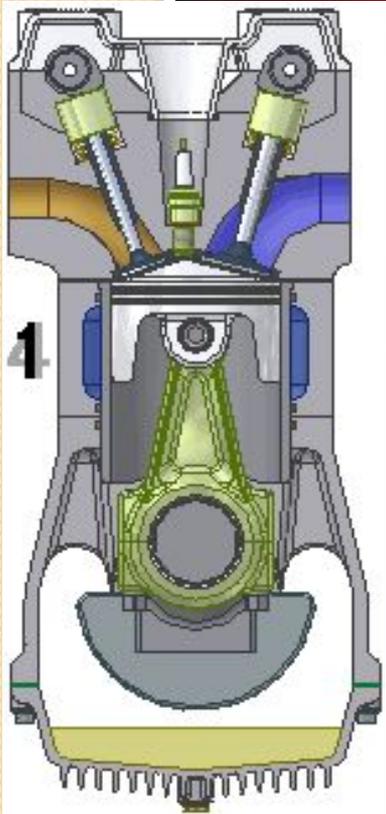
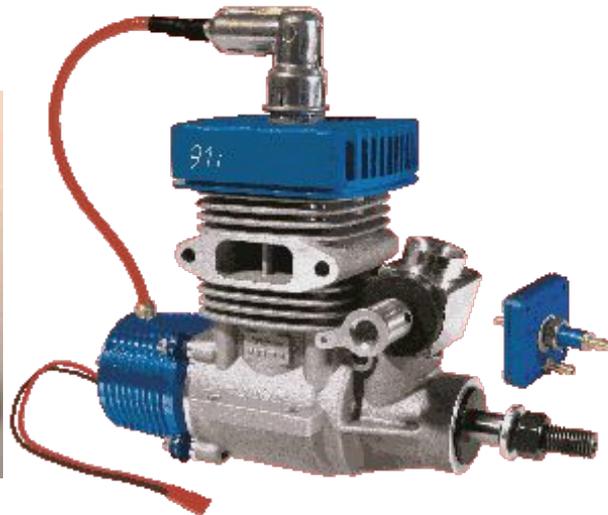
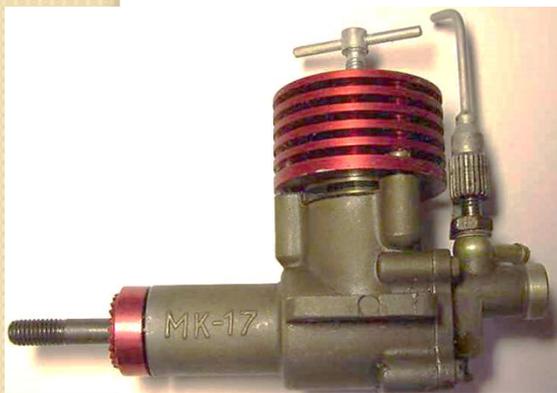
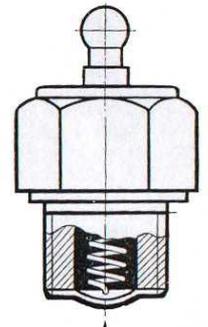


СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ



Классификация ДВС по типу системы зажигания

- Дизели (система зажигания отсутствует)
- Компрессионные ДВС
- ДВС с искровым зажиганием
- ДВС с калильным зажиганием



Общие сведения о системе зажигания

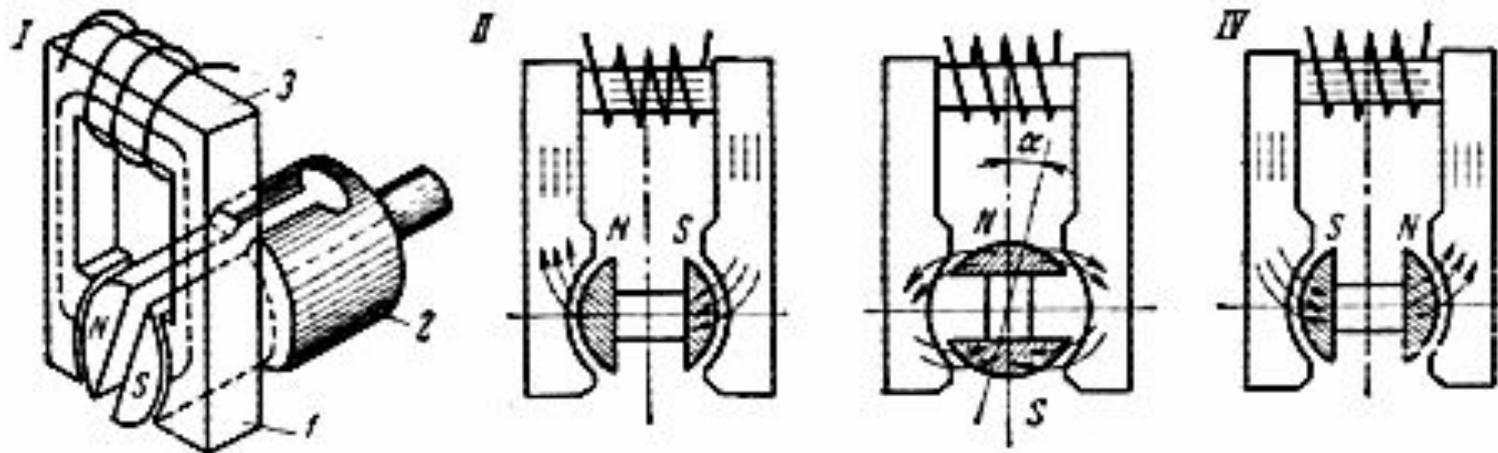
Система зажигания (искровая) предназначена для генерации импульсов высокого напряжения, поджигающих рабочую смесь в камере сгорания ДВС, синхронизации этих импульсов с фазой двигателя и распределения импульсов зажигания по цилиндрам двигателя.

Классификация искровых систем зажигания

- Система зажигания с магнето
- Система зажигания с мотоциклетным генератором переменного тока
- Батарейная система зажигания

Классификация искровых систем зажигания

- Система зажигания с магнето



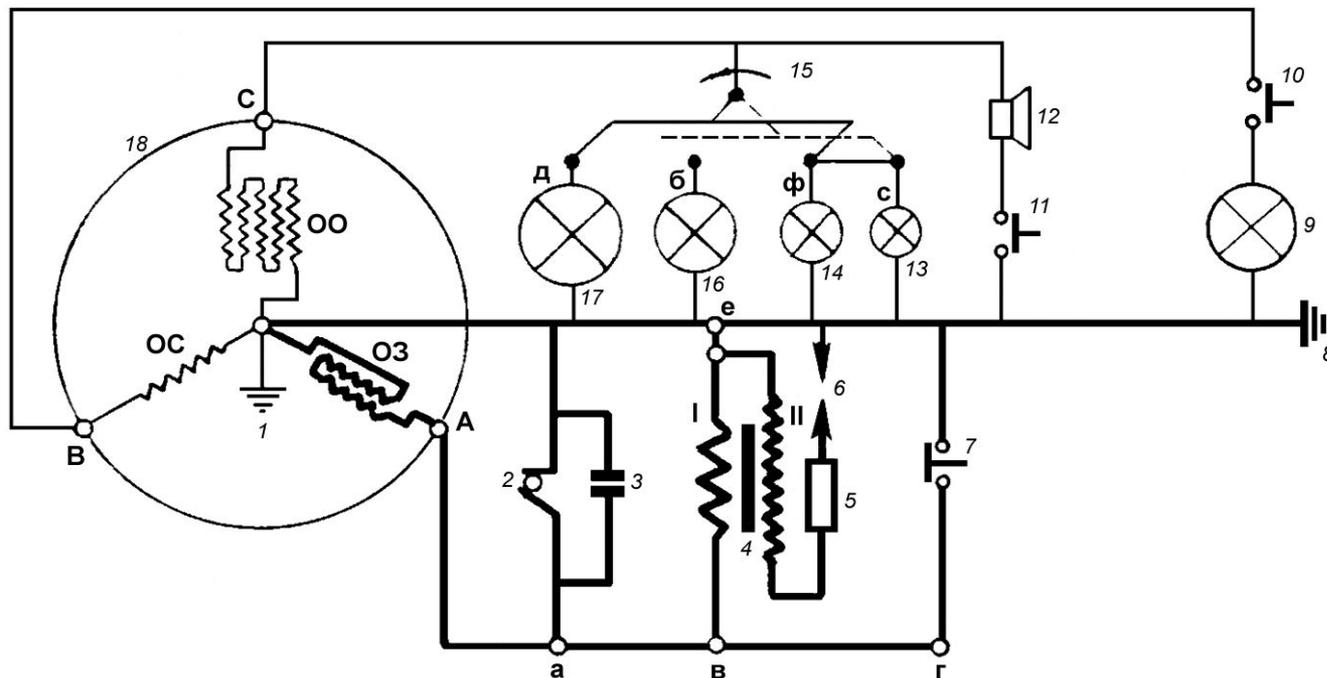
Магнето — специализированный генератор переменного тока, вырабатывающий электроэнергию только для свечи зажигания.

По устройству различают магнето с вращающимся постоянным магнитом и неподвижными обмотками и магнето с вращающимися обмотками и неподвижным магнитом.

Классификация искровых систем зажигания

- Система зажигания с мотоциклетным генератором переменного тока

Схема электрооборудования мотоцикла “Минск”, модель М106
www.MotoManual.net



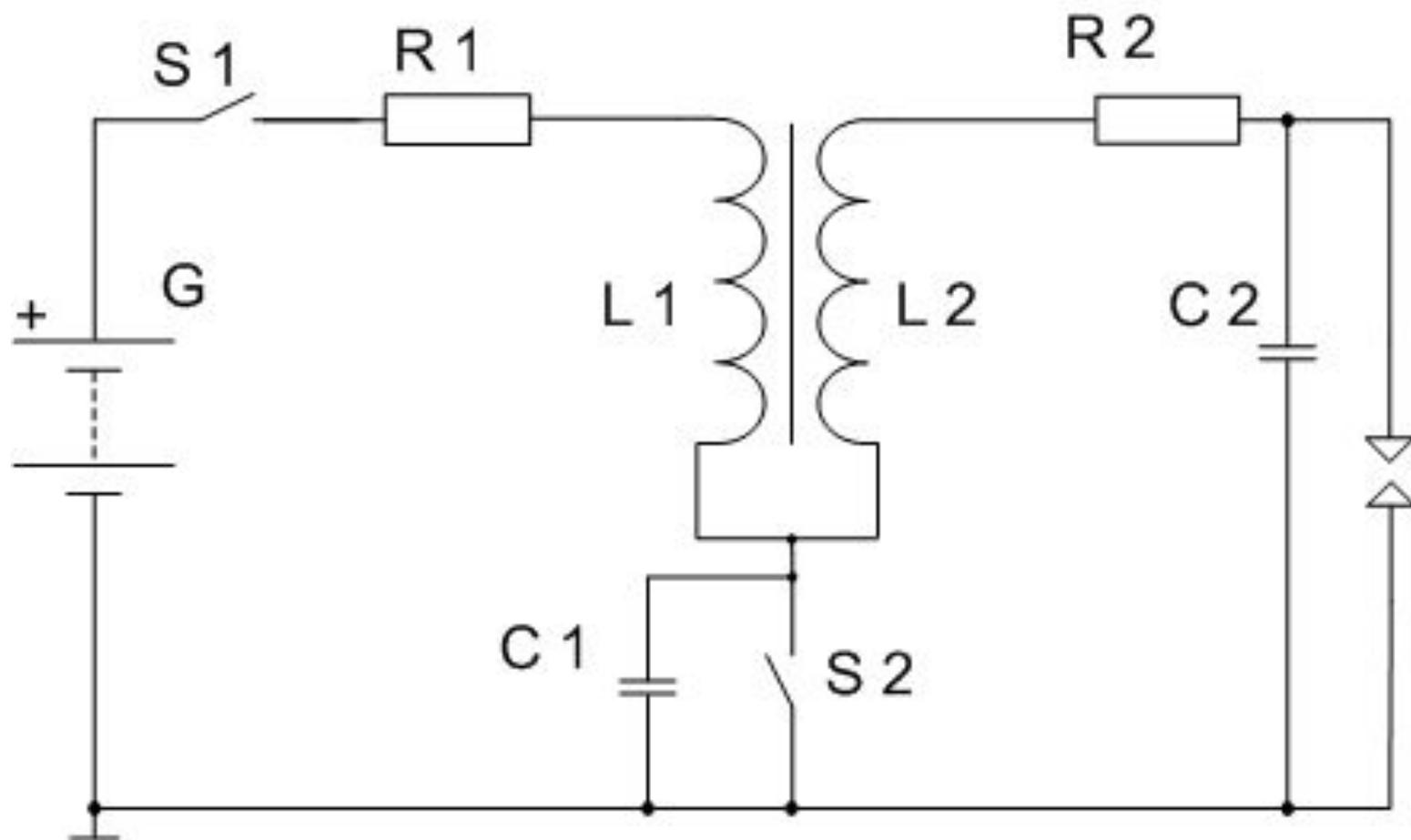
Требования к системе зажигания

- 1. Обеспечение искры в нужном цилиндре (находящемся в такте сжатия) в соответствии с порядком работы цилиндров.
- 2. Своевременность момента зажигания.
- 3. Достаточная энергия искры.
- 4. Надежность (обеспечение непрерывности искрообразования).

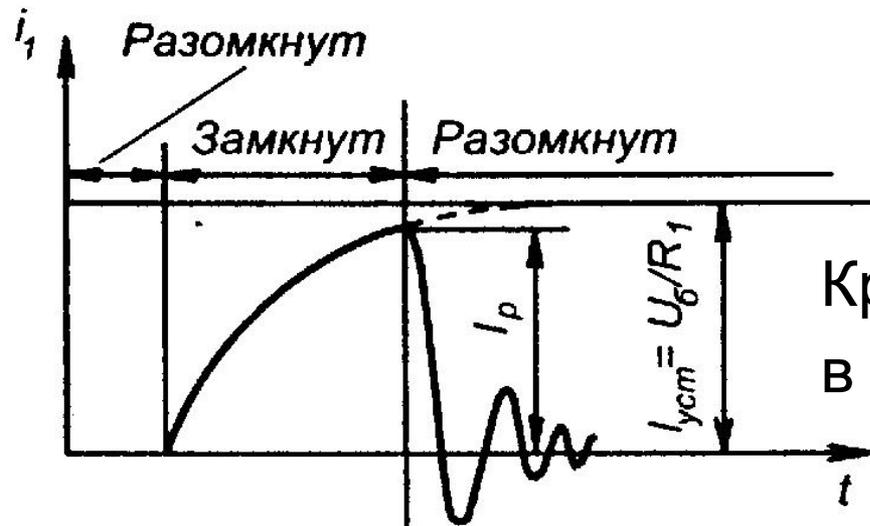
Принцип работы системы зажигания

накопление энергии в магнитном поле катушки зажигания с последующим мгновенным выделением ее в искровом промежутке свечи в нужный момент такта сжатия в рабочем цилиндре и в соответствии с заданным порядком работы цилиндров двигателя

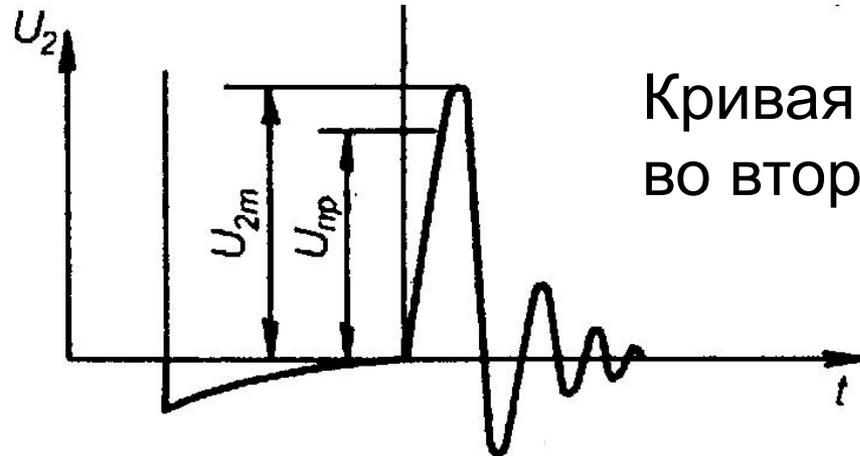
Принцип работы системы зажигания



Переходные процессы в системе зажигания

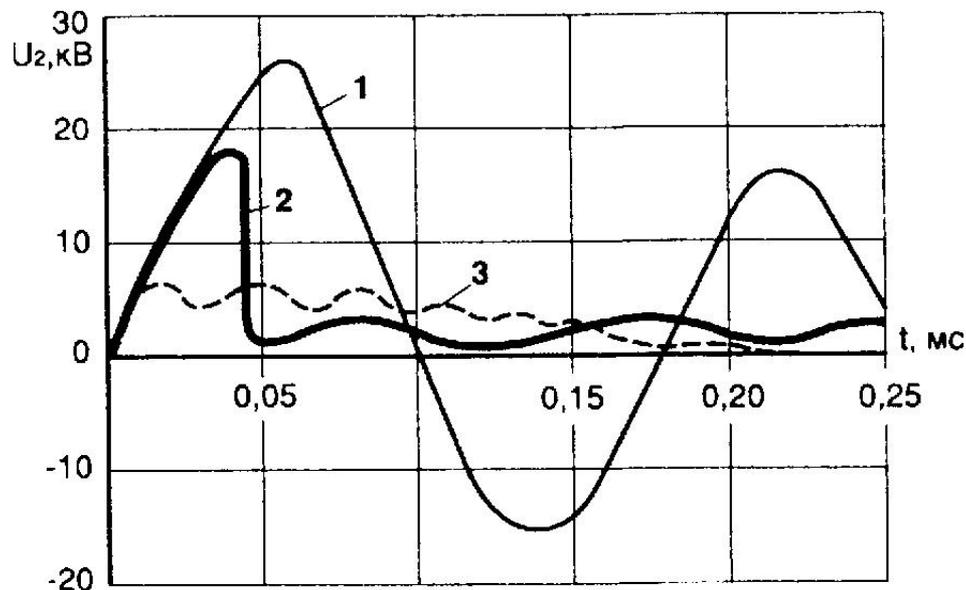


Кривая изменения тока в первичной цепи I_1



Кривая изменения напряжения во вторичной цепи U_2

Изменение вторичного напряжения во времени



1. Отсутствие пробоя (предельные возможности системы);
2. Пробой искрового промежутка (зазора) в свече зажигания;
3. «Стекание искры» по увлажнённому бензином нагару на элементах свечи при шунтирующем сопротивлении 0,2 Мом.

Амплитуда напряжения вторичной обмотки катушки зажигания

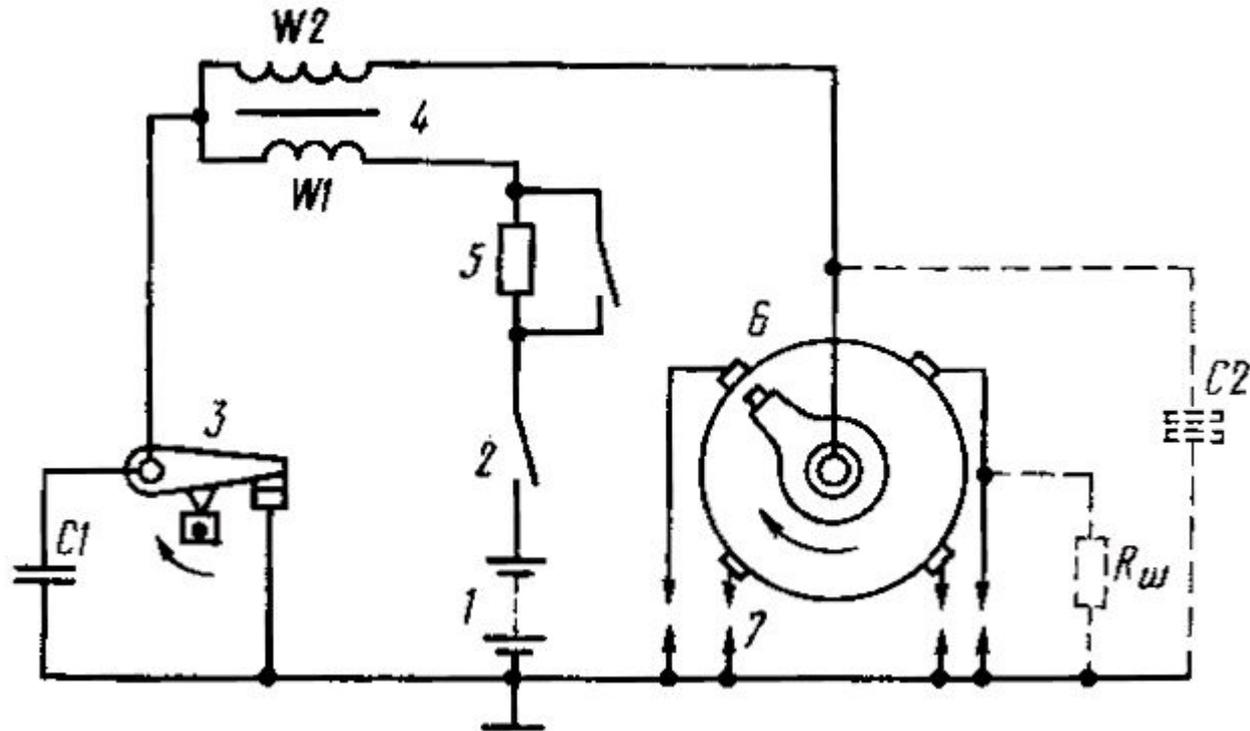
$$U_{2m} = I_p K_T K_{\Pi} \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 K_T^2}}$$

$K_T = W_2/W_1$ коэффициент трансформации катушки зажигания;
 I_p – ток в первичной обмотке в момент разрыва контактов;
 L_1 – индуктивность первичной обмотки;
 C_1, C_2 – ёмкости первичной и вторичной цепей;
 K_{Π} – коэффициент потерь, учитывает потери в активных сопротивлениях первичной R_1 и вторичной R_2 цепей, в сопротивлении нагара $R_{ш}$, шунтирующего искровой промежуток, а также в сердечнике катушки при его перемагничивании ;

Типы искровых систем зажигания, применяемых на современных автомобилях

- Контактная система зажигания (классическая);
- Контактно-транзисторная система зажигания;
- Бесконтактно- транзисторная;
- Микропроцессорная система управления двигателем (МСУД)
– управляет одновременно системами зажигания и питания.

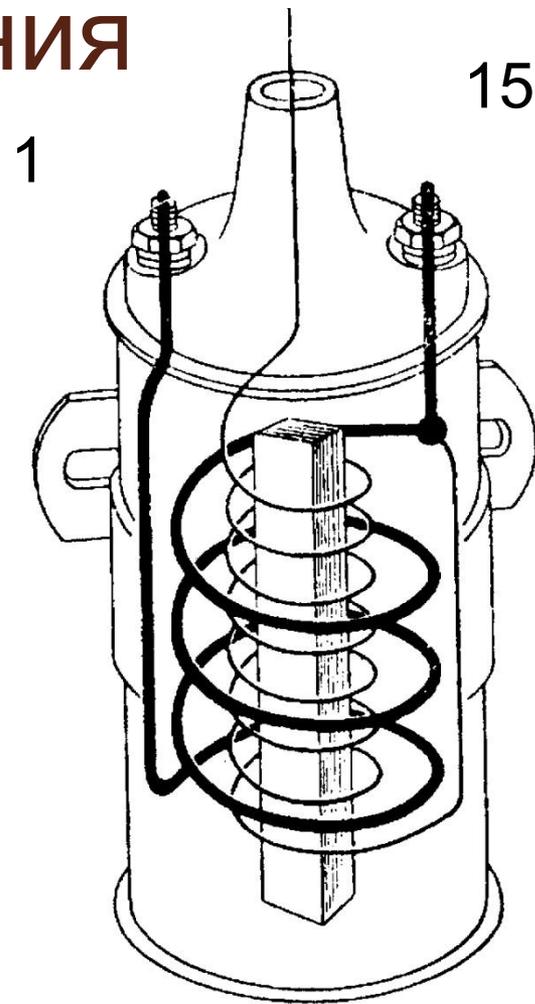
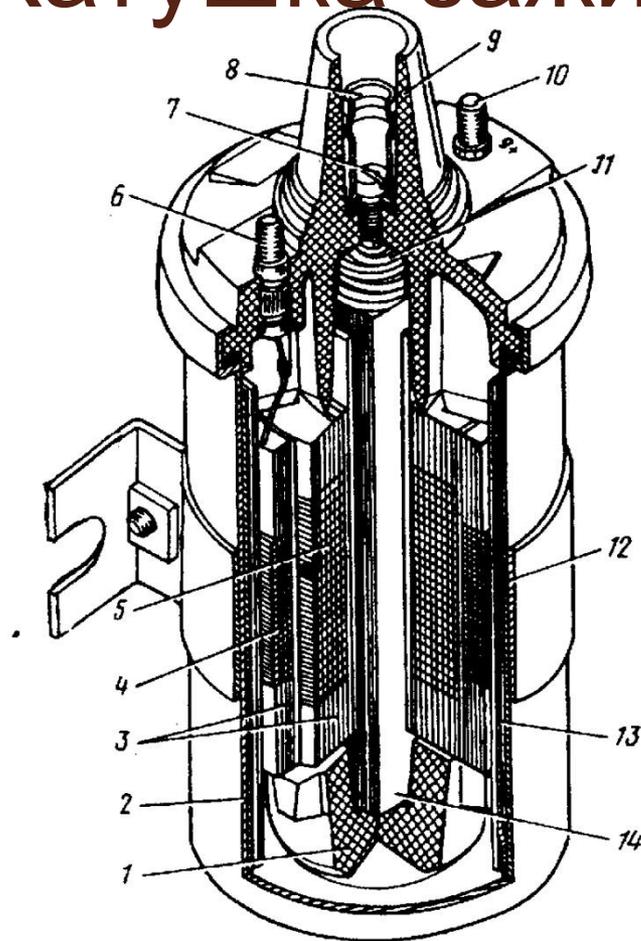
Контактная система зажигания



Принципиальная электрическая схема классической батарейной системы зажигания:

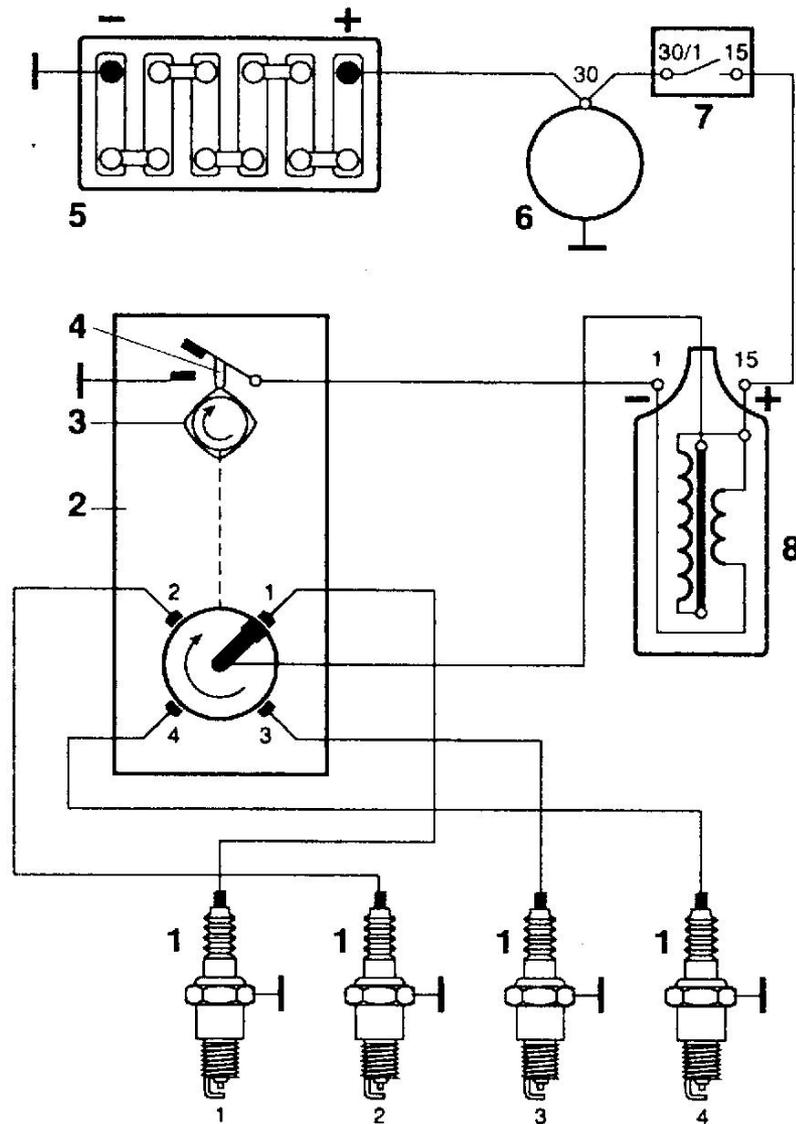
- 1 - аккумуляторная батарея; 2 - замок зажигания;
3 - прерыватель; 4 - катушка зажигания; 5 - добавочный резистор (вариатор) с замыкателем; 6 - распределитель; 7 - свечи зажигания

Катушка зажигания



4-первичная обмотка; 5-вторичная обмотка;
6-клемма вывода первичной обмотки «1» («К»)
первичная обмотка; 8-высоковольтная клемма
10-клемма подвода питания «Б» («+», «15»)

Контактная система зажигания с трёхвыводной катушкой



1-свечи зажигания;
2-прерыватель-
распределитель;
3-кулачок;
4-упор; 5-АКБ;
6-генератор;
7-выключатель
зажигания;
8-катушка зажигания.

Четырёхвыводная катушка зажигания

4-сердечник

6-вторичная обмотка

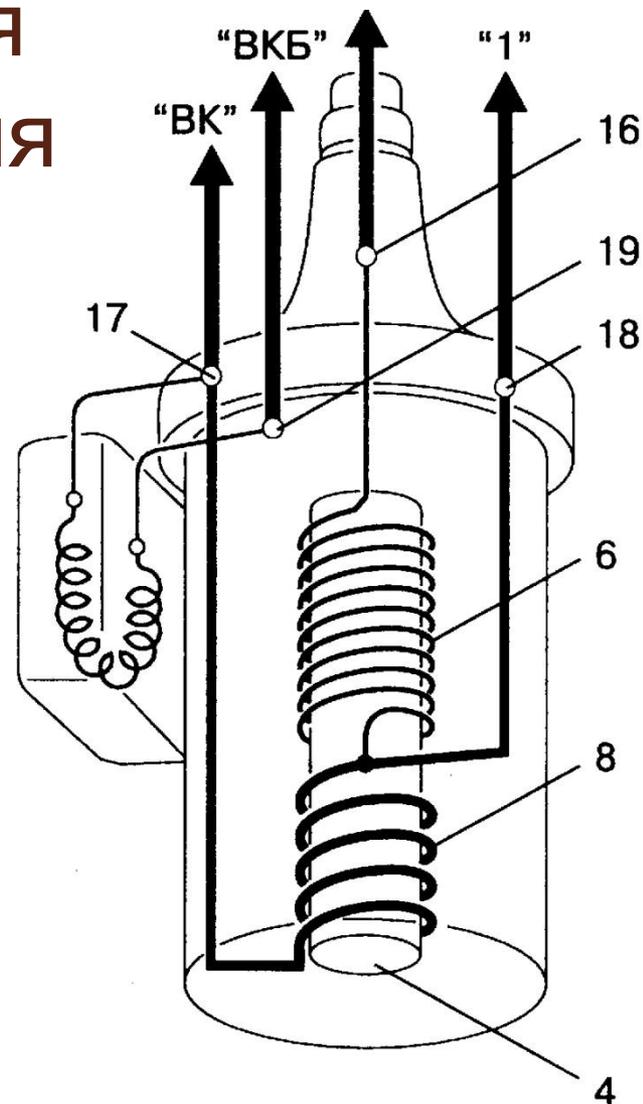
8-первичная обмотка

16-высоковольтная клемма

17-клемма «ВК»

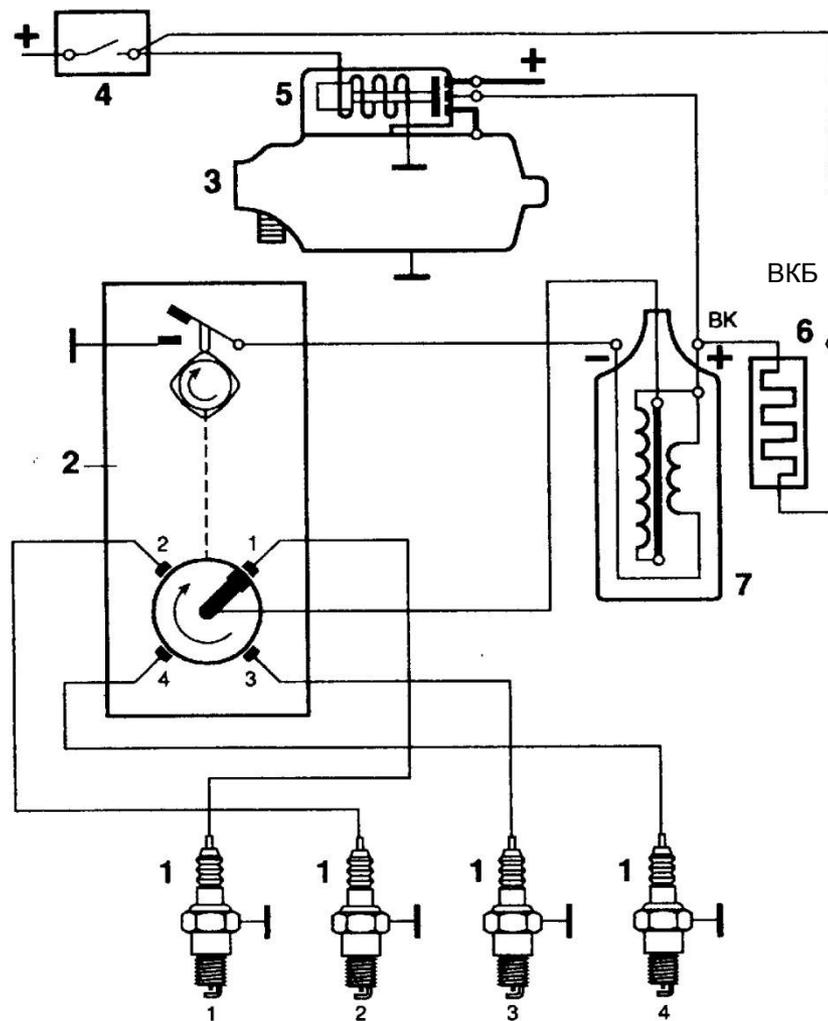
18-клемма «1» («К»)

19-клемма «ВКБ»



Контактная система зажигания с четырёхвыводной катушкой

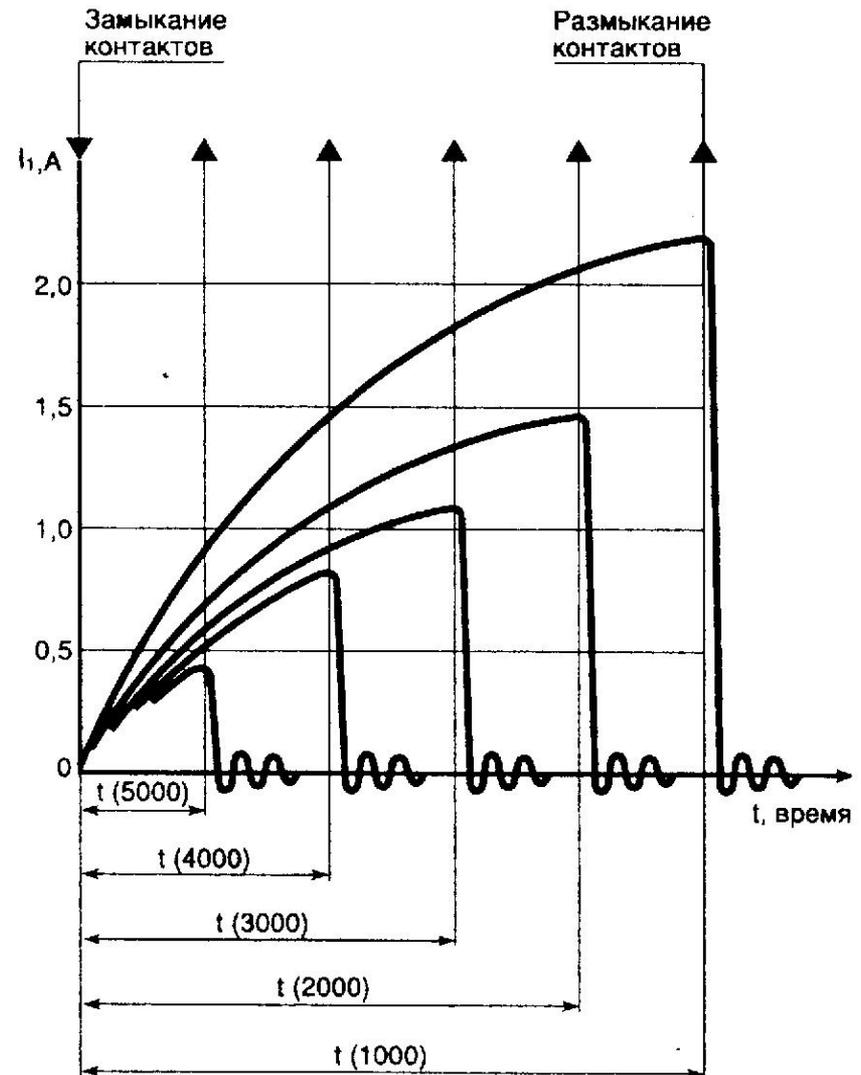
- 1-свечи зажигания;
- 2-прерыватель-распределитель;
- 3-стартер;
- 4-выключатель зажигания;
- 5-тяговое реле стартера;
- 6-добавочное сопротивление (вариатор);
- 7-катушка зажигания.



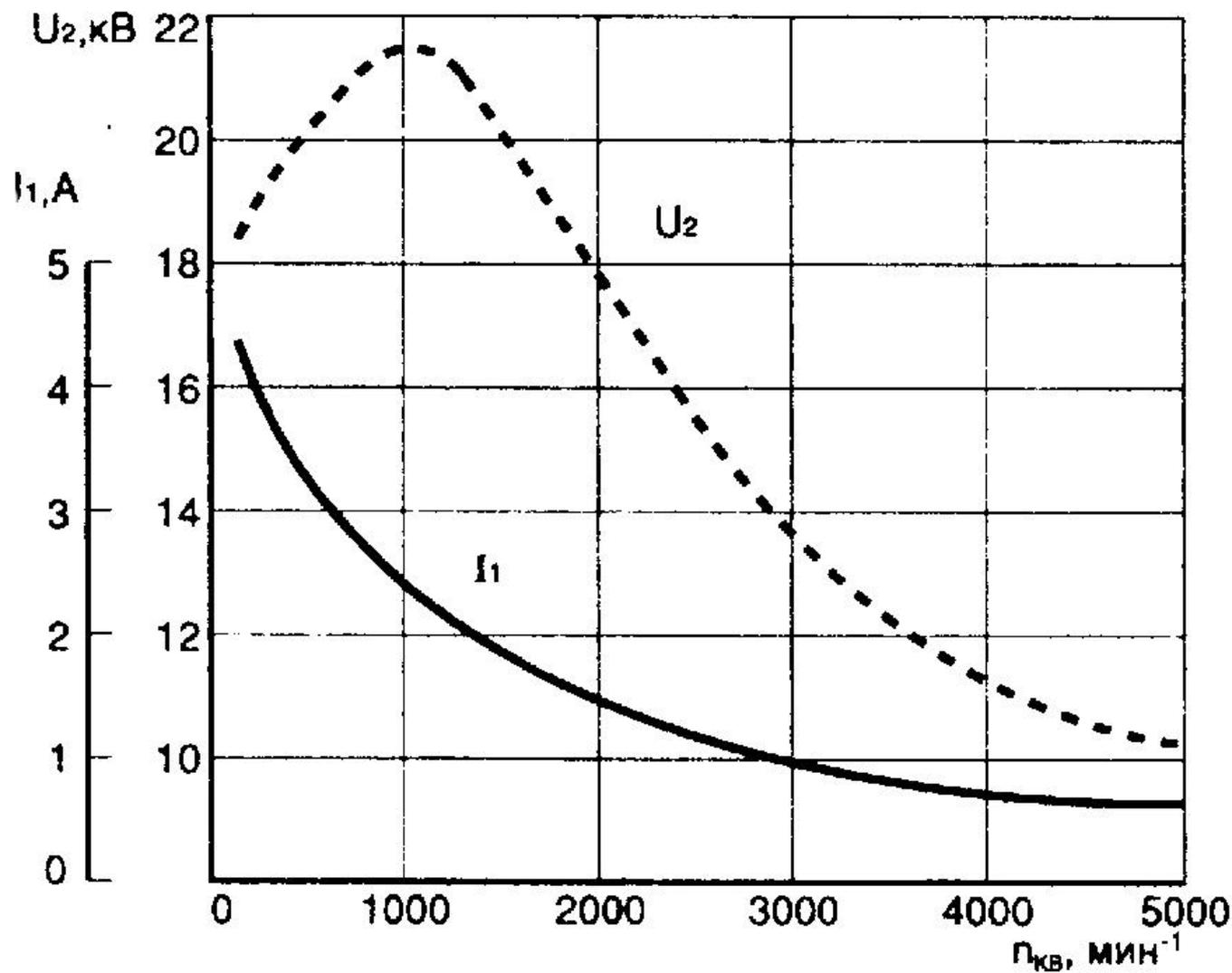
Зависимость силы первичного тока от времени замкнутого состояния контактов

$$t = 120k/nz$$

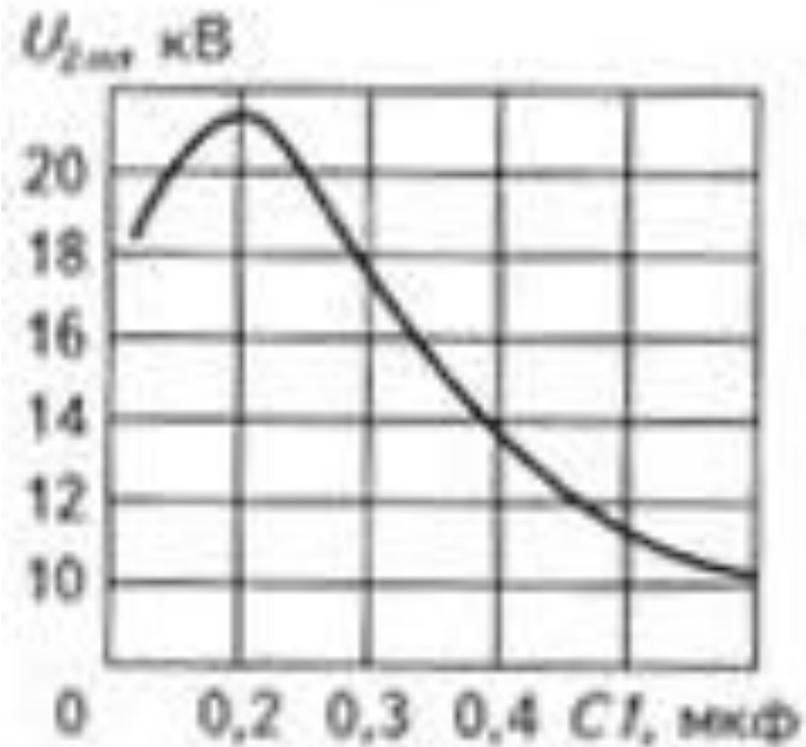
- k -коэф.
- n -число оборотов коленвала в минуту
- z -число цилиндров двигателя



Зависимость силы тока в первичной обмотке и вторичного напряжения от оборотов коленвала



Зависимость U_2 от C_1



Недостатки контактной системы зажигания

- При росте частоты вращения n и числа цилиндров уменьшаются время замкнутого состояния контактов t , значение тока в момент разрыва контактов I_p и, как следствие, снижается вторичное напряжение U_2 .
- Дугообразование на контактах прерывателя и снижение вторичного напряжения при малых оборотах двигателя.
- Снижение вторичного напряжения при уменьшении $R_{ш}$ и увеличении C_2

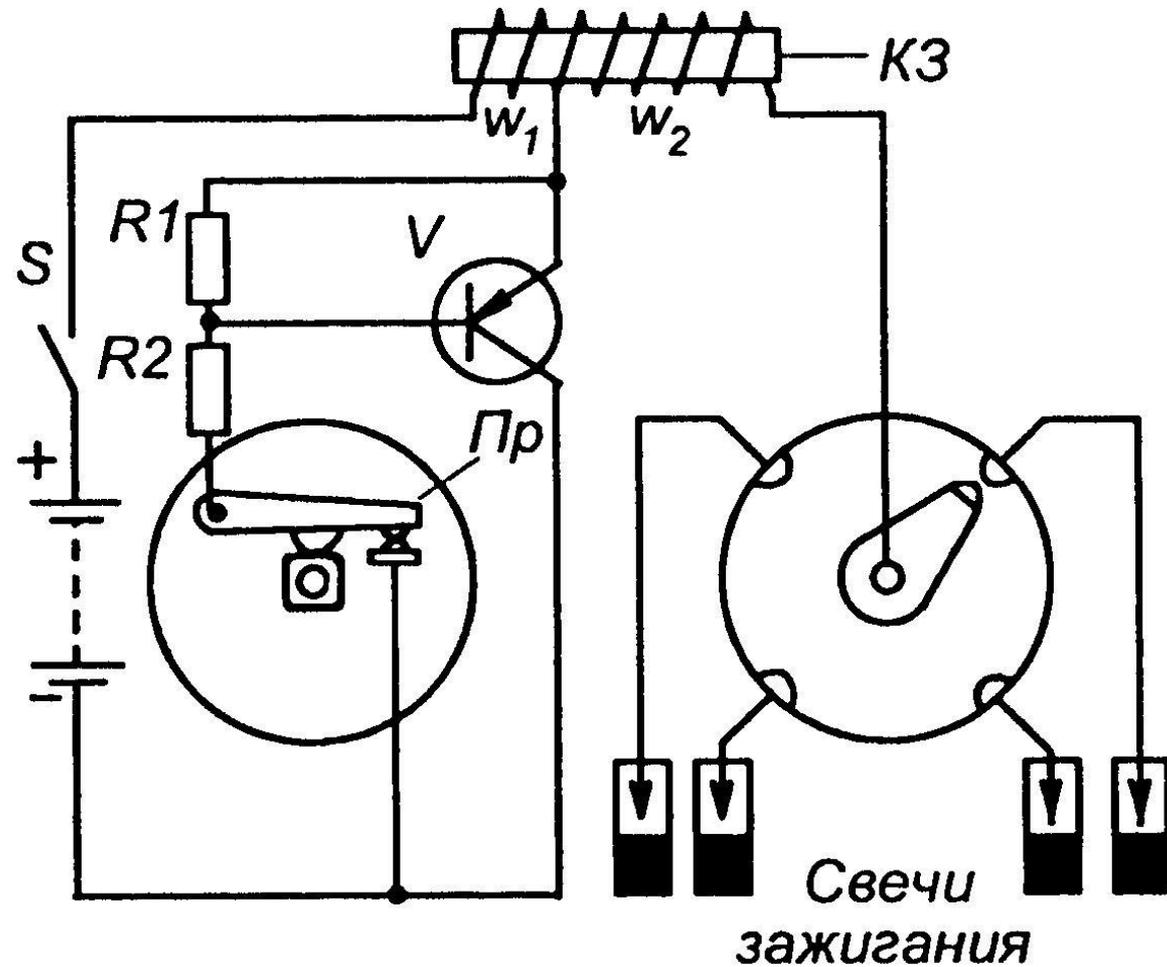
Отличия КТСЗ от КСЗ

- Через контакты прерывателя проходят только управляющие импульсы тока ($\sim 0,5 \text{ A}$).
- Не нужен конденсатор для гашения искры при размыкании контактов.
- Можно увеличить ток в первичной цепи, уменьшить в первичной обмотке катушки число витков, а во вторичной — увеличить.
- Вторичное напряжение выше на 25%.
- Увеличен зазор между электродами свечей до 1,0-1,2 мм.

Функции коммутатора

- Преобразует управляющие импульсы от контактов прерывателя в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания.
- Отключение питания катушки зажигания при длительно замкнутом положении контактов (более 1,5 сек.)

Фрагмент принципиальной схемы КТСЗ



Система зажигания с накоплением энергии в ёмкости (конденсаторе)

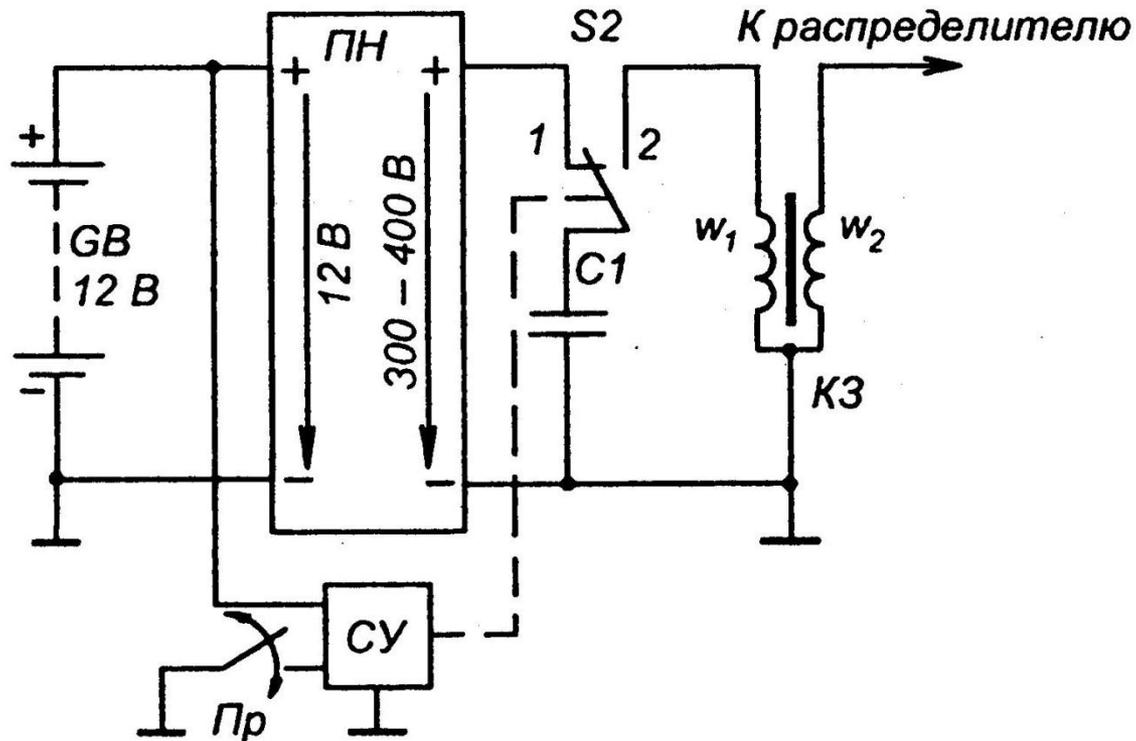
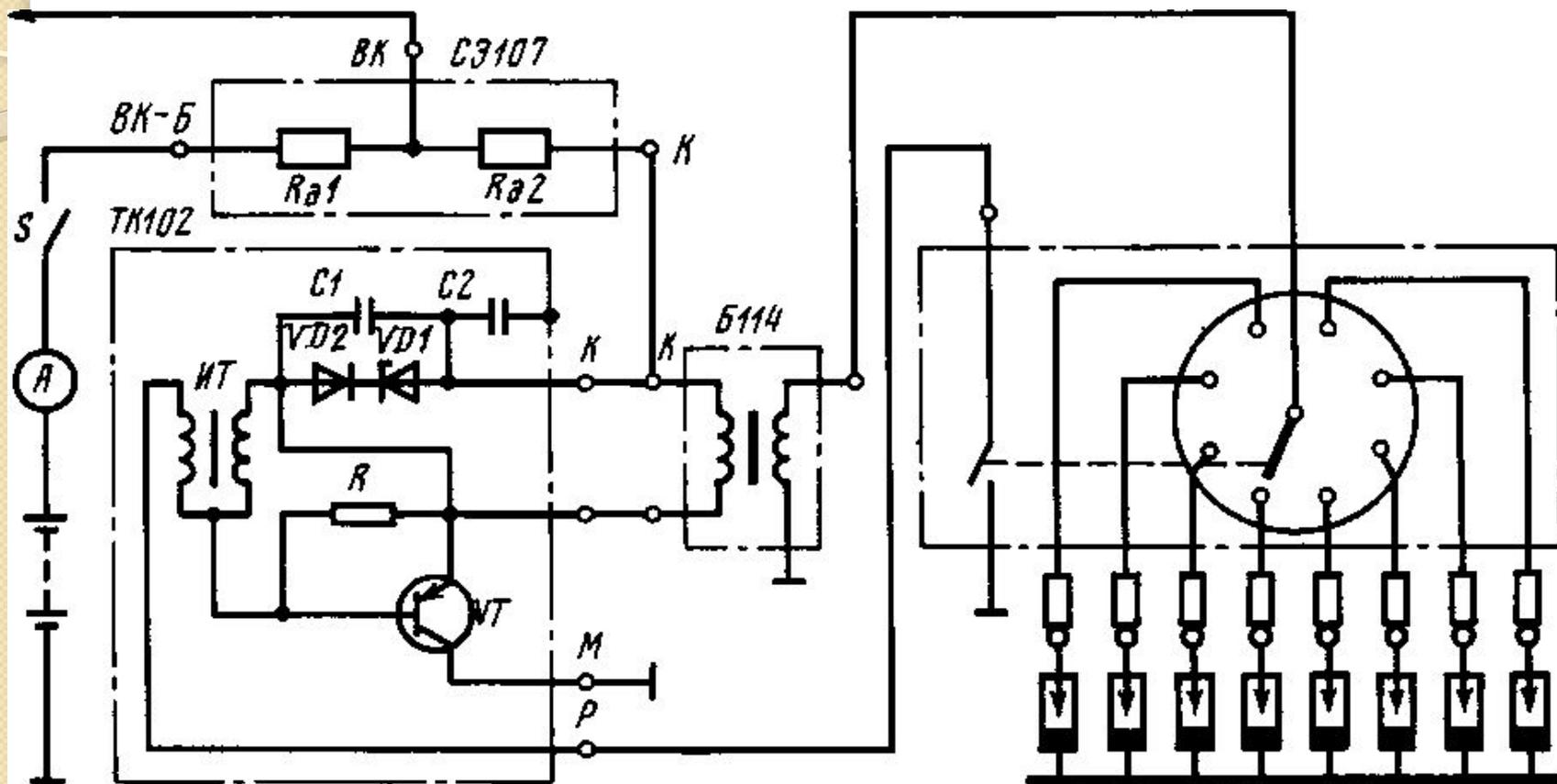


Схема конденсаторной системы зажигания с непрерывным накоплением энергии

КТСЗ с коммутатором ТК102



А.М. Резник Электрооборудование
автомобилей с.86-91

Недостатки КТСЗ

- Отсутствует эффект самоочищения контактов.
- Механический износ механизма размыкания контактов.
- Влияние вибраций, биения валика прерывательного механизма на процесс искрообразования.

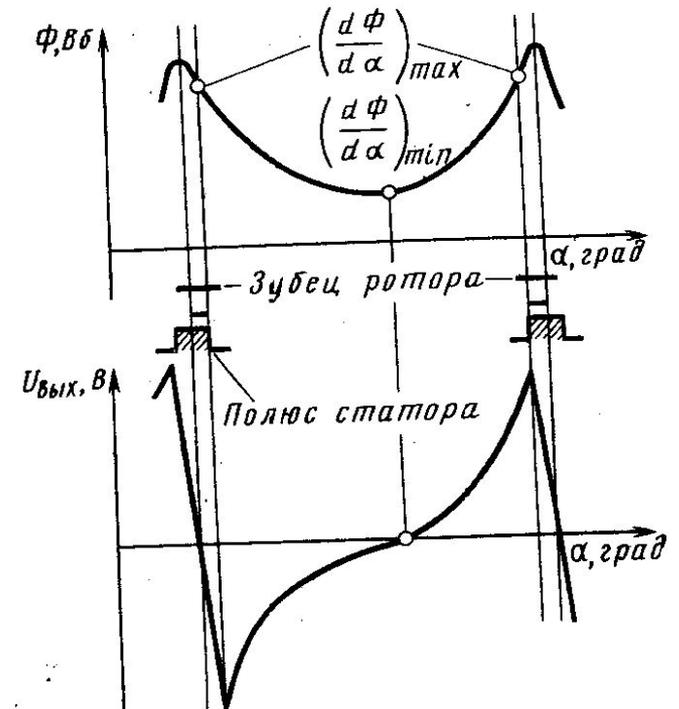
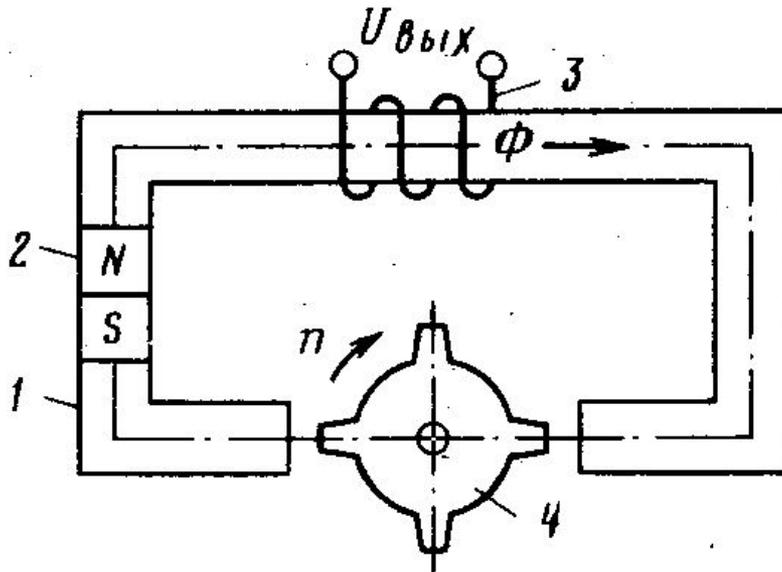
Бесконтактная система зажигания

- Транзисторный коммутатор, прерывающий цепь первичной обмотки катушки зажигания, срабатывает под воздействием электрического импульса, создаваемого бесконтактным датчиком.

Датчики, применяемые в БТСЗ

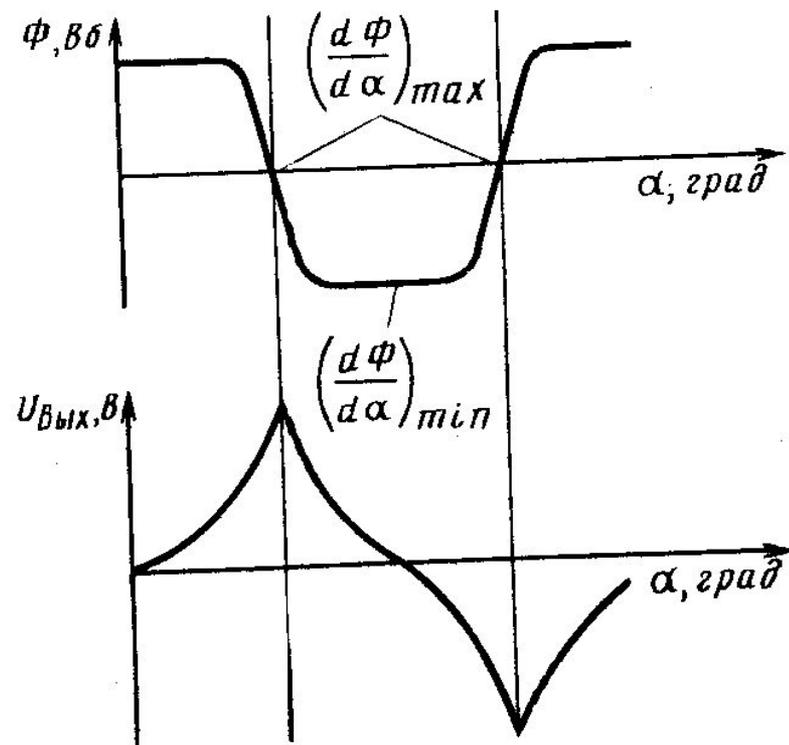
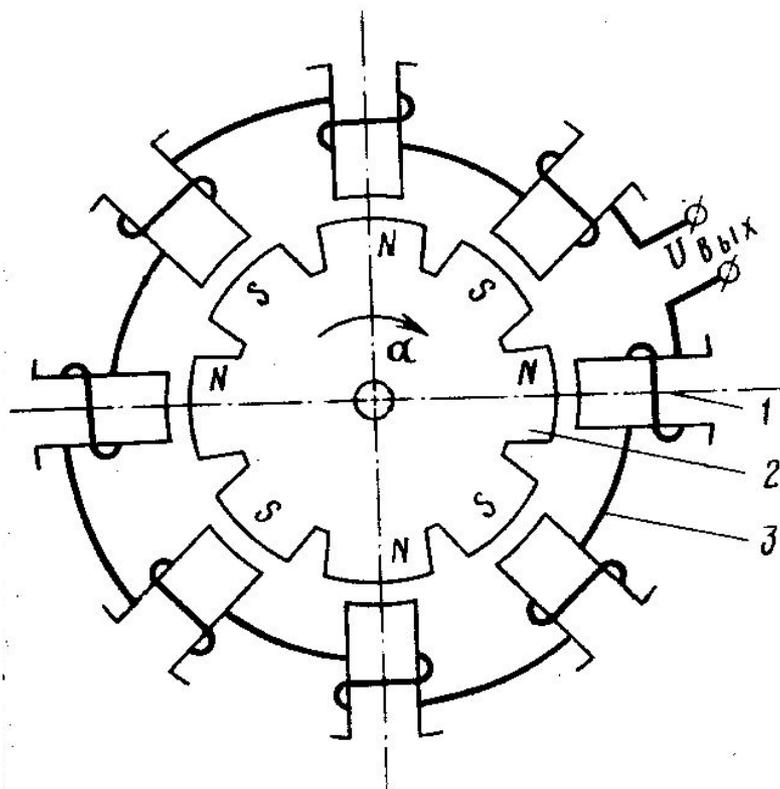
- Магнитоэлектрические датчики.
- Датчики Холла.
- Оптические датчики.

Магнитоэлектрический датчик коммутаторного типа с пульсирующим потоком



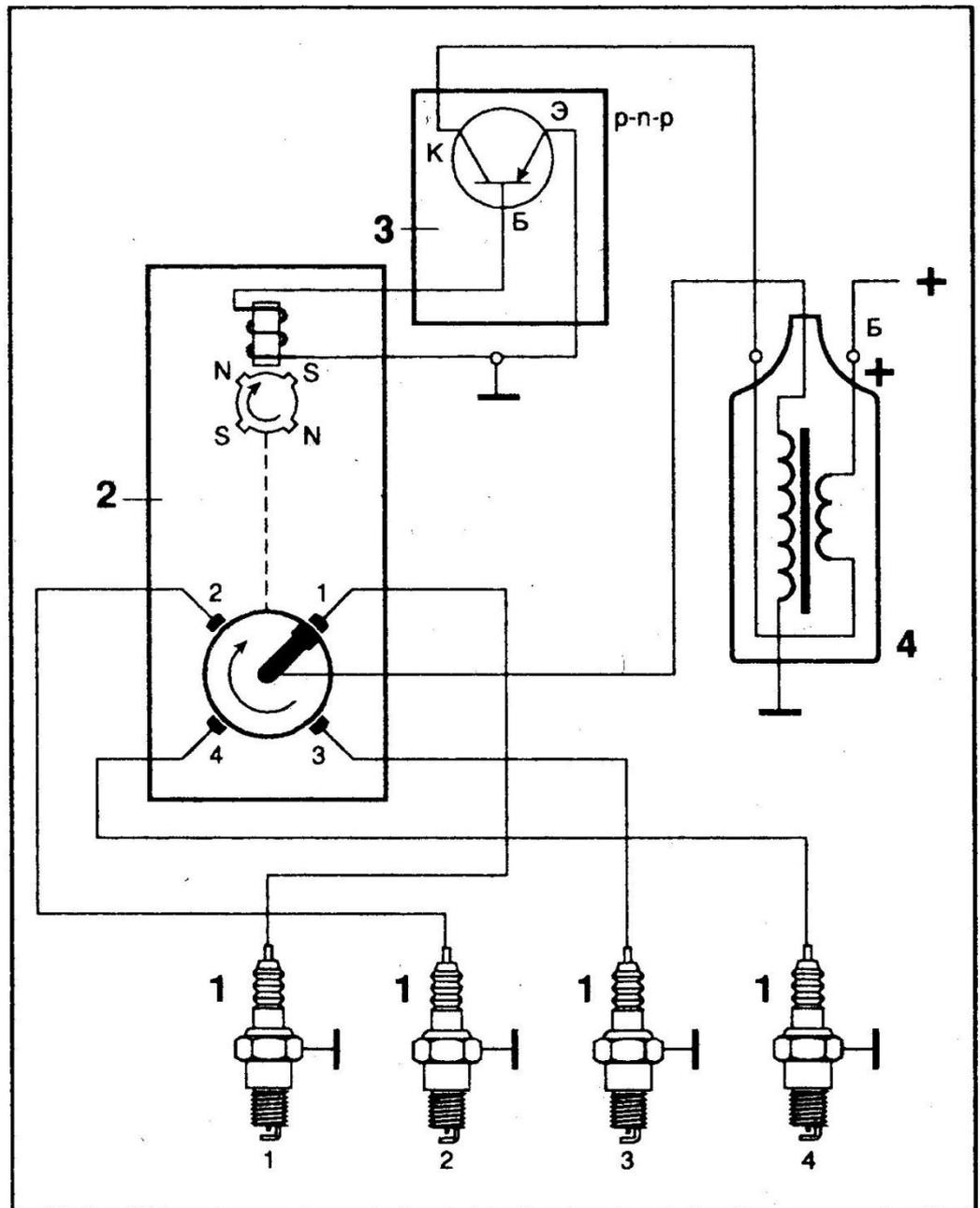
- 1 — магнитная цепь (статор);
- 2 — магнит; 3 — обмотка;
- 4 — распределитель потока (коммутатор)

Магнитоэлектрический датчик с переменным потоком

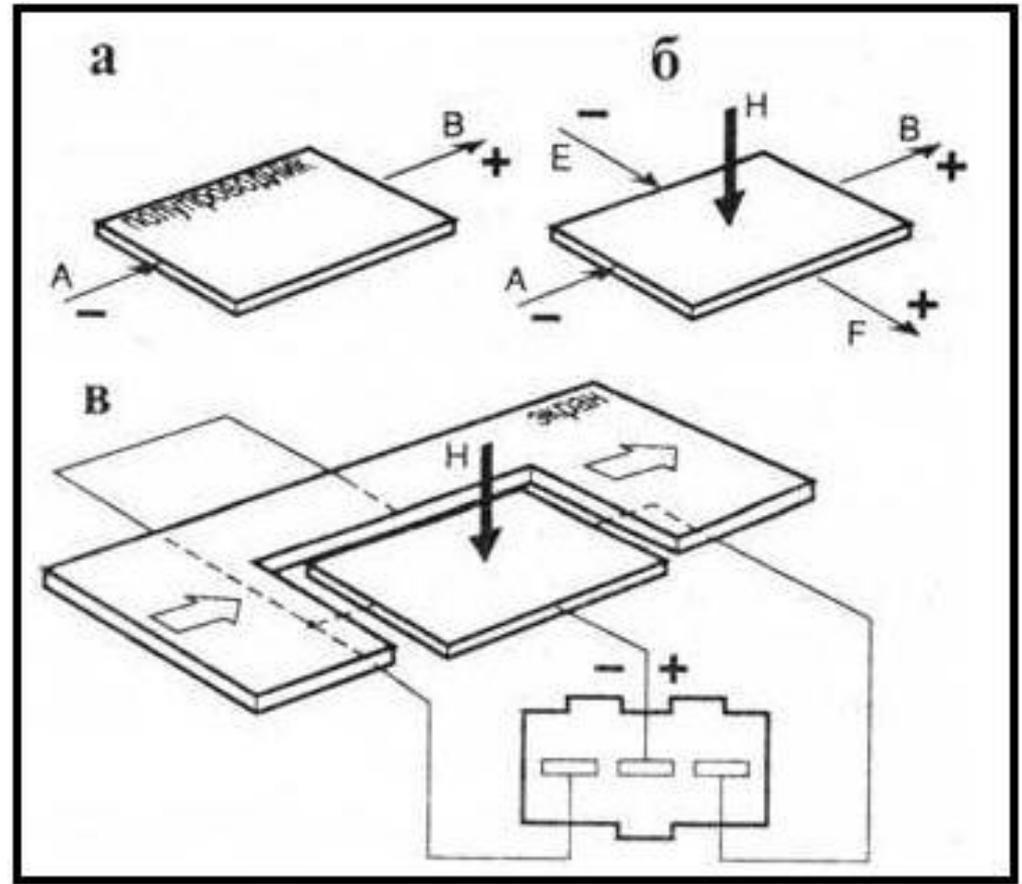


БТСЗ с ИНДУКТИВНЫМ ДАТЧИКОМ

- 1 - свечи зажигания.
- 2 - датчик-распределитель.
- 3 - коммутатор.
- 4 - катушка зажигания.



Эффект Холла

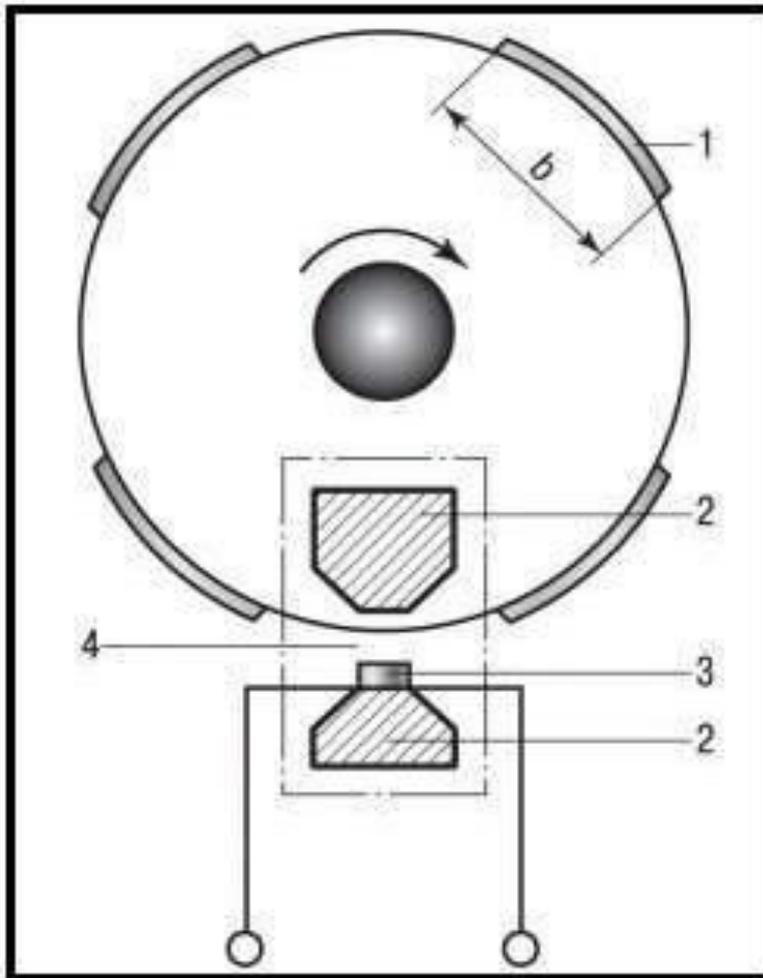


а – нет магнитного поля, по полупроводнику протекает ток питания – АВ;

б – под действием магнитного поля – H появляется ЭДС Холла – EF;

в – датчик Холла

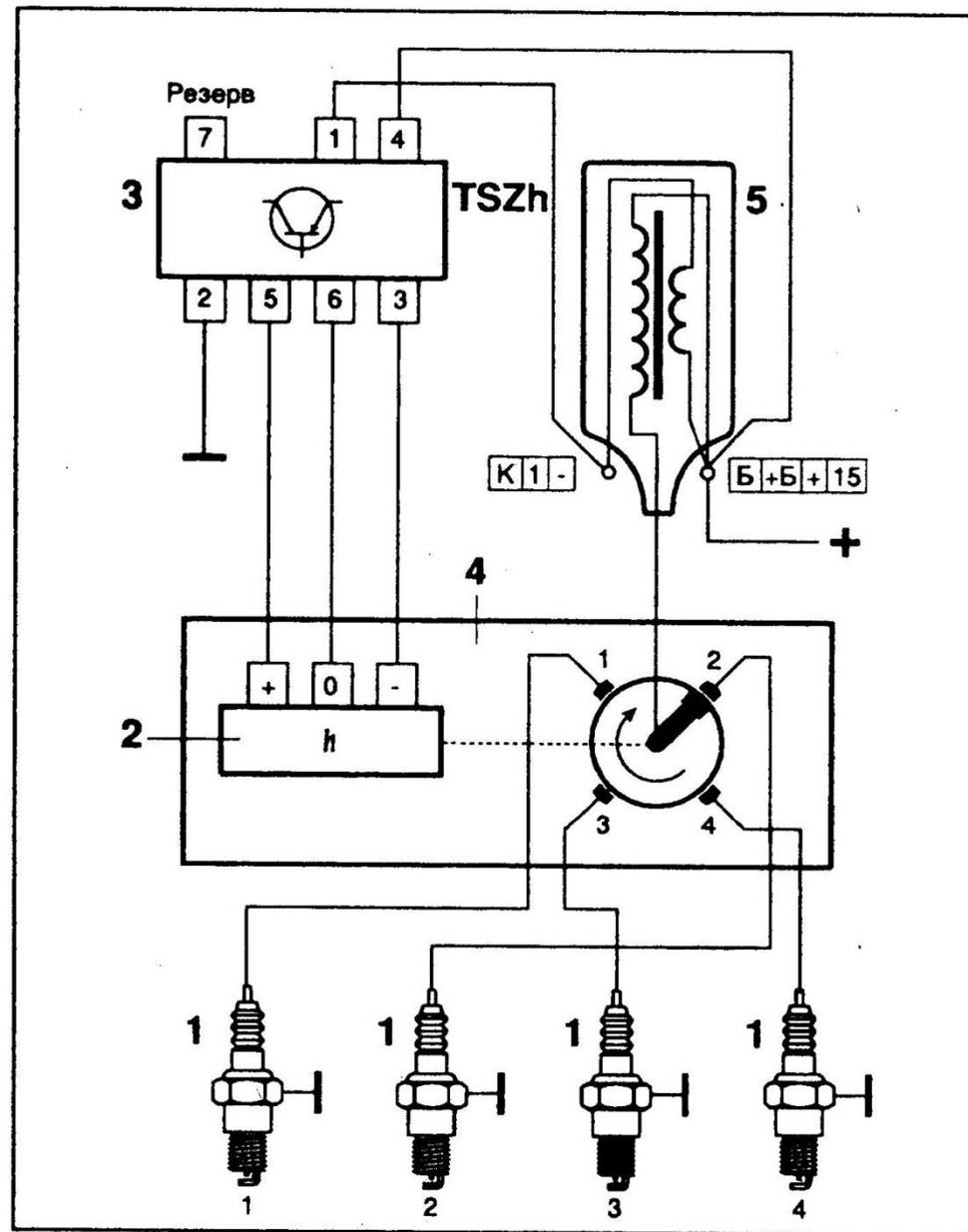
Датчик Холла



- 1 - стальной экран с прорезями.
- 2 - постоянный магнит,
- 3 - пластина полупроводника и микросхема.
- 4 - зазор.

БТСЗ с датчиком Холла

- 1 - свечи зажигания.
- 2 - датчик-Холла.
- 3 - коммутатор.
- 4 – датчик-распределитель.
- 5 - катушка зажигания.



Функции коммутатора БТСЗ

- Преобразование управляющих импульсов от датчика Холла в импульсы тока в первичной обмотке катушки зажигания;
- Нормирование времени накопления энергии в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя;
- Обеспечение момента искрообразования в соответствии с заданным фронтом управляющего импульса;
- Ограничение максимальной величины тока в первичной обмотке катушки зажигания;
- Отключение тока при неработающем двигателе и включенном зажигании.

Преимущества БТСЗ с датчиком Холла

- Регулирование времени накопления энергии в катушке зажигания.
- Вторичное напряжение не зависит от оборотов двигателя.
- Ограничение первичного тока на малых оборотах коленчатого вала.

Микропроцессорные системы зажигания

- электронное управление углом опережения зажигания
- одновременно управляет и системой топливоподачи
- система управляет двигателем по оптимальным характеристикам
- не требует каких-либо регулировок и обслуживания в эксплуатации

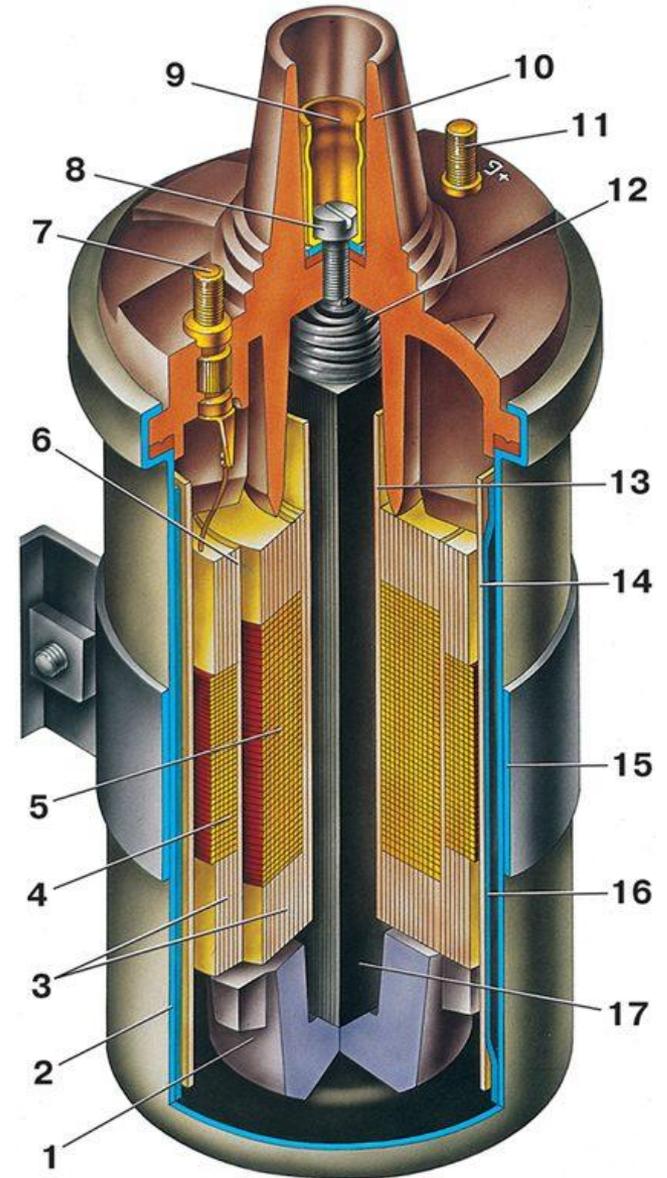
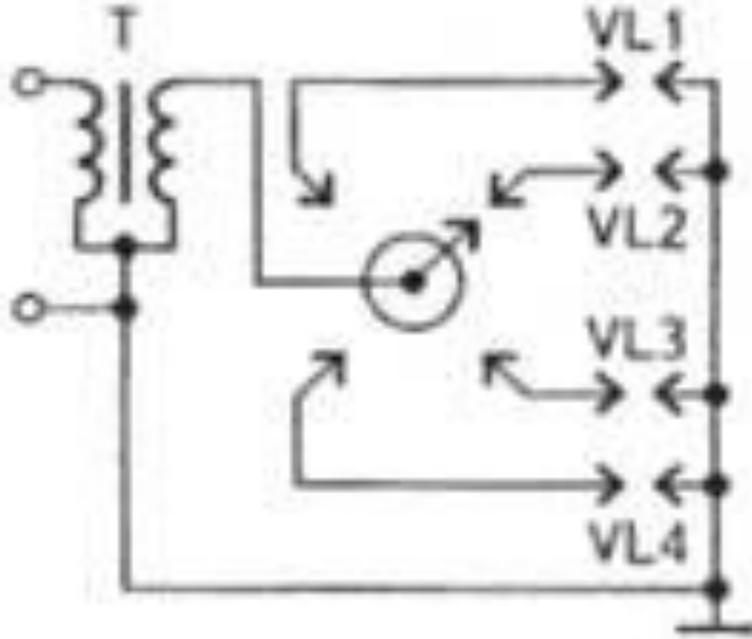
Основные элементы системы зажигания

- Катушки зажигания
- Датчики-распределители
- Электронные коммутаторы
- Свечи зажигания
- Устройства, изменяющие угол опережения зажигания

Виды катушек зажигания

- Общая катушка зажигания,
- Сдвоенная (двухвыводная),
- Четырёхвыводная,
- Индивидуальная.

Общая катушка зажигания

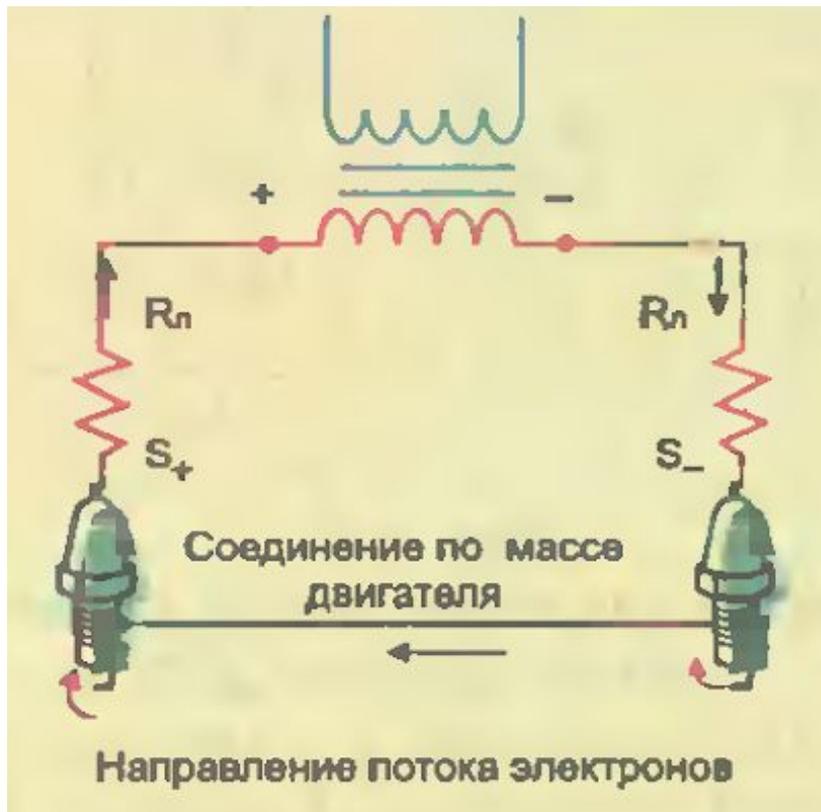


Катушка с замкнутым магнитопроводом

- Меньший объём;
- Снижен расход меди;
- Меньше трудоёмкость изготовления.



Сдвоенная (двухвыводная) катушка зажигания



Соединение свечей зажигания с двухвыводной катушкой

Сдвоенная (двухвыводная) катушка зажигания

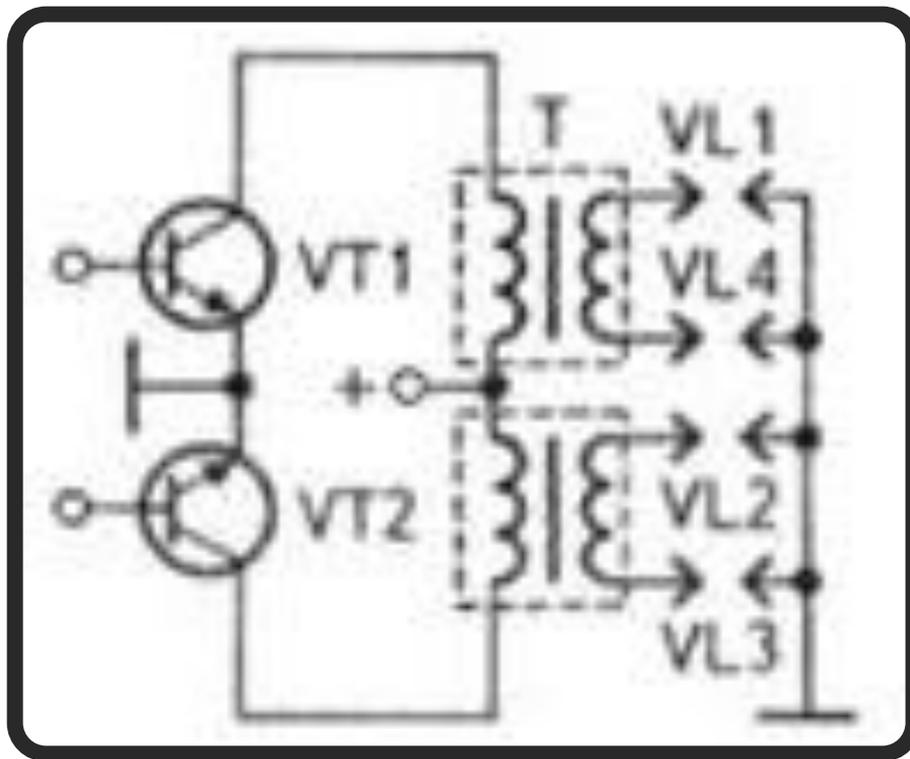
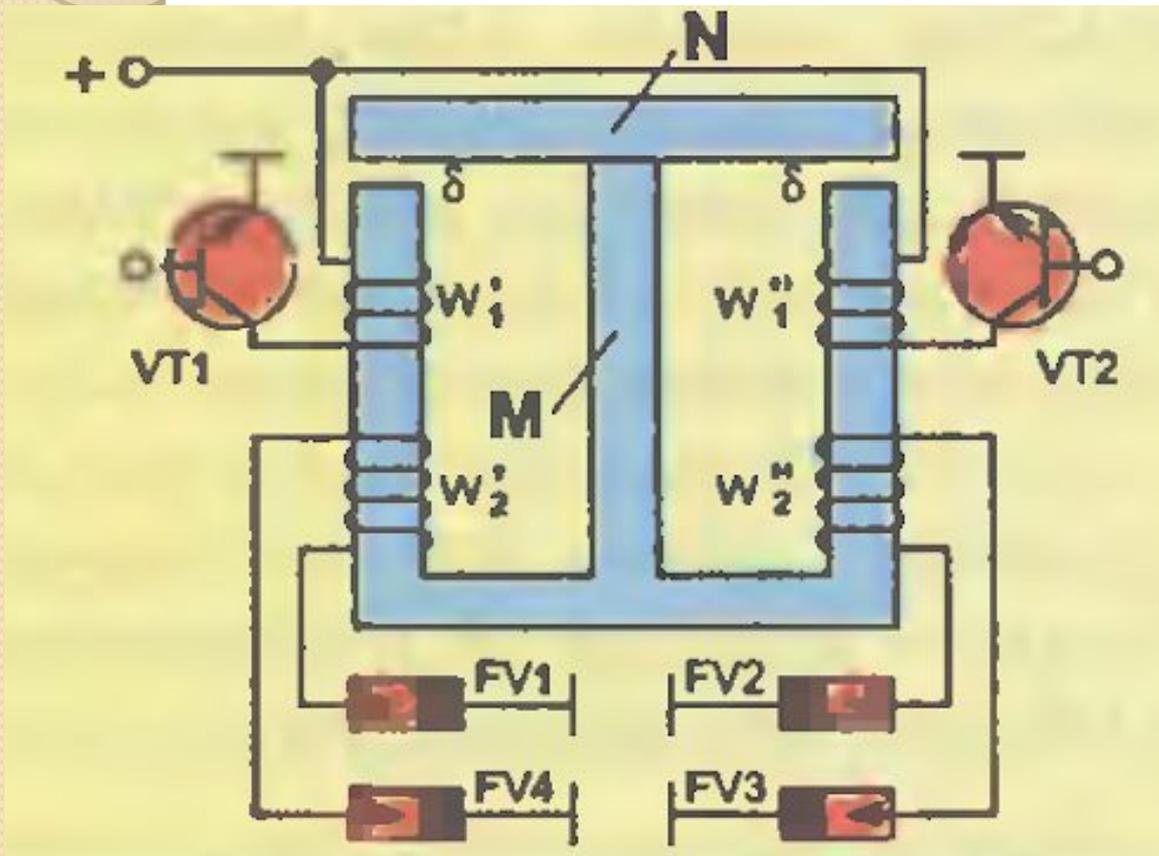


Схема системы зажигания
четырёхцилиндрового двигателя с двумя
двухвыводными катушками

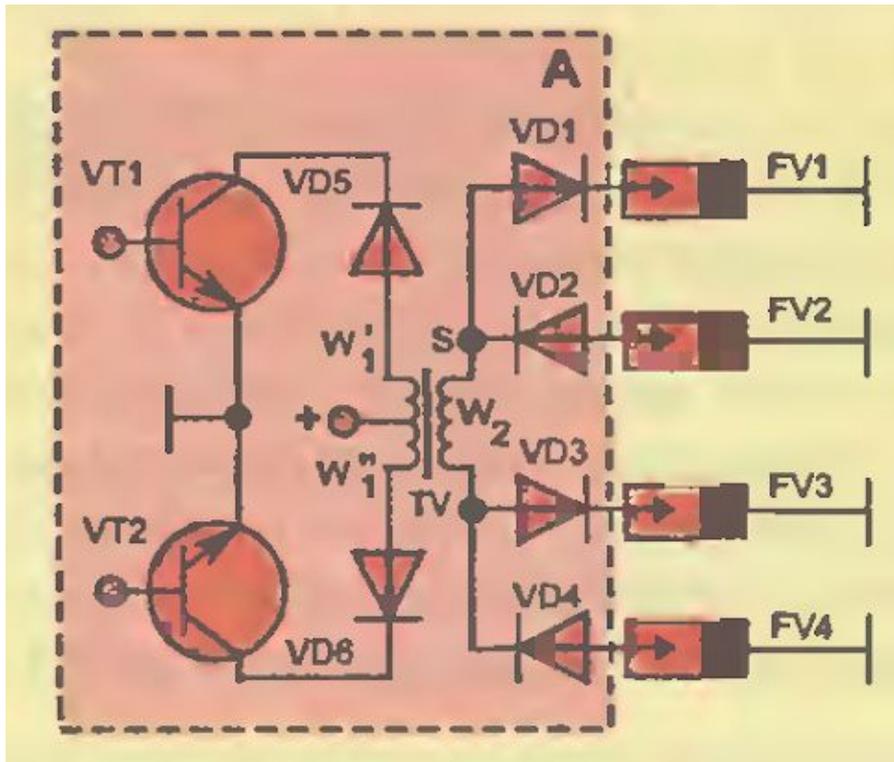
Четырёхвыводная катушка зажигания

Четырёхвыводная катушка зажигания, состоящая из двух двухвыводных катушек, собранных на общем Ш-образном магнитопроводе.



Взаимное влияние двух катушек друг на друга исключается с помощью воздушных зазоров величиной 1-2 мм

Четырёхвыводная катушка зажигания

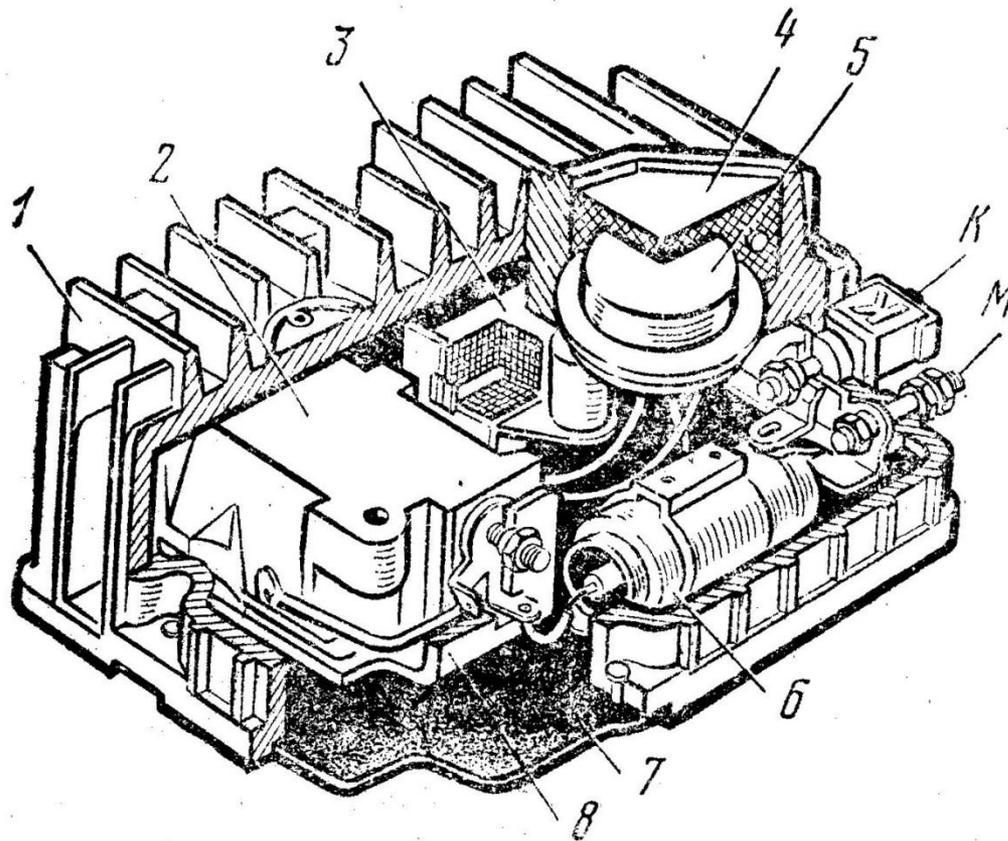


Электрическая схема
включения четырёхвыводной катушки
с высоковольтными диодами

Индивидуальная катушка зажигания



Коммутаторы



TK102

Транзисторный коммутатор

Электронные коммутаторы



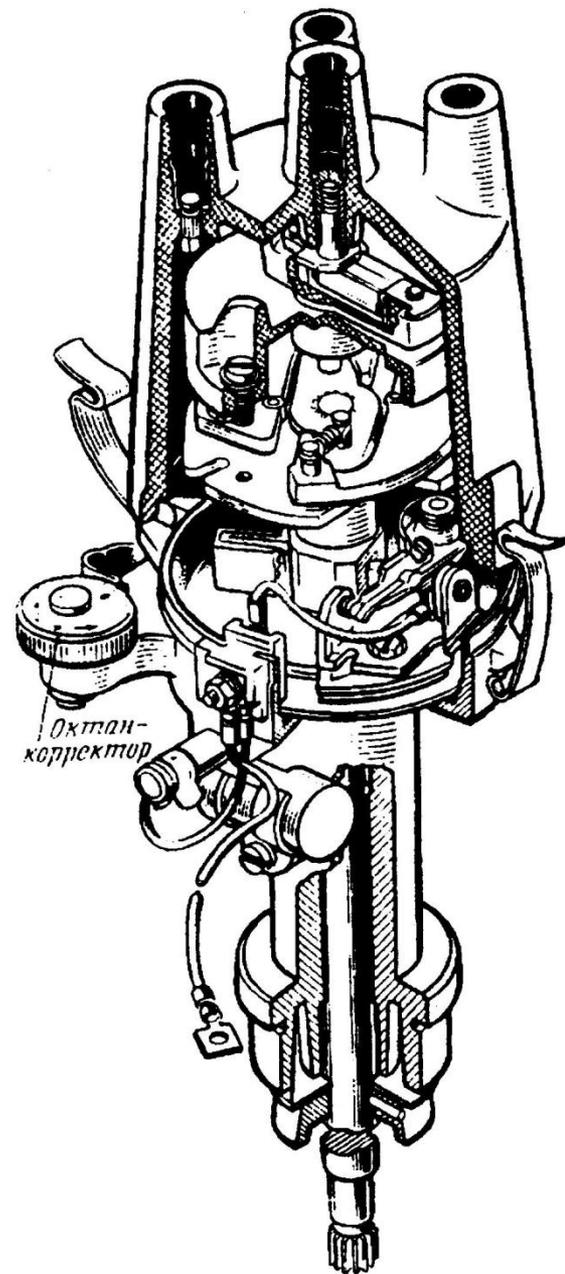
OLIMPIA



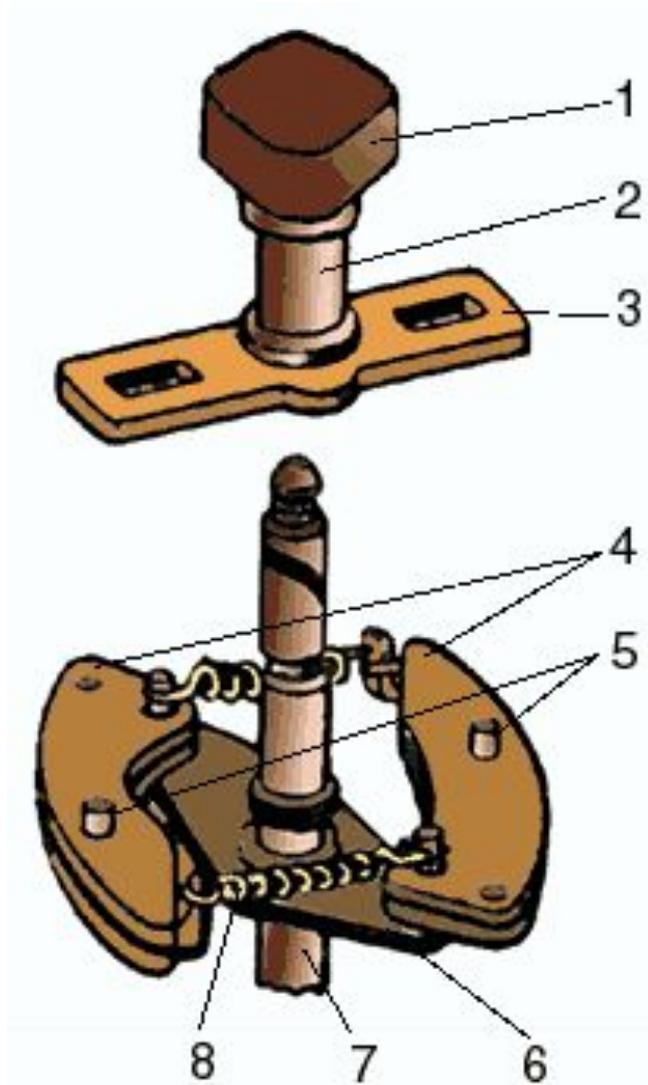
Электронные коммутаторы

- Импульс от датчика Холла изменяет форму и усиливается.
- Угол замкнутого состояния (время протекания тока в первичной цепи) изменяется в соответствии с числом оборотов двигателя.
- Оконечный мощный каскад в коммутаторе отключает и включает ток первичной цепи катушки.

Прерыватель- распределитель



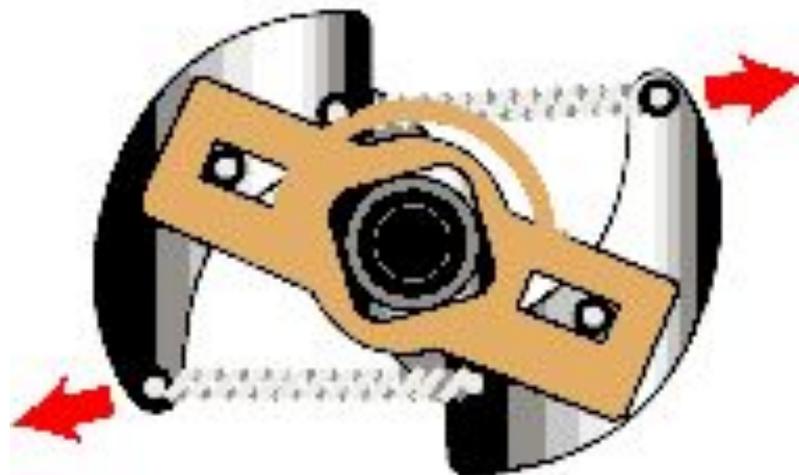
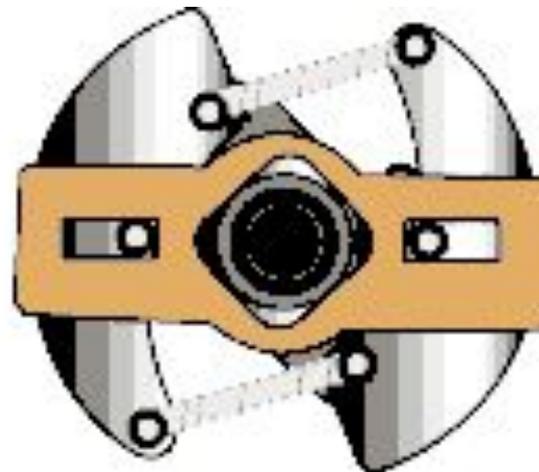
Центробежный регулятор угла опережения зажигания



- 1 – кулачок прерывателя;
- 2 - втулка кулачков;
- 3 - подвижная пластина;
- 4 - грузики;
- 5 - шипы грузиков;
- 6 - опорная пластина;
- 7 - приводной валик;
- 8 - стяжные пружины

Схема работы центробежного регулятора угла опережения зажигания

- а) низкие обороты (грузики вместе)
- б) высокие обороты (грузики разведены)



Характеристика центробежного РУОЗ

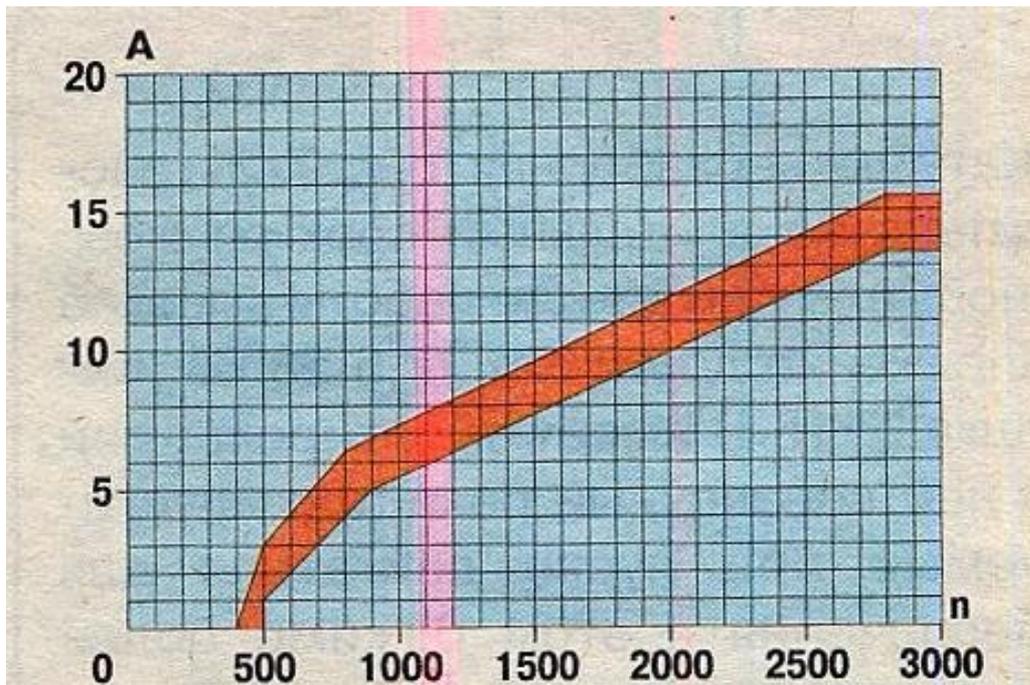
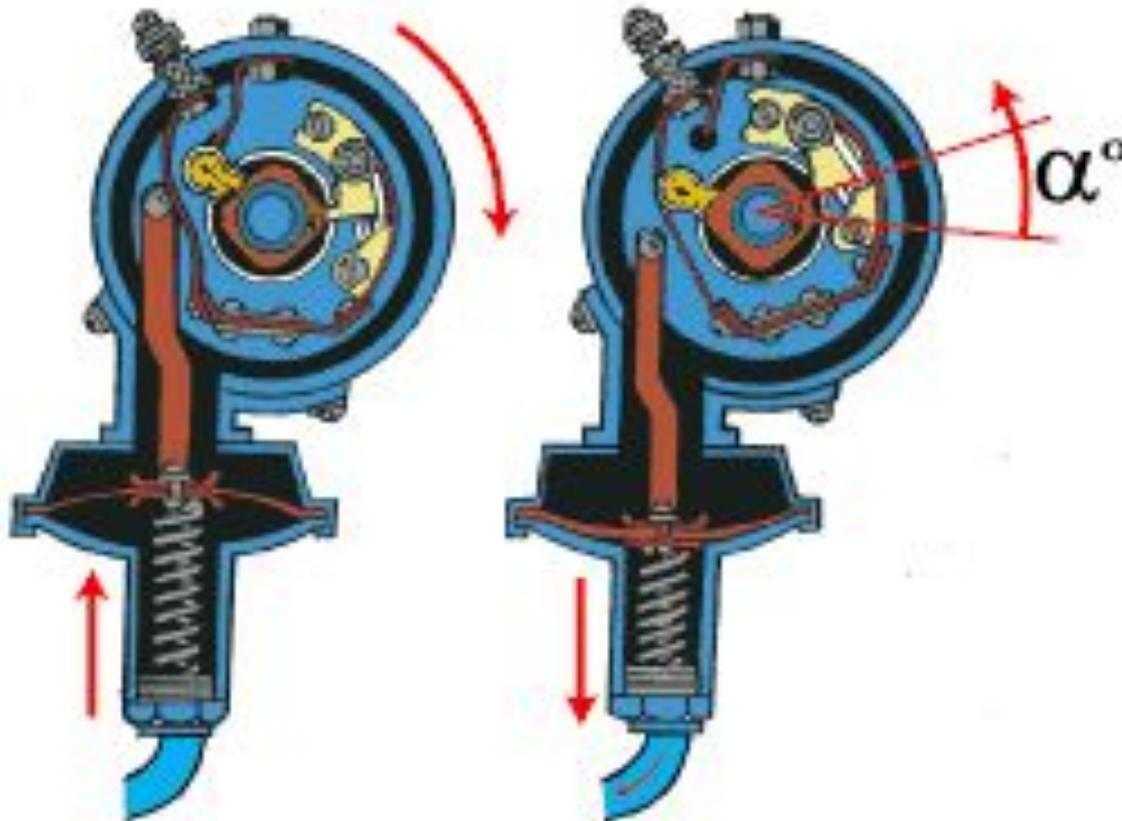


Рис. 7-19. Проверка характеристик центробежного регулятора распределителя зажигания: А – угол опережения зажигания, град.; n – частота вращения валика распределителя зажигания, мин⁻¹

Вакуумный регулятор угла опережения зажигания



- а) угол опережения зажигания - уменьшен
- б) угол опережения зажигания - увеличен

Характеристика вакуумного РУОЗ

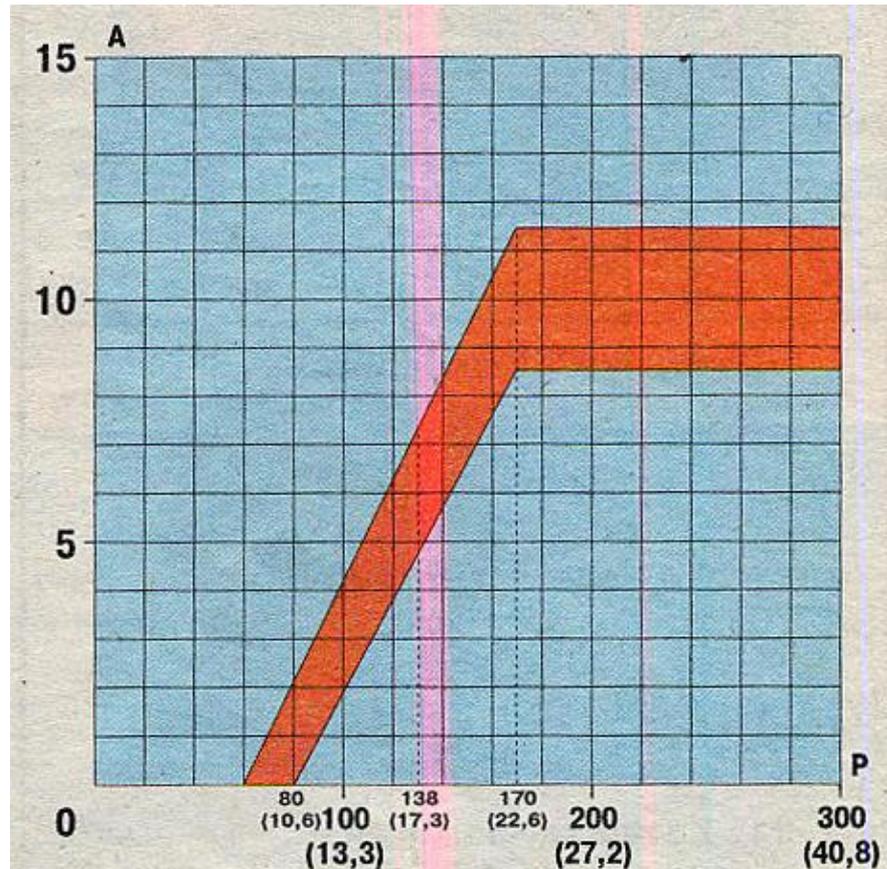
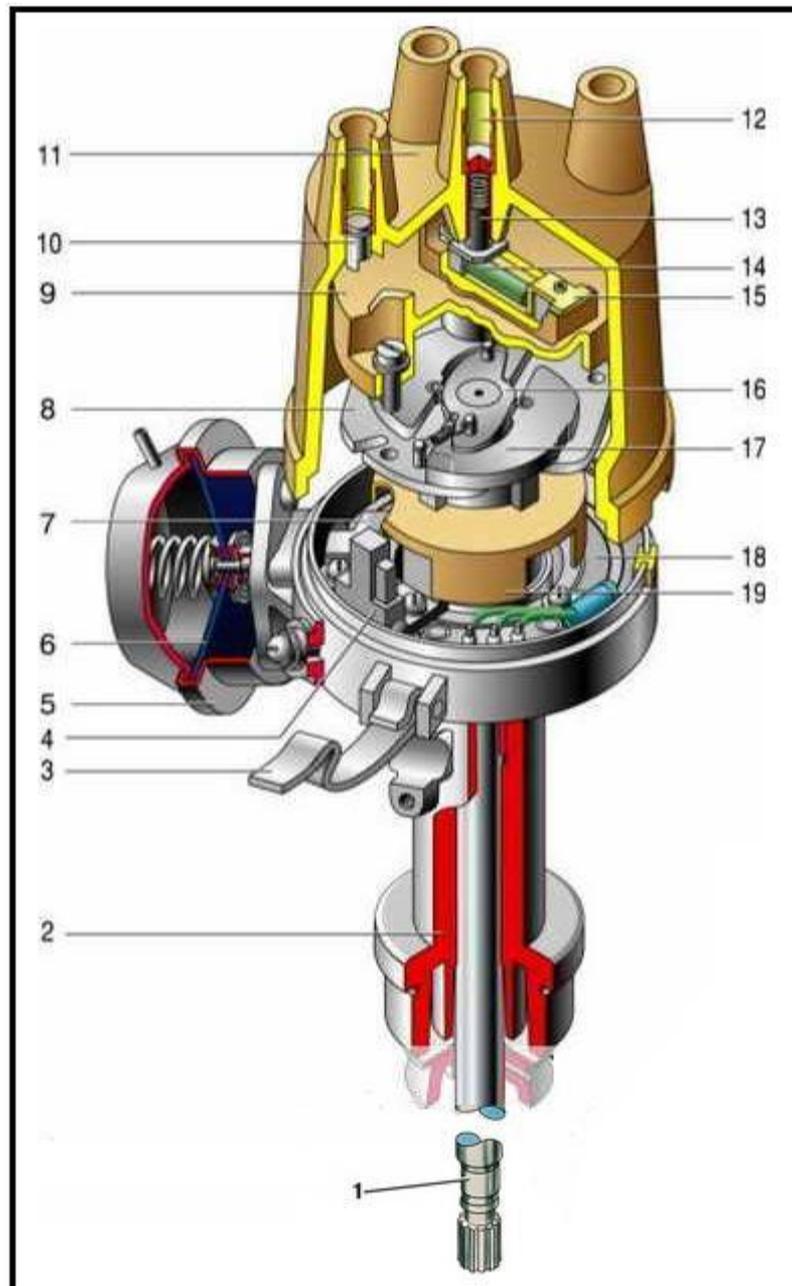


Рис. 7-20. Проверка характеристик вакуумного регулятора: А – угол опережения зажигания, град.; Р – разрежение, мм рт. ст. (кПа)

Датчик-распределитель

- 1 – валик;
- 2 – корпус датчика-распределителя зажигания;
- 3 – защелка; 4 – бесконтактный датчик;
- 5 – корпус вакуумного регулятора;
- 6 – диафрагма;
- 7 – тяга вакуумного регулятора;
- 8 – опорная пластина центробежного регулятора;
- 9 – ротор распределителя зажигания;
- 10 – боковой электрод;
- 11 – крышка; 12 – центральный электрод; 13 – уголек центрального электрода;
- 14 – резистор; 15 – наружный контакт ротора;
- 16 – ведущая пластина центробежного регулятора;
- 17 – грузик центробежного регулятора;
- 18 – опорная пластина бесконтактного датчика;
- 19 – экран.



Свеча зажигания



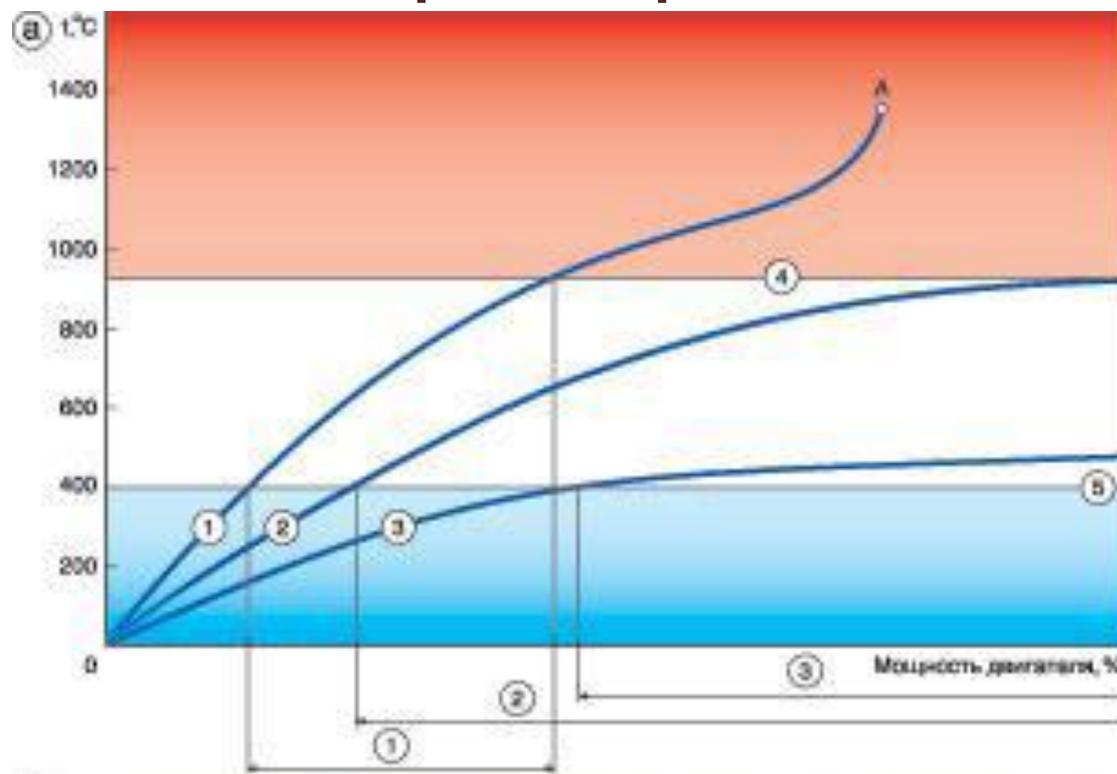
Свеча зажигания

Материал электродов – легированная сталь (никельмарганцевая или хромоникелевая).

Материал изолятора – керамика, содержащая оксид алюминия:

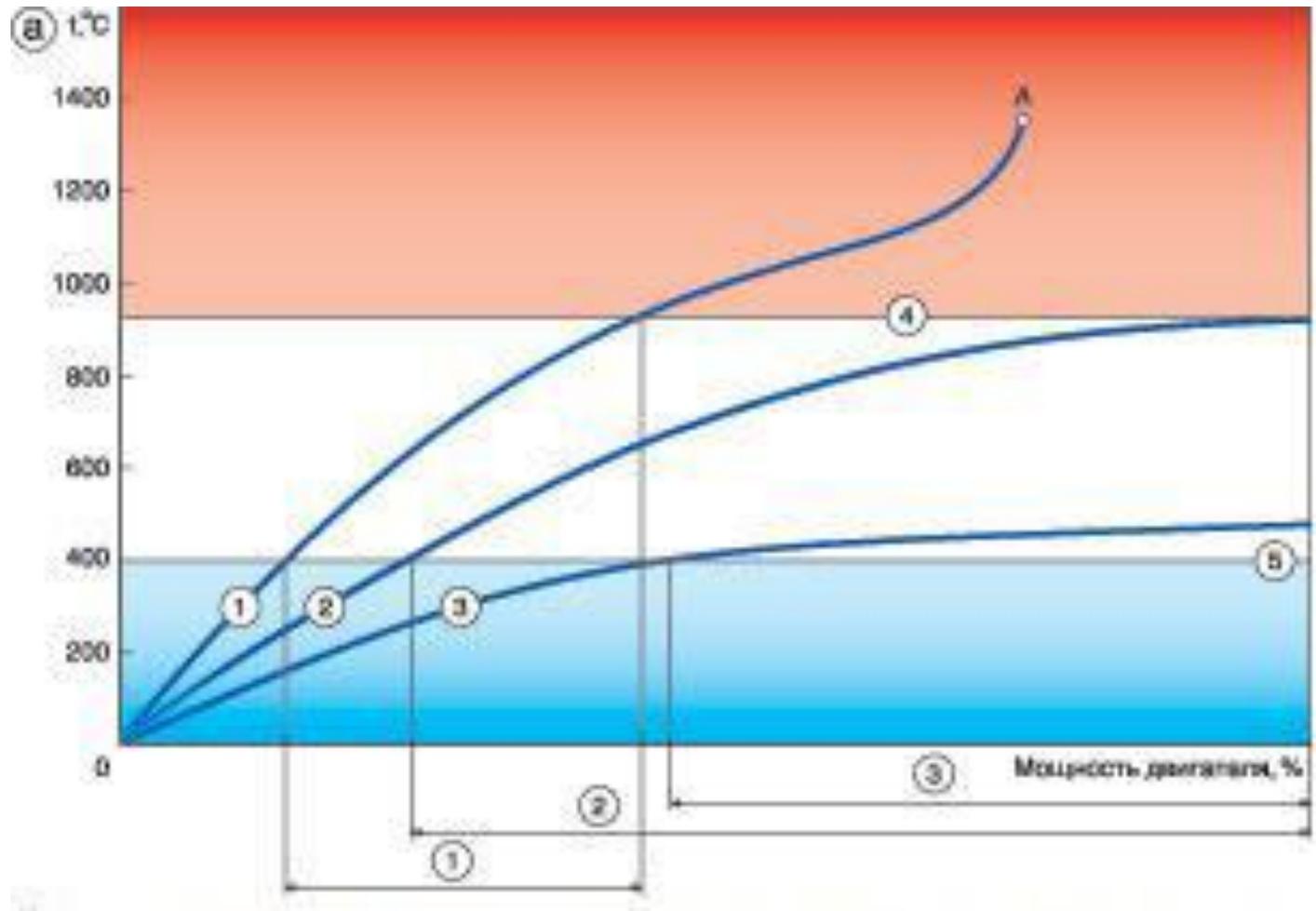
- уралит;
- боркорунд;
- синоксаль;
- хелумин

Тепловые характеристики свечей

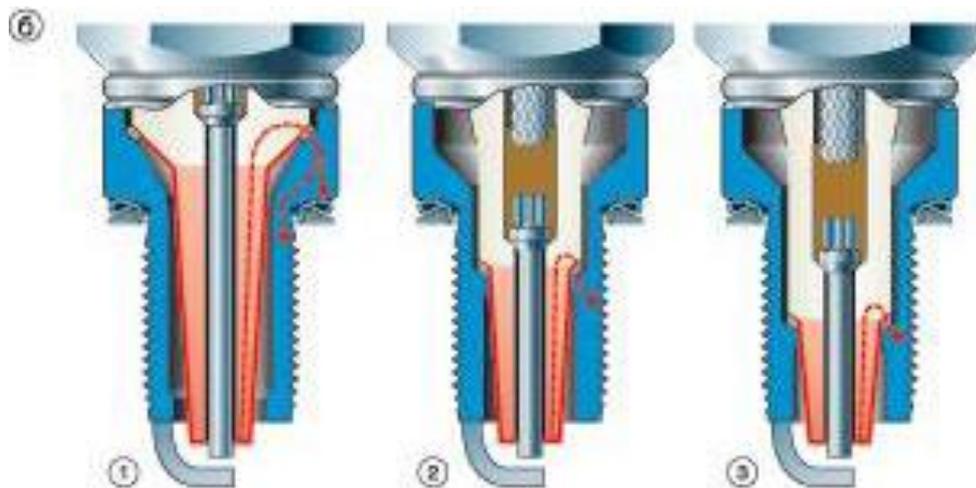


- 1 - "горячей" свечи (не соответствующей данному двигателю по верхнему пределу);
- 2 - свечи, соответствующей данному двигателю по тепловой характеристике;
- 3 - "холодной" свечи (не соответствующей данному двигателю по нижнему пределу);
- 4 - верхний температурный предел;
- 5 - нижний температурный предел; А - точка разрушения;

Тепловые характеристики свечей



Свечи с различными тепловыми характеристиками



- 1 - "горячая" свеча с более длинным тепловым конусом;
- 2 - нормальная свеча с оптимальной для данного двигателя длиной теплового конуса;
- 3 - "холодная" свеча с более коротким тепловым конусом

Маркировка свечей зажигания

- Диаметр и шаг резьбы:
 - А – М14х1,25; М – М18х1,5;
- Особенности конструкции:
 - К – с коническим уплотнением без прокладки,
 - М – малогабаритная;
- Калильное число;
- Длина резьбовой части корпуса:
 - Н -11 мм;
 - С – 12,7 мм;
 - Д – 19 мм,
 - без буквы – 12 мм;
- Выступление теплового конуса изолятора за торец корпуса – В;
- Герметизация термоцементом – Т;
- Порядковый номер разработки.

Свечи с выступающим конусом



- 1 - свеча А17ДВ -1 с выступающим за торец корпуса тепловым конусом изолятора;
- 2 - свеча А20Д без выступания за торец корпуса теплового конуса изолятора.

Определение технического состояния по внешнему виду



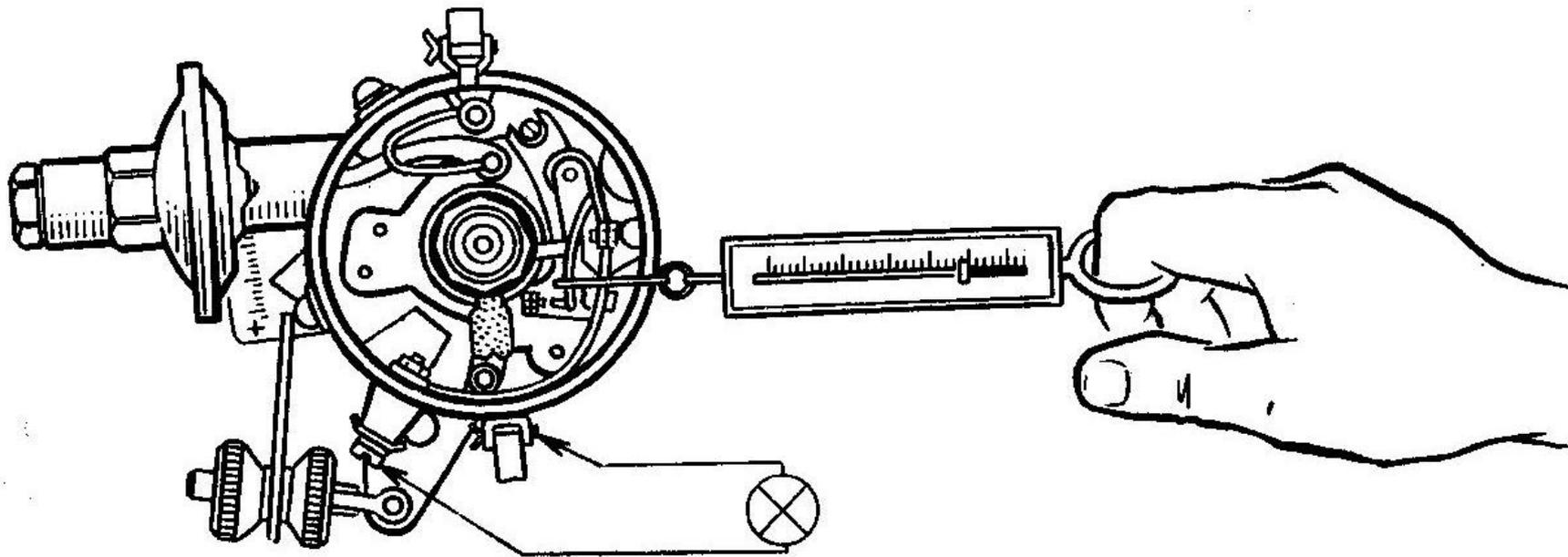
- <http://www.live2ride.kz/forum/viewtopic.php?p=200176&sid=7066a1227a29ebf0ef35349377365758>

Эксплуатация системы зажигания

- ТО системы зажигания
- Диагностика приборов системы зажигания
- Основные отказы и неисправности

Туревский с.163-185

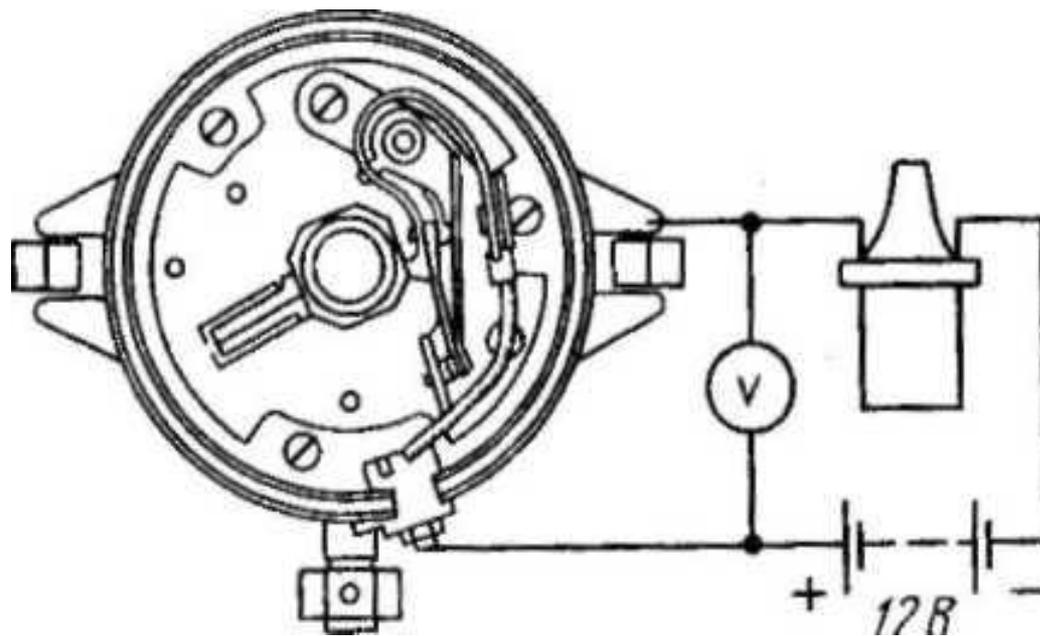
Проверка состояния контактов прерывателя



Проверка натяжения пружины рычажка прерывателя

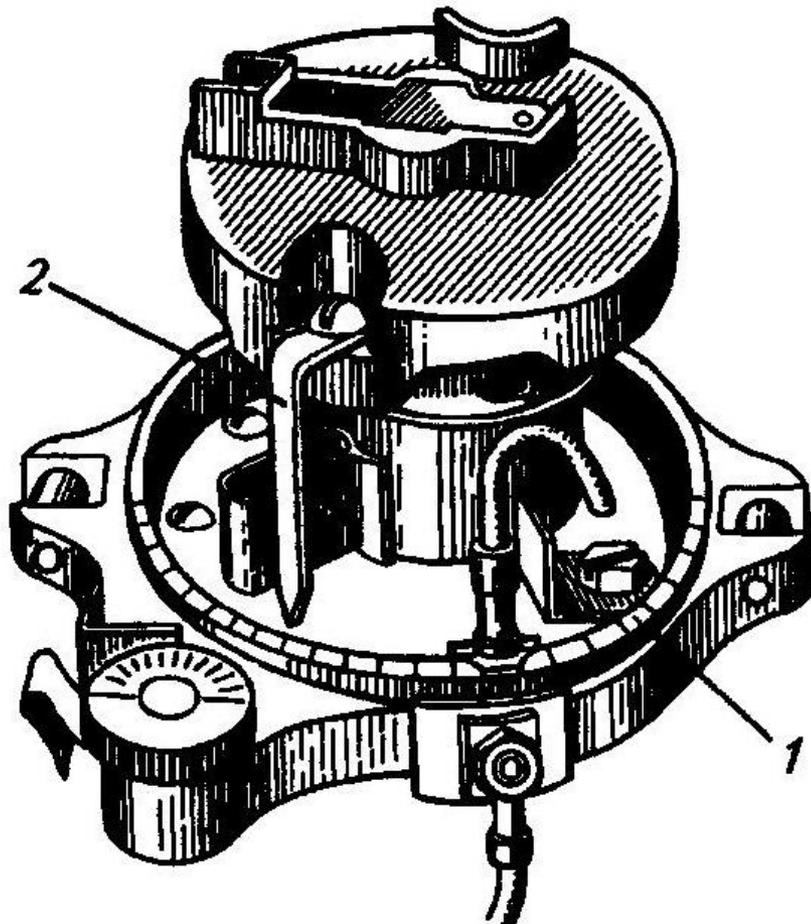
- Усилие пружины должно быть в пределах 500-600 гс

Проверка состояния контактов прерывателя



- Если падение напряжения на контактах превышает 0,15 В, необходимо протереть или зачистить контакты.

Определение угла замкнутого состояния контактов



1- шкала;
2- стрелка.

Определение угла замкнутого состояния контактов

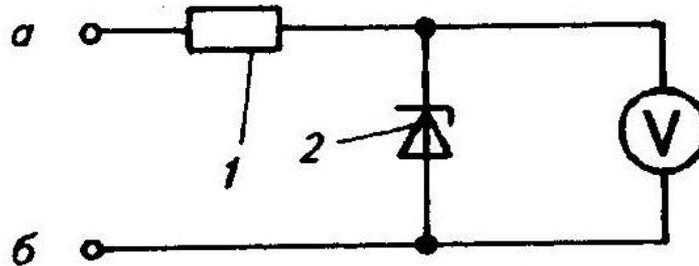


Схема прибора для определения угла замкнутого состояния контактов: 1 - резистор ($R - 800 \dots 2500 \text{ Ом}$); 2 - стабилитрон Д818 (В, Г).

$$V_3 = 90(U_{\text{СТ}} - U_{\text{К}}) / U_{\text{СТ}}$$

где V_3 - угол замкнутого состояния контактов, град;

$U_{\text{СТ}}$ - напряжение на выходе стабилитрона, В;

$U_{\text{К}}$ - среднее значение напряжения на контактах прерывателя, В.

Характеристики приборов зажигания

Показатели	P119-Б	P125, 30.3706	P118	P20	P137, P4-Д	P133, P13-Д	P147-Д	24.3706
Установлен на автомобиле	ГАЗ-24 «Волга»	ВАЗ	«Моск- вич»	ГАЗ-51А, ГАЗ-52	ЗИЛ-130	ГАЗ-53А, ГАЗ-66	ГАЗ-3102 «Волга»	ГАЗ-2410
Зазор между контактами прерывателя, мм	0,35...0,45	0,35...0,45	0,35...0,45	0,35...0,45	0,30...0,40	0,30...0,40	0,35...0,45	—
Угол замкнутого состояния контактов, град	48...52	52...58	46...50	36...42	28...32	28...32	47...52	—
Натяжение пружины прерывателя, гс	500...700	500...600	500...700	400...500	400...650	500...650	500...630	—
Емкость конденсатора, мкФ	0,17...0,25	0,20...0,25	0,17...0,25	0,17...0,25	—	—	—	—
Регулировка опережения зажигания:								
октан-корректор, град	± 10	± 10	± 12	± 12	± 12	± 10	± 10	± 10
центробежный регулятор, $\frac{\text{град}}{\text{мин}^{-1}}$	0...17	0...16,5	0...17	0...14,5	0...19	0...15,5	0...12	0...15,0
вакуумный регулятор, $\frac{\text{град}}{\text{кгс/см}^2}$	0...9,5	0...7,0	0...9,5	0...12,0	0...10	0...10	—	0...9,5
Максимальная частота вращения валика прерывателя при бесперебойном искрообразовании, мин^{-1}	2200	3000	3000	1900	2000	1650	2500	2300
Искровой зазор в разряднике, мм	7	7	7	7	10	10	10	7
Тип катушки зажигания	B115	B117	B115	B115	B114	B114	B115	B116
Сопротивление первичной обмотки, Ом	1,9...2,0	3,0...3,3	1,9...2,0	1,9...2,0	0,42	0,42	0,42	0,43
Сопротивление дополнительного резистора при 20 °С, Ом	1,0...1,1	—	1,0...1,1	1,0...1,1	1,0...1,1	1,0...1,1	1,0...1,1	1,22...1,24
Тип свечи зажигания	A17B, A11	A17ДВ, A20ДВ	A11Н	M8T	A11	A10НТ, A11	A14Д	A17В