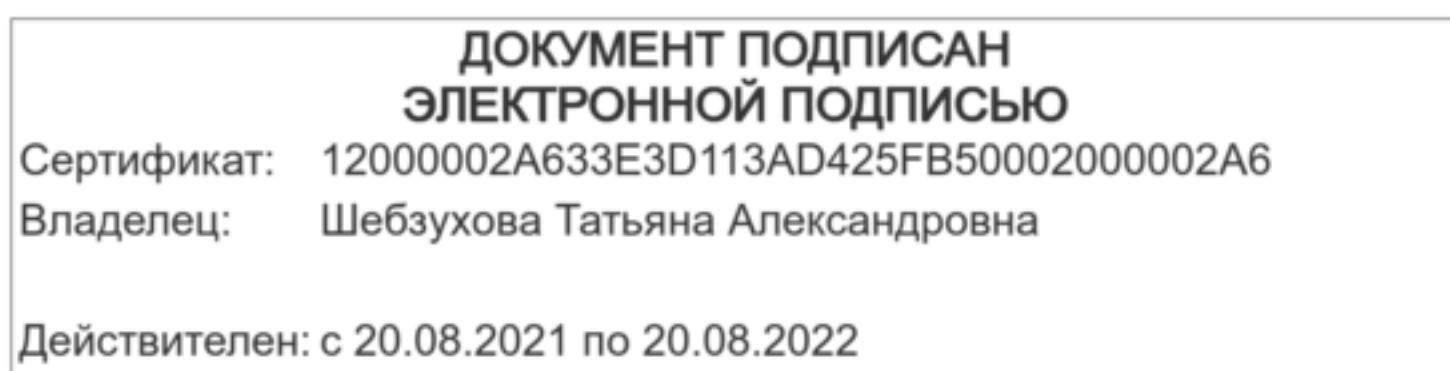
2.2.2. Исследование дефектов свечей зажигания на изменение формы осциллограмм в высоковольтных цепях.

Для исследований осциллограф с помощью двух щупов подключить к высоковольтному проводу прибора Э203. Испытываемые свечи зажигания необходимо поочередно устанавливать в воздушную камеру прибора Э203.

Любые неисправности свечей зажигания приведут к уменьшению значений пробивных напряжений.

Наличие на конусе изолятора свечи различных отложений в виде нагара, металлических и пористых отложений приводит к «утечки» тока.

«Утечку» тока, можно представить в виде эквивалентного сопротивления (рис.20.).



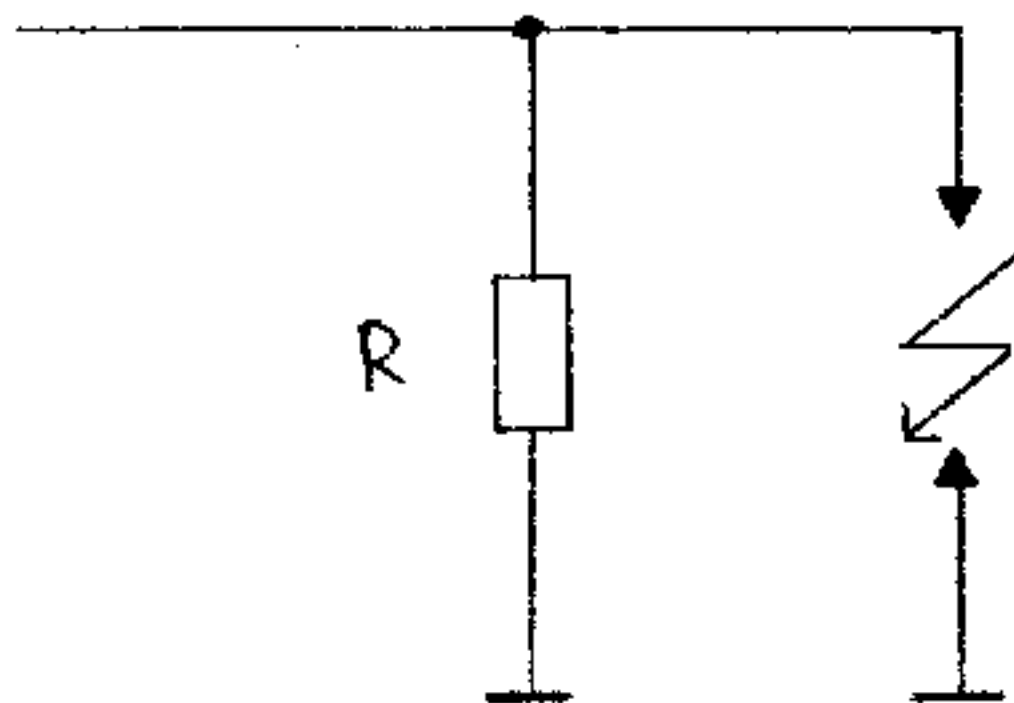


Рис. 20. «Утечка» тока через отложения на конусе изолятора.

Так как вторичная цепь замыкается через слой отложений на конусе изолятора (шунтирующий резистор), то в период индуктирования ЭДС во вторичной цепи создается ток (ток утечки), появляющийся до появления искры между электродами свечи. Вследствие этого большая часть ЭДС затрачивается на преодоление сопротивления вторичной обмотки и напряжения, подводимое к электродам свечей, уменьшается. Это приводит к снижению энергии искрового разряда и как следствие, отрицательно скажется на процесс сгорания топлива в цилиндрах.

«Утечка» тока могут наблюдаться также из-за потери герметичности свечи.

Выхлопные газы прорываются между металлическим корпусом свечи и ее изолятором. Это видно по характерному нагару на основании свечи. Если свечи зажигания изготовлены некачественно, то выхлопные газы через микрозазоры прорываются наружу и несут при этом различные вещества, превращающиеся в смолу. Смолой забиваются все зазоры внутри, и в результате искре зажигания легче пробить наконечник свечи, чем проследовать через электроды.

Ниже приведены некоторые характерные примеры.

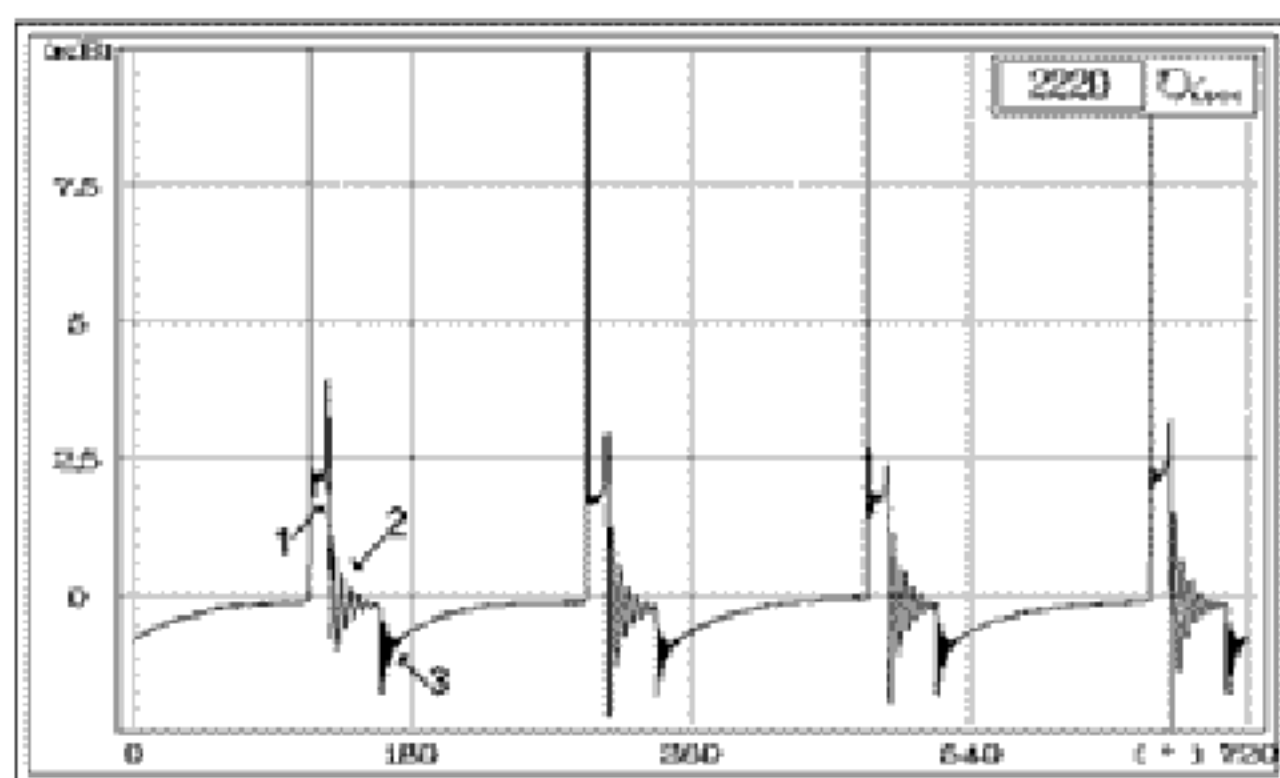


Рис. 21. Осциллограмма высоковольтного напряжения при исправной свече зажигания: зона 1 - все линии горения (для всех цилиндров) должны иметь одинаковую форму и не должны иметь избыточного наклона или помех; зона 2 - не должно быть значительных изменений амплитуды колебаний; зона 3 - момент замыкания катушки на массу - колебания должны находиться ниже линии развертки.

Трещина в изоляторе свечи вызывает высокочастотные колебания в зоне 1 (рис.22).

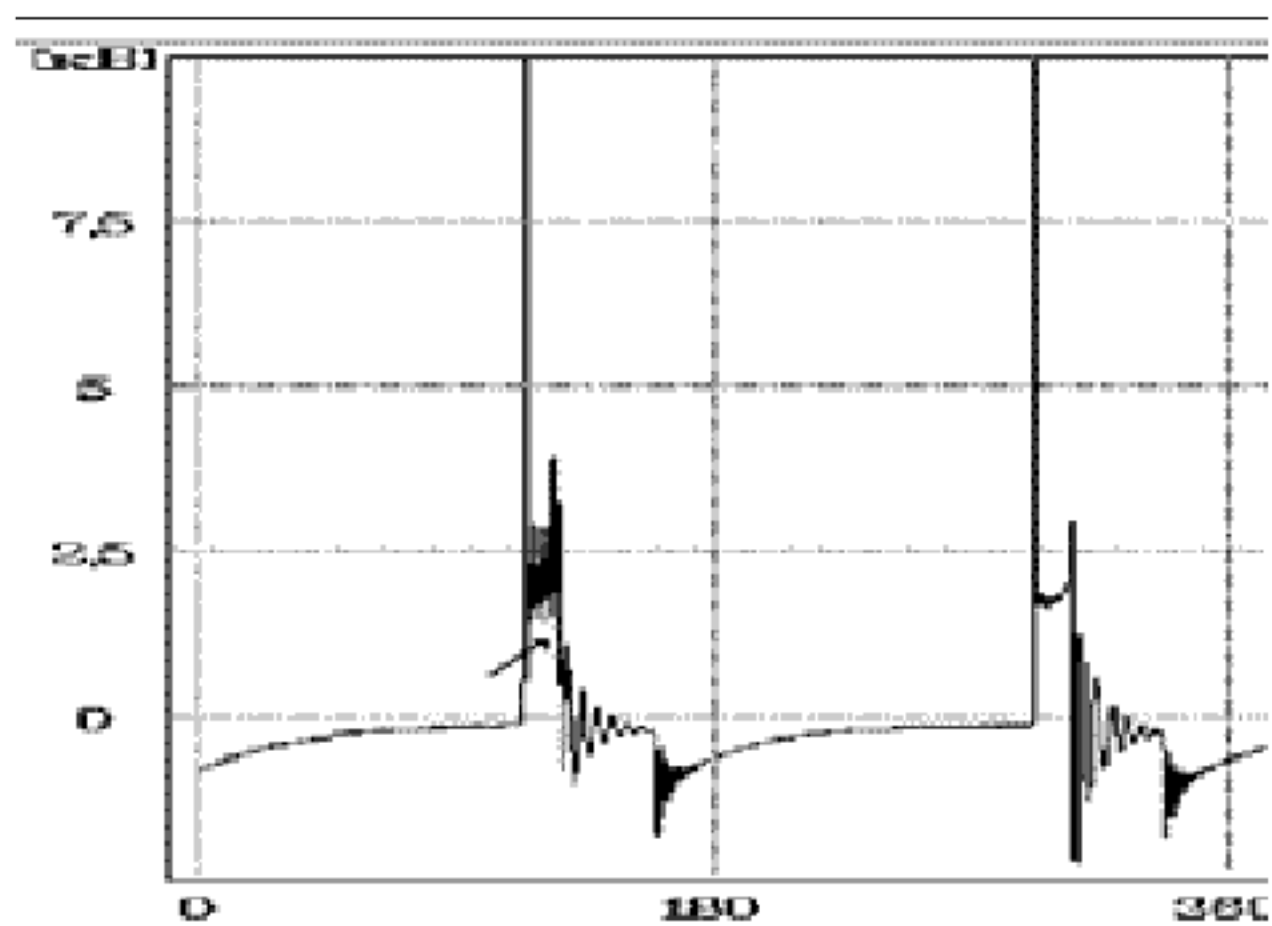


Рис. 22. Неисправность изолятора свечи

В отдельных случаях будет наблюдаться искажение формы осциллограммы вторичных напряжений.

Например, в случае наличия коронного разряда форма осциллограммы примет вид (рис. 23):

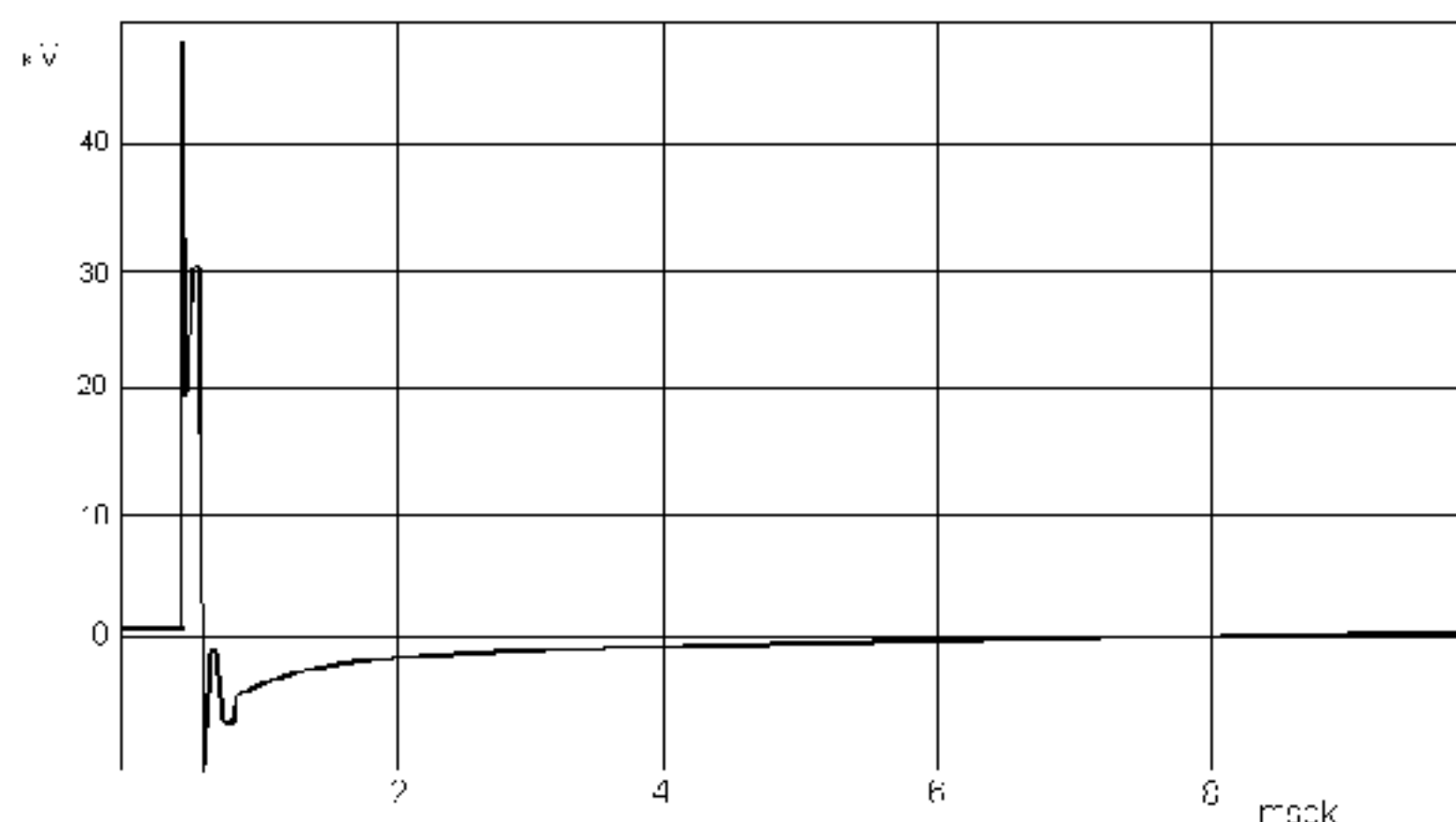


Рис. 23. Осциллограмма вторичных напряжений при наличии коронного разряда на свече зажигания (при $P = 10 \text{ кг/см}^2$).

При наличии коронного разряда на изоляторе свечи появляется пятно, похожее на утечку продуктов сгорания. Окраска изолятора связана с притяжением масла.

Контрольные вопросы

1. Как устроена свеча зажигания?
2. Какими геометрическими параметрами отличаются друг от друга свечи зажигания?
3. В каких пределах должна находиться температура конуса изолятора?
4. Что означает калильное число свечи?
5. В каких случаях применяются «холодные» и «горячие» свечи?

7. Какие зазоры устанавливают на свечах автомобилей ВАЗ?
8. Зачем устанавливают дополнительный резистор в свечах зажигания?
9. О чем говорит цвет изолятора конуса свечи?
10. Как производят испытание свечей зажигания?
11. Как изменяется форма осциллограммы при наличии трещины в изоляторе свечи?
12. Как изменяется форма осциллограммы при наличии коронного разряда на свече зажигания?

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ТЕМА № 7 Диагностика антиблокировочной системы тормозов

Общие сведения

Тормозная система предназначена для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной остановки и обеспечения его неподвижности во время стоянки. В процессе торможения кинетическая энергия автомобиля переходит в работу трения между фрикционными накладками и тормозным барабаном, или диском, а также между шинами и дорогой.

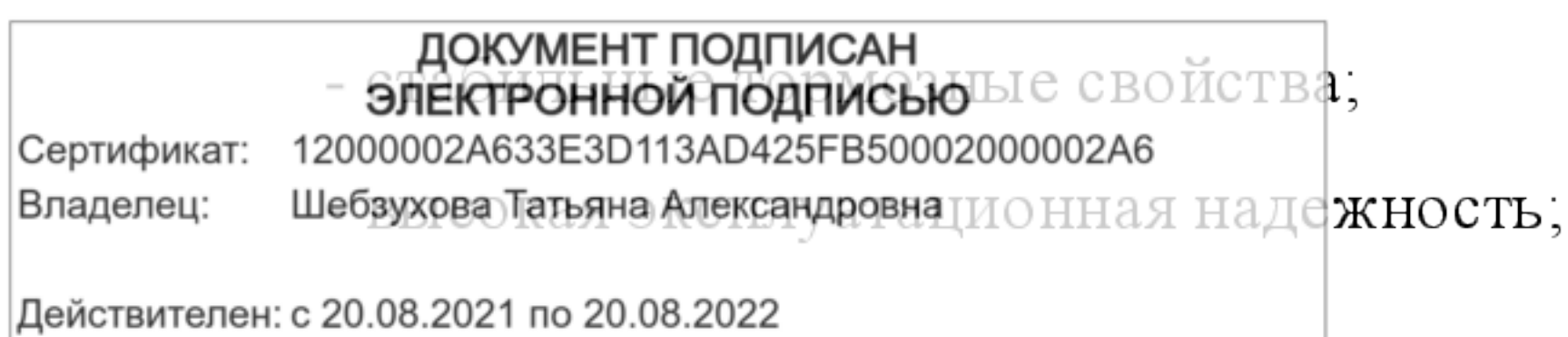
К тормозам автомобилей предъявляют следующие основные эксплуатационные требования:

- 1) минимальный тормозной путь при заданной скорости движения и весе автомобиля или прицепа;
- 2) одновременность начала торможения всех колес;
- 3) тормозная сила на колесе;
- 4) установившееся замедление;
- 5) удельная тормозная сила;
- 6) малое время срабатывания привода;
- 7) усилие, приведённое на педаль тормоза;
- 8) равенство тормозных сил на правых и левых колесах одной оси.

Современные автомобили и автопоезда должны иметь рабочую, запасную и стояночную тормозные системы. Грузовые автомобили и автопоезда полной массой свыше 12 т, автобусы массой свыше 5 т, предназначенные для эксплуатации в горных районах, дополнительно должны иметь вспомогательную тормозную систему.

К тормозным системам предъявляют следующие требования:

- обеспечение эффективного торможения;
- сохранение устойчивости автомобиля при торможении;



- удобство и легкость управления, определяемые усилием, прикладываемым к педали и её ходом.

Рабочая тормозная система предназначена для управления скоростью автотранспортного средства и его остановки с необходимой интенсивностью. У современных автомобилей она является основной системой и воздействует на ее рабочие органы – колесные тормоза.

Запасная тормозная система предназначена для уменьшения скорости и остановки автотранспортного средства при отказе рабочей тормозной системы.

Стояночная тормозная система служит для удержания автотранспортного средства в неподвижном состоянии. Она воздействует на колесные тормоза рабочей тормозной системы или специальный дополнительный тормоз, связанный с трансмиссией автомобиля.

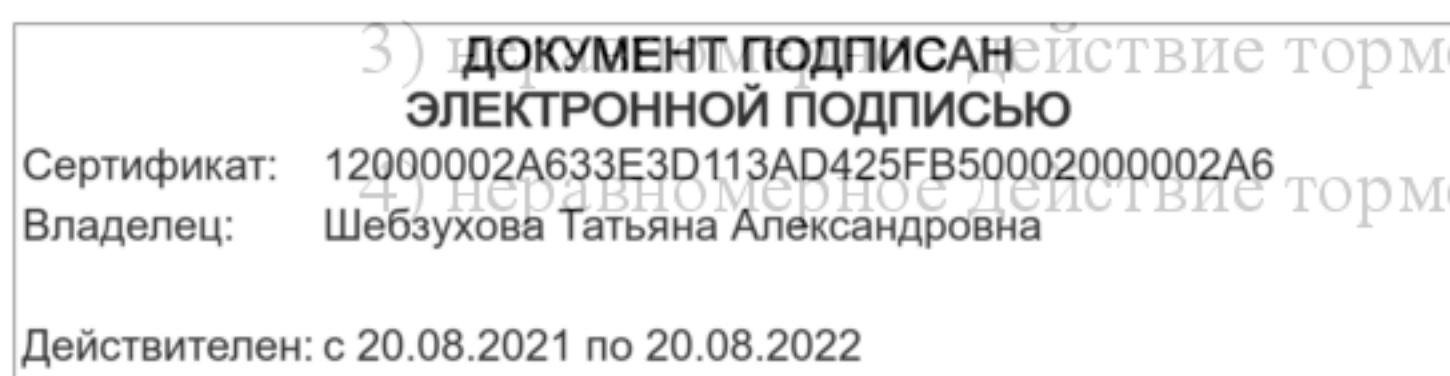
Вспомогательная тормозная система предназначена для уменьшения энергонагруженности тормозных механизмов рабочей тормозной системы, например при движении на длинных спусках. Она состоит из моторного или трансмиссионного тормоза – замедлителя. Тормозная система состоит из тормозных механизмов и тормозного привода.

По форме вращающихся элементов различают следующие виды тормозных механизмов: барабанные и дисковые.

По виду приводов различают: гидравлические, пневматические и комбинированные.

В тормозной системе могут возникать следующие неисправности:

- 1) неэффективное торможение (слабое действие тормозов);
- 2) заклинивание тормозных колодок и невозвращение их в исходное положение после окончания нажатия на тормозную педаль;



3) неравномерное действие тормозов правого и левого колес одной оси;

4) неравномерное действие тормозов передней и задней оси;

5) утечка тормозной жидкости или попадание воздуха в систему гидравлического привода;

6) не герметичность системы пневматического привода.

Также вследствие износа или замасливания тормозных накладок снижается эффективность тормозов.

Негативное действие оказывает слишком малый или отсутствующий зазор между накладками колодок и тормозным барабаном, а также ослабление или поломка возвратных пружин колодок, приводящих к заеданию или притормаживанию колес. Износ эксцентриковых осей колодок, их разжимного кулака снижает эффективность действия колодок.

Виды стендов для диагностики тормозных систем автомобилей

Испытание тормозных механизмов на стендах имеет следующие преимущества по сравнению с дорожными:

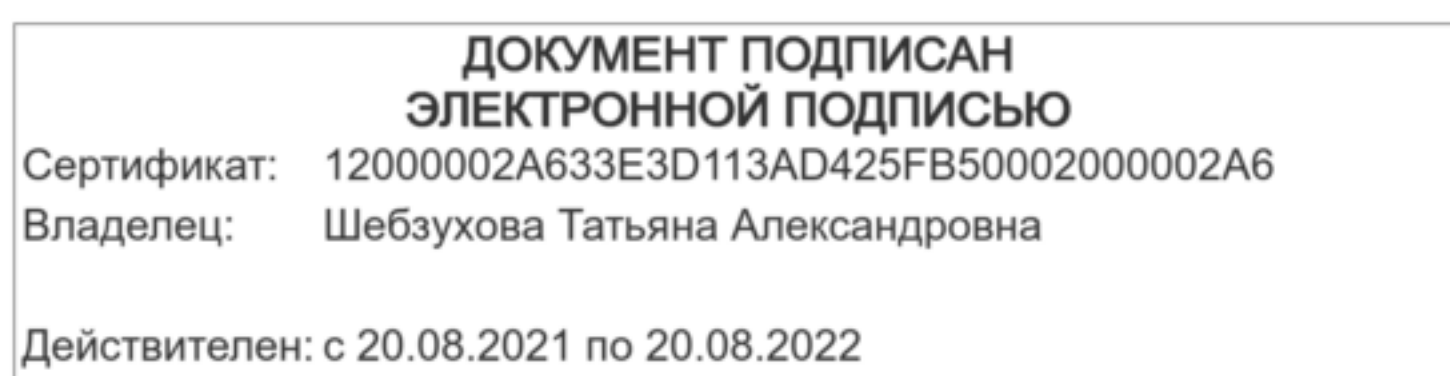
- точность испытания;
- возможна отдельная проверка каждого тормозного механизма;
- безопасность испытания;
- возможность имитации любых дорожных условий;
- возможность стандартизации условий испытаний;
- малые затраты времени, средств и сроки окупаемости.

Тормозные стенды бывают:

- 1) роликовые;
- 2) площадочные.

Роликовые стенды подразделяются на следующие виды:

1. С различным расположением роликов (рис. 1);



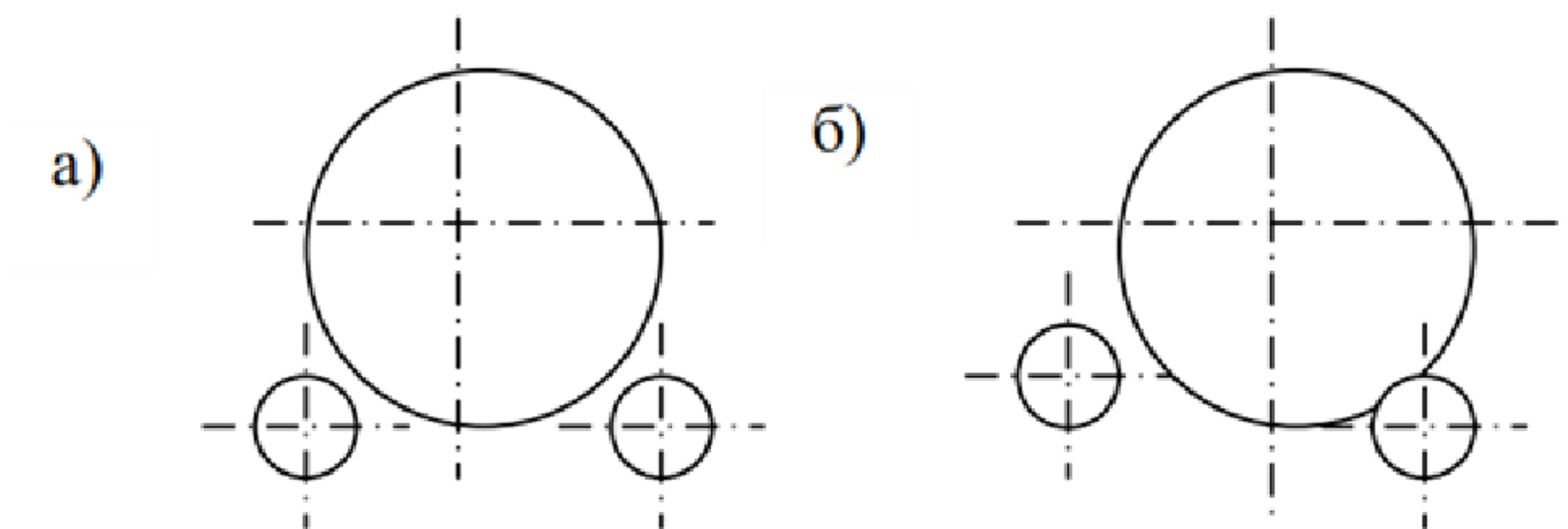


Рисунок - 1. Роликовые стенды: а) симметричные; б) не симметричные

2. С расположением и количеством рабочих роликов соединенных с при-

водным устройством:

- а) переднеприводной;
- б) заднеприводной;
- в) привод на оба ролика.

3. По способу нагружения тормозных механизмов:

- а) инерционные;
- б) силовые;
- в) комбинированные.

- Инерционные тормозные стенды (роликовые)

На данных стендах колеса автомобиля разгоняют с помощью привода или двигателя автомобиля до скорости 30 – 100 км/ч. После чего производят торможение, привод двигателя отключается, тормозные механизмы поглощают кинетическую энергию вращающихся колес и роликов, а измерительные системы регистрируют параметры процесса торможения

Достоинства данного стенда – приближение режимов работы тормозов при испытаниях к близким эксплуатационным условиям.

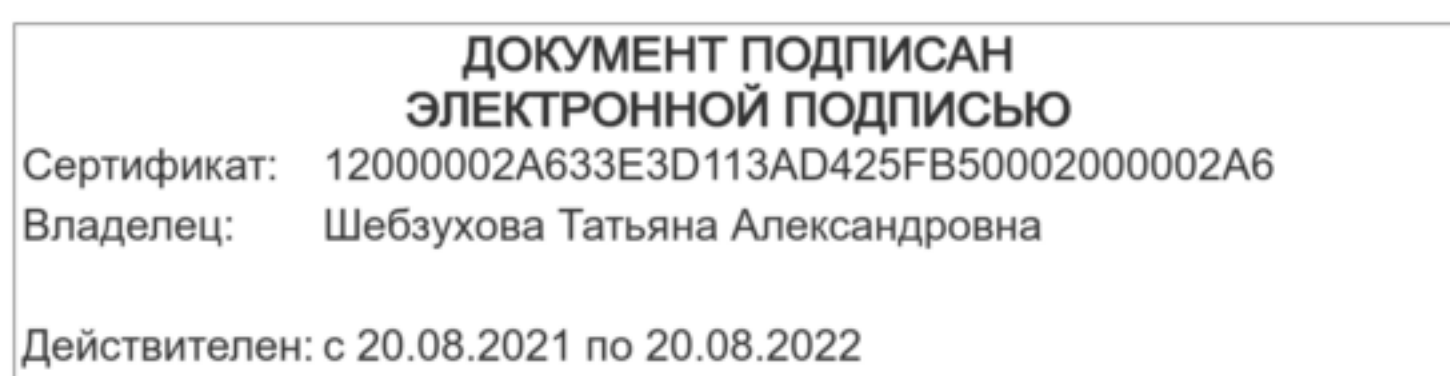
Для измерения усилия на тормозную педаль применяют депрессоры, которые устанавливаются на тормозную педаль.

Стенд СД2М- 4ПИ (рис. 2) состоит из двух тележек, каждая из которых имеет два беговых барабана 5 и 9, инерционные массы 3 и 16, ролики-датчики 6 и 10, тормозное устройство беговых барабанов и натяжные устройства цепной передачи. Все эти детали и устройства смонтированы на одной раме. Беговые барабаны имеют рифленую поверхность. Оси барабанов и инерционных масс установлены на двухрядных сферических подшипниках. Ведущие беговые барабаны связаны между собой муфтой выключения. Между ведущими и ведомыми барабанами, а также между инерционными массами имеется цепная передача соответственно с передаточными отношениями 1 и 2,29. Беговые барабаны имеют тормозные устройства колодочного типа, приводимые в действие с помощью тормозных камер.

Между ведущими и ведомыми беговыми барабанами стенда установлены ролики-датчики 6 и 10 и выталкиватель. Ролики-датчики предназначены для измерения пути разгона, свободного качения колес (наката) и тормозного пути каждого колеса автомобиля.

Внутри каждого ролика-датчика 6 и 10 вмонтированы фотоимпульсные датчики, которые регистрируют путь разгона, наката и тормозной.

Один фотоимпульс соответствует одному обороту ролика-датчика, и, зная длину окружности последнего, на указательном приборе или по таблице легко определяется путь, проходимый автомобилем. Скорость движения автомобиля определяется с помощью тахогенератора 7, соединенного через муфту с беговым барабаном.



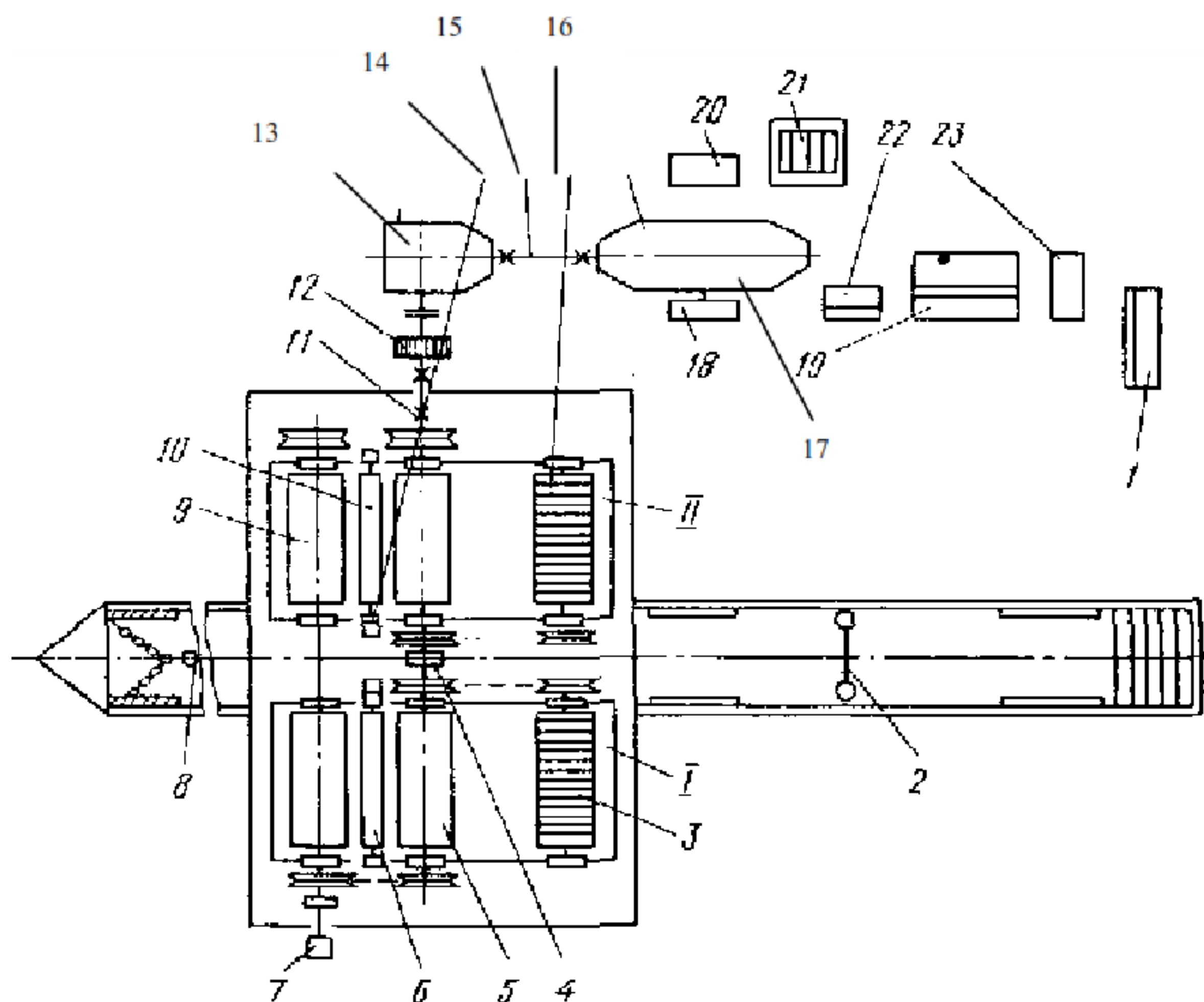


Рисунок - 2. Схема диагностического стенда СД2М-4ПИ: 1 – пульт проверки электрооборудования; 2 – подъемник; 3 – инерционная масса правая; 4, 12 – муфты выключения; 5 – беговые барабаны правые; 6 – ролик-датчик правый; 7 – тахометр; 8 – фиксирующее устройство; 9 – беговые барабаны левые; 10 – ролик-датчик левый; I, II – карданная передача; 13 – редуктор угловой; 14 – датчик индуктивный; 15 – карданная передача; 16 – инерционная масса левая; 17 – электротормоз; 18 – весовой механизм тормоза; 19 – пулы управления центральный; 20 – электрошкаф; 21 – жидкостный реостат; 22 – расходомер топлива; 23 – осцилоскоп.

Кроме муфты выключения 4, связывающей ведущие беговые барабаны,

имеется еще одна муфта 12, установленная между ведущим барабаном и редуктором 13. Обе муфты служат для рассоединения беговых барабанов и

отключения их от нагрузочного приводного устройства, т. е. от электрической машины и реостата. Приводное нагрузочное устройство – это балансирная электромашина СТЭ-55-1500, служащая для осуществления разгона (движения) автомобиля на стенде (по беговым барабанам) при неработающем двигателе автомобиля, а также для создания нагрузки на двигатель автомобиля и его трансмиссию при измерении тяговых качеств. Усилие от электродвигателя или от двигателя автомобиля к беговым барабанам передается через карданную передачу 15 (или цепь), редуктор, когда привод на правые и левые барабаны осуществляется отдельно, муфту 12. Муфты 4 и 12 зубчатые, постоянно замкнутые с помощью винтовой пружины. Выключаются муфты тормозными камерами.

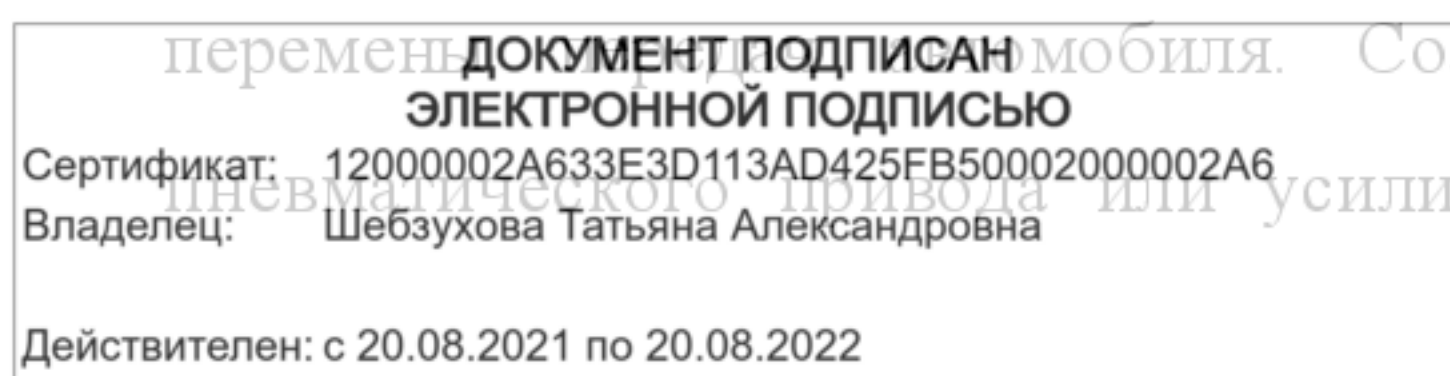
Инерционные массы предназначены для имитации массы автомобиля. Мощность, затрачиваемая в обычных условиях для разгона автомобиля на стенде (когда автомобиль неподвижен), поглощается инерционными массами стенда.

При диагностировании автомобиля на стенде выполняют следующие операции.

1. Устанавливают автомобиль передними колесами на беговые барабаны.

2. Измеряют сходимость передних колес. Включают пульт управления, передачу стенда, поднимают ролики-датчики до прижатия их к шинам. Включают электромашину и реостат, доводят скорость вращения колес до 25 км/ч, при которой снимают показания на пульте управления. Затем ролики-датчики опускают.

3. Проверяют эффективность передних тормозов. Автомобиль затормаживают ручным тормозом, включают низшую передачу в коробке



Создают нужное давление в системе
или усилие около 500 Н для гидравлического

привода, и колеса разгоняют до скорости 34 км/ч. Включают на пульте нужные приборы и устройства, тормозят до полной остановки колес резким нажатием на тормозную педаль. На пульте управления фиксируется тормозной путь каждого колеса, полученный от роликов-датчиков.

4. Измеряют сопротивление качению передних колес. Для этого беговые барабаны разгоняют электромашиной до скорости 23 км/ч и по показаниям весового механизма определяют сопротивление качению каждого переднего колеса.

5. Устанавливают автомобиль задними колесами на беговые барабаны и закрепляют его.

6. Регулируют устойчивые обороты холостого хода двигателя с использованием пульта управления.

7. Проверяют эффективность задних тормозов так же, как передних, только задние колеса разгоняют до скорости движения автомобиля 40...45 км/ч за счет автомобильного двигателя, а торможение осуществляют при скорости 30 км/ч, при этом разъединяют муфты 4 и 12.

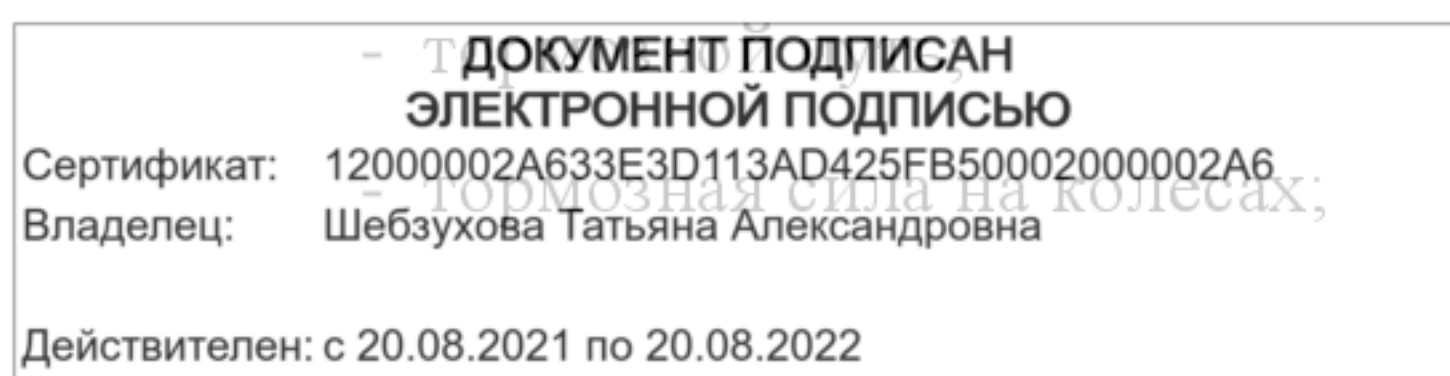
8. Проверяют эффективность ручного тормоза за счет разгона беговых барабанов электромашиной до скорости 23 км/ч.

9. Определяют механические потери в трансмиссии за счет разгона беговых барабанов электромашиной.

10. Определяют путь и время разгона автомобиля при работе автомобильного двигателя. Показатели фиксируют на пульте управления стендом.

11. Определяют путь наката, расход топлива на холостом ходу и под нагрузкой, мощность двигателя.

Параметры, замеряемые стендом следующие:



- удельная тормозная сила;
- время срабатывания привода;
- усилие на органе управления.

- Инерционные тормозные стенды (площадочные)

В основу работы стенда положен принцип прямого измерения тормозной силы с помощью силоизмерительных датчиков, установленных под измерительными платформами.

Эти стенды обеспечивают измерение тормозной силы рабочей и стояночной тормозной системы, суммарного схождения колес и дают оценку состояния подвески по амплитудам колебаний после торможения. Данный стенд легко определяет тормозные усилия на автомобилях с постоянным полным приводом и антиблокировочной системой.

В состав стенда входят (рис. 3):

- 1) измерительные платформы, для определения тормозных свойств и состояния подвески автомобиля;
- 2) устройства определения суммарного схождения колес;
- 3) компьютерный блок.

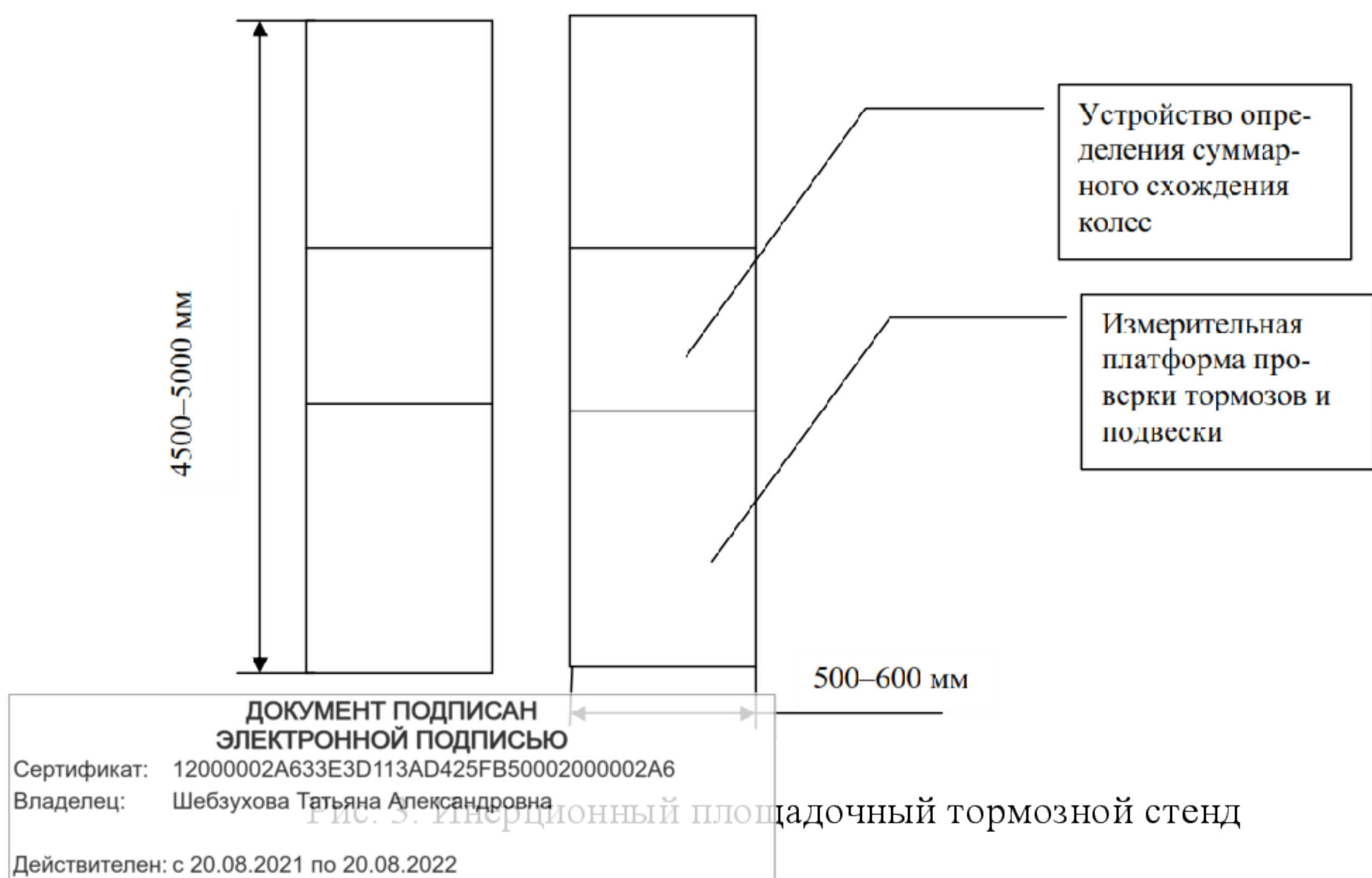


Рис. 3. Инерционный площадочный тормозной стенд

Датчики измеряют силу, приложенную к поверхности платформы, возникающую при торможении испытуемого автомобиля. Тормозные усилия сканируются индуктивными датчиками в течение всего времени (интервал 0,05 с) торможения и обрабатываются компьютером.

Устройство определения суммарного схождения колес состоит из двух установленных параллельно платформ – подвижной и неподвижной. Поперечное отклонение подвижной платформы под действием силы, вызванной наличием угла схождения, измеряются с помощью трансформаторного датчика и обрабатываются компьютерным блоком.

С помощью данных, полученных при испытании тормозных свойств и суммарного схождения колес и с использованием компьютерного блока, осуществляется оценка состояния подвески автомобиля.

Скорость автомобиля во время прохождения теста должна составляет 5 –10 км/ч.

Недостатком стенда являются:

- недостаточная безопасность проведения испытаний;
- необходимо место для разгона автомобиля.

Параметры, замеряемые стендом:

- 1) тормозной путь;
- 2) установившееся замедление;
- 3) удельная тормозная сила;
- 4) относительная разность тормозных сил на правых и левых колесах одной оси;
- 5) схождения колес;
- 6) техническое состояние элементов подвески.

Принцип работы стенда заключается в принудительном вращении колес диагностируемой оси автомобиля от опорных (ведущих) роликов и измерении сил, возникающих на поверхности опорных роликов при торможении.

Стенд обеспечивает возможность измерения веса оси во время опускания ее на опорные ролики. Опорные ролики приводятся во вращение от мотор-редукторов, и прикрепленным к ним рычагом опираются на датчики силоизмерительных систем.

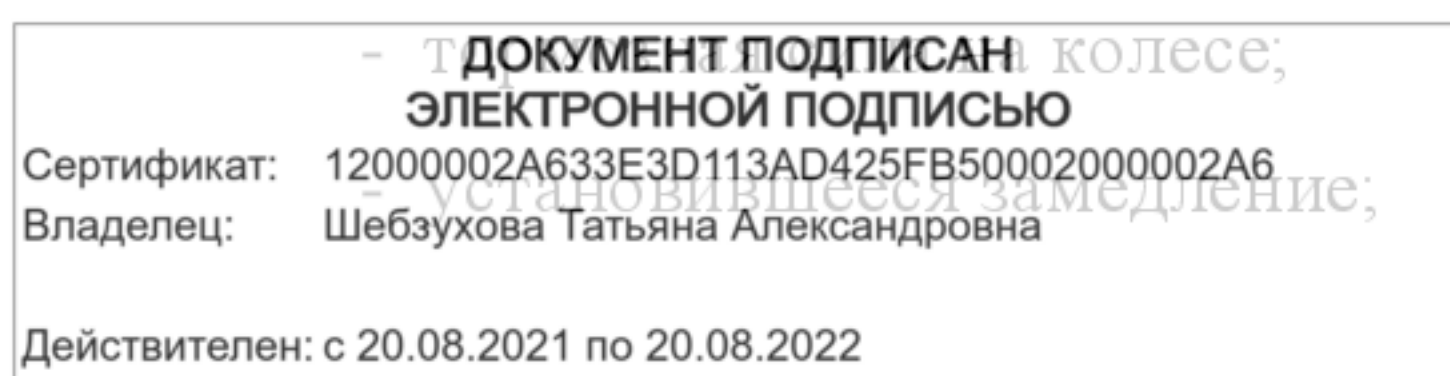
Возникающие при торможении реактивные моменты передаются на тензорезисторные (индуктивные) датчики, которые вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозным силам на каждой паре роликов. Скорость вращения колес автомобиля контролируется следящими роликами, которые прижаты к колесам диагностируемой оси. Скорость вращения следящих роликов контролируется датчиками проскальзывания.

Сигналы от тензорезисторных датчиков поступают в микропроцессорный контроллер (ЭВМ), где они автоматически обрабатываются по специальной программе обработки результатов измерений и предоставляются в виде графических и цифровых результатов на мониторе ПЭВМ.

Конструкция и программа управления стенда предусматривают измерение тормозных сил полноприводных автомобилей, не имеющих дифференциала между ведущими осями путем реверса роликовых пар.

Параметры, замеряемые стендом следующие:

- тормозной путь;
- усилие на органе управления;
- время срабатывания тормозной системы;



- удельная тормозная сила;
- относительная разность тормозных сил на правых и левых колесах одной оси;
- нагрузка оси;
- овальность колес диагностируемой оси.

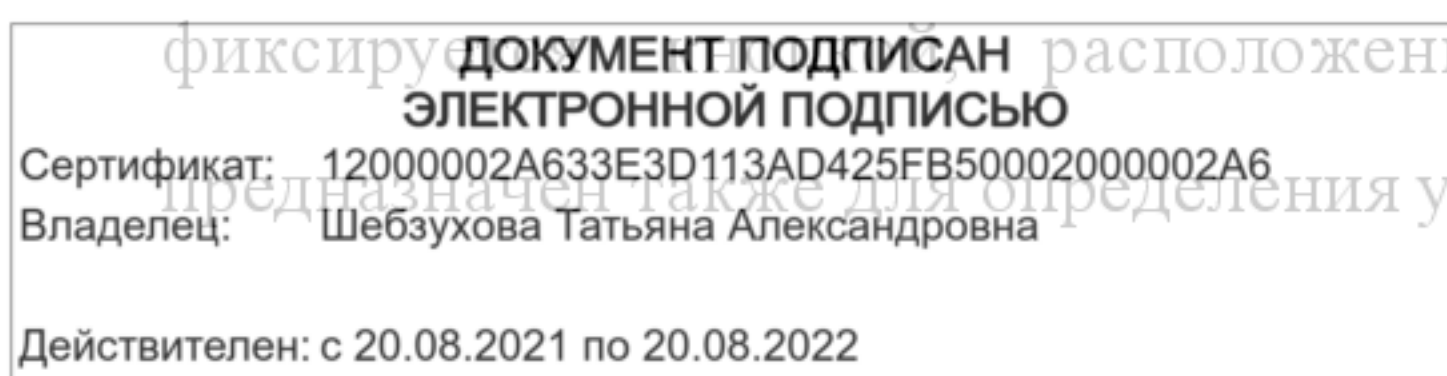
Конструкция и программа управления стенда предусматривают:

- измерение тормозных сил полноприводных автомобилей, не имеющих дифференциала между ведущими осями путем реверса роликовых пар;
- измерение тормозных сил автомобилей оснащенных АБС, которая начинает срабатывать со скорости 5,5–7,5 км/ч.

Принцип работы стенда (рис. 4) заключается в принудительном вращении колес диагностируемой оси автомобиля от опорных роликов и измерении сил, возникающих на поверхности опорных роликов при торможении. После въезда диагностируемой оси на роликовую установку и при срабатывании левого и правого датчиков наличия автомобиля производится взвешивание оси с помощью датчиков веса. Затем приводятся во вращение опорные ролики роликовой установки. Вращение происходит с заданной скоростью (4–5 км/ч) от моторов-редукторов. Резко нажимается педаль тормоза. Возникающие при торможении реактивные моменты передаются на датчики, которые вырабатывают электрические сигналы, пропорциональные тормозным силам на каждой паре роликов. Скорость вращения колес автомобиля контролируется следящими роликами, которые прижаты к колесам диагностируемой оси.

Скорость вращения следящих роликов контролируется датчиками проскальзывания. Момент начала воздействия на педаль тормоза

фиксируется датчиком, расположенной на датчике усилия, который предназначен также для определения усилия на педаль тормоза.



Сигналы всех датчиков поступают в контроллер датчиков, расположенный на роликовой установке.

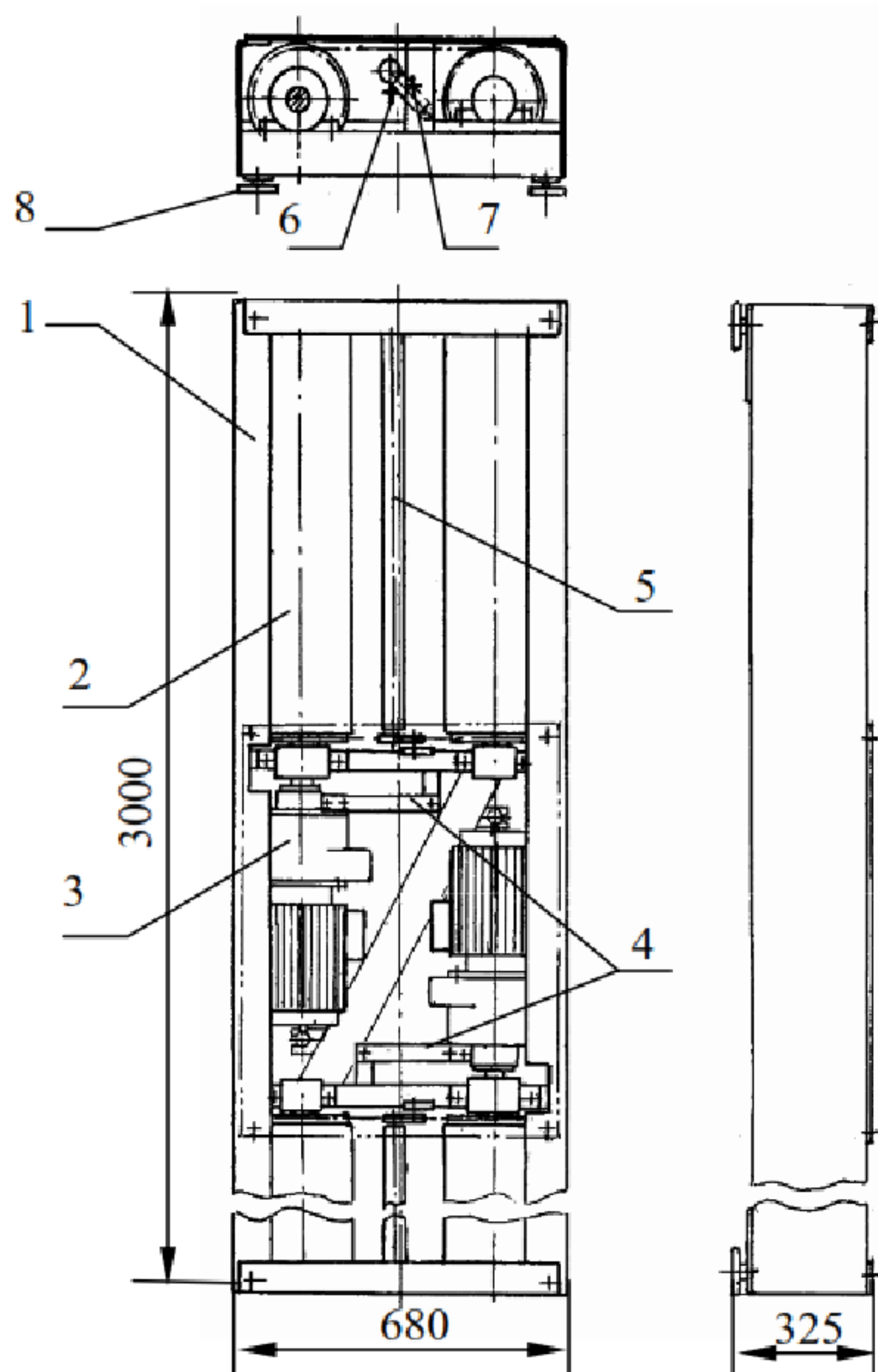


Рисунок - 4. Стенд силовой роликовый СТМ-3500: 1 – основание, 2 – ролик тормозной, 3 – привод, 4 – преобразователь силы, 5 – ролик следящий, 6 – датчик проскальзывания, 7 – датчик наезда, 8 – датчик веса.

Сигналы датчиков усиливаются до необходимой величины
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 микропроцессор, который производит предварительную обработку
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

поступающей информации. По запросу от персонального компьютера микропроцессор передает полную информацию о состоянии датчиков тормозного стенда.

- Комбинированные тормозные стенды

Служат для инерционной проверки величины тормозного пути каждого колеса, тормозной силы (по замедлению), времени срабатывания тормозного привода и одновременности торможения колес, проверяют тормоза при очень малых скоростях, в силовом режиме.

Скорость вращения роликов изменяется в пределах от 0 до 100 км/ч.

Колеса автомобиля раскручиваются до любой скорости в указанных пределах электродвигателями постоянного тока. В начале торможения отключаются приводы от электродвигателей, и каждое колесо продолжает свободно вращаться. Одновременно с началом торможения включаются датчики (инерционные и силовые), показывающие величину тормозного пути каждого колеса и время срабатывания тормозов.

Инерционные датчики позволяют судить о состоянии тормоза каждого колеса по величине максимального замедления.

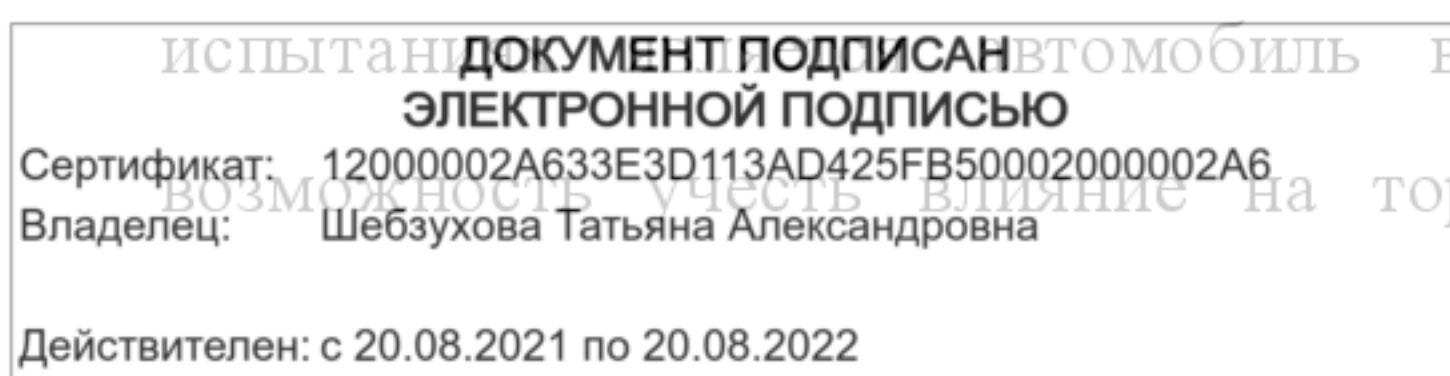
Для измерения усилия на тормозную педаль применяют депрессоры, которые устанавливаются на тормозную педаль.

Дорожные тормозные испытания автомобиля

Несмотря на присущие им недостатки (сложная организация, меньшая точность и худшая повторяемость результатов), они позволяют наиболее полно оценить тормозные свойства испытуемого автотранспортного средства.

Это объясняется тем, что объектом испытания при дорожных

в целом и, следовательно, имеется



тормозные свойства геометрических и

весовых параметров автомобиля, взаимодействие элементов тормозных систем — привода и тормозных механизмов, влияние торможения двигателем, потерь в трансмиссии, вибраций и т. п.

В зависимости от поставленных задач и возможностей, дорожные испытания могут проводиться или на специальных дорогах, где максимально исключены помехи от постороннего движения (полигонные испытания), или на выбранных участках дорог общего пользования, которые позволяют проверить тормозные системы в специфических условиях (например, при движении с постоянной скоростью на затяжном уклоне), или непосредственно в реальных условиях эксплуатации — в горах, в городе, на междугородных трассах, в карьерах и т. п.

Полигонные тормозные испытания предназначены в основном для определения максимальных тормозных свойств автомобиля. Они проводятся на прямой и горизонтальной динамометрической дороге, имеющей асфальто-бетонное или цементно-бетонное покрытие, эффективные ограждения, петли для разворотов и т. п.

Испытания на специальных участках дороги общего пользования проводятся при отсутствии полигона, а также для определения тормозных свойств, при специфических режимах работы тормозных механизмов. Основная трудность при проведении таких испытаний — это соблюдение требований безопасности. Так, при спуске автомобиля на тормозах с заданного уклона приходится перекрывать движение в обе стороны трассы, а иногда и конвоировать испытуемый автомобиль.

Основные дефекты при неисправности тормозной системы с ABS

- Нарушена курсовая устойчивость при торможении (автомобиль

уводит в сторону)
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022