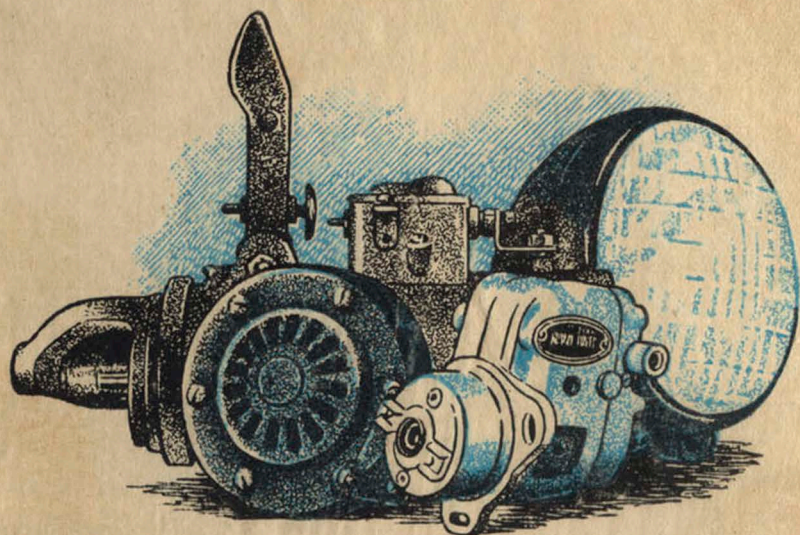


Ю. М. ГАЛКИН · ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Ю. М. ГАЛКИН

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ



ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ВОЕННОГО МИНИСТЕРСТВА СОЮЗА ССР  
МОСКВА—1962



АВТОМОБИЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОЕННОГО МИНИСТЕРСТВА  
СОЮЗА ССР

---

Ю. М. ГАЛКИН

# ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

*Издание 2-е, исправленное*

ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ВОЕННОГО МИНИСТЕРСТВА СОЮЗА ССР  
МОСКВА — 1952

В книге описаны принципы устройства, работа и эксплуатация приборов зажигания и электрооборудования отечественных автомобилей.

Книга предназначена в качестве учебного пособия для автомобильных школ и училищ Советской Армии. Она может быть также использована для подготовки водителей автомобилей 1-го и 2-го класса.



---

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Автомобильная промышленность Советского Союза возникла и развилась в чрезвычайно короткий срок. В 1929 году по предложению великого Сталина было вынесено правительственное решение о постройке двух автомобильных заводов: в Горьком производительностью 100 тысяч автомобилей в год и в Москве производительностью 25 тысяч автомобилей в год. В 1932 году эти заводы начали работать, быстро увеличивая свою производительность. Уже в 1937 году по выпуску грузовиков Советский Союз занял второе место в мире.

Производство автомобильного электрооборудования было организовано параллельно с производством автомобилей. С 1932 года завод автотракторного электрооборудования (АТЭ-1) начал выпуск автомобильного электрооборудования, полностью удовлетворяя потребности в нем отечественных автомобильных заводов. Советские инженеры блестяще справились с трудной задачей организации совершенно новой отрасли производства.

Советскими конструкторами был создан ряд оригинальных образцов электрооборудования. Так, для специальных двигателей был спроектирован непревзойденный до сих пор стартер СТ-700 мощностью 15 л. с.; группой советских инженеров создан и внедрен в эксплуатацию тракторный генератор переменного тока Г-30, заменивший собой дорогой и ненадежный в условиях эксплуатации трактора генератор постоянного тока с регулятором напряжения; впервые в мире у нас была разработана технология изготовления автомобильных конденсаторов из алюминиевой фольги взамен станиоля. Выпуск таких конденсаторов начался на много лет раньше, чем за границей.

Послевоенный период развития нашей автомобильной промышленности характеризуется созданием и выпуском легковых и грузовых автомобилей новых оригинальных конструкций, полностью отвечающих дорожным и эксплуатационным условиям в СССР и современному уровню развития техники. В связи с этим и промышленность автомобильного электрооборудования бурно развилась и количественно и качественно. Созданы новые более совершенные и надежные аппараты электрооборудования, во много раз расширена номенклатура изделий, развернуты большие исследовательские работы по разработке принципиально новых конструкций,

методов производства, по изысканию новых материалов и заменителей дефицитного сырья.

Нашими отечественными заводами в послевоенный период не только закончена отработка новых конструкций, но и в результате большой работы по повышению качества значительно повышены надежность и срок службы аппаратов автомобильного электрооборудования. Отечественное автомобильное электрооборудование является теперь весьма надежным, работоспособным и износостойчивым. Работа советских конструкторов и инженеров теперь направлена на решение дальнейших задач: довести межремонтные пробеги до 75 000—100 000 км, снизить шум, создаваемый приборами электрооборудования, устранить помехи от системы зажигания радио- и телевизионному приему.

Электрооборудование современного автомобиля представляет собой сложную систему многочисленных приборов и аппаратов, исправная работа которых оказывает значительное влияние на нормальную работу и рентабельность автомобиля.

Неисправности электрооборудования вызывают простои, снижающие экономический эффект эксплуатации автомобиля. Поэтому, чтобы обеспечить надежность работы электрооборудования, необходимо организовать правильный уход за электрооборудованием в эксплуатации, его надлежащее профилактическое обслуживание и регулировку. Последнее может быть обеспечено лишь при условии хорошего знания как характеристик и регулировок приборов автомобильного электрооборудования, так и эксплуатационных свойств их.

---

## ВВЕДЕНИЕ

Электрическая энергия применяется на автомобилях для:

- а) зажигания рабочей смеси в цилиндрах двигателя;
- б) освещения (фары, внутреннее освещение, задний фонарь);
- в) сигнализации (звуковой сигнал, стоп-сигнал, сигнал поворота);
- г) запуска двигателя (стартер);
- д) питания вспомогательных приборов (стеклоочиститель, топливный насос, указатель уровня бензина и пр.).

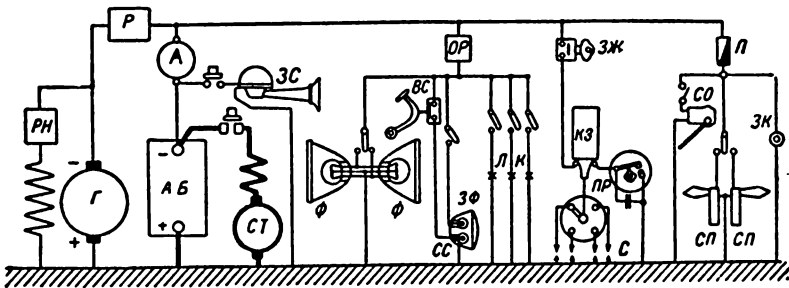


Рис. 1. Принципиальная схема электрооборудования современного автомобиля:

ЗФ — задний фонарь; СС — стоп-сигнал; ВС — выключатель стоп-сигнала; ЗЖ — выключатель (замок) зажигания; ПР — прерыватель и распределитель; С — свечи; СО — стеклоочиститель; СП — сигналы поворота; ЗК — закуриватель

Для питания всех перечисленных потребителей электрической энергии на автомобиле устанавливаются аккумуляторная батарея и генератор (динамомашинка) постоянного тока, приводимый во вращение передачей от автомобильного двигателя. При неработающем двигателе (на стоянке) питание потребителей электрической энергии осуществляется от аккумуляторной батареи, а при движении автомобиля — от генератора, который, кроме того, подзаряжает аккумуляторную батарею, пополняя запас электрической энергии, израсходованной на стоянках.

Принципиальная схема электрооборудования современного автомобиля приведена на рис. 1. Генератор Г и аккумуляторная батарея АБ соединены параллельно. Генератор снабжен автоматическим регулятором напряжения РН и реле обратного тока Р, кото-

рое служит для автоматического отключения генератора от батареи на время остановки двигателя. Система электрооборудования выполнена по однопроводной схеме; обратным проводом служит «масса», т. е. металлические детали шасси и кузова автомобиля. Для защиты системы электрооборудования от повреждений при коротких замыканиях обычно применяют предохранительные устройства. Фары  $\Phi$ , внезапное выключение которых во время езды может оказаться опасным, и освещение защищены специальным ограничительным реле  $OP$ , которое при коротком замыкании в цепи ограничивает величину тока в безопасных пределах и подает сигнал водителю; остальные потребители защищены обыкновенными плавкими предохранителями  $П$ . Цепь зажигания (катушка зажигания  $KЗ$ ) включается без предохранителя. Стартер  $СТ$  и звуковой сигнал  $ЗС$ , потребляющие большой ток и работающие лишь короткие промежутки времени, соединяются непосредственно с полюсами батареи (минуя амперметр).

Амперметр показывает разрядный или зарядный ток батареи.

В системах автомобильного электрооборудования применяют низкое напряжение — 6 или 12 в, при большой мощности агрегатов (автомобили, на которых установлены двигатели с самовоспламенением) — 24 в.

Таким образом, типовая система автомобильного электрооборудования состоит из следующих частей:

1. Источники тока:

а) аккумуляторная батарея;  
б) генератор с автоматически регулируемым напряжением, оборудованный реле обратного тока.

2. Аппараты зажигания:

а) магнето или катушка зажигания и распределитель;  
б) свечи зажигания.

3. Потребители тока:

а) стартер;  
б) фары, задний фонарь, внутреннее освещение;  
в) стоп-сигнал, сигнал поворота и звуковой сигнал;  
г) прочие вспомогательные приборы (количество и номенклатура их зависят от типа и класса автомобиля).

4. Распределительная аппаратура (выключатели, предохранители и пр.) и проводка.

Электрооборудование военных автомобилей незначительно отличается от электрооборудования автомобилей гражданского транспорта. На военных автомобилях обычно ставят специальные светомаскировочные фары, габаритные и задние фонари и применяют дополнительные бензиномеры, устанавливаемые на дополнительных бензиновых баках; иногда применяют генераторы большей мощности и аппараты электрооборудования усиленной конструкции. Аппараты электрооборудования гражданских и военных отечественных автомобилей максимально унифицированы с целью облегчить эксплуатацию и ремонт их.

---

---

---

## Глава I

### АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

#### 1. Устройство и работа аккумулятора

На автомобилях применяются свинцовые аккумуляторы с решетчатыми, иначе называемыми пластинами, имеющие большую емкость при относительно малом весе и объеме.

Решетчатая пластина состоит из свинцовой решетки, в ячейки которой вмазана активная масса. Последняя изготавливается по различным рецептам, большей частью из свинцовых окислов: сурика ( $Pb_3O_4$ ) и глета ( $PbO$ ) или из окисленного свинцового порошка. Порошкообразные сурик и глет замешиваются с серной кислотой; полученная тестообразная масса вмазывается в решетку, сушится и формируется, т. е. электрохимическим путем превращается: на положительных пластинах — в перекись свинца ( $PbO_2$ ), на отрицательных — в губчатый свинец ( $Pb$ ). Приготовленная таким образом пластина имеет пористое строение, благодаря чему она пропитывается электролитом насквозь. Поверхность соприкосновения активной массы с электролитом (т. е. в основном внутренняя поверхность всех пор) в такой пластине весьма велика; поэтому аккумулятор, собранный из решетчатых пластин, имеет достаточно большую емкость при относительно малом весе.

Если емкости одной пары пластин недостаточно, то соединяют параллельно по несколько одноименных пластин (рис. 2). Расстояние между пластинами делают минимальным, чтобы по возможности уменьшить внутреннее сопротивление аккумулятора. Для предотвращения короткого замыкания от соприкосновения разноименных пластин ставят между ними прокладки (сепараторы), изготовленные обычно из дерева.

На рис. 2 показано устройство 12-вольтовой аккумуляторной батареи, состоящей из шести последовательно соединенных свинцовых аккумуляторов.

Свинцовый аккумулятор имеет электродвижущую силу (э. д. с.) около 2 в, вес около 40 кг на 1 квт-ч запасенной энергии и высокий к. п. д.; его недостатками являются: сравнительно малая механическая прочность, чувствительность к коротким замыканиям и сульфатация пластин.



Автомобильные аккумуляторные батареи должны быть приспособлены к разрядке большим током (200—400 а), потребляемым стартером; для этой цели пластины аккумуляторов делают тонкими и пористыми, а междуэлементные соединения (перемычки) массивными. Такие батареи называются стартерными и аккумуляторными батареями.

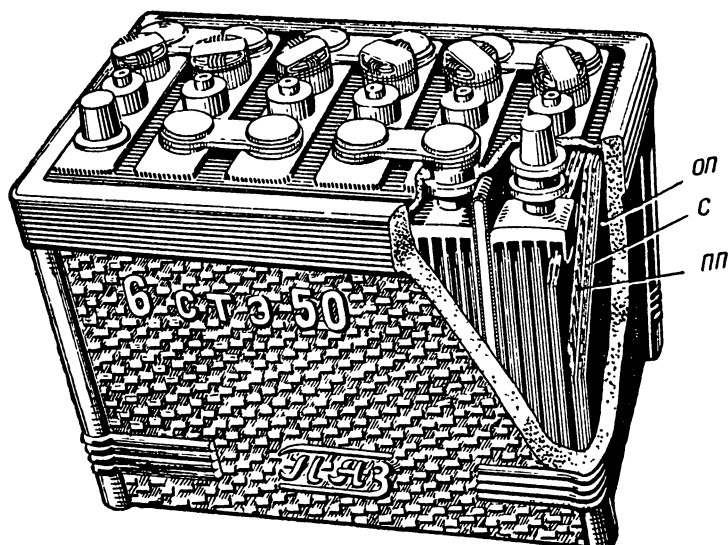


Рис. 2. Стартерная аккумуляторная батарея в разрезе:  
 пп — положительная пластина; с — сепаратор; оп — отрицательные пластины

**Химические процессы в свинцовом аккумуляторе.** По теории двойной сульфатации активная масса, состоящая в полностью заряженном аккумуляторе на положительных пластинах из перекиси свинца ( $PbO_2$ ), а на отрицательных — из чистого губчатого свинца ( $Pb$ ), при разрядке превращается в сернокислый свинец ( $PbSO_4$ ). Химические реакции при разрядке и зарядке аккумулятора происходят по схеме, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

Состояние аккумулятора		Положительная пластина	Электролит	Отрицательная пластина
Разрядка ↓	Полностью заряжен	$PbO_2$ перекись свинца	$2H_2SO_4$ серная кислота	$Pb$ губчатый свинец
	Полностью разряжен	$PbSO_4$ сернокислый свинец	$2H_2O$ вода	$PbSO_4$ сернокислый свинец
				↑ Зарядка

Из табл. 1 видно, что при химических реакциях во время разрядки аккумулятора расходуется серная кислота электролита и взамен ее выделяется вода, вследствие чего плотность (удельный вес) электролита уменьшается. При зарядке, наоборот, вода поглощается, а серная кислота выделяется, поэтому плотность электролита увеличивается. Это изменение плотности электролита при разрядке и зарядке служит одним из признаков, по которым в эксплуатации определяют степень разрядки аккумулятора.

## 2. Характеристики свинцового аккумулятора

**Электродвижущая сила свинцового аккумулятора.** Теория и опыт показывают, что э. д. с. свинцового аккумулятора почти не зависит от степени разрядки его пластин, но изменяется с изменением плотности электролита.

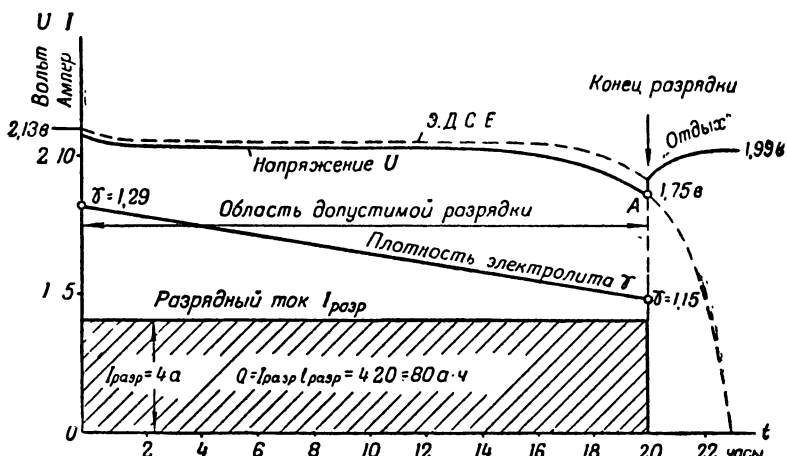


Рис. 3. Характеристики разрядки аккумулятора

Электродвижущую силу свинцового аккумулятора можно определить с достаточной для практики точностью по формуле

$$E = 0,84 + \gamma,$$

где  $\gamma$  — плотность электролита при  $15^{\circ}\text{C}$ .

Для стартерных аккумуляторов, в которых плотность электролита колеблется в пределах  $\gamma = 1,15-1,29$ , э. д. с. изменяется соответственно от 1,99 до 2,13 в.

**Характеристики разрядки и зарядки.** Для снятия характеристик разрядки полностью заряженный аккумулятор нужно разряжать током постоянной величины, измеряя в течение разрядки напряжение на его полюсах и плотность электролита. Полученные таким путем кривые (рис. 3) показывают, что напряжение аккумулятора,

составляющее в начале разрядки около 2,1 в, быстро падает до величины; близкой к 2 в, и дальше держится почти постоянным, немного снижаясь по мере разрядки. К концу разрядки, когда аккумулятор уже истощен, напряжение уменьшается быстрее, и, если разрядки не прекратить, то напряжение, быстро уменьшаясь, упадет до нуля (пунктирная часть кривой после точки А). Определенного предела разрядки не существует, но чрезмерная разрядка (почти до нуля) наносит вред аккумулятору и может вывести его из строя, так как химические процессы частично идут при этом необратимо и сильно ускоряется сульфатация пластин (см. ниже). Кроме того, чрезмерно разряжать аккумулятор нецелесообразно: потребители (лампы и пр.) могут исправно работать лишь при нормальном напряжении. Поэтому разрядку прекращают, когда напряжение аккумулятора начинает быстро уменьшаться (точка А на рис. 3). При разрядке током, соответствующим 10- или 20-часовому режиму, точка А соответствует напряжению 1,7—1,75 в.

Таким образом, область допустимой разрядки ограничивается точкой А. Сильнее разряжать аккумулятор вредно да и бесполезно, так как за пределами допустимой разрядки (после точки А) от него можно получить лишь очень небольшое количество энергии.

Количество электричества, которое отдает аккумулятор (или аккумуляторная батарея) в пределах допустимой разрядки, называется его разрядной емкостью или просто емкостью. Емкость аккумулятора  $Q$  измеряется произведением силы разрядного тока на время разрядки, т. е.

$$Q = I_{\text{разр}} t_{\text{разр}},$$

и выражается в ампер-часах (а-ч)<sup>1</sup>.

В нашем примере (см. рис. 3) емкость аккумуляторной батареи равна

$$Q = I_{\text{разр}} t_{\text{разр}} = 4 \cdot 20 = 80 \text{ а-ч.}$$

На рисунке емкость соответствует заштрихованной площади.

Плотность электролита во время разрядки постоянной силой разрядного тока уменьшается по закону прямой, так как количество серной кислоты, вступающей в химическую реакцию, будет в этом случае одинаковым в каждую единицу времени.

В нашем примере плотность электролита в начале разрядки принята равной 1,29 (обычная плотность электролита стартерных аккумуляторных батарей). К концу разрядки (точка А на рис. 3) плотность электролита уменьшается до  $\gamma = 1,15$ . Эта величина зависит от конструкции и типа аккумулятора, а также от начальной плотности электролита. Если известно, в каких пределах изменяется плотность электролита аккумулятора какого-либо типа, можно точно определить степень его разряженности, измеряя ареометром плотность электролита.

<sup>1</sup> а-ч = 3600 кулон (ампер-секунд).

Таким образом, конец разрядки определяется следующими признаками:

- понижением напряжения до 1,7—1,75 в (на один аккумулятор; это напряжение измеряется во время разрядки);
- понижением плотности электролита до определенного минимума (для стартерных аккумуляторных батарей отечественных заводов обычно до  $\gamma = 1,15$ ).

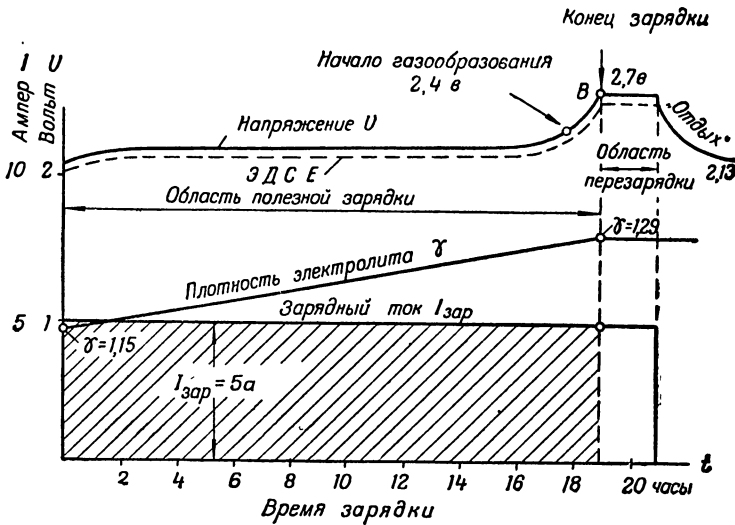


Рис. 4. Характеристики зарядки аккумулятора

Характеристики зарядки (рис. 4) снимаются таким же образом. Напряжение на полюсах аккумулятора в течение его зарядки изменяется в обратном порядке, но держится выше, чем при разрядке, — около 2,2 в. К концу зарядки напряжение начинает быстро повышаться, достигая предельного значения 2,7 в (точка В на рис. 4). Плотность электролита равномерно повышается и достигает к концу зарядки первоначального значения  $\gamma = 1,29$ . Характеристики снимаются при постоянной силе зарядного тока.

Прекращение повышения кривых в точке В указывает на то, что зарядка закончилась. Пока аккумулятор заряжался, происходили реакции превращения сернокислого свинца в перекись свинца на положительных пластинах и в губчатый свинец на отрицательных. При этих реакциях взамен поглощаемой воды выделялась серная кислота, вследствие чего плотность электролита повышалась. Когда зарядка закончилась, т. е. когда вся активная масса пластин вернулась в первоначальное состояние, химические реакции прекратились, и поэтому напряжение аккумулятора и плотность электролита перестали возрастать. Дальнейшее прохождение тока вызывает только разложение воды на водород и кислород, которые энергично

выделяются в виде пузырьков. На практике это выделение пузырьков газа называется «кипением» аккумулятора.

Перезаряд аккумулятора, т. е. пропускание через него тока после окончания зарядки (точка  $B$ ), бесполезен и вредно отражается на пластинах. В аккумуляторе накапливается (в результате химических превращений активной массы) только то количество электричества, которое прошло через него до момента, определенного точкой  $B$  (заштрихованная площадь на рис. 4); остальное количество электрической энергии расходуется на бесполезное разложение воды. Однако на практике, чтобы убедиться, что зарядка полностью закончена и напряжение и плотность электролита перестали возрастать, аккумулятор выдерживают под зарядным током в течение еще двух часов (после точки  $B$ ) и только после этого выключают ток.

Таким образом, признаками конца зарядки являются:

- а) прекращение повышения напряжения;
- б) прекращение повышения плотности электролита;
- в) интенсивное выделение пузырьков газа («кипение» аккумулятора).

Вследствие неполной обратимости процессов аккумулятор при разрядке дает несколько меньшее количество электричества ( $Q_{\text{разр}}$ ), чем ему было сообщено при зарядке ( $Q_{\text{зар}}$ ). Коэффициент отдачи

для свинцового аккумулятора равен  $\frac{Q_{\text{разр}}}{Q_{\text{зар}}} = 0,85-0,9$ .

Напряжение на полюсах аккумулятора равняется:  
во время разрядки —

$$U_{\text{разр}} = E - Ir,$$

во время зарядки —

$$U_{\text{зар}} = E + Ir,$$

где  $U_{\text{зар}}$  — напряжение на полюсах аккумулятора;

$E$  — э. д. с. аккумулятора;

$I$  — ток зарядки или разрядки;

$r$  — внутреннее сопротивление аккумулятора.

Однако разность между напряжением зарядки (в среднем 2,2 в) и разрядки (около 2 в) не может быть объяснена только падением напряжения ( $Ir$ ) вследствие внутреннего сопротивления аккумулятора, так как это падение напряжения ввиду малой величины внутреннего сопротивления  $r$  не превышает нескольких сотых вольта. Следовательно, основная причина большой разности между напряжением зарядки и разрядки заключается в изменении э. д. с. аккумулятора.

На рис. 3 и 4 пунктиром показаны кривые э. д. с.  $E$  аккумулятора при разрядке и зарядке, отличающиеся от напряжения на его зажимах на величину  $Ir$ .

Изменение э. д. с. аккумулятора объясняется изменением плотности электролита в порах активной массы, происходящим вслед-



ствии сравнительно медленного просачивания электролита в глубь пластин.

Электролит пропитывает пористые пластины насквозь, и когда полностью заряженный аккумулятор выключен надолго, плотность электролита становится одинаковой как внутри пластин (в порах), так и снаружи (в сосуде). Величина э. д. с. такого аккумулятора будет соответствовать плотности его электролита, т. е. 2,13 в (см. рис. 3).

В первые минуты разрядки аккумулятора вступление в реакцию серной кислоты и выделение взамен ее воды вызывают уменьшение плотности электролита в порах пластин, в силу чего э. д. с. аккумулятора снижается быстро. Поэтому напряжение на полюсах аккумулятора при включении разрядного тока сначала падает скачком на величину  $Ir$  (вследствие внутреннего сопротивления), а затем плавно, но довольно быстро снижается из-за уменьшения э. д. с.

Ввиду понижения плотности электролита в порах пластин по сравнению с плотностью электролита в сосуде образуется разность плотностей, которая способствует просачиванию свежего электролита внутрь пластин. Когда эта разность плотности станет достаточно большой и поступление свежего электролита станет покрывать убыль серной кислоты, происходящую в результате химических реакций разрядки, уменьшение плотности электролита в порах пластин прекращается, и э. д. с. аккумулятора становится устойчивой. При дальнейшей разрядке э. д. с. будет лишь слегка снижаться вследствие общего уменьшения плотности электролита в аккумуляторе.

Химическим превращениям вначале подвергаются поверхностные слои активной массы, а затем более глубокие. Поэтому по мере продолжения разрядки глубина, на которую должен просачиваться свежий электролит в активную массу пластин, возрастает. Кроме того, сернокислый свинец ( $PbSO_4$ ) занимает больший объем, чем превратившаяся в него при разрядке активная масса ( $PbO_2$  и  $Pb$ ), в силу чего поры уменьшаются. Эти два обстоятельства затрудняют просачивание электролита в пластины по мере приближения конца разрядки; поэтому к концу разрядки плотность электролита в порах пластин и, следовательно, э. д. с. аккумулятора вновь начинают уменьшаться. В конце концов проникновение электролита в пластины настолько затрудняется, что убыль серной кислоты, вступающей в химические реакции в порах пластин, не успевает восполниться; тогда э. д. с. и напряжение аккумулятора начинают быстро падать, хотя значительная часть активной массы, лежащей в глубине пластин, и не использована.

Если разряженный аккумулятор выключить, то его напряжение увеличится скачком на величину  $Ir$ , т. е. станет равным э. д. с. аккумулятора (см. рис. 3). Затем в результате выравнивания плотности электролита в порах пластин и в сосуде э. д. с. аккумулятора будет плавно повышаться до величины, соответствующей плотности электролита в сосуде, т. е. в нашем примере до 1,99 в

( $E = 0,84 + 1,15$ ). Это явление восстановления э. д. с. разряженного аккумулятора называется «отдыхом» аккумулятора.

При зарядке аккумулятора плотность электролита в порах пластин вследствие выделения серной кислоты держится выше, чем в сосуде, что и вызывает соответствующее увеличение э. д. с. Когда между количеством серной кислоты, выделяющейся в порах, и количеством кислоты, поступающей из пор пластин в сосуд, устанавливается равновесие, э. д. с. аккумулятора станет почти постоянной и будет лишь слегка повышаться по мере общего повышения плотности электролита в сосуде. Когда аккумулятор почти полностью заряжен, пузырьки водорода и кислорода, выделяющиеся на пластинах в результате разложения воды, вызывают дополнительную разность потенциалов около 0,33 в, которая и обуславливает резкое увеличение э. д. с. и, следовательно, напряжения. Заметное газо-выделение («кипение») начинается при напряжении 2,4 в и при дальнейшем повышении напряжения усиливается; «кипение» служит признаком приближения конца зарядки.

После окончания зарядки напряжение отключенного от зарядной сети аккумулятора падает и через некоторое время приходит в соответствие с плотностью электролита в сосуде, так как плотность электролита внутри пластин и в сосуде постепенно выравнивается.

**Зависимость разрядных характеристик аккумулятора от величины разрядного тока.** Напряжение и емкость при разрядке аккумулятора зависят от величины разрядного тока. Чем больше разрядный ток, тем большее количество активной массы подвергается химическим реакциям в единицу времени и тем большее количество серной кислоты должно проникнуть из сосуда в поры пластин. Скорость проникновения зависит от разности плотности электролита в порах и снаружи пластин. Поэтому при разрядке большим током достаточное количество серной кислоты, расходуемой при химических реакциях разрядки, может поступать в поры лишь при меньшей плотности электролита в порах пластин, чем при разрядке малым током. Поэтому при увеличении разрядного тока плотность электролита в порах пластин и, следовательно, э. д. с. аккумулятора уменьшается.

На рис. 5 показана серия разрядных характеристик для одной из стартерных аккумуляторных батарей. Из рассмотрения кривых следует: чем больше величина разрядного тока, тем меньше напряжение, развиваемое аккумуляторной батареей в течение всей разрядки. Уменьшение напряжения почти целиком вызвано описанным выше уменьшением э. д. с. аккумуляторной батареи<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> С увеличением тока омическое падение напряжения  $Ir$  в аккумуляторной батарее также возрастает, но оно составляет небольшую часть общего уменьшения напряжения. Кроме того, так как стартерные аккумуляторные батареи имеют весьма пористые пластины, то установившееся значение э. д. с. в начале разрядки достигается настолько быстро, что на рис. 5 (при принятом масштабе) показать это невозможно.

При построении характеристик разрядки аккумулятора по горизонтальной оси откладывается не величина разрядного тока, а время разрядки; при таком выборе величин характеристики аккумуляторов разной емкости, но одинаковой конструкции (т. е. набранных из однотипных пластин) будут совпадать.

Из рис. 5 видно, что при увеличении разрядного тока точка разрядной характеристики, соответствующая началу весьма быстрого снижения напряжения, наблюдается при более низком напряжении. Поэтому при большем разрядном токе величина конечного напряжения разрядки выбирается меньшей.

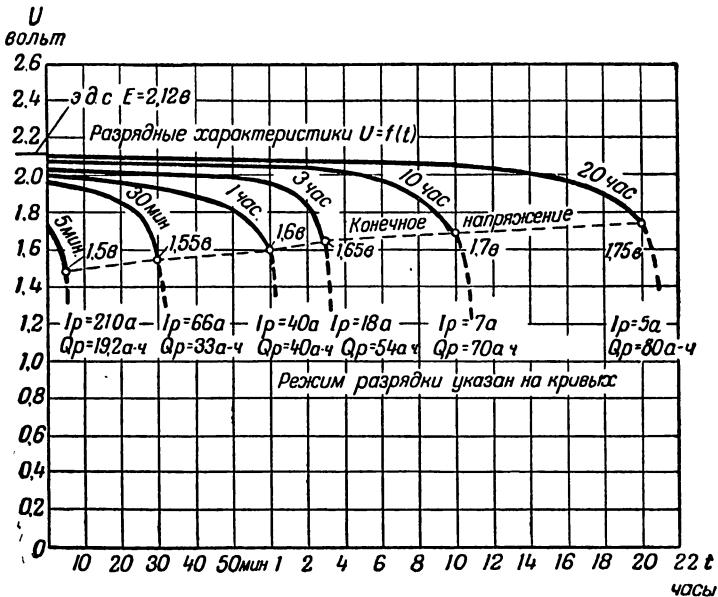


Рис. 5. Разрядные характеристики аккумуляторной батареи типа 3-СТ-70 при различных режимах разрядки (масштаб времени для первого часа взят больший, чем для последующих)

Конечное напряжение разрядки для стартерных аккумуляторных батарей отечественного производства (измеряемое под разрядным током) указано на рис. 5.

При разрядке током большой величины происходит, кроме уменьшения э. д. с., значительное понижение емкости аккумулятора. Работы советских ученых и главным образом проф. Б. Н. Кабанова позволили объяснить действительную причину этого явления, опровергнув существовавший ранее в литературе взгляд, что уменьшение емкости при увеличении разрядного тока объясняется меньшей глубиной просачивания электролита в толщу пластин из-за малой скорости диффузии.

Согласно теории проф. Б. Н. Кабанова рост кристаллов сульфата, образующегося в порах пластин при малом разрядном токе,

происходит медленно, кристаллы растут в высоту. Благодаря этому остается достаточно «окон», через которые электролит продолжает соприкасаться с активной массой. В результате используется достаточная часть имеющейся на пластинах активной массы, и емкость аккумулятора получается большой. При большом разрядном токе, наоборот, кристаллы сульфата образуются в виде плотного слоя, покрывающего внутреннюю поверхность пор и как бы изолирующего активную массу от электролита. Химическим превращениям подвергается в этом случае лишь тонкий поверхностный слой активной массы, поэтому отдаваемая аккумуляторная емкость значительно уменьшается.

На рис. 5 приведена величина емкости, отдаваемой аккумуляторной батареей при разных режимах разрядки. Из рисунка видно, что емкость, отдаваемая батареей при 5-минутном режиме, составляет лишь 24% емкости, отдаваемой ею же при 20-часовом режиме. Необходимо отметить, что характеристики, показанные на рис. 5, получены при непрерывной разрядке; уменьшение емкости при этом лишь кажущееся, и при разрядке с перерывами для «отдыха» аккумуляторная батарея отдаст большую емкость, так как за время перерывов в сплошном слое сульфата свинца в результате частичного его растворения образуются «окна», благодаря которым электролит получает возможность соприкасаться с активной массой пластин.

**Зависимость разрядных характеристик аккумулятора от температуры.** Понижение температуры также приводит к снижению э. д. с. аккумулятора и его емкости. Кроме того, с понижением температуры возрастает электрическое сопротивление электролита, вследствие чего потеря напряжения на преодоление внутреннего сопротивления аккумулятора также увеличивается. Понижение температуры особенно резко сказывается при разрядке аккумулятора большими токами.

На рис. 6 приведены разрядные характеристики стартерной аккумуляторной батареи при различных температурах. Из рисунка видно, что при низких температурах сильно снижаются напряжение и емкость разряжаемой батареи. Поэтому конечное напряжение разрядки при низкой температуре обычно ниже, чем при нормальной температуре.

Приблизительно изменение емкости на каждый градус Цельсия составляет: при медленной разрядке около 1%, при быстрой — 2% и более. При повышении температуры емкость аккумулятора возрастает, но чрезмерное увеличение температуры (выше 45°С) приводит к быстрому разрушению деревянных сепараторов и даже пластин.

Влияние низкой температуры на аккумуляторные батареи сильно сказывается при запуске двигателя стартером зимой.

**Зависимость разрядных характеристик аккумулятора от других факторов.** Плотность электролита влияет на емкость аккумулятора в значительно меньшей степени, чем величина разряд-

ного тока и температура. Емкость аккумулятора достигает максимума при некоторой невыгоднейшей плотности электролита, величина которой для быстрой разрядки (большим током) равна приблизительно  $\gamma = 1,32$ .

Конструкция пластин. Снижение э. д. с. и емкости при быстрой разрядке аккумулятора происходит вследствие плохого использования активной массы; при более тонких и пористых пластинах, облегчающих просачивание электролита внутрь и имеющих относительно большую поверхность соприкосновения с электролитом, снижение э. д. с. и емкости уменьшается. Поэтому в стартерных аккумуляторных батареях, которые должны при разрядке током в несколько сот ампер возможно меньше снижать э. д. с. и емкость, применяют тонкие (2—3 мм) пластины; кроме того, при изготовлении пластин стараются получить возможно более пористую активную массу.

Прерывистая разрядка. Все приведенные выше характеристики относятся к непрерывной разрядке, не встречающейся в эксплуатации. Если же разрядка производится с перерывами, то за время перерыва аккумулятор «отдыхает», э. д. с. аккумулятора несколько повышается, и в результате используется значительно больший процент активной массы пластин, чем при непрерывной разрядке. Поэтому при достаточно продолжительном «отдыхе» и коротких периодах работы емкость аккумулятора при больших разрядных токах уменьшается мало в сравнении с емкостью при разрядке малым током.

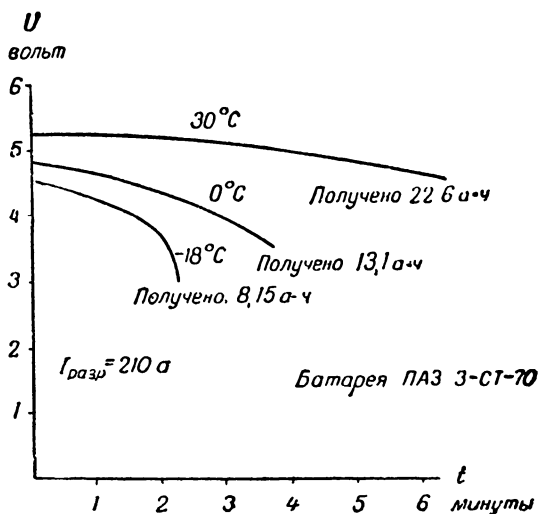


Рис. 6. Разрядные характеристики 6-вольтовой стартерной аккумуляторной батареи типа 3-СТ-70 Подольского аккумуляторного завода при различной температуре

### 3. Саморазряд и сульфатация свинцовых аккумуляторных батарей

Саморазряд заключается в том, что вполне исправный и заряженный аккумулятор при длительном хранении постепенно теряет свой заряд.



Для стартерных аккумуляторных батарей скорость нормального саморазряда достигает 1—2%<sup>1</sup> их емкости в сутки, т. е. заряженная батарея, поставленная на хранение, через 50—100 дней может оказаться полностью разряженной. Поэтому при длительном хранении залитые электролитом и заряженные аккумуляторные батареи необходимо подзаряжать не реже одного раза в месяц. В противном случае батареи разрядятся и придут в негодность, т. е. замерзнут на морозе или засульфатируются летом или в теплом помещении.

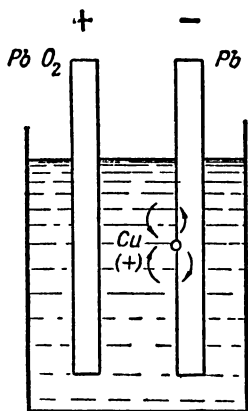


Рис. 7. Схема образования местных гальванических пар в аккумуляторе

Причины саморазряда. Одной из причин саморазряда является недостаточная чистота электролита и материалов, входящих в состав пластин батареи. Например, свинец, из которого изготовлены решетки аккумуляторных пластин, и активная масса могут содержать некоторое количество примесей. Если в отрицательной пластине имеется, например, частица меди (рис. 7), то образуется гальваническая пара — два разнородных металла, погруженных в электролит, т. е. получится маленький гальванический элемент, замкнутый сам на себя, причем медь будет его положительным полюсом, а свинец — отрицательным.

Следовательно, в этом месте возникнет паразитный ток, который будет циркулировать от меди к свинцу и по жидкости обратно к меди и тем самым разряжать отрицательную пластину, т. е. превращать ее губчатый свинец в сернокислый свинец ( $PbSO_4$ ). Таким образом, в местах вкрапления примесей возникают «местные» гальванические пары и циркулируют паразитные токи, которые разряжают аккумулятор. Подобные примеси легко могут попасть в аккумуляторную батарею в процессе эксплуатации. Например, брызги и пары серной кислоты вызывают на подходящих к батарее медных проводах образование солей, содержащих медный купорос ( $CuSO_4$ ); частицы  $CuSO_4$ , попадая через отверстия в пробках в аккумулятор, растворяются в электролите и разлагаются электрическим током, причем медь ( $Cu$ ) осаждается на отрицательной пластине.

Не только примеси, но и сама активная масса положительных пластин ( $PbO_2$ ) образует гальваническую пару с металлом свинцовой решетки ( $Pb$ ), что также вызывает саморазряд. Кроме того, при длительном хранении аккумуляторной батареи серная кислота, имеющая больший удельный вес, чем вода, опускается на дно, поэтому нижняя часть пластин оказывается в более крепком электролите, и, следовательно, в нижней части пластин развивается

<sup>1</sup> Для аккумуляторных батарей, бывших в эксплуатации; для новых батарей суточный саморазряд не должен превышать 1% при 3-дневном и 0,5% при 15-дневном испытании.

большая э. д. с., чем в верхней; это вызывает местный выравнивающий ток, циркулирующий внутри самой батареи. Наконец, сурьма, которая прибавляется к свинцу при отливке решеток для придания им большей прочности, также увеличивает саморазряд.

**Борьба с саморазрядом.** Чтобы уменьшить саморазряд, при изготовлении батарей применяют возможно более чистые материалы, а в эксплуатации (при составлении и заливке электролита, зарядке батареи и т. п.) тщательно соблюдают чистоту, чтобы не занести в аккумуляторную батарею посторонних примесей.

Серная кислота, употребляемая для приготовления электролита, должна отвечать требованиям ГОСТ 667-41. Согласно этому ГОСТ концентрированная серная кислота (92,94%  $H_2SO_4$ ) должна содержать не более 0,012% железа.

Для приготовления электролита можно применять только дистиллированную воду, которая должна храниться в стеклянном, керамическом или металлическом освинцованном сосуде. Металлические неосвинцованные сосуды применять не следует.

Чтобы не загрязнить электролит во время его приготовления и заливки, необходимо пользоваться только стеклянной, эбонитовой или свинцовой посудой, стеклянными, фаянсовыми или свинцовыми кружками, размешивать электролит стеклянной или чистой сухой деревянной палочкой и т. д. Нельзя пользоваться металлическими неосвинцованными сосудами, кружками, палочками. Чтобы предотвратить ожоги, причиняемые брызгами кислоты, следует всегда вливать ее в воду, а не наоборот (см. стр. 34).

При эксплуатации доливать в аккумуляторную батарею следует дистиллированную воду, так как при «кипении» аккумулятора улетучивается и испаряется только вода, а серная кислота остается в растворе. В крайних случаях допустимо пользоваться недистиллированной водой, причем предпочтение нужно отдавать дождевой или снеговой, а затем уже речной воде.

Несоблюдение этих правил приводит к загрязнению электролита различными примесями, которые при зарядке осаждаются на пластинах и значительно увеличивают саморазряд батареи. Загрязненная аккумуляторная батарея самопроизвольно разряжается в течение нескольких дней или даже часов. Признаком загрязнения батареи посторонними примесями служит также постоянное выделение газа («кипение») при выключенном токе, т. е. во время «отдыха» аккумуляторной батареи.

Саморазряд может значительно усилиться, когда поверхность батареи загрязнена или смочена водой либо электролитом. В таком случае ухудшается изоляция между полюсами батареи. Поэтому все инструкции по уходу за аккумуляторными батареями предписывают тщательно очищать и насухо вытирать поверхность крышек и заливочной мастики батареи и ее полюсные штыри.

**Сульфатация.** Если аккумуляторная батарея долгое время находится в разряженном или неполностью заряженном состоянии, то ее пластины постепенно покрываются белым слоем крупнокристаллического сернистого свинца (рис. 8, слева), который плохо про-

водит электрический ток и, забивая поры активной массы, сильно ухудшает поступление электролита внутрь пластин. Так как образовавшийся на пластинах крупнокристаллический сернокислый свинец в электролите почти не растворяется, то при зарядке батареи он не исчезает.

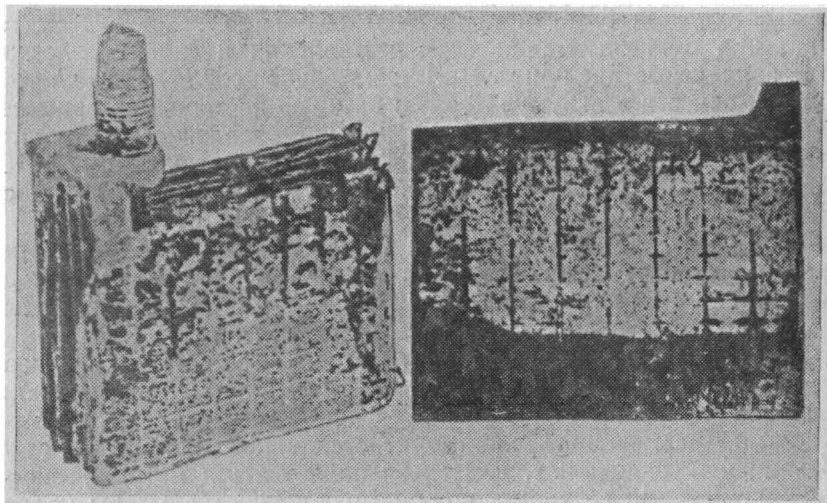


Рис. 8. Сульфатация пластин аккумуляторной батареи из-за несвоевременной зарядки (слева) и несвоевременной доливки электролита (справа)

Сульфатированная аккумуляторная батарея обладает повышенным внутренним сопротивлением и пониженной емкостью. Вследствие этого она быстро разряжается и дает пониженное напряжение. При включении стартера напряжение на полюсах сульфатированной батареи настолько падает, что стартер развивает недостаточную мощность или совсем не проворачивает вала двигателя. При сильной сульфатации аккумуляторная батарея становится совершенно не пригодной к работе.

**Причины сульфатации.** Основной причиной сульфатации является перекристаллизация имеющегося в пластинах сернокислого свинца.

Когда батарея полуразряжена, то образовавшийся на ее пластине при зарядке кристаллический сернокислый свинец растворяется в электролите. Когда раствор насыщен, происходит не только растворение кристаллов сернокислого свинца, но и выпадение растворенного сернокислого свинца из раствора. Оба процесса находятся в равновесии, т. е. количества растворяющегося и выпадающего из раствора сернокислого свинца равны. Однако мелкие, недавно образовавшиеся кристаллы растворяются быстрее, чем крупные, имеющие относительно меньшую поверхность. Выпадающий же из раствора сернокислый свинец осаждается на образовавшихся ранее кристаллах, увеличивая их размеры. Таким образом, в аккумуля-

муляторе, если он хотя бы частично разряжен, происходит непрерывный рост кристаллов серноокислого свинца (сульфата). В результате этого пластины покрываются сплошным и все увеличивающимся слоем крупных кристаллов серноокислого свинца, плохо проводящим электрический ток и как бы изолирующим пластины от электролита.

Такой процесс перекристаллизации происходит тем быстрее, чем больше серноокислого свинца имеется на пластинах (т. е. чем больше разряжена аккумуляторная батарея) и чем выше растворимость его в электролите. Растворимость серноокислого свинца возрастает при увеличении плотности электролита сверх  $\gamma = 1,1$ .

Таким образом, сульфатация представляет собой непрерывный процесс, происходящий в батарее; скорость сульфатации сильно возрастает по мере увеличения разрядки аккумуляторной батареи. Практически сульфатация происходит при длительном хранении разряженной или полуразряженной батареи, а также при частых чрезмерных разрядках (ниже конечного напряжения). Кроме того, сульфатации способствуют:

- а) колебания температуры;
- б) повышенная плотность электролита;
- в) загрязнение электролита посторонними примесями.

Так как для отложения сульфата на пластинах требуется известное время, то гораздо опаснее длительно хранить полуразряженную аккумуляторную батарею, чем быстро разрядить ее почти до нуля (например при случайных коротких замыканиях). Если сильно разряженную батарею немедленно поставить на зарядку, то сульфатация будет почти предотвращена. Инструкции требуют, чтобы разряженная до нормального предела аккумуляторная батарея была поставлена на зарядку не позднее чем через 24 часа.

Часто сульфатируется только верхняя часть пластин, так что между верхней (сульфатированной) и нижней (исправной) частями пластин имеется резкая граница (рис. 8, справа). Сульфатация пластин не по всей поверхности вызывается чрезмерным понижением уровня электролита, в результате чего верхняя часть пластин оголяется и, соприкасаясь с кислородом воздуха, сульфатируется.

Наилучшим способом предотвращения сульфатации является поддержание аккумуляторной батареи в полностью заряженном состоянии и своевременная доливка ее дистиллированной водой, чтобы пластины всегда были покрыты электролитом.

Исправление сульфатированной аккумуляторной батареи. Умеренную сульфатацию удастся уничтожить длительной зарядкой батареи при пониженном зарядном токе и пониженной плотности электролита. Для этого батарею заливают чистой дистиллированной водой или слабым ( $\gamma = 1,04—1,06$ ) электролитом и заряжают током, вдвое меньшим нормального зарядного тока. Если во время зарядки температура электролита поднимается до  $45^\circ\text{C}$ , то необходимо прервать зарядку и дать батарее охладиться. Когда при зарядке плотность электролита достигает

$\gamma = 1,15$ , его выливают и заменяют опять чистой водой или слабым электролитом; так продолжают до тех пор, пока плотность электролита не перестанет повышаться.

При запущенной сульфатации исправить аккумуляторную батарею часто не удается, и сульфатированные пластины приходится заменять новыми.

#### 4. Технические нормы на стартерные аккумуляторные батареи

Для автомобильной аккумуляторной батареи характерны два режима разрядки:

1) питание приборов освещения и остальных потребителей при остановленном двигателе;

2) питание стартера при запуске двигателя.

В автомобилях мощность потребителей, работающих на стоянке (освещение кузова, габаритные огни и т. п.), невелика; поэтому наиболее важным режимом, определяющим выбор аккумуляторной батареи, является ее работа на стартер. Только в автобусах с большой осветительной нагрузкой кузова батарея выбирается по первому режиму.

Для характеристики работы батареи на первом режиме (питание приборов освещения на стоянке) служит номинальная емкость, которая согласно новому ГОСТ 959-51 определяется при 10-часовом режиме зарядки<sup>1</sup> и температуре  $+30^\circ\text{C}$ .

Для оценки работы аккумуляторной батареи на стартер снимается характеристика разрядки большим током при низкой температуре. Из характеристики определяются:

а) напряжение в начале разрядки (через 5 сек.);

б) емкость.

Напряжение в начале разрядки является важнейшей характеристикой, так как от него зависит мощность, развиваемая стартером; емкость при низкой температуре также должна быть не слишком мала, так как от ее величины зависит число возможных запусков двигателя без подзарядки батареи.

Согласно ГОСТ 959-51 на стартерные аккумуляторные батареи отечественного производства номинальная емкость определяется при 10-часовой разрядке до конечного напряжения 1,7 в (на полюсах наиболее отстающего аккумулятора) при температуре  $+30^\circ\text{C}$ . Для контрольных испытаний ГОСТ предусмотрены еще два режима:

1) «Стартерный» режим разрядки до конечного напряжения в среднем 1,5 в на один аккумулятор при температуре  $+30^\circ\text{C}$ . Разрядка производится током, численно равным  $I = 3 Q_N$  (где

---

<sup>1</sup> До 1951 г. номинальная емкость стартерных аккумуляторов определялась при 20-часовом режиме разрядки. Поэтому величина номинальной емкости и маркировка батарей по емкости при введении нового ГОСТ 959-51 изменились. Новое значение номинальной емкости (при 10-часовом режиме разрядки) приблизительно равно 87,5% прежнего значения номинальной емкости, соответствующего 20-часовому режиму разрядки.



$Q_N$  — номинальная емкость батареи в ампер-часах); батарея должна отдать не менее 27% номинальной емкости.

2) «Стартерный» режим разрядки током  $I = 3 Q_N$  при температуре  $-18^\circ\text{C}$  до конечного напряжения  $1 \text{ в}$  на один аккумулятор (в среднем). Батарея при этом должна отдавать не менее 11% своей номинальной емкости.

Новая аккумуляторная батарея не сразу достигает своей нормальной емкости, так как при первых зарядках и разрядках заканчивается формировка пластин, и емкость аккумулятора вначале растет. Поэтому перед испытанием батарея должна пройти несколько «тренировочных» циклов зарядки-разрядки; аккумуляторная батарея должна удовлетворять приведенным выше требованиям ГОСТ 959-51 лишь на десятом цикле зарядки-разрядки.

В связи с выпуском новых типов отечественных автомобилей «Победа», ГАЗ-51, ЗИС-150 и др. советская аккумуляторная промышленность проделала большую работу по созданию новых типов аккумуляторных батарей, обладающих значительно улучшенными электрическими характеристиками в сравнении с характеристиками батарей старых типов. Более высокие требования, предъявляемые новым ГОСТ 959-51 к батареям, закрепляют успехи, достигнутые нашими аккумуляторными заводами.

## 5. Конструкция и типы стартерных аккумуляторных батарей

Пластины. Решетка пластин отливается из свинца с примесью 6—7% сурьмы (для повышения механической прочности и улучшения литейных свойств сплава). Активная масса изготавливается или из сурика и глета или из свинцового порошка, окисляющегося при размоле; последний способ обеспечивает больший срок службы пластин.

В зависимости от потребной емкости соединяют при помощи бареток большее или меньшее число одноименных пластин (рис. 9). Так как положительные пластины имеют склонность коробиться при неравномерной нагрузке, то отрицательных пластин берут на одну больше, чтобы каждая положительная пластина находилась между двумя отрицательными и разряжалась равномерно с обеих сторон. Два комплекта разноименных пластин собирают вместе в блок (рис. 10). Между каждой парой пластин устанавливают сепараторы, предотвращающие соприкосновение разноименных пластин.

Сепараторы большей частью изготавливаются из дерева; для облегчения циркуляции электролита сепаратор со стороны, обращенной к положительной пластине, делают ребристым. Деревянные сепараторы должны быть выщелочены для удаления из пор древесины остатков древесных соков, а также посторонних веществ, которые оказывают на батарею вредное влияние. Выщелачивание увеличивает также пористость сепаратора, что облегчает циркуляцию электролита и прохождение тока через сепаратор.

Сепараторы хранят и ставят в батарею влажными, так как при высыхании они трескаются, коробятся и приходят в негодность.

Сепаратор — очень важная деталь аккумулятора: при плохом его качестве ограничивается емкость и срок службы батареи. Деревянные сепараторы весьма пористы, незначительно повышают внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи и, прилегая гладкой стороной к отрицательной пластине, предотвращают уплотнение губчатого свинца, а следовательно, уменьшение емкости отрицательной пластины. Однако деревянные сепараторы недостаточно

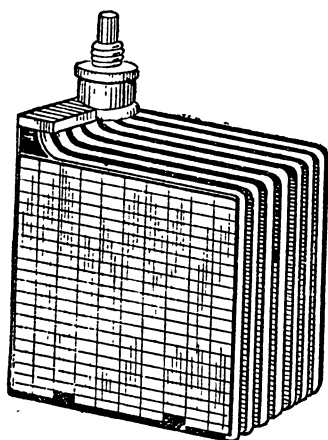


Рис. 9. Группа положительных пластин

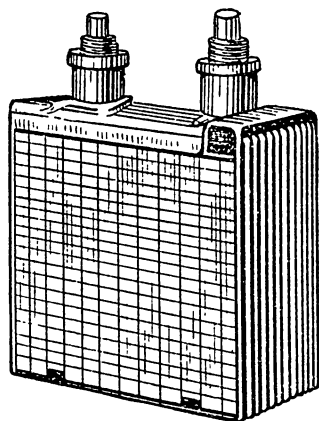


Рис. 10. Собранный блок пластин с проложенными сепараторами

прочны; при повышенной температуре они быстро разрушаются под действием электролита повышенной концентрации. Поэтому в современных стартерных аккумуляторных батареях часто применяются сепараторы из мипора, хлорвинила, мипласта, стекловолока и других материалов, нередко в комбинации друг с другом. Мипор (микропористый эбонит) является наилучшим материалом: он очень пористый, и на него не воздействует электролит даже при повышенной температуре; однако стоимость мипора высокая, так как он изготовляется из дефицитного сырья. Отечественной промышленностью разработан новый материал — мипласт, также обладающий высокой стойкостью и пористостью и не требующий дефицитного сырья. Указанные материалы все же не обладают такими решающими преимуществами перед деревом, чтобы полностью вытеснить и деревянные сепараторы. Ввиду этого последние широко применяются наряду с сепараторами из мипора и мипласта.

Собранный блок пластин слегка спрессовывают и помещают в сосуд. Чтобы пластины не повреждались при тряске, они должны входить в сосуд плотно.

**Сосуды.** Для современных аккумуляторов применяются сосуды, изготовленные в виде моноблока с перегородками, образующими отделения для аккумуляторов. Материалом для моноблоков служит пластмасса из асфальтового пека, но так как механическая прочность и кислотостойкость этого материала не вполне удовлетворительны, то для аккумуляторных батарей более высокого качества применяются эбонитовые сосуды.

Конструкция современной стартерной аккумуляторной батареи (Подольского аккумуляторного завода) показана на рис. 11.

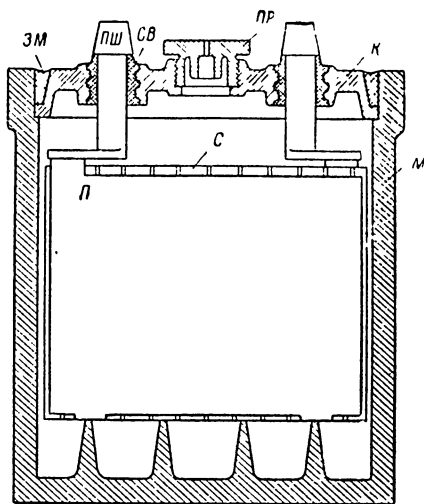
Штыри в месте их прохода через крышку должны быть уплотнены так, чтобы не просачивался электролит. Поэтому в крышку *К* перед сборкой аккумулятора заделываются свинцовые втулки *СВ*. При сборке аккумулятора полусный штырь *ПШ* спаивается наглухо с верхней частью свинцовой втулки.

В пробке *ПР* должны быть отверстия, обеспечивающие выход газов, но не допускающие выбрызгивания электролита. В пробке устраиваются камеры, клапаны или отражатели для задержки брызг электролита.

С течением времени активная масса пластин постепенно выпадает и в виде тонкой мути (шлама) осаждается на дно. Для того чтобы этот шлам не замкнул пластины между собой, служат четыре ребра на дне сосуда. На два из них опираются положительные пластины, на два других — отрицательные.

Стартерные аккумуляторные батареи выпускаются двух видов:

1. С сухими заряженными пластинами. Пластины этих батарей после завершения формирования полностью заряжают, затем быстро высушивают (особенно отрицательные пластины) и собирают в блоки вместе с влажными деревянными сепараторами. При условии герметической укупорки (отверстия в пробках на время хранения залиты мастикой) эти батареи могут храниться в сухом помещении не менее одного года. Для приведения батареи в рабочее состояние ее заливают электролитом плотности около 1,28—1,30 и через несколько часов ставят на зарядку. Плотность электролита за время выдержки перед зарядкой несколько понижается, а затем во время зарядки постепенно достигает нормального значения—1,29. Хотя пластины сухого аккумулятора заряжены,



**Рис. 11.** Конструкция стартерной аккумуляторной батареи Подольского аккумуляторного завода:

*П* — пластина; *С* — сепаратор; *ЗМ* — заливочная мастика; *М* — бак типа «моноблок»

но во время хранения вследствие влажности деревянных сепараторов в них происходит некоторый саморазряд, сопровождающийся образованием сернистого свинца, для устранения которого и требуется продолжительная первая зарядка (40—50 часов). Батареи с заряженными пластинами выпускаются, например, Подольским заводом. В случае применения сепараторов из мипора или мипласта, которые ставятся сухими, сульфатации и саморазряда пластин почти не наблюдается, поэтому для зарядки новой батареи требуется значительно меньше времени (8—12 часов).

2. С сухими и разряженными пластинами. В аккумуляторных батареях этого типа пластины после окончания формирования разряжаются номинальным режимом. Такие пластины не требуется тщательно сушить, и они лучше выдерживают хранение, не будучи вполне сухими. Сепараторы должны быть также влажными, и для предохранения их от высыхания необходимо, чтобы аккумуляторы были герметически укупорены. Срок хранения батарей — 2 года. Для приведения в действие батареи заливается слабым электролитом (плотность около 1,12) и полностью заряжается в течение 30—60 часов. Аккумуляторные батареи такого типа выпускались Ленинградским и Саратовским аккумуляторными заводами.

Типы и характеристики отечественных автомобильных стартерных аккумуляторных батарей (Подольского завода) приведены в табл. 2.

Установка аккумуляторной батареи на автомобиле. Для осмотра и замены батареи необходимо, чтобы к ней обеспечивался свободный доступ. Поэтому аккумуляторную батарею чаще всего устанавливают: на легковых автомобилях — под капотом двигателя, на грузовых — на специальных кронштейнах, обычно сбоку кабины. Распространенная ранее установка батареи под сиденьем водителя или под полом кузова выходит из употребления.

Батарея должна быть надежно и плотно закреплена. Если батарея закреплена в гнезде неплотно, то вследствие сильной тряски при движении она неминуемо будет разбита.

Установка батареи под капотом имеет следующие преимущества:

1. Небольшая длина провода к стартеру (уменьшается падение напряжения в цепи).

2. Облегчается уход и наблюдение за батареями.

3. Улучшается запуск в зимних условиях, так как батарея работает при более высокой температуре и медленнее остывает на стоянках.

Однако при установке батареи под капотом возможны: перегрев батареи летом и попадание электролита (брызги, течь, пары) на металлические детали двигателя и шасси.

Во избежание перегрева батареи предусматривается достаточная вентиляция, а для защиты двигателя от повреждения брызгами кислоты применяются сосуды из прочного кислотостойкого материала и пробки усовершенствованной конструкции.

Автомобильные стартерные аккумуляторные батареи отечественного производства

Тип аккумуляторной батареи (по ГОСТ 939-51)	Старое обозначение типа аккумуляторной батареи	Габариты, мм		Приближенный вес с электролитом, кг	Номинальное напряжение, в	Номинальная емкость, д-ч	Разрядный ток и емкость при режимах разрядки				Зарядный ток, а				Назначение (для какого автомобиля)
		длина	ширина				высота	номинальное (10-часовое)	стартерном при +3,0°С	стартерном при -18°С	при первой зарядке		при повторных зарядках		
											а	а-ч	а	а-ч	
3-СТ-60	3-СТЭА-65	179	178	237	6	60	180	16,5	180	6,7	3,5	1,75	7—4,5	4,5	Москвич*
3-СТ-70	3-СТ-80	257	194	230	6	70	210	19,2	210	7,8	5	2,5	10—5	5	ГАЗ-АА
3-СТ-84	3-СТ-100	272	188	230	6	84	250	22,8	250	9,3	6	3	12—6	6	М-1
3-СТ-98	3-СТ-112	308	188	245	6	98	295	27,0	295	11,0	7	3,5	14—7	7	ЗИС-5
3-СТ-112	3-СТ-126	340	188	245	6	112	335	30,7	335	12,5	8	4	16—8	8	ЗИС-101 ЯГ-5; ЗИС-8;
3-СТ-126	3-СТ-144	386	188	245	6	126	380	34,8	380	14,2	9	4,5	18—9	9	ЗИС-16
3-СТ-135	3-СТЭА-150	335	180	240	6	135	405	37,1	405	15,1	7,5	5	15—10	10	ЗИС-110
6-СТ-54	6-СТЭА-60	283	182	237	12	54	160	14,6	160	6,0	3,5	1,75	5—3,5	3,5	М-20 „Победа“
6-СТ-68	6-СТЭА-75	338	183	236	12	68	205	18,7	205	7,6	5	2,5	10—5	5	ЗИМ

Примечания: 1. В полной маркировке батарей добавляются: буква, обозначающая материал сосуда (Э—эбонитовый моноблок, П—пластмассовый моноблок с кислотостойкими вставками и В—пластмассовый моноблок без кислотостойких вставок), и буква, обозначающая материал сепаратора (М—мипор, мипласт или их комбинация с хлорвинилом или стекловойлокком и Д—дерево или его комбинация с хлорвинилом или стекловойлокком). Например, 3-СТ-70-ПД или 6-СТ-54-ЭМ.

2. Батареи с пастой, изготовленной из свинцового порошка, достигают: на пятом цикле—90%, на десятом цикле—100% емкости, указанной в таблице.

3. Начальное разрядное напряжение (в конце пятой секунды разрядки стартерным режимом при +30°С) должно быть не менее:

— для батарей с деревянными или комбинированными (с деревянными) сепараторами 3,85 и соответственно 7,7 в; — для батарей с сепараторами из мипора, мипласта или с комбинированными с ними сепараторами 4,1 и соответственно 8,2 в.

4. Первая ступень зарядки заканчивается при напряжении 2,4 в на один аккумулятор, вторая ступень — при постоянстве напряжения и плотности электролита в течение 2 часов.

## 6. Эксплуатация стартерных аккумуляторных батарей

**Допускаемый разрядный и зарядный ток.** Термин «нормальный разрядный ток» означает такой ток, при котором гарантируется отдача аккумуляторной батареи номинальной емкости; для стартерных батарей нормальный разрядный ток в амперах численно равен  $1/10$  емкости, выраженной в ампер-часах (ток 10-часовой разрядки).

При работе на стартер допускается разрядный ток до  $3 Q_N$  и даже до  $4 Q_N$  ( $Q_N$  — номинальная емкость батареи в ампер-часах). При такой быстрой разрядке резко и неравномерно изменяется объем активной массы, и поэтому при частых и быстрых разрядках коробятся пластины (рис. 12) и нарушается связь активной массы с решеткой. Чтобы лучше сохранить батарею, нужно пользоваться стартером умеренно и не держать кнопку стартера включенной больше 5 сек.; при длительной непрерывной разрядке батареи желательно ограничивать разрядный ток величиной  $1/5 Q_N$ .

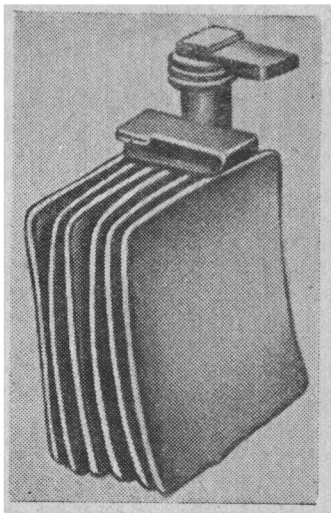


Рис. 12. Пластины, покоробленные при чрезмерном разрядном токе

Батарея обычно заряжается в две ступени. Первая ступень заканчивается при повышении напряжения каждого аккумулятора до 2,4 в (т. е. при наступлении «кипения» в аккумуляторах); вторая ступень продолжается до полного окончания зарядки.

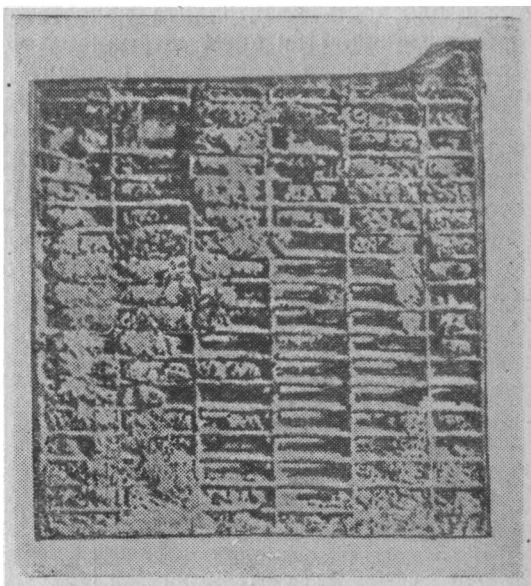
На первой ступени выделения газов почти нет, и величина зарядного тока практически ограничивается только температурой батареи, которая не должна превышать  $45^\circ \text{C}$ . В зависимости от начальной температуры электролита величина зарядного тока первой ступени выбирается в пределах, указанных в табл. 2. На второй ступени происходит значительное «кипение», а потому зарядный ток должен быть уменьшен до величины, не превышающей  $1/14 Q_N$ .

Чрезмерная сила тока в конце зарядки вредна тем, что интенсивно выделяющиеся в порах активной массы пузырьки газа создают внутри них давление, разрыхляющее активную массу; вырывающиеся из пор положительных пластин пузырьки газа отрывают мелкие частички активной массы и разрушают пластины. Чтобы увеличить срок службы аккумулятора, необходимо в конце зарядки при появлении «кипения» снизить зарядный ток до  $1/14 Q_N$ . Несоблюдение этого правила приводит к выпадению активной массы (рис. 13).

При первой зарядке новой аккумуляторной батареи величину зарядного тока берут обычно вдвое меньшую, чем для обычной зарядки, так как долго хранившаяся новая батарея всегда частично сульфатирована и потому склонна к перегреву.

При зарядке от генератора во время движения автомобиля можно допустить больший зарядный ток — до  $\frac{1}{5} Q_v$ , так как зарядка происходит с перерывами. Однако не следует устанавливать силу зарядного тока, большую, чем это необходимо для поддержания батареи в заряженном состоянии. Желательно иметь генератор такой системы, при которой к концу зарядки зарядный ток автоматически снижается.

**Особенности эксплуатации зимой.** Низкая температура значительно снижает емкость и разрядное напряжение батареи. Кроме того, зимой аккумуляторная батарея может замерзнуть. Поэтому зимой следует поддерживать батарею в состоянии, возможно более близком к полной зарядке. Температура замерзания электролита зависит от его плотности (табл. 3).



**Рис. 13.** Пластина с выпавшей активной массой в результате чрезмерного зарядного тока в конце зарядки

Т а б л и ц а 3

Плотность электролита при $t = 15^\circ \text{C}$	Температура замерзания, $^\circ \text{C}$	Плотность электролита при $t = 15^\circ \text{C}$	Температура замерзания, $^\circ \text{C}$
1,32	-64	1,20	-25
1,29	-74	1,15	-14
1,25	-50	1,12	-9

Из табл. 3 следует, что при низкой температуре полностью заряженная батарея не замерзнет, а разряженная (см. рис. 3) замерзнет почти неминуемо. При замерзании электролита трескаются сосуды;

электролит, замерзая в порах активной массы, разрыхляет и разрушает ее.

**Выбор плотности электролита.** Плотность электролита может изменяться в довольно широких пределах. Для предохранения стартерных аккумуляторных батарей от замерзания зимой, а также для уменьшения объема сосуда выбирают плотность электролита выше, чем в батареях других типов; обычно для полностью заряженной аккумуляторной батареи  $\gamma = 1,29 - 1,27$ .

В местностях с суровым климатом (Сибирь, Забайкалье) зимой такая плотность электролита недостаточно предохраняет батарею от замерзания. При эксплуатации батареи в таких условиях плотность электролита необходимо повысить, несмотря на то, что более концентрированный электролит быстрее разрушает сепараторы и сокращает срок службы аккумуляторной батареи.

Наоборот, в жарких местностях летом целесообразно понизить плотность электролита, чтобы замедлить разрушение сепараторов, которое при высокой температуре значительно ускоряется. В табл. 4 приведены рекомендуемая для разных климатических условий плотность электролита и предел, до которого она понижается при полной разрядке батареи.

Таблица 4

Рекомендуемая плотность электролита для различных климатических условий

Районы	Плотность электролита в полностью заряженной батарее	Плотность электролита при разрядке на 50%	Плотность электролита при полной разрядке (на 100%)
Крайние северные с температурой ниже $-50^{\circ}\text{C}$ зимой . . . . .	1,31	1,23	1,15
Центральные и большинство северных районов с температурой до $-35^{\circ}\text{C}$ зимой . . . . .	1,285	1,205	1,125
Южные районы зимой; крайние северные и центральные районы летом .	1,27	1,19	1,11
Южные районы летом . . . . .	1,24	1,16	1,08

**Правила ухода за стартерными аккумуляторными батареями.** В эксплуатации аккумуляторных батарей необходимо придерживаться официальных руководств и инструкций, а в части особенностей эксплуатации отдельных типов и конструкций батарей — указаниями завода-изготовителя.

При уходе за аккумуляторными батареями необходимо соблюдать следующие основные правила:

1. Обтирать досуха крышки аккумуляторов и зажимы, чтобы грязь и сырость не вызывали саморазряда батареи. Прочищать отверстия в пробках.



2. Поддерживать батарею в заряженном состоянии (не менее чем на 50%); это предохраняет батарею от сульфатации и замерзания.

3. Периодически, один раз в 5—10 дней, доливать в батарею дистиллированную воду; уровень электролита должен быть на 10—15 мм выше предохранительного щитка или верхнего края сепараторов, чтобы предупредить оголение и сульфатацию верхнего края пластин.

4. Не допускать большого зарядного тока в конце зарядки, когда батарея «кипит» (для предупреждения преждевременного разрушения активной массы положительных пластин).

5. Независимо от состояния и степени заряженности один раз в месяц заряжать батарею на зарядной станции, а один раз в три месяца производить профилактический перезаряд (для предупреждения сульфатации); порядок перезаряда определяется заводской инструкцией. На зарядной станции в конце зарядки проверять плотность электролита и доводить ее до нормального значения, добавляя дистиллированную воду или электролит, имеющий плотность  $\gamma = 1,40$ .

**Регулировка зарядного тока на автомобиле.** Зарядный ток трехщеточного генератора (см. следующую главу) регулируют, передвигая третью щетку. Сила зарядного тока зависит от условий эксплуатации автомобиля (соотношения числа часов движения днем и ночью, а также числа часов стоянки и движения). Она должна быть достаточной для поддержания батареи в заряженном состоянии. При установке величины зарядного тока нужно исходить из состояния аккумуляторной батареи. Если периодическая (через 1—2 дня) проверка батареи показывает, что батарея с течением времени разряжается, то необходимо увеличить зарядный ток, передвинув третью щетку в направлении вращения генератора. Наоборот, если при проверке оказывается, что плотность электролита высока и батарее приходится постоянно доливать, что служит признаком частого «кипения», то, значит, батарея перезаряжается, и зарядный ток необходимо уменьшить, передвигая третью щетку против направления вращения генератора. Однако сила зарядного тока не должна превышать допустимой для данной батареи величины.

**Проверка аккумуляторных батарей в эксплуатации.** Батарея, установленная на автомобиле, проверяется один раз в 7—10 дней.

Такая проверка состоит в измерении плотности и уровня электролита.

Плотность электролита определяется ареометром, помещенным в пипетку (рис. 14). Опустив носик пипетки в аккумулятор, при помощи резиновой груши засасывают в нее такое количество электролита, чтобы ареометр всплыл. Деление, до которого погружается ареометр, показывает плотность электролита. Засасывать электролит нужно медленно, не допуская проникновения вместе с ним пузырьков воздуха. При отсчете необходимо следить, чтобы ареометр не прилипал к стенкам пипетки; отсчет делать по нижнему

краю мениска. После измерения засосанный электролит нужно вылить в тот аккумулятор, из которого он был взят.

Не следует измерять плотность электролита вскоре после включения стартера или после разрядки батареи сильным разрядным током, а также вскоре после доливки в аккумулятор воды; в этих случаях электролит не успевает перемешаться, и результат измерения получается неверным. Лучше всего измерять плотность электролита во время медленной зарядки или после небольших (1—2 часа) перерывов в работе батареи, т. е. тогда, когда плотность электролита одинакова по всему объему.

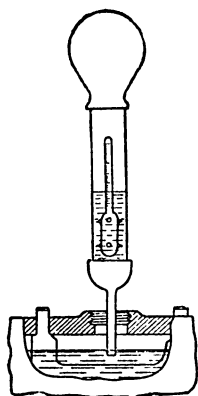


Рис. 14. Ареометр в пипетке

шкала поправок, приведенная на рис. 15. Иногда в пипетке с ареометром закрепляется маленький термометр; столбик этого термометра показывает непосредственно величину поправки, которую нужно вычесть или прибавить, чтобы получить плотность, приведенную к температуре 15°С.

На основании измеренной и приведенной к нормальной температуре плотности электролита  $\gamma_{изм}$  вычисляют процент разряженности батареи по формуле

$$\frac{\gamma_{зар} - \gamma_{изм}}{\gamma_{зар} - \gamma_{разр}} \cdot 100.$$

Значения  $\gamma_{зар}$  и  $\gamma_{разр}$  (для 100-процентной разрядки) берутся из табл. 4.

Уровень электролита проверяют при помощи стеклянной трубки (рис. 16). Нормально высота уровня электролита над верхним краем сепараторов или над предохранительным щитком должна быть 10—15 мм. Большинство батарей новых типов снабжено приспособлениями, исключающими возможность превышения при доливке нормального уровня электролита. При наличии таких при-

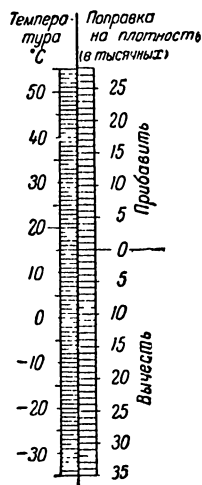


Рис. 15. Шкала поправок на плотность электролита в зависимости от температуры

способлений необходимость в проверке уровня электролита отпадает, батарею доливают дистиллированной водой до тех пор, пока всегда не покажется в отверстии для пробки.

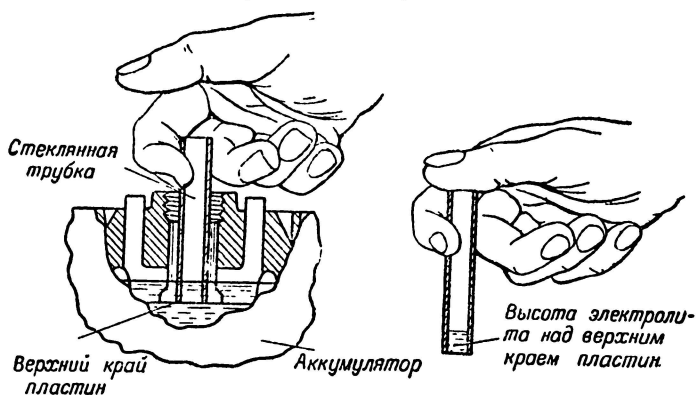


Рис. 16. Проверка уровня электролита

Напряжение батареи, установленной на автомобиле, проверять вольтметром или нагрузочной вилкой (см. ниже) не требуется, так как неисправность аккумуляторной батареи сразу же сказывается на работе стартера при запуске двигателя. Если стартер развивает достаточную мощность и двигатель запускается нормально, то, значит, батарея исправна и развивает под нагрузкой нормальное напряжение. Если же батарея снята с автомобиля, то необходимо проверить, кроме плотности и уровня электролита, напряжение батареи под большой нагрузкой, чтобы убедиться, нет ли внутренних дефектов аккумуляторов (сульфатации, отрыва пластин и т. п.).

Чтобы искусственно создать нагрузку, приблизительно соответствующую нагрузке при включении стартера, применяют нагрузочную вилку (рис. 17), состоящую из нагрузочного сопротивления, смонтированного между штырями вилки, и вольтметра.

При проверке батареи вилку прижимают остриями к полюсам одного из аккумуляторов батареи; этот аккумулятор разряжается через нагрузочное сопротивление, величина которого подобрана так, чтобы разрядный ток был не ниже 100 а; вольтметр вилки показывает напряжение, развиваемое аккумулятором при данной нагрузке. Напряжение должно быть в пределах 1,7—1,5 в и держаться устойчиво не менее 5 сек.

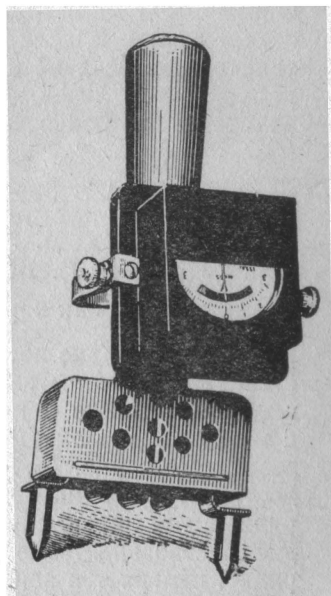


Рис. 17. Нагрузочная вилка

Каждый аккумулятор батареи испытывается отдельно, так как величина нагрузочного сопротивления рассчитана на напряжение одного аккумулятора.

В зависимости от величины нагрузочного сопротивления нормы напряжения, соответствующие исправной аккумуляторной батарее, могут несколько изменяться. Эти нормы указываются в заводской инструкции, приложенной к нагрузочной вилке.

**Техника безопасности при аккумуляторных работах.** Во время работы с аккумуляторными батареями следует принимать меры предосторожности во избежание несчастных случаев.

Причинами несчастных случаев могут быть:

1. Взрыв выделяющегося из аккумулятора в конце зарядки гремучего газа (смесь водорода с кислородом). Поэтому в помещении зарядной станции запрещается курить и применять огонь. Зарядная станция должна иметь хорошую вентиляцию и электрическую арматуру герметического или взрывобезопасного типа.

2. Ожоги при обращении с серной кислотой. При составлении электролита необходимо вливать серную кислоту в воду, а не наоборот; для нейтрализации попавшей на кожу серной кислоты под рукой всегда должен находиться раствор соды или аммиака (нашатырный спирт); необходимо применять шерстяную спецодежду, не разъедаемую электролитом, и резиновые фартук и перчатки, а также защитные очки.

3. Отравление свинцовыми окислами. Ремонтную аккумуляторную мастерскую нужно содержать в чистоте и хорошо проветривать. Обязательно мыть руки перед едой. Нельзя касаться свинцовых окислов руками, если на них есть хотя бы небольшие царапины, так как, попадая на царапины, окислы вызывают гнойники, трудно поддающиеся лечению. При намазке пластин и других подобных работах надо пользоваться резиновыми перчатками.

## 7. Зарядка аккумуляторных батарей

**Методы зарядки.** Зарядка при постоянной силе тока (рис. 18, I). Величина зарядного тока поддерживается постоянной. Так как зарядный ток равен  $I_{зар} = \frac{U-E}{R_6}$ , а э. д. с. батареи  $E$  при зарядке постепенно возрастает, то для поддержания постоянной величины зарядного тока нужно по мере зарядки повышать напряжение  $U$  на полюсах батарей; для этого последовательно с заряжаемыми аккумуляторными батареями должен быть включен реостат (см. рис. 18, I). Когда напряжение  $U$  на полюсах батарей достигнет 2,4 в на один аккумулятор (начало газовыделения), зарядный ток нужно снизить в 2—3 раза и довести зарядку до конца. Количество электричества  $Q$ , полученное батареей при такой зарядке, измеряется заштрихованной площадью (рис. 18, I).

Для зарядки при постоянной силе тока аккумуляторные батареи (безразлично, 6- или 12-вольтовые) включаются последовательно.

Общее число последовательно включенных аккумуляторов не должно превышать  $\frac{U_c}{2,7}$ , где  $U_c$  — напряжение сети. Все последовательно включаемые батареи должны быть одинаковой емкости,

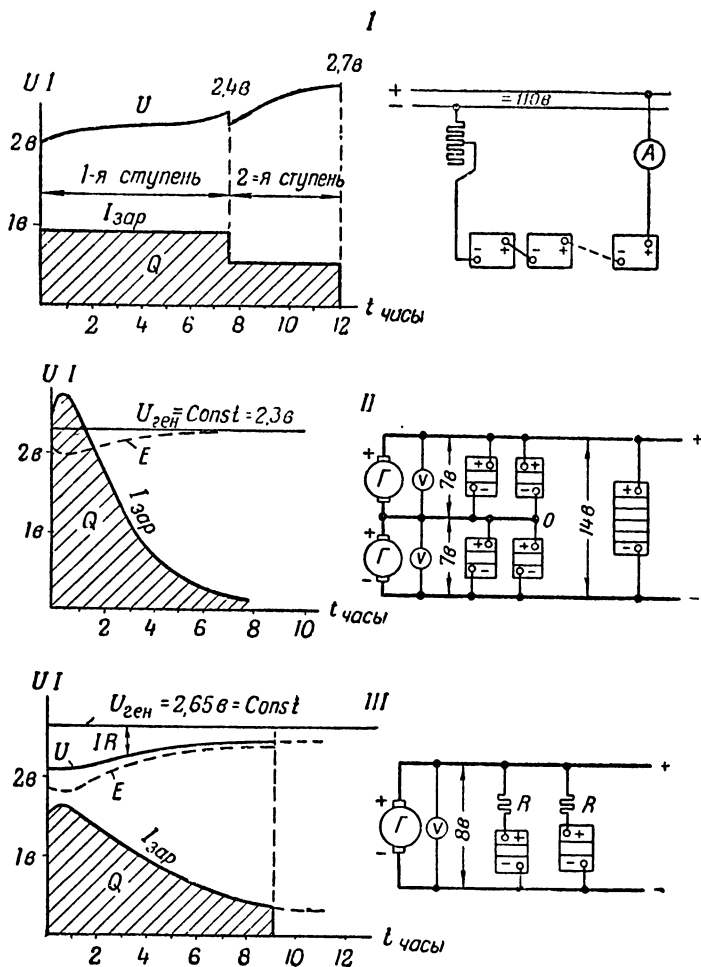


Рис. 18. Различные методы зарядки:

I — зарядка при постоянной силе тока; II — зарядка при постоянном напряжении; III — зарядка при постоянном напряжении с балластным сопротивлением

в противном случае величину зарядного тока приходится выбирать по батарее наименьшей емкости, и батареи большей емкости заряжаются слишком медленно. Так как в начале зарядки напряжение на полюсах аккумуляторных батарей равно лишь 2 в на один

аккумулятор, то, чтобы снизить напряжение до требуемой величины, реостат должен иметь сопротивление

$$R = \frac{U_c - 2n}{I_{зар}}$$

где  $n$  — общее число последовательно соединенных аккумуляторов.

Зарядка при постоянной силе тока наиболее универсальна; она позволяет произвольно выбирать величину зарядного тока и контролировать ее амперметром в течение всей зарядки. Недостатками этого метода являются продолжительность зарядки и необходимость постоянно контролировать и регулировать зарядный ток. Зарядка при постоянной силе тока удобно в тех случаях, когда наряду с зарядкой нормально заряжаемых батарей производится также первая зарядка или исправление сульфатированных батарей.

Зарядка при постоянном напряжении (рис. 18, II). Заряжаемые батареи включаются параллельно шинам, между которыми поддерживается постоянное напряжение около 2,3 в на один аккумулятор. Для одновременной зарядки 6- и 12-вольтовых батарей применяют трехпроводную систему  $2 \times 7$  в.

Напряжение генераторов  $\Gamma$  должно поддерживаться постоянным с точностью до 3%; напряжение контролируется вольтметрами.

Зарядный ток, равный  $I_{зар} = \frac{U-E}{R_6}$ , сначала будет велик, а затем, по мере увеличения э. д. с.  $E$  заряжаемой батареи, будет резко падать. Вследствие большой величины зарядного тока в начале зарядки время зарядки сократится, и в течение первых трех часов батарея получит около 80% необходимого для ее зарядки количества электричества. Зарядка заканчивается при малом токе, почти без газообразования. Так как зарядный ток по мере зарядки автоматически снижается, то необходимость наблюдения за ним и регулировки его отпадает.

Коэффициент полезного действия установки для зарядки при постоянном напряжении выше, чем установки для зарядки при постоянной силе тока. Объясняется это тем, что зарядка при постоянном напряжении не сопровождается потерями в реостатах и бесполезным расходом электрической энергии на разложение воды (нет газообразования). Поскольку зарядный ток к концу зарядки постепенно уменьшается до нуля, полная зарядка батареи невозможна. Однако это не имеет практического значения, так как уже через 4—5 часов зарядки аккумуляторная батарея будет заряжена на 95%.

Своими особенностями (непродолжительность зарядки, простота обслуживания, большая экономичность) этот метод подходит для эксплуатационной зарядки автомобильных батарей и применяется на автомобильных станциях обслуживания.

Недостатками зарядки при постоянном напряжении являются: невозможность одновременного проведения текущей зарядки и первой зарядки или ремонта сульфатированных батарей, а также боль-

шой зарядный ток в начале зарядки, который мало вредит батареям, но перегружает зарядный агрегат. При большом числе заряжаемых батарей последний недостаток ощущается в меньшей степени, так как батареи включаются на зарядку не одновременно, и перегрузка становится менее заметной.

Зарядка при постоянном напряжении с балластным сопротивлением (рис. 18, III). Если генератор  $G$  рассчитан на зарядку малого числа батарей (при постоянном напряжении), то перегрузка генератора в начале зарядки будет значительна. В этом случае для ограничения зарядного тока последовательно с заряжаемыми батареями включают балластные сопротивления  $R$  постоянной величины (в несколько сотых ома). Напряжение на шинах поддерживают около 2,65 в на один аккумулятор. Зарядный ток вызывает в балластном сопротивлении падение напряжения  $I_{зар} R$ , в результате чего напряжение на полюсах батареи будет равно

$$U = U_c - I_{зар} R,$$

т. е. будет повышаться при уменьшении силы зарядного тока  $I_{зар}$ . При таком методе зарядки кривая зарядного тока имеет падающий характер, как и в случае зарядки при постоянном напряжении. Однако зарядный ток уменьшается не так резко, и величина его в начале зарядки значительно ниже. Чем меньше напряжение генератора  $U$  или больше величина балластного сопротивления  $R$ , тем плавнее будет кривая зарядного тока и тем больше времени потребуется для зарядки батареи.

Таким образом, балластное сопротивление ограничивает максимальный зарядный ток, но увеличивает время зарядки. Остальные особенности данного метода аналогичны методу зарядки при постоянном напряжении.

**Зарядное оборудование.** Так как в подавляющем большинстве случаев от электростанции подается переменный ток, то его нужно преобразовать в постоянный ток требуемого напряжения. Это выполняется мотор-генераторами (умформерами) или выпрямителями.

**Мотор-генератор** представляет собой агрегат, состоящий из электродвигателя переменного (обычно трехфазного) тока и генератора постоянного тока нужного напряжения. Мотор-генераторы очень распространены и удобны в эксплуатации, но требуют регулярного ухода (смазка подшипников, уход за щетками и коллектором). Обычно применяются генераторы постоянного тока на 110 в, мощностью 1,5—3 квт. Такой зарядный генератор позволяет заряжать 1—2 группы батарей, состоящие каждая не более чем из тринадцати 6-вольтовых или шести 12-вольтовых аккумуляторных батарей.

**Выпрямители.** В практике эксплуатации автомобильных аккумуляторных батарей чаще всего применяются твердые, газотронные и ртутные выпрямители.

Твердые (купроксные или селеновые) выпрямители нормального типа строятся на выпрямленный ток до 40 а при напряжении до

220 в, вес их 15—25 кг на 1 кВт. Они удобны в эксплуатации и не требуют никакого ухода; недостатком их являются большие габариты на единицу мощности.

Газотронные выпрямители большей частью строятся на небольшой ток (до 10 а) и применяются для зарядки одиночных батарей.

Ртутные выпрямители являются основным типом мощных выпрямителей, применяемых на практике; они почти не требуют ухода. При токе до 50 а ртутные выпрямители выполняются в стеклянных колбах, при большем токе — в металлических.

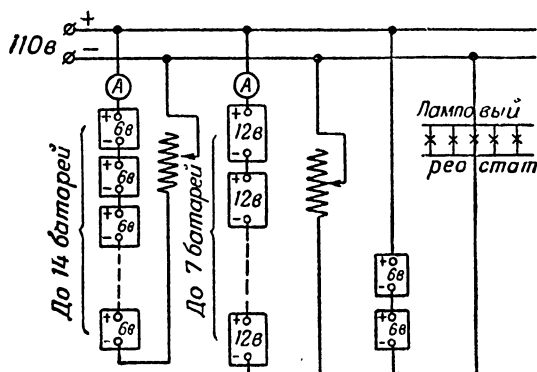


Рис. 19. Включение аккумуляторных батарей для зарядки

Индивидуальная зарядка. Для подзарядки батарей на автомобиле применяют переносные выпрямители малой мощности, обычно купроксные или газотронные. Их удобно использовать для подзарядки батарей во время ночной стоянки автомобиля, так как эти выпрямители не требуют присмотра. Для удобства подключения выпрямителя к батарее иногда устраивают отдельный штепсель на переднем щитке автомобиля.

Включение аккумуляторных батарей для зарядки. На каждый аккумулятор при зарядке требуется 2,7 в; следовательно, набирать аккумуляторные батареи для последовательного соединения в группы нужно из расчета 8 в для 6-вольтовых и 16 в для 12-вольтовых батарей (рис. 19).

Вместо проволочных реостатов при малом количестве заряжаемых батарей применяют лампы накаливания, при параллельном соединении которых образуются ламповые реостаты (см. рис. 19). Ввертывая большее или меньшее число ламп, изменяют общее сопротивление реостата и регулируют зарядный ток.

Определение полярности. Для зарядки аккумулятора его положительный полюс должен быть соединен с положительным, а отрицательный — с отрицательным проводом сети. Так как обычно провода сети не помечены, то для определения их полярности можно воспользоваться одним из следующих способов:



1. Взять стакан с подкисленной водой и опустить туда оба провода от сети так, чтобы они не соприкасались. Тот провод, около которого начинается интенсивное выделение пузырьков газа, будет отрицательным.

2. Разрезать пополам клубень картофеля и воткнуть в одну из половинок со стороны среза на некотором расстоянии один от другого оба провода сети, очистив их от окиси и полуды. Тот провод, около которого картофель окрасится в зеленый цвет, будет положительным.

Полюсные штыри автомобильной аккумуляторной батареи обычно помечены знаками «плюс» и «минус»; кроме того, положительный полюсный штырь делают большего диаметра, чтобы исключить возможность ошибочного присоединения батареи при постановке ее на автомобиль. Однако, если метки стерлись и возникает сомнение, то полярность полюсов батареи можно также определить с помощью картофеля или по часто наблюдающемуся в эксплуатации коричневому окрашиванию положительного полюсного штыря.

---

## Глава II

### ГЕНЕРАТОРЫ

#### 8. Способы регулирования напряжения автомобильных генераторов

Напряжение генератора (динамомашин) можно считать приблизительно равным его э. д. с.<sup>1</sup>, которая изменяется пропорционально числу оборотов  $n$  и величине магнитного потока  $\Phi$  полюсов, т. е.

$$U \approx E = Cn\Phi,$$

где  $C$  — коэффициент пропорциональности.

Так как автомобильный генератор приводится во вращение ременной или шестеренчатой передачей от двигателя автомобиля, то он работает с переменным числом оборотов. Чтобы при изменении числа оборотов  $n$  генератора получить постоянное напряжение, нужно изменить его магнитный поток  $\Phi$  обратно пропорционально числу оборотов, причем это необходимо делать автоматически.

В стационарных генераторах величину магнитного потока  $\Phi$  регулируют изменением тока в обмотке возбуждения (обмотке полюсов) при помощи реостата, включенного в ее цепь. Принцип автоматического регулирования напряжения заключается в том, что движок реостата передвигается не рукой, а при помощи электромагнита, обмотка которого подключена к щеткам, т. е. на полное напряжение генератора (рис. 20). При увеличении напряжения  $U$  генератора притягивающая сила электромагнита  $\mathcal{E}$  возрастает, и он передвигает движок реостата вправо, уменьшая тем самым ток возбуждения, а следовательно, и магнитный поток  $\Phi$ ; вследствие этого напряжение генератора снижается до нормальной величины. Наоборот, при уменьшении напряжения генератора ниже нормаль-

<sup>1</sup> Электродвижущая сила индуктируется в обмотке якоря генератора, вызывая электрический ток в цепи. Напряжение — это разность электрических потенциалов на полюсах или зажимах источника электрической энергии или вообще между какими-либо двумя точками электрической цепи; оно всегда меньше э. д. с. Напряжение  $U$  на зажимах источника электрической энергии меньше его э. д. с.  $E$  на величину потери напряжения во внутреннем сопротивлении  $r$  источника, т. е.

$$U = E - Ir.$$

При малой величине внутреннего сопротивления генератора можно при приближенных расчетах пренебречь величиной  $Ir$  и считать, что  $U \approx E$ .

ного притягивающая сила электромагнита  $\mathcal{E}$  уменьшается, и пружина  $\Pi$ , преодолев притяжение электромагнита, передвигает движок реостата  $R$  влево, увеличивая тем самым напряжение генератора до нормального.

Недостатком такого способа регулирования является значительное трение в контактах реостата, вследствие чего электромагнит регулятора должен быть довольно мощным, что увеличивает инерцию движущихся частей (якоря электромагнита и передачи). Такой регулятор работает слишком медленно, реагируя на изменение напряжения генератора с большим запозданием; для автомобильных

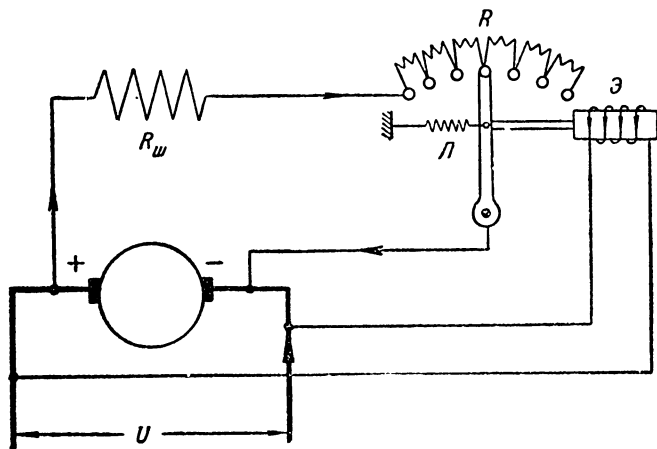


Рис. 20. Принцип автоматического регулирования напряжения

генераторов, в которых число оборотов меняется резко, он не годится. Поэтому в автомобильном электрооборудовании применяется регулятор другого типа — быстродействующий, вибрационный (см. следующий раздел).

На автомобилях устанавливаются также генераторы со специальной схемой соединения, благодаря которой достигается саморегулирование отдаваемого ими тока и напряжения. Из генераторов такого типа в автомобильном электрооборудовании применяется трехщеточный генератор.

Таким образом, в автомобильном электрооборудовании применяются генераторы с электромагнитным вибрационным регулятором напряжения и трехщеточные.

## 9. Электромагнитный вибрационный регулятор напряжения

**Устройство и рабочий процесс регулятора.** В регуляторе вибрационного типа, изобретенного в 1881 году русским артиллерийским офицером М. Н. Кармановым, последовательно с обмоткой возбу-

ждения (рис. 21) включается постоянное добавочное сопротивление  $R_{доб}$ , величина которого рассчитана на то, чтобы снизить напряжение генератора до его нормальной величины при максимальном числе оборотов. Добавочное сопротивление  $R_{доб}$  может замыкаться накоротко посредством контактов  $K$ ; один из них неподвижен, другой прикреплен к якорю электромагнита. Обмотка  $O$

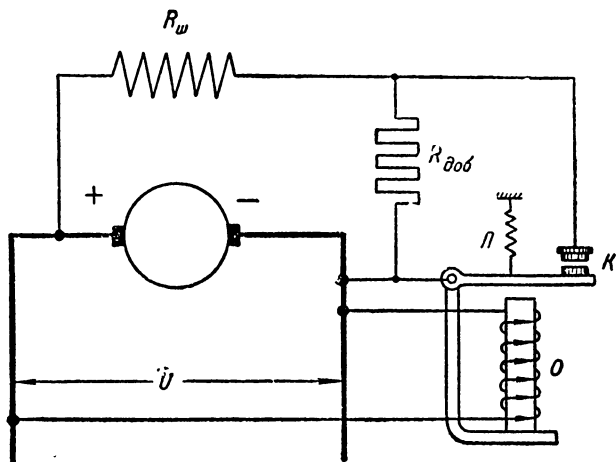


Рис. 21. Схема быстродействующего автоматического вибрационного регулятора напряжения

электромагнита включена на полное напряжение генератора. В нерабочем состоянии контакты  $K$  замкнуты, поэтому добавочное сопротивление  $R_{доб}$  закорочено, т. е. выключено из цепи возбуждения. Если напряжение генератора поднимается выше нормального, то электромагнит, размыкая контакты  $K$ , включает тем самым в цепь возбуждения добавочное сопротивление  $R_{доб}$ . Таким образом, добавочное сопротивление играет роль одноступенчатого реостата, который может быть или целиком выключен при замыкании контактов  $K$  или целиком включен при их размыкании.

Когда генератор неподвижен, тока в обмотке  $O$  регулятора нет, и его контакты  $K$  под действием пружины  $P$  замкнуты. Если генератор начинает вращаться, то в обмотке его якоря появляется э. д. с.; генератор возбуждается, и в обмотке регулятора  $O$  появляется ток. Пока число оборотов генератора настолько мало, что его напряжение не превышает нормальной величины, контакты регулятора остаются замкнутыми, так как притягивающей силы электромагнита недостаточно, чтобы преодолеть сопротивление пружины. Если число оборотов генератора повышается, то его напряжение возрастает, и одновременно с этим увеличивается ток в обмотке  $O$ , а следовательно, и сила притяжения электромагнита. Натяжение пружины отрегулировано таким образом, что если на-

напряжение генератора возрастет на несколько процентов выше нормального, то притягивающая сила электромагнита преодолет сопротивление пружины и контакты регулятора разомкнутся. Вследствие этого в цепь возбуждения генератора включится добавочное сопротивление  $R_{доб}$ , напряжение генератора начнет резко падать (рис. 22), и если бы контакты регулятора остались разомкнутыми, то напряжение генератора упало бы значительно ниже нормального. Однако как только напряжение генератора, падая, снизится на несколько процентов ниже нормального, притягивающая сила электромагнита  $O$  уменьшится настолько, что пружина  $\Pi$  преодолет притяжение электромагнита, и контакты  $K$  опять замкнутся. Вследствие этого добавочное сопротивление выключается, и напряжение генератора вновь начинает нарастать до тех пор, пока контакты регулятора снова не разомкнутся.

Такой процесс повторяется все время, пока работает генератор. Контакты регулятора непрерывно замыкаются и размыкаются, а напряжение генератора колеблется около своего нормального значения  $U_{норм}$  (см. рис. 22). Если частота замыканий и размыканий контактов достаточно велика (не менее 30 периодов в секунду), то эти колебания напряжения будут такими частыми, что практически не будут заметны. При этом, например, нить включенной лампы накаливания, не успевая в силу тепловой инерции следовать за колебаниями напряжения, примет некоторую среднюю температуру и будет давать ровный свет; стрелка включенного вольтметра вследствие механической инерции также не сможет следовать за колебаниями напряжения, а будет указывать среднее значение. Таким образом, создается впечатление, что напряжение генератора держится постоянным.

Скорость, с которой напряжение генератора возрастает при замыкании контактов и падает при их размыкании, зависит от числа оборотов генератора. Действительно, если замкнуть цепь возбуждения генератора и оставить ее замкнутой, то его напряжение возрастет до некоторого установившегося значения (рис. 23); чем больше число оборотов генератора, тем больше величина этого предельного напряжения. Следовательно, с повышением числа оборотов стремление генератора увеличить свое напряжение при замыкании цепи возбуждения возрастет, и напряжение его будет увеличиваться быстрее (кривая нарастания напряжения будет круче). При размыкании цепи возбуждения напряжение генератора, наоборот, падает, стремясь к пределу, который будет тем выше, чем больше число оборотов генератора. Следовательно, при большем

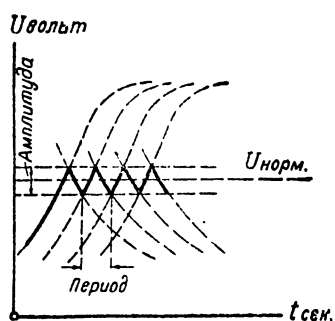


Рис. 22. Работа вибрационного регулятора при постоянном числе оборотов

числѣ оборотовъ линия нормальнаго напряжения (горизонтальная пунктирная линия) будетъ пересекаться болѣе пологимъ, а при меньшемъ числѣ оборотовъ — болѣе крутымъ участкомъ кривой спада напряжения генератора (см. рис. 23).

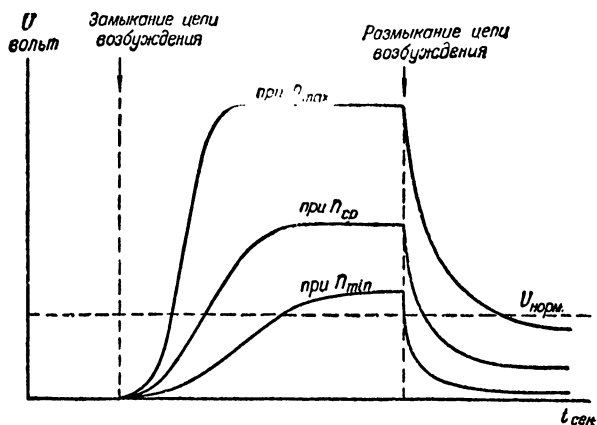


Рис. 23. Кривые нарастания и спада напряжения генератора при разном числѣ оборотовъ

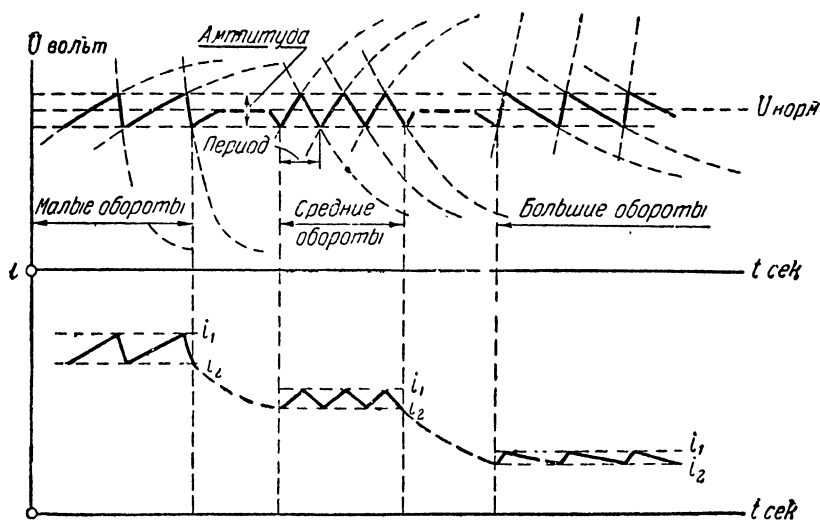


Рис. 24. Работа вибрационного регулятора при различном числѣ оборотовъ (изображены напряжение и ток возбуждения)

Такимъ образомъ, при повышении числа оборотовъ напряжение генератора при замыкании контактов регулятора будетъ возрастать круче, а падать при ихъ размыкании медленнее; поэтому съ измененіемъ числа оборотовъ изменяется форма зубчатой кривой напряже-

ния, поддерживаемого регулятором (рис. 24). Однако максимальное и минимальное значения напряжения, а потому и среднее значение его, останутся неизменными.

Действительно, контакты регулятора размыкаются в тот момент, когда сила магнитного притяжения якорька сердечником станет равной силе пружины. Но сила магнитного притяжения зависит от числа ампер-витков намагничивающей обмотки. Поэтому, если натяжение пружины остается неизменным, то контакты регулятора размыкаются всегда при одном и том же значении магнитной силы, а следовательно, и ампер-витков обмотки сердечника.

Обозначим число ампер-витков, необходимое для размыкания контактов, через  $AW_{\text{разм}}$ . В нашем случае (см. рис. 21) эти намагничивающие сердечник ампер-витки создаются только одной основной обмоткой  $O$  и равны

$$AW_{\text{разм}} = AW_o = i_o \omega_o = \frac{U}{r_o} \omega_o,$$

где  $r_o$  — сопротивление;

$\omega_o$  — число витков основной обмотки  $O$ .

Отсюда напряжение в момент размыкания контактов равно

$$U = \frac{r_o}{\omega_o} AW_{\text{разм}}.$$

Так как сопротивление  $r_o$  и число витков  $\omega_o$  обмотки постоянны, то напряжение, при котором размыкаются контакты, зависит только от числа ампер-витков  $AW_{\text{разм}}$ . Поскольку же при неизменном натяжении пружины число ампер-витков постоянно, то контакты регулятора будут размыкаться всегда при одном и том же напряжении, а значит, и поддерживаемое регулятором среднее значение напряжения будет постоянным.

Ток возбуждения также колеблется одновременно с колебаниями напряжения, а его среднее значение с увеличением числа оборотов уменьшается (см. рис. 24, нижний график), так как при повышении числа оборотов контакты остаются разомкнутыми дольше, и добавочное сопротивление  $R_{\text{доб}}$  включается на относительно большие промежутки времени. При достаточной частоте вибрации якорька колебания напряжения и тока возбуждения незаметны. Поэтому в дальнейшем мы будем рассматривать лишь средние значения напряжения и тока возбуждения.

Величина добавочного сопротивления  $R_{\text{доб}}$  определяет верхний предел работы регулятора, т. е. максимальное число оборотов, при котором напряжение генератора еще поддерживается постоянным. Для того чтобы напряжение генератора оставалось постоянным, магнитный поток  $\Phi$  должен изменяться обратно пропорционально числу оборотов  $n$ . Следовательно, ток возбуждения  $i$  с увеличением числа оборотов должен падать, приближаясь к нулю.

На рис. 25 показана зависимость напряжения  $U$  и тока возбуждения  $i$  генератора от изменения его числа оборотов  $n$ <sup>1</sup>. При возрастании числа оборотов напряжение и ток возбуждения сначала увеличиваются, и при некотором числе оборотов  $n_{\min}$  напряжение генератора достигает нормальной величины. Это минимальное число оборотов (нижний предел работы регулятора) зависит от расчетных данных генератора.

Регулятор напряжения в это время не работает, так как напряжение генератора не превышает нормальной величины, на которую отрегулирована пружина, и контакты регулятора еще не размыкаются. Если же число оборотов  $n$  станет выше  $n_{\min}$ , то регулятор

напряжения начнет работать, снижая ток возбуждения до нужной величины; благодаря этому напряжение останется постоянным.

Минимальный ток возбуждения, который устанавливается регулятором при нормальном напряжении  $U$ , равен

$$i_{\min} = \frac{U}{R_{\text{ш}} + R_{\text{доб}}},$$

где  $R_{\text{ш}}$  — сопротивление обмотки возбуждения генератора.

Рис. 25. Рабочие характеристики генератора с регулятором напряжения

Ток  $i_{\min}$  соответствует постоянно разомкнутым контактам регулятора. Следовательно, если провести на рис. 25 линию, соответствующую этому минимальному току возбуждения, то ее пересечение с кривой тока возбуждения  $i$  даст нам то предельное число оборотов  $n_{\max}$ , до которого регулятор будет поддерживать постоянное напряжение. Если число оборотов поднимется выше  $n_{\max}$ , то регулятор перестанет работать, его контакты останутся постоянно разомкнутыми, а напряжение и ток возбуждения генератора снова начнут возрастать.

Чем выше верхний предел работы регулятора  $n_{\max}$ , тем меньше должен быть минимальный ток возбуждения  $i_{\min}$ , следовательно, с повышением  $n_{\max}$  величина добавочного сопротивления  $R_{\text{доб}}$  должна возрастать.

**Ускоряющие обмотки.** Для того чтобы колебания напряжения не были заметны, частота вибрации якорька должна быть не менее 30 периодов в секунду.

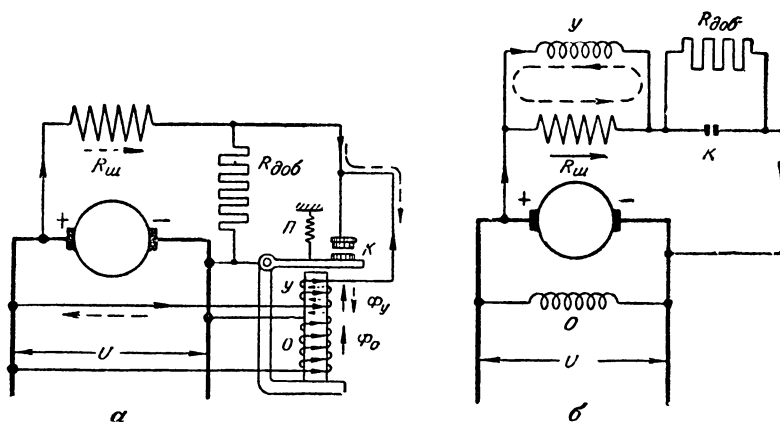
Чтобы получить такую большую частоту вибрации, необходимо уменьшить, насколько возможно, механическую инерцию якорька, сделав его легким и тонким.

<sup>1</sup> Здесь и в дальнейшем подразумеваются средние значения колеблющихся с большой частотой напряжения и тока возбуждения.



Однако, кроме механической инерции якорька, существует еще магнитная инерция магнитного потока в сердечнике, обусловленная явлением самоиндукции. Магнитная инерция заключается в том, что изменения тока в обмотке  $O$  и магнитного потока в сердечнике регулятора происходят не одновременно с изменением напряжения генератора, а с некоторым запозданием.

Чтобы уменьшить также и магнитную инерцию, в большинстве случаев приходится применять добавочные ускоряющие обмотки.



**Рис. 26.** Полная и развернутая схемы включения ускоряющей обмотки регулятора параллельно обмотке возбуждения генератора

Самой распространенной является ускоряющая обмотка, включенная параллельно обмотке возбуждения генератора. На рис. 26, *а* изображена схема регулятора напряжения с такой ускоряющей обмоткой. На сердечнике, кроме основной (шунтовой) обмотки  $O$ , намотана добавочная ускоряющая обмотка  $Y$ , включенная параллельно обмотке возбуждения генератора. На рис. 26, *б* дана развернутая (электрическая) схема соединения обмоток такого регулятора, на которой фактическое расположение обмоток не соблюдено, а размещены они так, чтобы возможно яснее изобразить электрические цепи. Такая развернутая схема позволяет наглядно разобраться в прохождении тока в цепях и легко запоминается; поэтому в электротехнике для сложных аппаратов всегда чертят развернутые или, как их иногда называют, принципиальные схемы.

Ускоряющая обмотка работает следующим образом: пока контакты  $K$  замкнуты, через ускоряющую обмотку  $Y$  ответвляется небольшая часть тока возбуждения (показано сплошными стрелками), которая намагничивает сердечник регулятора в том же направлении, что и основная обмотка  $O$ . При замкнутых контактах, следовательно, намагничивание сердечника несколько усиливается.

В момент размыкания контактов  $K$  в обмотку возбуждения включится добавочное сопротивление  $R_{доб}$ ; вследствие этого ток возбуждения и магнитный поток генератора начнут падать. Уменьшение магнитного потока генератора вызовет появление в витках его обмотки возбуждения значительную э. д. с. самоиндукции, которая по закону Ленца будет направлена в ту же сторону, что и ток возбуждения. Электродвижущая сила самоиндукции вызовет ток, большая часть которого замкнется через ускоряющую обмотку  $У$  (показан пунктирными стрелками), проходя по ней в обратном направлении. Этот ток обратного направления вызовет быстрое размагничивание сердечника, и пружина быстро замкнет контакты.

Направление магнитных потоков  $\Phi_o$  и  $\Phi_y$ , создаваемых в сердечниках регулятора основной и ускоряющей обмотками, показано на рис. 26 стрелками. В этом регуляторе, следовательно, ускоряется не только размагничивание сердечника при размыкании контактов, но и намагничивание сердечника при их замыкании. Однако по сравнению с величиной обратного тока (пунктирные стрелки) ток, проходящий через ускоряющую обмотку  $У$  при замкнутых контактах, невелик, и его ускоряющим действием в этом случае можно пренебречь.

Таким образом, действие ускоряющей обмотки заключается в том, что в момент размыкания контактов  $K$  в ней появляется обратный ток, создающий магнитный поток  $\Phi_y$ , противоположный основному магнитному потоку и вызывающий быстрое принудительное размагничивание сердечника регулятора.

Однако ускоряющая обмотка нарушает постоянство напряжения генератора. Действительно, при замкнутых контактах намагничивание сердечника определяется суммой ампер-витков основной и ускоряющей обмоток; ампер-витки, при которых размыкаются контакты регулятора, равны

$$AW_{разм} = AW_o + AW_y = U \frac{w_o}{r_o} + i_y w_y,$$

где  $i_y$  — ток;

$w_y$  — число витков ускоряющей обмотки.

Отсюда напряжение генератора будет равно

$$U = \frac{r_o}{w_o} (AW_{разм} - i_y w_y).$$

Так как ампер-витки размыкания при неизменном натяжении пружины постоянны, то, следовательно, напряжение генератора будет зависеть от тока  $i_y$  в ускоряющей обмотке, который меняется с изменением числа оборотов генератора.

На рис. 27 даны характеристики регулятора с ускоряющей обмоткой, включенной по схеме, показанной на рис. 26. С возрастанием числа оборотов ток возбуждения генератора  $i$  падает; ток, проходящий в ускоряющей обмотке при замкнутых контактах  $i_y$ , представляет собой некоторую часть тока возбуждения  $i$  и с увеличе-

нием числа оборотов также падает пропорционально изменению  $i$ . Поэтому величина  $i_y \omega_y$ , уменьшающая напряжение генератора по сравнению с тем, которое было бы без ускоряющей обмотки, будет различной: на малых оборотах — большей, а на больших — меньшей.

В результате напряжение генератора уже не остается постоянным, а с увеличением числа оборотов повышается (см. рис. 27).

Обычно это изменение напряжения невелико, и им можно пренебречь. Если же напряжение генератора с увеличением числа оборотов изменяется сильно, то его можно выравнять при помощи в ы р а в н и в а ю щ е й обмотки.

Для этой цели на сердечник регулятора, кроме основной намагничивающей обмотки  $O$  и ускоряющей обмотка  $У$ , помещают третью, выравнивающую обмотку  $B$  (рис. 28, а и б). Эта обмотка включается последовательно с обмоткой возбуждения генератора и наматывается в таком направлении, чтобы проходящий по ней ток был противоположен току в основной обмотке  $O$ . Число витков этой обмотки должно быть подобрано так, чтобы число ее ампер-витков  $AW_B$  равнялось числу ампер-витков ускоряющей обмотки (при замкнутых контактах), т. е.

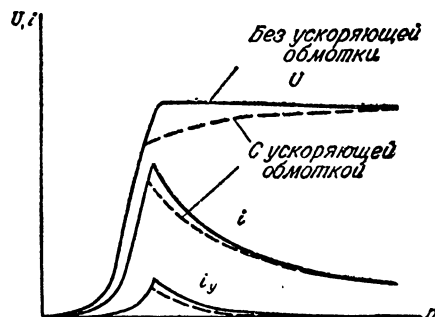


Рис. 27. Искажение характеристики напряжения, создаваемое ускоряющей обмоткой

$$AW_B = AW_y.$$

Тогда при замкнутых контактах регулятора действие ускоряющей обмотки будет целиком компенсироваться действием выравнивающей обмотки, и якореk будет притягиваться только под действием ампер-витков одной основной обмотки:

$$AW_{разм} = AW_o + AW_y - AW_B = AW_o,$$

т. е. все время при одном и том же напряжении, величина которого будет такой же, как в регуляторе без ускоряющей обмотки (см. рис. 27).

При размыкании контактов в ускоряющей обмотке  $У$  возникает обратный ток, а выравнивающая обмотка помогает размагничивающему действию ускоряющей обмотки, так как обратный ток ускоряющей обмотки проходит по выравнивающей обмотке в прежнем направлении (см. рис. 28), и магнитный поток  $\Phi_B$  последней также принимает участие в размагничивании сердечника регулятора.

Выравнивающие обмотки применяются довольно редко.

Недавно появилась схема, при которой ускорение колебаний якорьки достигается без ускоряющей обмотки, путем приключения основной обмотки регулятора к определенной точке добавочного сопротивления. Такая схема «ускоряющего сопротивления» изображена на рис. 29.

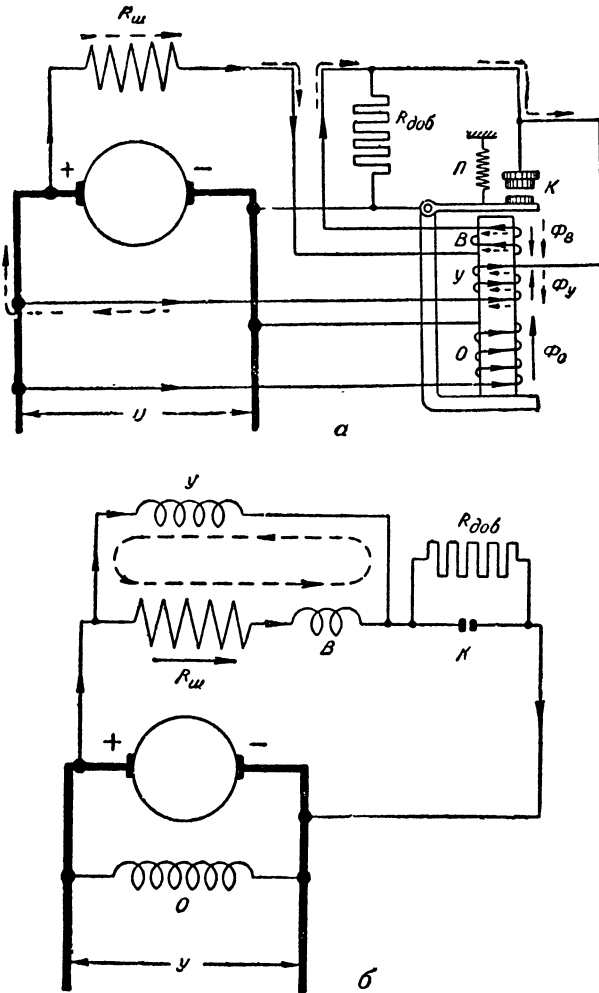


Рис. 28. Полная и развернутая схемы включения выравнивающей обмотки

Регулятор имеет одну основную намагничивающую обмотку  $O$ . Он отличается от регулятора, изображенного на рис. 21, только тем, что второй конец основной обмотки присоединен не к щетке генератора, а к точке  $a$  добавочного сопротивления. При такой схеме

соединения обмотка  $O$  обладает свойствами и основной и ускоряющей обмоток.

Если конец обмотки  $O$  присоединить к положительной щетке генератора (т. е. к точке  $в$ ), она будет работать только как основная, и схема рис. 29 совпадет со схемой рис. 21; если же конец обмотки  $O$  присоединить к точке  $б$ , то она превратится в ускоряющую обмотку, так как будет присоединена параллельно обмотке возбуждения генератора. Присоединение обмотки  $O$  к промежуточной точке  $а$  дает возможность как бы совместить обе обмотки (основную и ускоряющую) в одной обмотке  $O$ .

Когда контакты регулятора  $K$  замкнуты и добавочное сопротивление замкнуто накоротко, потенциалы точек  $в$  и  $б$  будут одинаковы и равны потенциалу положительной щетки генератора. В этом случае можно считать, что потенциал точки  $а$  также равен потенциалу точки  $в$ , т. е. положительной щетки генератора (если пренебречь падением напряжения от тока основной обмотки, имеющего незначительную величину), и что, следовательно, обмотка  $O$  находится под полным напряжением генератора.

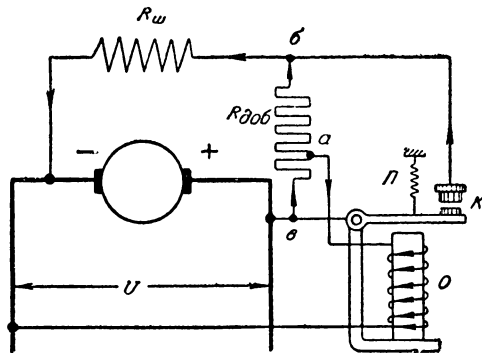


Рис. 29. Ускорение колебаний якорька по схеме „ускоряющего сопротивления“

Когда же контакты  $K$  разомкнутся, то ток возбуждения генератора, проходя по добавочному сопротивлению, вызовет на участке  $ва$  значительное падение напряжения, вследствие чего потенциал точки  $а$  понизится скачком на значительную величину. Это скачкообразное понижение потенциала точки  $а$  в момент размыкания контактов вызывает резкое уменьшение тока в обмотке  $O$  и быстрое размагничивание сердечника, вследствие чего обратное замыкание контактов значительно ускоряется, а частота вибрации якорька увеличивается.

Схема ускоряющего сопротивления, изображенная на рис. 29. в последнее время получила большое распространение в конструкциях регуляторов напряжения и применяется на новых типах автомобилей отечественного производства.

**Искрение между контактами и двухступенчатые регуляторы.** Искрение, возникающее при размыкании контактов, вызывает их постепенное обгорание и разрушение и поэтому ограничивает надежность работы регулятора. Вследствие большого числа размыканий контактов в секунду даже малозаметное искрение вызывает обгорание контактов.

Искрение между контактами регулятора может вызвать неисправности двух видов. Под действием искрения контакты могут настолько обгореть и окислиться, что электрический контакт между

ними прекратится; в этом случае генератор не сможет развивать нормальное напряжение; зачистка контактов восстанавливает нормальную работу регулятора. Неисправность второго вида возникает, если материал контактов не слишком тугоплавок и обладает способностью свариваться. От нагрева, вызванного искрением, контакты могут свариться один с другим; это сваривание (или спекание) опасно, так как контакты регулятора остаются постоянно замкнутыми, и напряжение возрастает настолько, что генератор (его обмотка возбуждения) и потребители могут сгореть.

Очень важную роль играет материал контактов. Серебро вследствие склонности к спеканию не годится. Наилучшие результаты дает вольфрам, но так как на нем образуется непроводящая окалина, то применять оба контакта из вольфрама можно лишь при жестком креплении их, когда вследствие ударов контактов один о другой окалина скалывается. При мягком креплении контактов (на пружинящих пластинках) наилучшие результаты дает пара вольфрам — серебро.

Искрение между контактами зависит от величины тока в цепи, которую он размыкает, и от напряжения, появляющегося между контактами в момент их размыкания.

При размыкании контактов регулятора сопротивление цепи возбуждения меняется от величины  $R_{\text{ш}}$  до величины  $R_{\text{ш}} + R_{\text{доб}}$  скачком, а ток возбуждения уменьшается от величины  $I_1$  до величины  $I_2$  (см. рис. 24) п л а в н о, так как в обмотке возбуждения появляется э. д. с.) самоиндукции, которая противодействует уменьшению тока и не допускает его скачкообразных изменений. Поэтому в первый момент после размыкания контактов ток в цепи возбуждения сохранит величину  $I_1$ , которой он достиг к моменту размыкания контактов. Напряжение между контактами всегда будет равно падению напряжения в добавочном сопротивлении, и поэтому в первый момент после размыкания контактов оно составит

$$U_{\text{к}} = I_1 R_{\text{доб}}$$

Следовательно, с увеличением добавочного сопротивления  $R_{\text{доб}}$  напряжение  $U_{\text{к}}$ , а, значит, и искрение между контактами возрастут; для уменьшения искрения надо уменьшить величину добавочного сопротивления.

Однако выше мы видели, что величина добавочного сопротивления определяется заданным верхним пределом работы регулятора  $n_{\text{max}}$ , поэтому произвольно уменьшать величину добавочного сопротивления нельзя. Следовательно, в одноступенчатых регуляторах (см. рис. 21) приходится выбирать величину  $R_{\text{доб}}$  в обрез, без всякого запаса, так, чтобы ее было достаточно для обеспечения верхнего предела работы регулятора.

Если в одноступенчатом регуляторе не удастся получить хорошие в отношении искрения результаты, то применяют д в у х с т у п е н ч а т ы й р е г у л я т о р, который позволяет значительно умень-

шить величину  $R_{доб}$ , не снижая верхнего предела работы  $n_{max}$ . Схема наиболее распространенного двухступенчатого регулятора приведена на рис. 30.

Регулятор имеет три контакта 1, 2 и 3 (точнее, две пары контактов), расположенные так, что контакты 2 и 3 (вторая пара) замыкаются только после того, как разомкнутся контакты 1 и 2. Когда регулятор не работает, контакты 1 и 2 под действием пружины  $P$  замкнуты. В этом случае добавочное сопротивление  $R_{доб}$  будет

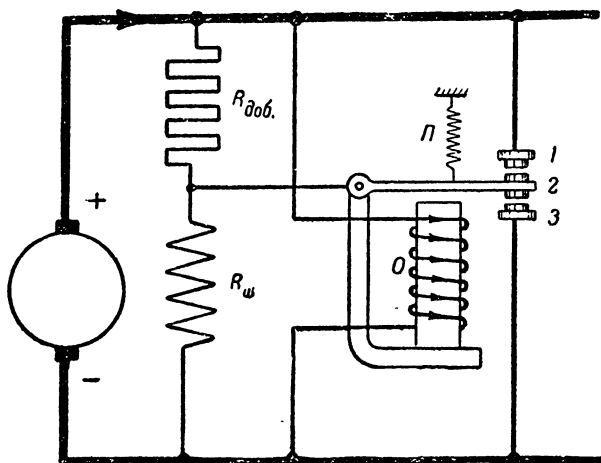


Рис. 30. Схема двухступенчатого регулятора с закорачиванием обмотки возбуждения генератора на второй ступени

замкнуто накоротко, что равносильно выключению его из цепи возбуждения. Если якорек находится в промежуточном положении и разомкнуты обе пары контактов, то ток возбуждения генератора будет проходить через добавочное сопротивление; таким образом, промежуточное положение якорька соответствует включению добавочного сопротивления  $R_{доб}$ . Если, наконец, якорек притянется до конца и замкнется вторая пара контактов 2 и 3, то этим будет замкнута накоротко обмотка возбуждения генератора, и ток в ней упадет до нуля, что в одноступенчатом регуляторе могло бы произойти лишь при  $R_{доб} = \infty$ , т. е. при полном размыкании цепи возбуждения.

Величина добавочного сопротивления  $R_{доб}$  выбирается значительно меньшей, чем в одноступенчатом регуляторе, и ее хватает только на то, чтобы держать напряжение генератора постоянным лишь до числа оборотов  $n_{ср}$  (рис. 31). Если число оборотов генератора колеблется между  $n_{min}$  и  $n_{ср}$ , то регулятор работает как одноступенчатый на первой паре контактов 1 и 2; вторая пара кон-

тактов остается все время разомкнутой. Если же число оборотов генератора превышает  $n_{ср}$ , то величины сопротивления  $R_{доб}$  уже не хватает, чтобы в нужной мере ограничить напряжение генератора; поэтому напряжение растет, и якорек генератора, притягиваясь дальше, начинает замыкать и размыкать вторую пару контактов 2 и 3, в то время как первая пара контактов остается постоянно разомкнутой. Напряжение генератора и в этом случае держится постоянным, но на несколько более высоком уровне, чем при работе на первой паре контактов. Таким образом, если число оборотов колеблется между  $n_{мин}$  и  $n_{ср}$ , то якорек работает на верхней паре контактов 1 и 2

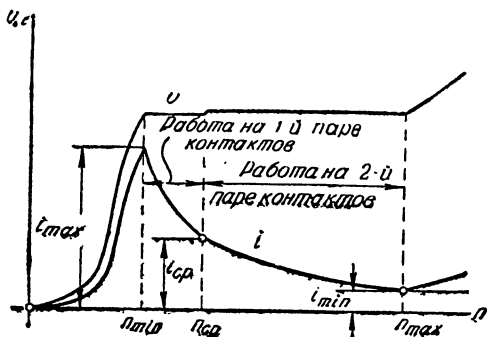


Рис. 31. Рабочие характеристики генератора с двухступенчатым регулятором напряжения

(первая ступень); если же число оборотов изменяется от  $n_{ср}$  до  $n_{max}$ , то якорек работает на нижней паре контактов 2 и 3 (вторая ступень).

При работе регулятора на второй ступени якорек должен притянуться к сердечнику ближе; поэтому переход с первой ступени на вторую сопровождается некоторым повышением напряжения, и на кривой  $U$  появляется ступенька, которая, однако, при хорошей конструкции регулятора почти незаметна.

В таком регуляторе верхний предел работы очень велик и теоретически (если не учитывать остаточный магнетизм генератора) равен бесконечности, так как при замыкании второй пары контактов ток возбуждения генератора снижается до нуля.

Поскольку величина добавочного сопротивления в двухступенчатом регуляторе значительно меньше, чем в одноступенчатом, искрение на первой паре контактов сильно уменьшится; на второй паре контактов искрение также будет незначительным, потому что эти контакты размыкают небольшой ток, проходящий через добавочное сопротивление.

Двухступенчатые регуляторы по конструкции и регулировке сложнее и менее надежны, чем одноступенчатые; поэтому их по возможности избегают. В последнее время в подавляющем большинстве случаев применяют одноступенчатые регуляторы.

**Классификация регуляторов по характеру регулирования.** Все электромагнитные регуляторы могут иметь различные характеристики в зависимости от способа включения основной намагничивающей обмотки  $O$ .

Регуляторы, изображенные на рис. 20 и 21, регулируют именно напряжение генератора, так как обмотка электромагнита  $O$  включена параллельно якорю генератора (такая обмотка назы-



вается шунтовой), и, следовательно, сила тока в ней зависит от напряжения между теми точками, к которым она приключена, т. е. от напряжения, развиваемого генератором. Притягивающая же сила электромагнита зависит от величины тока в его обмотке. Таким образом, в регуляторах с шунтовой основной намагничивающей обмоткой притягивающая сила электромагнита зависит от напряжения генератора, и регулятор реагирует на отклонение напряжения генератора от нормальной величины, поддерживая его постоянным.

Если же обмотку электромагнита включить последовательно в главную цепь, как показано на рис. 32 (такая обмотка называется последовательной или сериесной; она должна быть выполнена из проволоки большого сечения), то по ней пойдет весь ток, отдаваемый генератором во внешнюю цепь, и притягивающая сила электромагнита будет зависеть от этого тока. Следовательно, электромагнит будет притягивать якорек и размыкать контакты, когда ток генератора (а не напряжение) превзойдет нормальную величину. Таким образом, регулятор при замыкании и размыкании контактов с большой частотой поддерживает постоянство тока, отдаваемого генератором. Напряжение же генератора будет колебаться в широких пределах в зависимости от его нагрузки и числа оборотов.

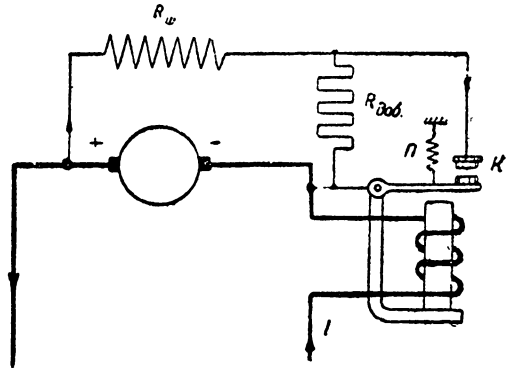


Рис. 32. Схема вибрационного регулятора, выполненная для регулировки на постоянство тока

стотой поддерживает постоянство тока, отдаваемого генератором. Напряжение же генератора будет колебаться в широких пределах в зависимости от его нагрузки и числа оборотов.

Для нормальной работы всех потребителей (ламп, аккумуляторной батареи, электромагнитов и электромоторов) требуется приблизительно постоянное напряжение. Поэтому в качестве основного прибора применяется регулятор напряжения (см. рис. 21). Регуляторы тока (рис. 32) самостоятельно не применяются, так как они напряжения не регулируют. Однако регулятор тока нередко применяется в качестве добавочного прибора, предохраняющего генератор от перегрузки, при наличии основного регулятора напряжения; в этом случае он называется ограничителем тока.

На рис. 33 дана схема соединений и внешняя характеристика<sup>1</sup> генератора с регулятором напряжения и ограничителем тока. Ограничитель тока отрегулирован на максимальный допустимый ток

<sup>1</sup> Внешняя характеристика — зависимость напряжения генератора от тока его нагрузки. Для автомобильных генераторов, снабженных регуляторами напряжения, внешняя характеристика может считаться неизменной при любом числе оборотов в пределах от  $n_{\min}$  до  $n_{\max}$ .

генератора. Пока этот ток не превосходит максимального значения, работает один регулятор напряжения, и напряжение генератора при любых оборотах держится постоянным в пределах от холостого хода до максимальной нагрузки. Если же ток генератора превышает максимальный предел, то начинает работать ограничитель тока, который снижает напряжение генератора таким образом, что отдаваемый им ток не превышает максимально допустимого. Регулятор напряжения в это время перестает работать, так как напряжение генератора падает ниже нормального. При такой системе регулировки генератор полностью защищен от перегрузки.

На рис. 33 каждый регулятор имеет свое отдельное добавочное сопротивление  $R_1$  и  $R_2$ . Можно ограничиться и одним общим добавочным сопротивлением (рис. 34), так как регулятор напряжения и ограничитель тока одновременно не работают и, следовательно, не могут мешать один другому. Однако при отдельных добавочных сопротивлениях искрение между контактами несколько уменьшается, и поэтому в последнее время большое распространение получили отдельные добавочные сопротивления (см. рис. 33).

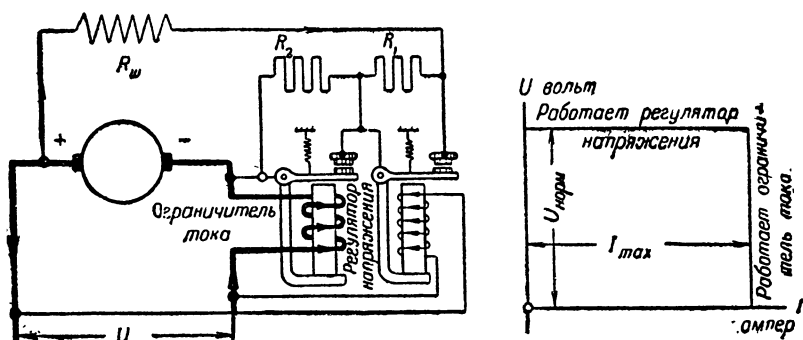


Рис. 33. Генератор с регулятором напряжения и ограничителем тока и его внешняя характеристика

Для автомобильных генераторов, которые должны не только питать потребители, но и заряжать аккумуляторные батареи, регулирование на постоянное напряжение оказывается неудовлетворительным. В случае такого регулирования батарея заряжается при постоянном напряжении (см. рис. 18, II), в результате чего чрезмерный ток в начале зарядки перегружает и перегревает генератор. Поэтому в автомобильных генераторах применение регуляторов напряжения с одной шунтовой обмоткой, осуществляющих регулирование на постоянное напряжение, возможно лишь при наличии добавочного ограничителя тока (см. рис. 33 и 34).

Регулятор напряжения, работающий без ограничителя тока, нужно видоизменить так, чтобы напряжение генератора не оставалось строго постоянным, а снижалось при увеличении тока; тогда

получится такой же эффект, как при зарядке с балластным сопротивлением (см. рис. 18, III), т. е. зарядный ток в начале зарядки значительно уменьшится, и перегрузки генератора не произойдет.

Чтобы снизить напряжение при увеличении тока, нужно намотать на сердечник регулятора, кроме основной обмотки  $O$ , небольшую серию обмотку  $C$  (рис. 35), так чтобы направление тока в обеих обмотках совпадало. Тогда намагничивание сердечника регулятора будет зависеть не только от напряжения, но и от тока ге-

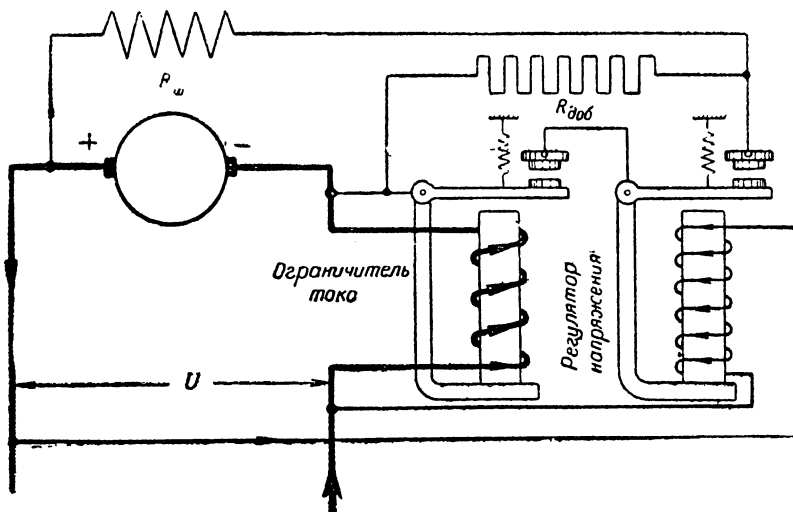


Рис. 34. Схема соединения регулятора напряжений и ограничителя тока при общем добавочном сопротивлении

нератора, и мы получим так называемое смешанное регулирование. В этом случае ампер-витки, при которых размыкаются контакты регулятора, будут равны

$$AW_{\text{разм}} = AW_0 + AW_c = U \frac{\omega_0}{r_0} + I\omega_c,$$

где  $\omega_0$  — число витков;

$r_0$  — сопротивление основной (шунтовой) обмотки  $O$ ;

$\omega_c$  — число витков серийной обмотки;

$U$  — напряжение;

$I$  — ток генератора.

Отсюда

$$U = \frac{r_0}{\omega_0} (AW_{\text{разм}} - I\omega_c).$$

Так как  $AW_{\text{разм}} = \text{const}$ , то напряжение генератора с увеличением его тока будет прямолинейно снижаться (рис. 36), причем наклон прямой зависит от числа витков  $\omega_c$  серийной обмотки.

Чтобы уменьшить зарядный ток в начале зарядки на необходимую величину, достаточно лишь немного снизить напряжение при увеличении тока. Поэтому число витков серийной обмотки  $w_c$  и наклон характеристики напряжения бывают небольшими (см. рис. 36). Таким образом, регулятор с серийной обмоткой (см. рис. 35) не теряет свойств регулятора напряжения, — он все же регулирует напряжение генератора, но последнее не остается строго постоянным, а немного снижается при увеличении тока.

В тех случаях, когда на автомобильный генератор, работающий параллельно с аккумуляторной батареей, ставится только один регулятор напряжения, его необходимо выполнять по схеме, приведенной на рис. 35.

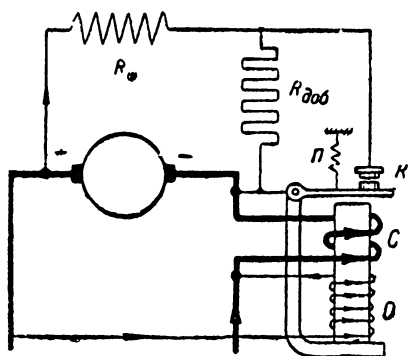


Рис. 35. Схема регулятора напряжения с серийной обмоткой

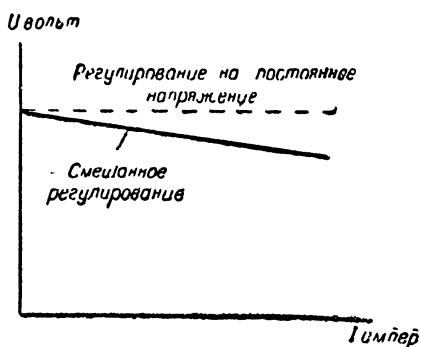


Рис. 36. Внешняя характеристика регулятора напряжения с серийной обмоткой (смешанное регулирование)

Таким образом, в зависимости от типа обмотки, намагничивающей сердечник, регуляторы могут обеспечивать:

- 1) регулирование на постоянное напряжение (регулятор имеет шунтовую обмотку и применяется только вместе с ограничителем тока; см. рис. 33 и 34);
- 2) регулирование на постоянную силу тока (регулятор имеет одну серийную обмотку и применяется только в качестве ограничителя тока при наличии основного регулятора напряжения);
- 3) смешанное регулирование (регулятор имеет основную шунтовую и добавочную серийную обмотки; он может применяться как самостоятельно, так и вместе с ограничителем тока; см. рис. 35).

Зависимость напряжения, поддерживаемого регулятором, от температуры. Напряжение, поддерживаемое регулятором с одной шунтовой обмоткой, равно

$$U = \frac{r_o}{w_o} = \text{const.}$$

Как следует из этой формулы, напряжение  $U$  пропорционально сопротивлению шунтовой обмотки  $r_0$ , которое мы считали постоянным.

Но сопротивление обмотки  $r_0$ , выполненной из медного провода, при нагреве ее на  $50^\circ\text{C}$  увеличивается на 20%; поэтому напряжение, поддерживаемое регулятором при его нагреве, будет возрастать пропорционально увеличению сопротивления обмотки. Чтобы уменьшить это вредное влияние температуры, последовательно с основной намагничивающей шунтовой обмоткой  $O$  включают большое добавочное сопротивление из материала, обладающего малым температурным коэффициентом (манганин, константан). Это добавочное сопротивление нередко наматывают на сердечник регулятора напряжения как продолжение основной обмотки.

**Параллельная работа генератора с аккумуляторной батареей.** В системе автомобильного электрооборудования генератор работает всегда параллельно с аккумуляторной батареей. Разберем самый распространенный случай, когда генератор снабжен регулятором напряжения с сервисной обмоткой (см. рис. 35).

При всех условиях

$$I_r = I_0 + I_n,$$

где  $I_r$  — ток генератора;

$I_0$  — ток батареи;

$I_n$  — ток нагрузки (потребителей).

При этом зарядный ток батареи мы будем считать положительным, а разрядный отрицательным.

Характеристика генератора — зависимость напряжения  $U_r$  от тока  $I_r$  — представит собой падающую прямую (рис. 37); напряжение же на зажимах батареи будет с увеличением зарядного тока повышаться, а с увеличением разрядного тока падать.

Если пренебречь падением напряжения в соединительных проводах, то во всех случаях напряжение генератора и напряжение на зажимах батареи должны быть равны, т. е.

$$U_r = U_0.$$

Поэтому, когда выключены все потребители (например, днем, когда заряжается только батарея), рабочий режим будет соответствовать точке пересечения характеристик генератора и батареи; в этом случае зарядный ток батареи равен току генератора (так как  $I_n = 0$ ) и в нашем примере составляет:  $I_0 = I_r = 12$  а при напряжении генератора  $U_r = 6,7$  в.

При включении нагрузки ток генератора увеличится, и его напряжение упадет, например, до 6,4 в. Теперь рабочий режим определится пересечением горизонтали 6,4 в с обеими характеристиками, что даст

$$I_r = 20 \text{ а}; \quad I_0 = 4 \text{ а},$$

Разность этих токов будет равна току включенной нагрузки

$$I_H = I_r - I_6 = 20 - 4 = 16 \text{ а.}$$

Если генератор перегрузить, то его напряжение упадет еще ниже, и ток батареи может стать разрядным. Например, при перегрузке, вызывающей снижение напряжения генератора до 5,8 в, получится

$$I_r = 31 \text{ а; } I_6 = -5 \text{ а; } I_H = I_r - I_6 = 31 - (-5) = 36 \text{ а.}$$

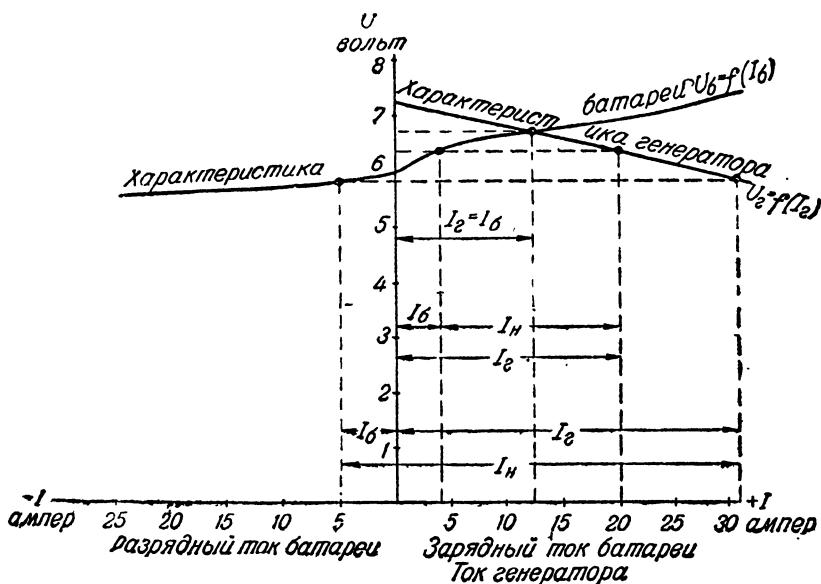


Рис. 37. Диаграмма параллельной работы генератора с аккумуляторной батареей

Следовательно, в этом случае батарея будет также разряжаться и совместно с генератором питать включенную нагрузку в 36 а. Подобный режим, т. е. разрядка батареи при параллельной работе с генератором, является ненормальным и в эксплуатации допускается лишь в случае кратковременной перегрузки генератора. В пределах же нормальной нагрузки генератора батарея не должна разряжаться. Поэтому наклон характеристики генератора, зависящий от числа витков серийной обмотки, должен быть таким, чтобы при полной нагрузке генератора ток батареи оставался положительным (т. е. зарядным).

Диаграмма (см. рис. 37) показывает, что при смешанном регулировании (регулятор с серийной обмоткой, см. рис. 35) зарядный ток батареи при включении потребителей снижается. Это является большим достоинством приведенной схемы, так как она позволяет лучше использовать мощность генератора днем и избежать его пе-

регрузки при езде ночью. Днем, когда почти все потребители, кроме батареи, выключены, зарядный ток велик, и аккумуляторная батарея заряжается интенсивно. При включении потребителей (например фар при езде ночью) зарядный ток снижается и нагрузка генератора увеличивается, но не на величину включенной нагрузки, а в меньшей степени. Таким образом, серийная обмотка регулятора, хотя и не предохраняет полностью генератор от перегрузки, но уменьшает ее вероятность и величину.

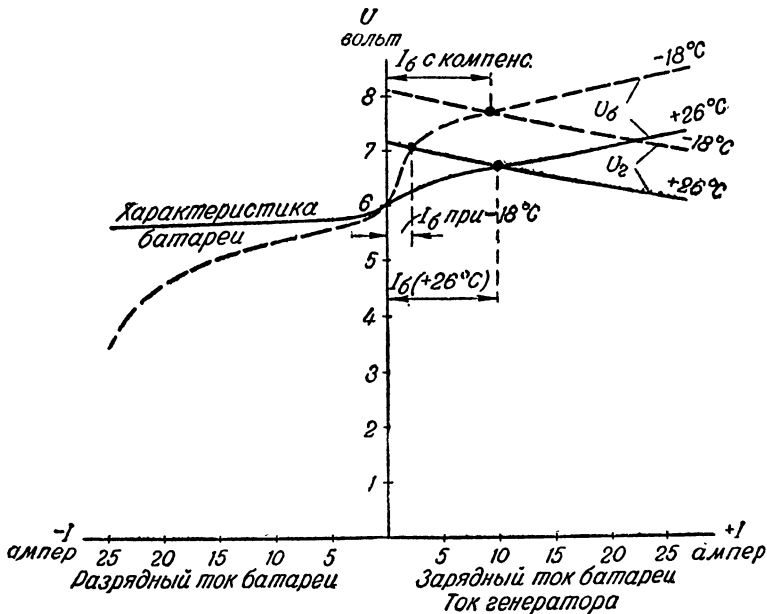


Рис. 88. Влияние температуры на характеристику батареи и величину зарядного тока

**Компенсация влияния температуры на зарядный ток.** Характеристика батареи, т. е. зависимость ее напряжения  $U_b$  от тока  $I_b$ , изменяется в зависимости от температуры; с понижением температуры напряжение на зажимах батареи при зарядке повышается. На рис. 38 приведены характеристики батареи для двух температур  $+26^\circ\text{C}$  (лето) и  $-18^\circ\text{C}$  (зима). Если напряжение, поддерживаемое регулятором, не зависит от температуры, то характеристика генератора будет занимать на диаграмме постоянное положение (сплошная прямая  $U_r$ ). В этом случае зарядный ток батареи с понижением температуры сильно уменьшится; в нашем примере он уменьшится от 10 а при  $+26^\circ\text{C}$  до 2 а при  $-18^\circ\text{C}$ . Таким образом, зимой, когда аккумуляторная батарея расходует максимальное количество электроэнергии (трудный запуск, продолжительная езда со светом), батарея заряжается слабо.

Для того чтобы увеличить зарядный ток при низкой температуре, нужно повысить напряжение, поддерживаемое регулятором. Соответствующим повышением напряжения зимой (пунктирная прямая) можно довести зарядный ток до первоначальной величины (в нашем примере до 9,5 а)

В современных конструкциях регуляторов применяется магнитный шунт, который при понижении температуры автоматически повышает напряжение, поддерживаемое регулятором.

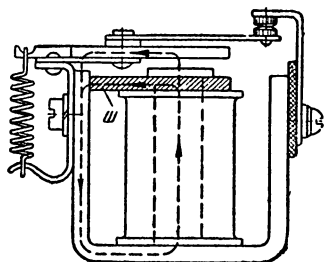


Рис. 39. Регулятор с компенсацией влияния температуры на зарядный ток посредством магнитного шунта

Магнитный шунт *Ш* (рис. 39) изготовляется из материала (сплав железа с 30,5% никеля), магнитное сопротивление которого при повышении температуры сверх определенного предела резко увеличивается. Вследствие этого летом, при высокой температуре, шунт будет почти немагнитным, и магнитный поток регулятора почти полностью замыкается через якорек.

Зимой, когда вследствие низкой температуры окружающего воздуха рабочая температура регулятора снижается, магнитное сопротивление шунта *Ш* уменьшается и часть магнитного потока сердечника замыкается по шунту. В результате этого магнитный поток, поступающий в якорек регулятора, а значит, и притяжение якорька сердечником уменьшаются: следовательно, размыкание контактов регулятора будет происходить при большем напряжении генератора.

Магнитный шунт применяется во многих современных автомобильных регуляторах напряжения.

## 10. Трехщеточный генератор

**Принцип работы трехщеточного генератора.** Трехщеточный генератор отличается от обычного шунтового тем, что один из концов обмотки возбуждения присоединен к отдельной дополнительной щетке, находящейся в пределах полюсной дуги (рис. 40). Таким образом, главная цепь — осветительная нагрузка и аккумуляторная батарея — присоединяется к главным щеткам генератора *A* и *B* (на схеме рис. 40 условно опущено реле обратного тока), а обмотка возбуждения включается между одной из главных щеток *A* и дополнительной третьей щеткой *b*. Такое изменение, превращающее обычный шунтовой генератор в трехщеточный, придает последнему свойство автоматически саморегулировать отдаваемый ток.

Работа трехщеточного генератора основана на явлении реакции якоря (искажения магнитного поля генератора под действием тока якоря).

Пусть генератор работает вхолостую (рис. 41, *a*), тогда в нем имеется только основной магнитный поток, создаваемый его полю-



сами. Этот основной магнитный поток проходит через якорь симметрично относительно вертикальной оси, и его силовые линии распределяются в воздушном зазоре под полюсами машины равномерно. Если силовые линии направлены сверху вниз и якорь вращается по часовой стрелке, то направление э. д. с., индуктированной в проводах якоря, в верхней половине будет направлено от нас, в нижней — к нам. В этом легко убедиться, если применить правило правой руки. Пока генератор работает вхолостую, тока в его проводах нет, и основное магнитное поле не искажено.

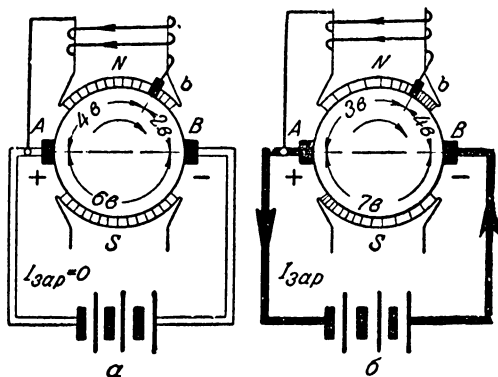


Рис. 40. Работа трехщеточного генератора  
 а — при холостом ходе; б — при нагрузке

Как только к генератору будет приключена нагрузка, э. д. с., индуктированная в проводах обмотки якоря, вызовет ток, так как цепь якоря замкнута. Ток, проходящий по проводам обмотки якоря, образует около них магнитное поле реакции якоря или просто магнитное поле якоря, изображенное отдельно на рис. 41, б. Величина магнитного поля якоря

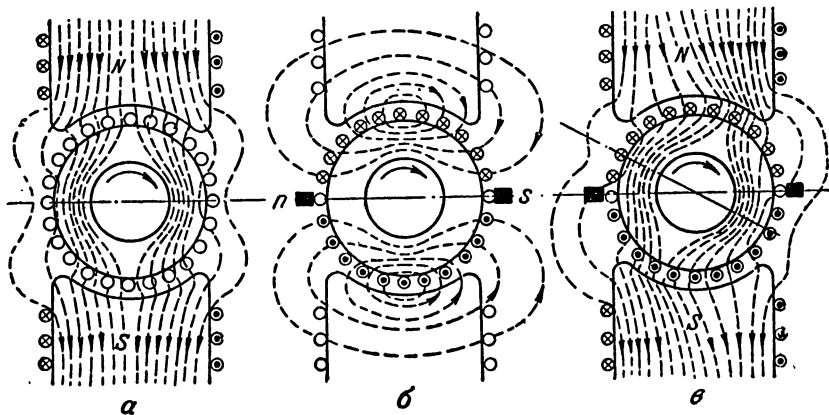


Рис. 41. Реакция якоря:  
 а — основной магнитный поток; б — магнитный поток якоря; в — суммарный магнитный поток

зависит от силы тока, отдаваемого генератором: с увеличением тока генератора магнитное поле якоря усиливается. Таким образом, при нагрузке в генераторе будет два магнитных поля: основное, создаваемое полюсами (магнитный поток возбуждения), и поле якоря,

создаваемое самим якорем (магнитный поток якоря). Эти два магнитных поля, занимающие одно и то же пространство, образуют результирующее (суммарное) магнитное поле (рис. 41, в). Нам больше всего интересуют распределение силовых линий под полюсами генератора, так как оно влияет на индуцируемую в проводах якоря э. д. с. Из рис. 41 видно, что под «набегающим» краем полюса силовые линии основного поля и поля якоря направлены навстречу друг другу, и, следовательно, в этом месте магнитное поле ослаблено; под противоположным «сбегающим» краем полюса, наоборот, поле якоря усиливает основное магнитное поле, и плотность силовых линий в этом месте возрастает. В результате происходит искажение магнитного поля под полюсами генератора: силовые линии смещаются в направлении вращения якоря и под полюсами распределяются неравномерно, а в сердечнике якоря проходят несимметрично (под углом к вертикальной оси). Описанное явление и называется реакцией якоря.

Пусть теперь трехщеточный генератор, подключенный к аккумуляторной батарее (см. рис. 40), работает при таком числе оборотов, что его э. д. с. в точности равна э. д. с. батареи. Тогда тока в цепи нет, и генератор работает вхолостую.

В этом случае искажения магнитного поля нет, и силовые линии под полюсами распределяются равномерно (см. рис. 40, а). Наводимая в проводах обмотки якоря э. д. с. зависит от величины магнитной индукции (плотности силовых линий магнитного поля) в том месте, где перемещается данный провод. При равномерном распределении силовых линий под полюсами э. д. с., наводимая в отдельных проводах, одинакова; поэтому напряжение между любыми двумя соседними коллекторными пластинами также одинаково, и напряжение генератора распределяется по коллектору равномерно. Если, следовательно, между главными щетками (т. е. на дуге  $180^\circ$ ) напряжение равно  $6 \text{ в}$ , то между главной и вспомогательной щетками (на дуге  $120^\circ$ ) напряжение равно примерно  $4 \text{ в}$ .

Пусть теперь число оборотов генератора возрастет; тогда его напряжение также стремится возрасти. Но зарядный ток равен

$$I_0 = \frac{U_r - E}{R_0},$$

где  $U_r$  — напряжение генератора;

$E$  — э. д. с. батареи;

$R_0$  — сопротивление цепи батареи, имеющее малую величину;

поэтому малейшее увеличение напряжения генератора сверх э. д. с. аккумуляторной батареи сопровождается резким возрастанием зарядного тока, а следовательно, и нагрузки генератора.

Вследствие реакции якоря в генераторе произойдет искажение магнитного поля, и число силовых линий на дуге  $Ab$  (между главной и вспомогательной щетками) уменьшится, так как часть их передвинется направо и расположится в пределах дуги  $bB$  (см. рис. 40, б). Поэтому напряжение между главной и вспомога-

тельной щетками понизится, что вызовет уменьшение тока возбуждения и основного магнитного потока генератора. В результате, несмотря на возрастание числа оборотов, напряжение генератора почти не увеличится. Чем больше число оборотов, тем выше стремятся возрасти напряжение генератора и зарядный ток батареи, и тем больше, следовательно, будет искажение магнитного поля и связанный с ним регулирующий эффект.

Поскольку здесь регулирующий эффект вызывается искажением магнитного поля, то он пропорционален току, отдаваемому генератором. Поэтому в данном случае, по сути дела, регулируется не напряжение, а ток. Если, например, ток возрастает сверх нормального, то увеличившееся искажение магнитного поля уменьшит напряжение на дуге  $Ab$ ; поэтому ток возбуждения уменьшится, а это в свою очередь вызовет такое понижение напряжения, что ток генератора снизится до нормального значения.

Таким образом, трехщеточный генератор по своим свойствам подобен генератору с регулятором тока (см. рис. 32).

Напряжение трехщеточного генератора поддерживается близким к нормальной величине только в том случае, если генератор работает параллельно с аккумуляторной батареей, так как при этом небольшое возрастание напряжения генератора сопровождается резким увеличением тока, потребляемого батареей, и, следовательно, регулирующий эффект будет значительный. Математически это можно доказать следующим образом. Поскольку зарядный ток  $I_6$  равен

$$I_6 = \frac{U_r - E}{R_6},$$

напряжение генератора будет составлять

$$U_r = E + I_6 R_6.$$

При малой величине внутреннего сопротивления батареи  $R_6$  произведение  $I_6 R_6$  мало, и напряжение генератора незначительно отличается от величины э. д. с. батареи  $E$ .

**Характеристики трехщеточного генератора.** На рис. 42 приведены характеристики трехщеточного генератора, работающего только на одну аккумуляторную батарею (так же, как на рис. 40). Такая работа генератора приблизительно соответствует работе его при дневной эксплуатации автомобиля, так как незначительным током, потребляемым системой батарейного зажигания, можно пренебречь. Ток генератора  $I_r$  равен в данном случае зарядному току батареи  $I_6$ , т. е. весь ток генератора идет целиком на зарядку батареи. Из кривых видно, что с увеличением числа оборотов ток возбуждения  $i$  падает, а ток генератора  $I_r$  сначала растет до некоторого максимума, а затем также падает. Напряжение на зажи-

мах генератора  $U_r$  равно

$$U_r = E + I_6 R_6,$$

где  $I_6$  — ток батареи, положительный при ее зарядке и отрицательный при разрядке.

Отсюда следует, что кривая напряжения  $U_r$  всегда повторяет по форме кривую тока батареи  $I_6$  в уменьшенном масштабе. Так как сопротивление батареи  $R_6$  мало, то напряжение генератора  $U_r$  будет мало отличаться от э. д. с. батареи  $E$ . Реле обратного тока

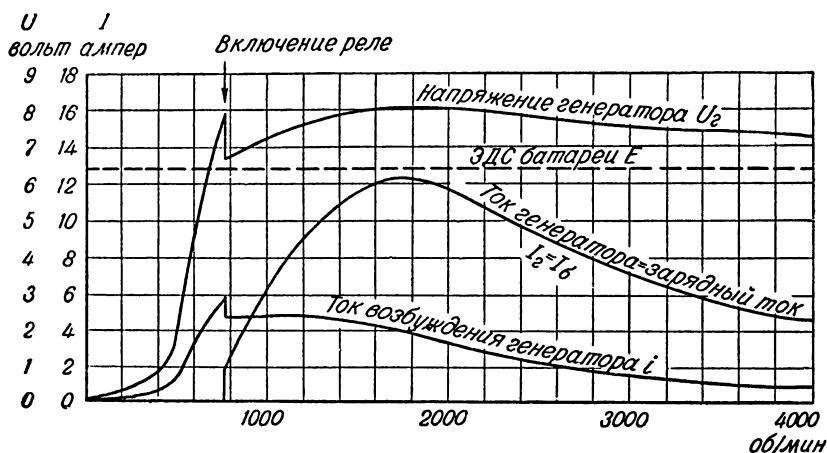


Рис. 42. Характеристики трехщеточного генератора, работающего на аккумуляторную батарею

(см. ниже) приключит генератор к батарее только тогда, когда его напряжение превысит э. д. с. батареи; момент включения реле характеризуется скачком напряжения.

На рис. 43 изображены характеристики того же трехщеточного генератора, работающего на аккумуляторную батарею и нагрузку с сопротивлением  $R_n = 0,75 \Omega$ , включенные параллельно. Характеристики сняты при том же положении третьей щетки, что и на рис. 42. Характеристики при нормальной нагрузке  $R_n = 0,75 \Omega$  изображены сплошными линиями; они типичны для ночной эксплуатации автомобиля. Из сравнения кривых на рис. 42 и 43 видно, что при включении нагрузки максимальный ток генератора снижается с  $I_r = 12,3 \text{ а}$  до  $I_r = 11,2 \text{ а}$ , т. е. лишь на 10%; поэтому в первом приближении можно считать, что ток генератора не зависит от величины нагрузки (от мощности включенных потребителей), т. е. он одинаков при дневной и ночной эксплуатации автомобиля. До включения реле включенные потребители получают электрическую энергию от батареи. После включения реле ток генератора делится между нагрузкой и батареей; следовательно, ток батареи можно по-

лучить, вычитая ток нагрузки из кривой тока генератора. Таким образом, зарядный ток батареи уменьшается приблизительно на величину тока включенной нагрузки. Напряжение генератора, равное

$$U_r = E + I_6 R_6,$$

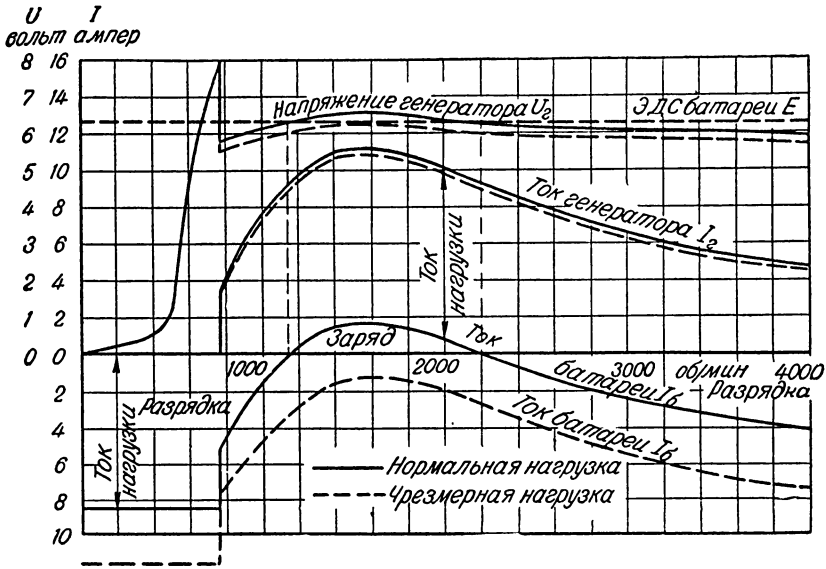


Рис. 43. Характеристики трехщеточного генератора, работающего на аккумуляторную батарею и нагрузку

теперь держится ниже, так как ток батареи уменьшился и в некоторых местах (см. рис. 43) стал разрядным (отрицательным). Батарея заряжается лишь в пределах  $n = 1150—2200$  об/мин; на остальном диапазоне она разряжается, питая вместе с генератором включенные потребители. При чрезмерной величине включенной нагрузки ток батареи на всем диапазоне может быть разрядным (пунктир на рис. 43).

Снижение тока генератора при увеличении нагрузки можно физически объяснить тем, что при увеличении нагрузки уменьшается зарядный ток, а значит, и напряжение генератора. Это вызывает уменьшение тока возбуждения и основного магнитного потока генератора, что в свою очередь дает некоторое дополнительное снижение напряжения, а следовательно, и тока  $I_r$ , отдаваемого генератором.

Регулировка тока, отдаваемого генератором. Если требуется увеличить ток, отдаваемый генератором (например для улучшения зарядки батареи), то нужно передвинуть третью щетку несколько вперед по вращению и закрепить ее в новом положении. Благодаря этому увеличится дуга  $Ab$  (см. рис. 40),

а следовательно, и напряжение между щетками *A* и *b*; в результате возрастут ток возбуждения и напряжение между главными щетками, а вместе с последним и ток, отдаваемый генератором. Для уменьшения тока, отдаваемого генератором, нужно передвинуть третью щетку в обратном направлении, т. е. против вращения.

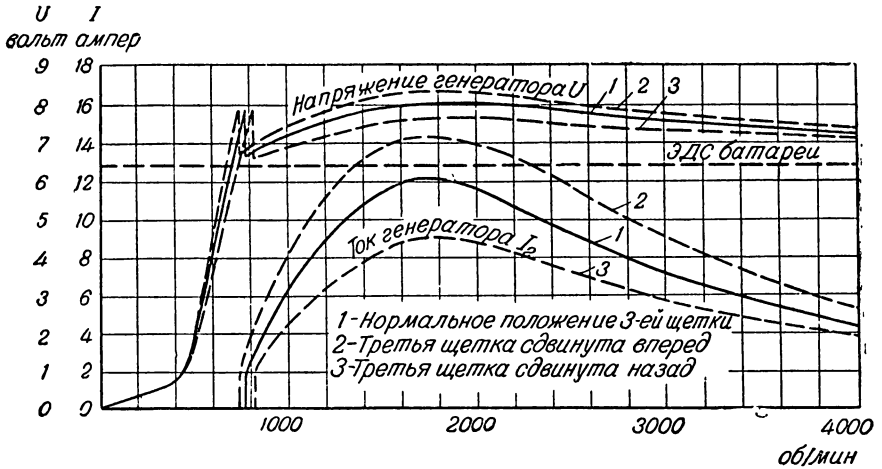


Рис. 44. Зависимость тока и напряжения трехщеточного генератора от положения третьей щетки

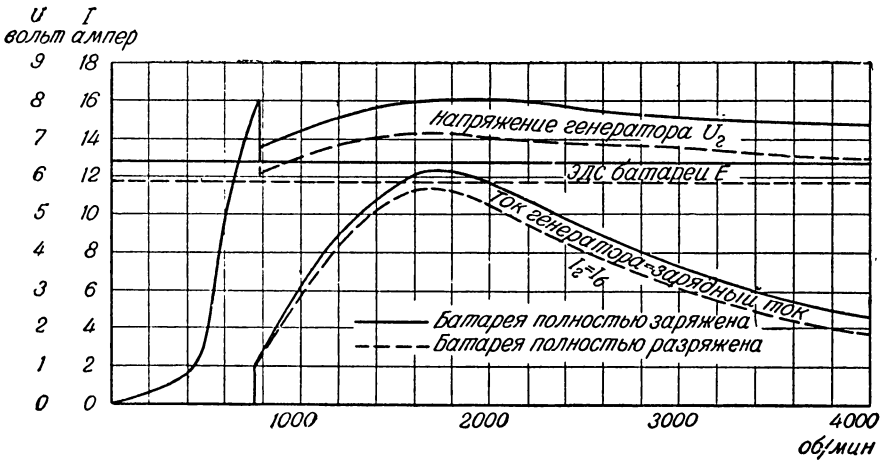


Рис. 45. Характеристики трехщеточного генератора, работающего на заряженную и разряженную батарею

На рис. 44 показаны ток и напряжение трехщеточного генератора при разных положениях третьей щетки. Указываемые в руководствах и инструкциях величины зарядного тока относятся к максимальному значению кривых; поэтому при установке величины за-

рядного тока перемещением третьей щетки нужно дать генератору такие обороты, чтобы отдаваемый им ток был максимальным.

Зависимость характеристик трехщеточного генератора от состояния батареи. Теория показывает, что ток трехщеточного генератора пропорционален э. д. с. батареи  $E$ , а так как эта э. д. с. зависит от степени заряженности батареи, то и ток генератора с увеличением степени ее зарядки будет возрастать (рис. 45). Увеличение тока генератора вызывает увеличение зарядного тока батареи и напряжения генератора по формуле

$$U_r = E + I_g R_g,$$

Так как при этом э. д. с. батареи  $E$  также возрастает, то напряжение генератора по мере зарядки батареи будет увеличиваться в процентном отношении значительно больше, чем ток генератора.

Описанное явление происходит главным образом в конце зарядки, когда в связи с «кипением» аккумуляторной батареи ее э. д. с. резко повышается. Следовательно, в эксплуатации наибольшее повышение тока и напряжения генератора наблюдается при езде днем с полностью заряженной батареей, поскольку в этом случае зарядный ток, равный току генератора, достигает наивысшего значения. В этих условиях ток генератора поднимается выше нормы на 10—15%, а его напряжение доходит до 8—8,5 в вместо нормальных 6—6,5 в (см. рис. 45). Батарея интенсивно перезаряжается, а напряжение в сети держится ненормально высоким. В остальных случаях, когда «кипения» в аккумуляторной батарее нет, изменение ее э. д. с., а следовательно, тока и напряжения генератора невелико. При эксплуатации ночью зарядный ток батареи мал; на остановках батарея разряжается; в этих условиях даже в полностью заряженной батарее интенсивного «кипения» не возникает, и повышение тока и напряжения генератора будет небольшим.

Физически возрастание тока генератора при увеличении э. д. с. батареи объясняется так же, как и в предыдущем случае: при увеличении э. д. с.  $E$  батареи растет напряжение генератора  $U_r$ , которое должно превышать  $E$  на величину  $I_g R_g$ ; с возрастанием напряжения генератора увеличивается напряжение между щетками  $A$  и  $b$ , а следовательно, и ток возбуждения, что вызывает добавочное повышение напряжения и тока генератора.

Таким образом, величина отдаваемого генератором тока  $I_r$  зависит от положения третьей щетки (увеличивается с увеличением сдвига третьей щетки вперед по направлению вращения и наоборот); она прямо пропорциональна э. д. с. батареи  $E$ . Наконец, она почти не зависит от включенной нагрузки, а лишь слегка снижается при увеличении ее.

Условия нормальной работы трехщеточного генератора. В результате реакции якоря силовые линии смещаются по направлению вращения генератора (см. рис. 40). Поэтому третья щетка должна быть расположена впереди (по направ-

влению вращения) той из главных щеток, к которой присоединен второй конец обмотки возбуждения, и не должна выходить за пределы дуги, охватываемой полюсным наконечником. Следовательно, при изменении направления вращения трехщеточного генератора необходимо переставить третью щетку в новое положение и пересоединить второй конец обмотки возбуждения к другой главной щетке (рис. 46); в противном случае генератор работать не будет.

В предыдущих выводах мы пренебрегали сопротивлением соединительных проводов; если же этого сделать нельзя, то в величину  $R_6$  должно включаться также и сопротивление проводов между генератором и батареей. При увеличении сопротивления цепи батареи  $R_6$  сверх нормального, что может произойти вследствие неисправности батареи (сульфатация) и проводов (плохие контакты в цепи), напряжение трехщеточного генератора, равное

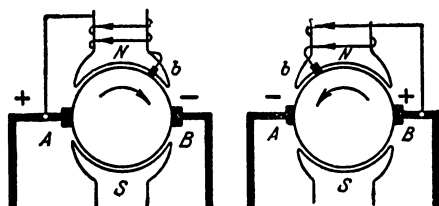


Рис. 46. Включение обмотки возбуждения в зависимости от направления вращения трехщеточного генератора; обмотка возбуждения условно показана лишь на одном из полюсов

ности батареи (сульфатация) и проводов (плохие контакты в цепи), напряжение трехщеточного генератора, равное

$$U_r = E + I_r R_6,$$

возрастает настолько, что лампы и другие потребители могут сгореть. Поэтому при трехщеточном генераторе необходимо тщательно следить за чистотой и надежностью контактов проводов, соединяющих генератор

с аккумуляторной батареей, и за исправностью самой батареи.

Приблизительное постоянство напряжения трехщеточного генератора возможно только при параллельной работе его с аккумуляторной батареей; поэтому трехщеточный генератор может работать лишь вместе с аккумуляторной батареей.

Действительно, когда к генератору приключена аккумуляторная батарея, то даже очень небольшое возрастание напряжения генератора вызывает резкое увеличение зарядного тока и, следовательно, регулирующего эффекта. При малой величине сопротивления батареи  $R_6$  напряжение генератора будет немного отличаться от э. д. с. батареи, т. е. практически будет постоянным. Если же вместо аккумуляторной батареи к генератору приключить простое сопротивление (лампы и пр.), то в этом случае напряжение генератора и отдаваемый им ток будут связаны законом Ома ( $U_r = I_r R_n$ , где  $R_n$  — сопротивление внешней цепи, т. е. нагрузки), и напряжение генератора будет изменяться пропорционально изменению сопротивления внешней цепи, так как генератор регулируется на приблизительно постоянную силу тока ( $I_r = \text{const}$ ). Это значит, что при включении, например, фар напряжение падает настолько, что лампы горят с недокалом; при выключении же части



нагрузки напряжение, наоборот, повышается, и оставшиеся лампы горят с перекалом и могут перегореть.

Особенно опасен обрыв провода, идущего к аккумуляторной батарее (соответствует  $R_6 = \infty$ ), при дневной езде, так как в этом случае генератор будет работать почти вхолостую, искажение магнитного поля, а следовательно, и регулирующий эффект исчезнут, и напряжение генератора поднимется настолько (до 30—40 в), что он сам и подключенные к нему потребители (катушка зажигания) сгорят. Чтобы предупредить эти повреждения, в цепь обмотки возбуждения иногда включают предохранитель. Тогда при чрезмерном повышении напряжения генератора ток возбуждения также сильно возрастет, предохранитель расплавится и, разорвав цепь возбуждения, снизит напряжение генератора почти до нуля.

### 11. Сравнение генераторов, имеющих регулятор напряжения, с трехщеточными генераторами

Генераторы обоих видов можно сравнить между собой по следующим признакам:

**Стоимость изготовления и простота конструкции генератора.** Трехщеточный генератор проще и дешевле: в нем нет наиболее сложной части — автоматического регулятора напряжения.

**Надежность работы.** Трехщеточный генератор надежнее в работе, чем генератор с регулятором напряжения. В последнем слабым местом являются контакты, поэтому надежность работы регулятора определяется надежностью работы его контактов. Однако надежность работы всей системы с трехщеточным генератором целиком зависит от исправности аккумуляторной батареи и проводки, в то время как для генератора с регулятором напряжения исправность батареи не играет такой роли. Ввиду этого надежность работы обеих систем приблизительно одинакова.

**Зарядный режим аккумуляторной батареи.** В этом отношении система с регулятором напряжения имеет безусловное преимущество. Зарядный ток в ней автоматически снижается к концу зарядки (см. рис. 18, II и III), что соответствует одному из важнейших условий правильной эксплуатации батарей и повышает срок ее службы.

В трехщеточном генераторе, наоборот, зарядный ток несколько увеличивается к концу зарядки батареи (см. рис. 45), и в случае применения трехщеточного генератора вполне заряженная аккумуляторная батарея перезаряжается чрезмерным током, вызывающим сильное газообразование («кипение») и, следовательно, разрушение пластин. Кроме того, трехщеточный генератор нельзя отрегулировать так, чтобы зарядный ток имел нужную величину при езде днем и ночью. Для обеспечения хорошей зарядки батареи при ночной езде необходимо увеличить ток, отдаваемый генератором, переместив третью щетку вперед по направлению вращения. В этом

случае днем, когда нагрузка выключена, зарядный ток возрастет на величину тока выключенной нагрузки, и аккумуляторная батарея будет заряжаться чрезмерным током.

Если же, передвинув третью щетку назад, установить умеренный зарядный ток при езде днем, то ночью, при включении осветительной нагрузки, зарядный ток слишком уменьшится и может стать даже разрядным; в результате при езде ночью батарея будет разряжаться.

Для достижения нормального зарядного режима батареи следовало бы днем уменьшать, а ночью увеличивать ток, отдаваемый генератором, путем соответствующего перемещения третьей щетки. Однако такое перемещение третьей щетки два раза в сутки практически невозможно, и ее приходится ставить в некоторое среднее положение. Тогда аккумуляторная батарея при езде днем заряжается умеренным зарядным током, а при езде ночью несколько разряжается. Если автомобиль эксплуатируется регулярно и соотношение числа часов езды днем и ночью остается более или менее постоянным, то можно подобрать такое положение третьей щетки, чтобы при езде днем генератор успевал пополнить количество электрической энергии, израсходованное аккумуляторной батареей при езде ночью. В случае нерегулярной езды невозможно отрегулировать положение третьей щетки наиболее выгодным образом, и батарея будет то слишком разряжаться, то подвергаться чрезмерной перезарядке. В генераторе с регулятором напряжения, наоборот, можно отрегулировать регулятор так, чтобы при езде днем и ночью была обеспечена достаточная зарядка аккумуляторной батареи. Поэтому даже при нерегулярной эксплуатации автомобиля батарея будет работать в благоприятных условиях.

Из сказанного выше следует, что аккумуляторная батарея, работающая совместно с трехщеточным генератором, находится в более тяжелых условиях и быстрее выходит из строя.

Изменение зарядного тока в зависимости от числа оборотов. В этом отношении генератор с регулятором напряжения также имеет безусловное преимущество, так как напряжение, поддерживаемое регулятором, а следовательно, и зарядный ток батарей остаются постоянными на всем диапазоне изменения числа оборотов от минимальной до максимальной величины.

В трехщеточном же генераторе, как показывают характеристики, приведенные на рис. 42 и 43, зарядный ток резко меняется с изменением числа оборотов, а при нагрузке, соответствующей езде ночью, на малых и больших оборотах большей частью бывает разрядным.

Несмотря на недостатки, трехщеточный генератор до 1930 года, когда мощность автомобильных генераторов была мала, широко применялся благодаря своей простой конструкции и невысокой стоимости. Это объясняется тем, что при малой мощности генератора и относительно большой емкости аккумуляторной батареи с недостатками трехщеточной системы можно было мириться.

Действительно, максимально допустимый зарядный ток приблизительно равен

$$I_6 = \frac{1}{5} Q_N.$$

$Q_N$  — номинальная емкость батареи (при 10-часовой разрядке).

При езде днем, когда аккумуляторная батарея является почти единственным потребителем тока (катушка зажигания потребляет лишь 0,5—1 а), можно считать, что весь ток трехщеточного генератора идет на зарядку батареи. Поэтому, чтобы батарея не заряжалась чрезмерным током, ток генератора не должен превышать

$$I_r = I_6 = \frac{1}{5} Q_N.$$

Следовательно, мощность генератора при напряжении 6 в (трехщеточные генераторы, за редкими исключениями, изготавливаются 6-вольтовыми) должна быть не выше

$$P = UI_r = 6 \cdot \frac{1}{5} Q_N = 1,2 Q_N.$$

Таким образом, пока мощность генератора, выраженная в ваттах, численно превышает емкость батареи не больше, чем на 20%, последняя заряжается током допустимой величины, и трехщеточная система работоспособна. С остальными недостатками трехщеточного генератора (невозможность работы без аккумуляторной батареи и неудовлетворительный зарядный режим последней) можно было примириться, учитывая его простоту и малую стоимость.

После 1930 года, когда все механизмы и агрегаты автомобиля были в основном отработаны, внимание конструкторов было обращено на увеличение удобств и скорости движения. Значительно увеличилось количество и мощность потребителей, устанавливаемых на автомобиле, что потребовало увеличения мощности генератора, в то время как емкость аккумуляторной батареи, зависящая от мощности стартера, а следовательно, от литража двигателя, практически оставалась прежней. Кроме того, расширился диапазон изменения скорости автомобиля на прямой передаче, что потребовало автоматического регулирования напряжения в более широких пределах изменения числа оборотов. Так, в 1930 году на автомобиле ГАЗ мощность генератора была 80 вт, емкость батареи 70 а-ч, и скорость автомобиля на прямой передаче могла меняться от 18 до 90 км/час, что давало диапазон изменения числа оборотов генератора 1:5. В этих условиях трехщеточный генератор был вполне работоспособен и его широкое применение было вполне оправдано. С 1940 года на типовом автомобиле мощность генератора возросла до 200—250 вт, а емкость батареи до 84—112 а-ч. Диапазон изменения скорости на прямой передаче также расширился и достиг 1:8 (от 15 до 120 км/час). Мощность генератора стала превышать емкость батареи более чем вдвое, и зарядный ток в случае применения трехщеточного генератора был бы при езде

днем слишком велик. Поэтому при таких соотношениях мощности генератора и емкости батареи трехщеточная система оказалась неудовлетворительной, и пришлось перейти на генераторы с регулятором напряжения.

Таким образом, начиная с 1930 года, трехщеточный генератор постепенно уступал место генератору с регулятором напряжения. В этот период предпринимались попытки улучшить характеристики трехщеточного генератора и сделать его применимым при больших мощностях.

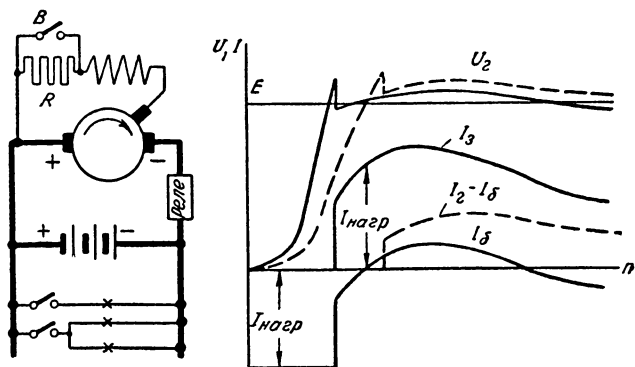


Рис. 47. Схема и характеристики трехщеточного генератора с добавочным сопротивлением в цепи возбуждения

Основной недостаток трехщеточного генератора заключается в том, что он регулируется на постоянство тока и поэтому днем дает такую же силу тока, как и ночью, в результате чего днем батарея заряжается чрезмерным током. Для устранения этого недостатка необходимо, чтобы при езде днем ток, отдаваемый трехщеточным генератором, автоматически уменьшался. Для ограничения тока генератора, а следовательно, и зарядного тока батареи, при езде днем последовательно с обмоткой возбуждения генератора включается добавочное сопротивление  $R$  (рис. 47). При езде ночью сопротивление  $R$  замыкается накоротко выключателем  $B$ ; поэтому генератор отдает полную мощность, обеспечивая достаточный зарядный ток батареи (сплошные кривые на рис. 47). При езде днем выключатель  $B$  размыкается, и сопротивление  $R$ , введенное в цепь возбуждения генератора, снижает отдаваемый генератором ток, вследствие чего перезаряд батареи предотвращается (пунктирные кривые на рис. 47).

Выключатель  $B$  связан с переключателем света так, что при включении фар одновременно закорачивается добавочное сопротивление. Если же на автомобиле имеются значительной мощности потребители электрической энергии, которые могут включаться днем (радио, отопление), то вместо выключателя  $B$  применяют добавочное реле с одной серийной обмоткой, включенной в цепь по-

требителей. Это реле замыкает накоротко сопротивление  $R$ , как только ток потребителей превысит определенную величину.

Трехщеточные генераторы с таким добавочным приспособлением некоторое время конкурировали с генераторами, снабженными регуляторами напряжения. Однако при понижении тока такого генератора (пунктир на рис. 47) значительно повышается число оборотов, при котором генератор начинает отдавать ток и заряжать батарею; поэтому в условиях городской езды на малой скорости днем аккумуляторная батарея заряжается недостаточно. По этой причине трехщеточные генераторы с добавочными приспособлениями не смогли удовлетворить требованиям эксплуатации и были почти полностью вытеснены генераторами с регулятором напряжения.

В настоящее время трехщеточные генераторы применяются только на грузовых автомобилях старых типов и на малолитражных легковых автомобилях «Москвич».

## 12. Реле обратного тока и контроль зарядки аккумуляторной батареи

Обычно все автомобильные генераторы работают совместно с аккумуляторной батареей. Пока генератор вращается и развивает э. д. с., работа происходит нормально, и батарея заряжается. Величина зарядного тока, равная

$$I_6 = \frac{U_r - E}{R_6},$$

зависит от регулировки пружины регулятора напряжения (в генераторах с вибрационным регулятором напряжения) или от положения третьей щетки (в трехщеточных генераторах). Если при остановке двигателя генератор перестанет вращаться и развивать э. д. с., то батарея начнет разряжаться через обмотки генератора. Сила разрядного тока при этом будет равна

$$I = \frac{E}{R},$$

где  $R$  — полное сопротивление цепи генератор — аккумуляторная батарея. Так как сопротивление  $R$  (обмотка якоря генератора, соединительные провода и внутреннее сопротивление батареи) мало, то ток, протекающий через генератор, будет в несколько раз выше нормального. Чрезмерный ток приводит к сильной разрядке батареи и может стать причиной сгорания генератора.

Во избежание этого необходимо при каждой остановке отключать аккумуляторную батарею от генератора. Для этого применяется автоматический электромагнитный выключатель, называемый реле обратного тока, или (сокращенно) реле.

Реле обратного тока устроено следующим образом (рис. 48). На сердечнике электромагнита намотаны две обмотки: шунтовая (тонкая)  $Ш$ , включенная параллельно щеткам, т. е. на полное напря-

жение генератора, и серийная  $C$ , включенная последовательно в главную цепь. Против сердечника расположен якорек с подвижным контактом. Пружина оттягивает якорек, удерживая контакты  $K$  разомкнутыми.

Когда генератор неподвижен, сердечник реле не намагничен, поэтому контакты  $K$  разомкнуты, т. е. генератор отключен от аккумуляторной батареи. Если генератор начнет работать, на его щетках появится напряжение, которое создаст ток в шунтовой обмотке  $Ш$  реле. Сердечник реле намагнитится и будет притягивать якорек.

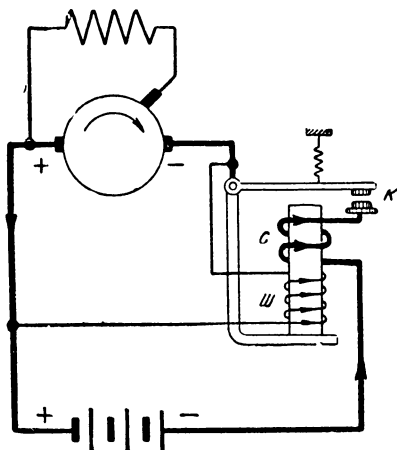


Рис. 48. Схема реле обратного тока

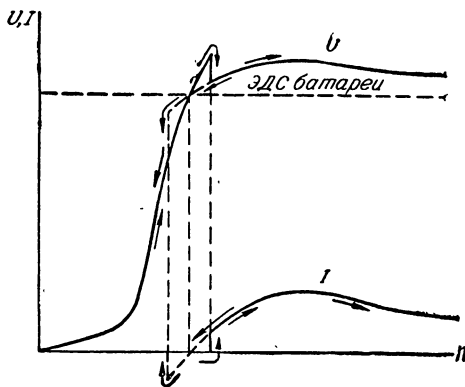


Рис. 49. Характеристики замыкания и размыкания реле обратного тока

Когда напряжение генератора несколько превысит нормальную величину, притягивающая сила сердечника преодолет сопротивление пружины, и контакты реле замкнутся; тем самым генератор будет подключен к аккумуляторной батарее и начнет ее заряжать. Когда генератор дает зарядный ток, обе обмотки намагничивают сердечник, и якорек удерживается в замкнутом состоянии их совместным усилием.

Если генератор остановится или его число оборотов настолько уменьшится, что напряжение генератора станет ниже э. д. с. аккумуляторной батареи, то направление тока в главной цепи изменится на обратное (разрядный ток); в шунтовой же обмотке  $Ш$  реле направление тока останется прежним, так как полярность генератора не изменилась. В таком случае серийная (толстая) обмотка уже не помогает шунтовой (тонкой), а противодействует ей, размагничивая сердечник. Чем больше величина разрядного тока, тем сильнее размагнитится сердечник реле и тем слабее он будет удерживать якорек. При некотором значении разрядного тока размагнитенный сердечник уже не сможет удержать якорек, и пружина разомкнет контакты реле, отключив генератор от батареи.

На рис. 49 показано изменение напряжения и тока генератора при замыкании (сплошные линии) и размыкании реле (пунктир). При замыкании реле ток скачком поднимается до некоторой величины, а напряжение генератора несколько падает. При размыкании реле также получается скачкообразное изменение тока и напряжения генератора.

Таким образом, реле замыкается под действием шунтовой (тонкой) обмотки при некотором напряжении замыкания.

Размыкается реле вследствие размагничивающего действия серийной (толстой) обмотки при некотором значении обратного (разрядного) тока.

Реле является необходимой принадлежностью каждого автомобильного генератора.

**Контроль зарядки аккумуляторной батареи.** Наиболее наглядным показателем исправности и правильности регулировки всей системы электрооборудования является нормальная величина зарядного тока аккумуляторной батареи. Поэтому обычно наблюдение за исправностью всей системы электрооборудования при езде сводится к контролю зарядного режима аккумуляторной батареи. Для этой цели применяют амперметр или контрольную лампу.

Амперметр включают последовательно с аккумуляторной батареей (см. рис. 1) так, чтобы через него проходил только зарядный или разрядный ток батареи (за исключением тока стартера и звукового сигнала). Амперметр обычно имеет двустороннюю шкалу с нулем посередине; при зарядке батареи стрелка отклоняется вправо. Такой амперметр позволяет водителю все время следить за зарядным током аккумуляторной батареи, проверять ток, потребляемый лампами и фарами, включая их на стоянке, и наблюдать за включением и выключением реле. Амперметр безусловно необходим в системе с трехщеточным генератором для контроля правильности установки третьей щетки.

Контрольная лампа имеет глазок из красного стекла. Лампа включается параллельно контактам реле (рис. 50) и монтируется на панели приборов, помещенной перед водителем. Когда генератор не развивает э. д. с. и реле разомкнуто, лампа горит, так как через нее проходит от аккумуляторной батареи ток, замыкающийся через якорь генератора и массу. Если же генератор работает, то его э. д. с. направлена навстречу э. д. с. аккумуляторной батареи; лампа, оказавшаяся под разностью э. д. с. генератора и батареи, с увеличением числа оборотов генератора постепенно гаснет. Когда величина э. д. с. генератора превысит величину э. д. с. батареи и реле замкнется, лампа будет закорочена (замкнута накоротко) и погаснет. Таким образом, контрольная лампа при езде должна гаснуть, а на остановках или при очень малом числе оборотов двигателя (когда число оборотов генератора недостаточно, чтобы развить нормальное напряжение) загораться. Если при езде контрольная лампа продолжает гореть, то это указывает на не-

исправность системы, в результате которой реле не включается и аккумуляторная батарея не заряжается.

Амперметр является более точным и удобным прибором, чем контрольная лампа, так как он позволяет наблюдать не только за включением и выключением реле, но и за величиной зарядного и разрядного тока. Однако стрелка амперметра не так заметна, как горящая контрольная лампа, и недостаточно опытный водитель забывает следить за показанием амперметра.

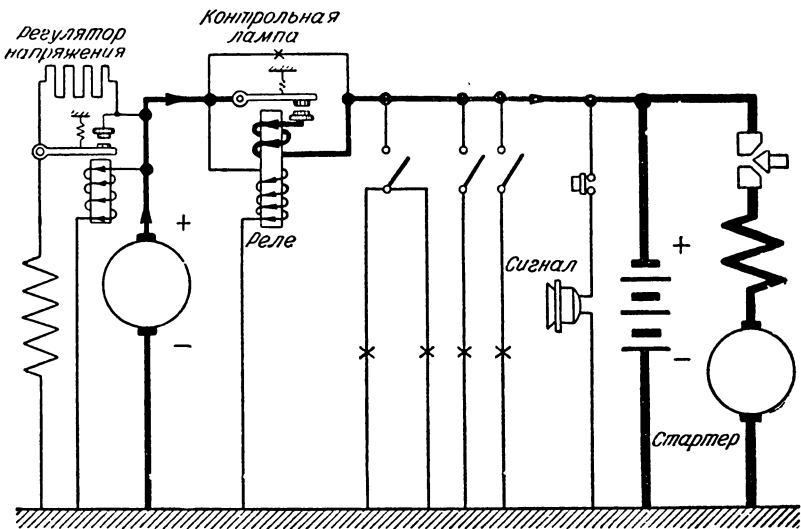


Рис. 50. Включение контрольной лампы параллельно контактам реле обратного тока

Контрольная лампа только указывает, замкнуто или разомкнуто реле. Зато яркий красный световой сигнал на переднем щитке водителя невозможно не заметить, хотя бы внимание водителя и было отвлечено управлением. Загорающийся в необычных условиях красный глазок указывает на наличие неисправности.

На всех автомобилях отечественного производства (кроме автомобиля «Москвич») применяют амперметр. Нужно иметь в виду, что в системах электрооборудования с генератором, имеющим регулятор напряжения, к концу зарядки батареи зарядный ток уменьшается. В случае полной зарядки батареи стрелка амперметра может стоять почти против нуля при полной исправности системы. Это обстоятельство не должно смущать водителя. Для проверки работы генератора следует наблюдать за показаниями амперметра при резком нажатии на педаль управления дроссельной заслонкой и при отпуске ее. Вздрагивание стрелки амперметра, стоящей вблизи нуля, указывает на исправность генератора.



### 13. Описание различных систем автомобильных генераторов

Трехщеточные генераторы различных типов имеют весьма сходную конструкцию, различающуюся лишь второстепенными деталями. В СССР трехщеточные генераторы применяются почти на всех легковых и грузовых автомобилях старых марок и на малолитражном автомобиле «Москвич».

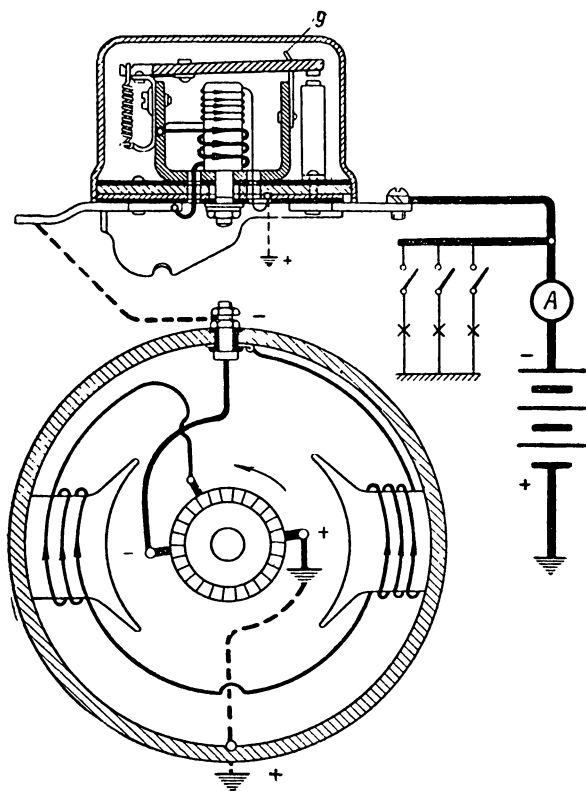


Рис. 51. Монтажная схема генератора ГБФ с реле типа ЦБ (автомобили ГАЗ-АА, ЗИС-5 и ЯГ-5); изоляция изображена черным

Генератор типа ГБФ (с реле типа ЦБ) — простой трехщеточный, изготавливается двух модификаций: ГБФ-4105 (с креплением на кронштейне) для автомобилей ГАЗ-А и ГАЗ-АА и ГБФ-4600 (с креплением боковым фланцем) для автомобилей ЗИС-5 и ЯГ-5. Мощность генератора 60—80 *вт*, номинальное напряжение 6 *в*. Схема соединений приведена на рис. 51.

Плюсовая щетка соединена с массой, минусовая выведена к изолированному зажиму на корпусе генератора; реле обратного тока

укреплено на самом генераторе и при помощи одной из своих контактных пластин соединено с выводным зажимом генератора.

Цепь главного тока (в направлении, противоположном току)<sup>1</sup>: минусовая щетка генератора — наружный зажим на корпусе — левая контактная пластина реле — толстая обмотка реле — корпус и якорек реле — контакты — правая контактная пластина реле — минус аккумуляторной батареи — плюс аккумуляторной батареи — масса — плюсовая щетка генератора.

Ток в тонкую обмотку реле ответвляется от места припайки толстой обмотки к корпусу реле.

Реле регулируется следующим образом: изменение натяжения пружины — подгибанием ее кронштейна; изменение воздушного зазора между якорьком и сердечником в замкнутом состоянии — подгибанием основания неподвижного контакта и перемещением кронштейна якорька в вертикальном направлении (прорези под винты, крепящие кронштейн, имеют овальную форму); изменение зазора между контактами при разомкнутом реле — подгибанием упора У.

Характеристики и регулировочные данные генератора приведены в табл. 5.

Генератор типа ГМ-71 (с реле типа ЦБ) — трехщеточный с добавочным сопротивлением; он применяется на автомобилях ГАЗ-М-1 и ГАЗ-67. Этот генератор по размерам и конструкции одинаков с генератором ГБФ-4105, но отличается от него обмоточными данными и схемой соединения. Мощность генератора 100 вт, номинальное напряжение 6 в. Монтажная схема генератора соответствует принципиальной схеме рис. 47 и отличается от схемы генератора ГБФ только тем, что второй конец обмотки возбуждения присоединен не к массе, а выведен к добавочному выводному зажиму на корпусе генератора. От этого зажима идет провод к добавочному сопротивлению, помещенному в переключателе света фар (см. ниже рис. 135). При включении фар добавочное сопротивление закорачивается, и ток, отдаваемый генератором, увеличивается. Реле ЦБ, крепящееся на корпусе генератора, то же, что и у генератора ГБФ. Характеристики и регулировочные данные приведены в табл. 5.

Генератор Г-28 (с реле РС-28) — трехщеточный, предназначен для малолитражного автомобиля «Москвич». Реле его отличается от реле ЦБ только радиусом изгиба крепежных лапок. Генератор имеет мощность 100 вт, номинальное напряжение 6 в. Монтажная схема почти одинакова со схемой генератора ГБФ (см. рис. 51). Отличие заключается лишь в том, что в цепь обмотки возбуждения, между катушкой и массой, включен плавкий предохранитель.

Конструкция этого генератора послевоенного выпуска весьма показательна для характеристики успехов нашей промышленности автомобильного электрооборудования. Целесообразный расчет и

---

<sup>1</sup> Когда плюсовая щетка генератора соединена с массой, путь тока удобнее проследить не в направлении прохождения тока, а в противоположном, т. е. от минуса к плюсу.

Таблица 5

### Характеристики и регулировочные данные трехщеточных генераторов отечественного производства

	ГБФ-4105 ГБФ-4600 (ГАЗ-АА, ЗИС-5)	ГМ-71 (ГАЗ-М-1 ГАЗ-67)	Г-28, вентиляторный („Москвич“)
<b>Генератор</b>			
Мощность, <i>вт</i> . . . . .	60—80	100	100
Номинальное напряжение, <i>в</i> . . . . .	6	6	6
С массой соединен . . . . .	Плюс	Плюс	Плюс
Направление вращения со стороны привода . . . . .	Правое	Правое	Правое
Число оборотов включения реле в минуту . . . . .	800	900—1000	1100
Максимальное число оборотов в минуту . . . . .	4500	4500	5600
Характеристика при максимальном режиме:			
в холодном } максимальный ток, <i>а</i> . . . . .	12—14	17—19	16—18
состоянии } достигается при <i>об/мин</i>	1500—1700	2000—2300	2300—2800
в нагретом } максимальный ток, <i>а</i> . . . . .	9—11	11,5—13,5	14—16
состоянии } достигается при <i>об/мин</i>	1700—1900	2000—2600	2400—3000
Характеристика при пониженном режиме (с включенным сопротивлением):			
в холодном } максимальный ток, <i>а</i> . . . . .	—	12—14	—
состоянии } достигается при <i>об/мин</i>	—	2200—2500	—
в нагретом } максимальный ток, <i>а</i> . . . . .	—	9—10	—
состоянии } достигается при <i>об/мин</i>	—	2500—2900	—
Марка главных щеток . . . . .	М-1	М-1	ЭГ-14
Марка третьей щетки . . . . .	Г-3	Г-3	ЭГ-14
Нажим пружин щеткодержателей на щетки:			
главные, <i>г</i> . . . . .	550—650	550—650	350—500
третью, <i>г</i> . . . . .	450—550	450—550	350—500
Ток холостого хода при работе электродвигателем при напряжении 6 <i>в</i> не выше, <i>а</i> . . . . .	7	7	7
Смазка . . . . .	Осогалин — при сборке для шарикового, машинное масло — для скользящего подшипника		
Вес, <i>кг</i> . . . . .	7,4/8,5	7,4	6,0
Величина добавочного сопротивления, <i>ом</i> . . . . .	—	0,75—0,85	—
<b>Реле обратного тока</b>			
Напряжение включения реле, <i>в</i> . . . . .	7—8	7—8	7—8
Обратный ток выключения (при напряжении батареи 6,2—6,6 <i>в</i> ), <i>а</i> . . . . .	0,5—3,5	0,5—3,5	0,5—3,5
Воздушный зазор между якорьком и сердечником (при замкнутом реле), <i>мм</i> . . . . .	0,50 ± 0,25	0,50 ± 0,25	0,50 ± 0,25
Зазор между контактами в разомкнутом состоянии, <i>мм</i> . . . . .	0,75 ± 0,15	0,75 ± 0,15	0,75 ± 0,15

применение вентиляции позволили повысить удельную мощность генератора Г-28 (число ватт на килограмм веса) вдвое по сравнению со старым генератором типа ГБФ. При значительно большей мощности генератор Г-28 отличается малым весом и особо малым диаметром корпуса — всего 90 мм против 116 мм у генератора ГБФ.

Генераторы с регулятором напряжения отличаются разнообразием схем соединения и конструктивных форм регуляторов напряжения.

Автомобильный генератор Г-40 с реле-регулятором РР-10 предназначен для легкового автомобиля ГАЗ М-11. Генератор имеет мощность 170 вт при напряжении 6 в, выполняется с вентиляцией.

На рис. 52 изображена монтажная схема этого генератора. Вследствие наличия ограничителя тока регулятор напряжения выполнен с одной основной (шунтовой) обмоткой и поэтому регулирует на постоянное напряжение; магнитный шунт *МШ* регулятора служит для компенсации влияния температуры на зарядный ток. Регулятор напряжения и ограничитель тока не имеют ускоряющих обмоток (см. рис. 21 и 32).

Добавочное сопротивление *R* — угольно-графитное. Реле-регулятор монтируется отдельно от генератора; его основание соединяется с массой.

Цепь главного тока: минусовый зажим генератора — зажим *Я* — обмотка ограничителя тока — толстая обмотка реле — корпус реле — контакты реле — зажим *Б* — батарея и нагрузка, соединенные параллельно, — масса — плюсовая щетка генератора.

Цепь возбуждения: плюсовая щетка генератора — обмотка возбуждения генератора — зажим *Ш* — контакты и корпус ограничителя тока — контакты и корпус регулятора напряжения — зажим *Я* — минусовая щетка генератора.

Если контакты регулятора напряжения или ограничителя тока разомкнуты, то ток возбуждения из зажима *Ш* проходит к зажиму *Я* по добавочному сопротивлению *R*, которое является общим для обоих аппаратов.

Натяжение пружин регулируется подгибанием их кронштейнов; зазоры между контактами и между якорьком и сердечником — перемещением кронштейна якорька и контактодержателя, для чего в последних сделаны овальные прорези.

Характеристики и регулировочные данные генератора Г-40 приведены в табл. 6.

Автомобильный генератор Г-08 с реле-регулятором РР-08 имеет мощность 120 вт и напряжение 12 в. Он представляет 12-в вариант генератора Г-40, но выполняется закрытым. Схема соединений и конструкция генераторов Г-08 и Г-40 полностью совпадают (см. рис. 52).

Автобусный генератор ГА-27 с реле-регулятором РРА-44 предназначен для автобусов ЗИС-8. Мощность генератора 250 вт, напряжение 12 в. Реле-регулятор РРА-44 состоит из регулятора напряжения и реле обратного тока. Он принадлежит

к реле-регуляторам усиленного типа, с увеличенными размерами электромагнитов и большей надежностью.

На рис. 53 приведена схема соединения этого регулятора с генератором. Реле обычной конструкции помещено справа. Регулятор

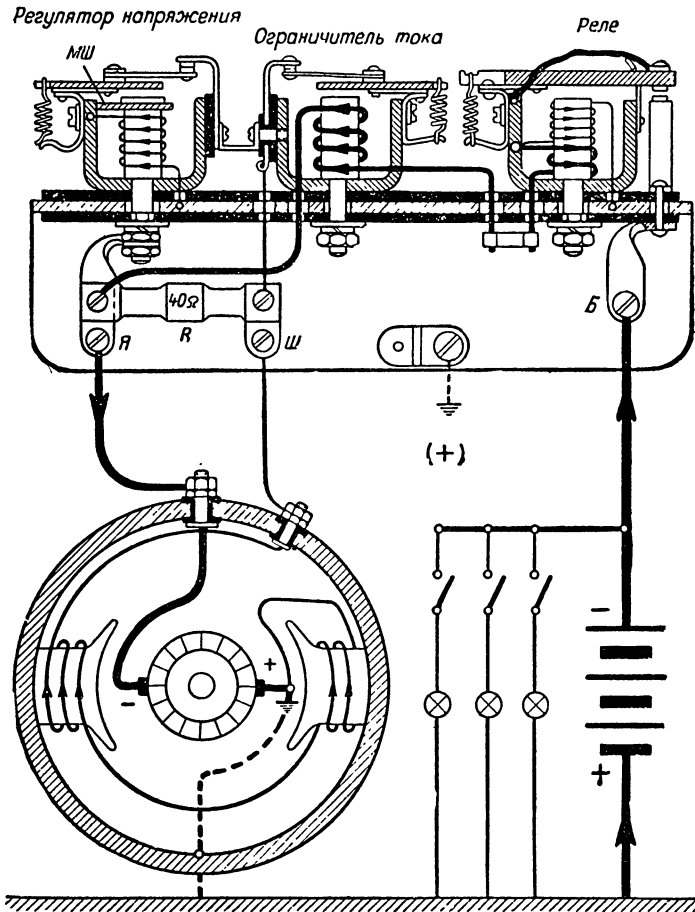


Рис. 52. Монтажная схема генератора типа Г-40 с реле-регулятором РР-10 (6 в) и Г-08 и реле-регулятором РР-08 (12 в)

напряжения имеет четыре обмотки. Обмотка *О* — основная намагничивающая, обмотка *У* — ускоряющая, обмотка *В* — выравнивающая (см. схему рис. 28), обмотка *П* — сериесная, включенная в главную цепь генератора. Для уменьшения искрения параллельно контактам регулятора включен конденсатор. Добавочное сопротивление помещено между реле и регулятором на общей с ними панели

Главная цепь: минус генератора — минусовый зажим — Я — последовательная обмотка реле — контакты реле — серийная обмотка регулятора П — минусовый зажим — Б — нагрузка и батарея, соединенные параллельно, — масса — плюс генератора.

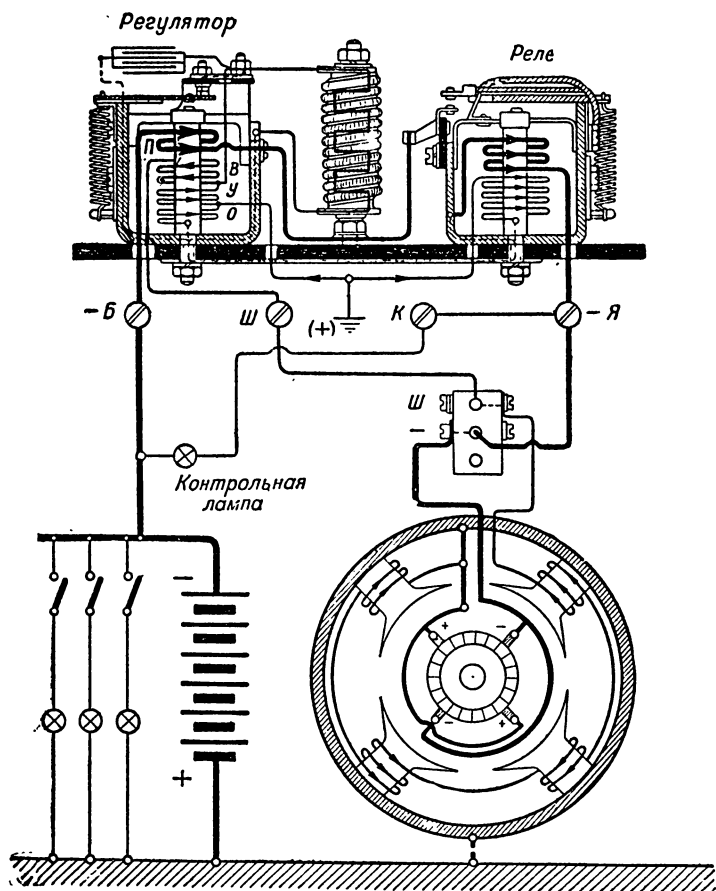


Рис. 53. Монтажная схема автобусных генераторов ГА-27 с реле-регулятором РРА-44 и Г-62 с реле-регулятором РРА-304

Цепь возбуждения: минус генератора — минусовый зажим — Я — последовательная обмотка реле — корпус реле — нижняя соединительная планка — корпус регулятора — контакты регулятора — выравнивающая обмотка В — зажим Ш — обмотка возбуждения генератора — плюс генератора.

Когда контакты регулятора разомкнуты, ток возбуждения замыкается через добавочное сопротивление. Зажим К предназначен для включения контрольной лампы. Натяжение пружин реле и ре-

гулятора регулируется перемещением их кронштейнов, которые для этой цели имеют овальные прорези и специальные регулировочные эксцентрики.

Характеристики и регулировочные данные генератора ГА-27 приведены в табл. 6.

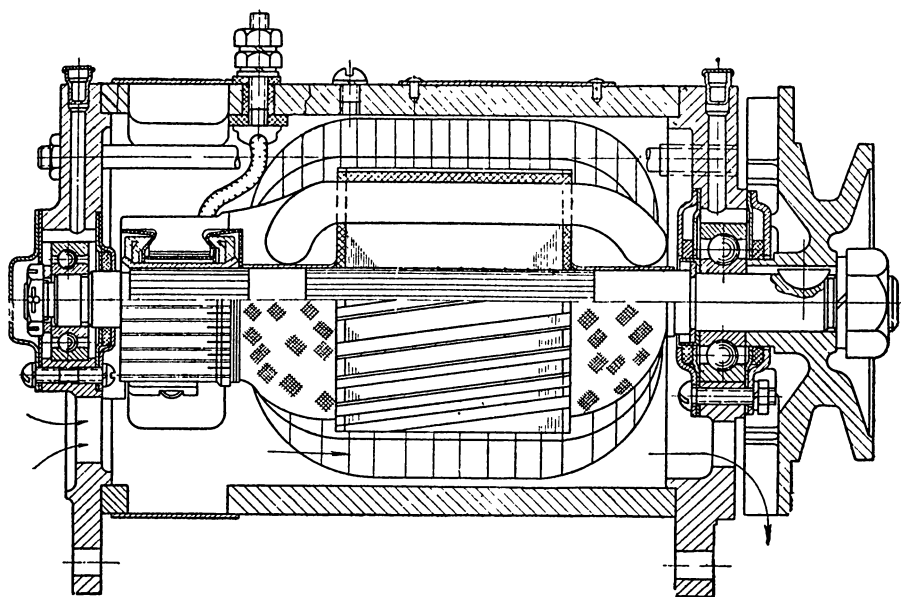


Рис. 54. Общий вид генератора Г-20

Автобусный генератор Г-62 с реле регулятором РРА-304, предназначенный для автобусов ЗИС-16, представляет собой генератор ГА-27, выполненный с вентиляцией. Благодаря этому при тех же габаритах и обмоточных данных мощность генератора повысилась до 400 *вт* при напряжении 12,5 *в*.

Генераторы Г-20, Г-21 и Г-15-Б с реле-регулятором РР-12-А. Генератор Г-20 (рис. 54) предназначен для легкового автомобиля ГАЗ-М-20 «Победа», генератор Г-21 — для грузовых автомобилей ГАЗ-51 и ГАЗ-63; генератор Г-15-Б — для грузовых автомобилей ЗИС-150 и ЗИС-151. Все генераторы одинаковой конструкции, схемы и мощности (220 *вт* при напряжении 12 *в*); они отличаются один от другого только деталями привода (шкивами). Генераторы — двухполюсные, вентилируемые.

Реле-регулятор усиленного типа (увеличенных размеров) имеет реле обратного тока, регулятор напряжения и ограничитель тока (рис. 55). Регулятор напряжения снабжен магнитным шунтом *МШ* для компенсации влияния температуры на зарядный ток. Ускорение колебаний якорька осуществляется по схеме ускоряющего сопротивления (см. рис. 29). Ограничитель тока имеет лишь основ-

## Характеристики и регулировочные данные генераторов

	Г-40, венти- лируемый (ГАЗ-М-11)	Г-08 (ЗИС-16)	ГА-27 (ЗИС-8 и ЗИС-21)
<b>Генератор</b>			
Мощность, <i>вт</i> . . . . .	170	120	250
Номинальное напряжение, <i>в</i> . . . . .	6	12	12
Ток при полной нагрузке, <i>а</i> . . . . .	28	10	20
С массой соединен . . . . .	Плюс	Плюс	Плюс
Направление вращения со стороны при- вода . . . . .	Правое	Правое	Правое
Число оборотов в минуту, при котором достигается нормальное напряжение вхолостую . . . . .	950 (гор.)	1050 (гор.)	950 (гор.)
Число оборотов в минуту, при котором достигается нормальное напряжение при полной нагрузке . . . . .	1800 (гор.)	1550 (гор.)	1300 (гор.)
Максимальное число оборотов в минуту .	3000	3000	3000
Марка щеток . . . . .	М-3	—	М-1
Нажатие на щетки, <i>г</i> . . . . .	650—750	650—750	600—700
Ток холостого хода при работе электро- двигателем:			
при напряжении, <i>в</i> . . . . .	6	12	12
ток не выше, <i>а</i> . . . . .	7	7	7
Ток возбуждения . . . . .	—	—	1,78—1,98
Смазка . . . . .	Густая (консталин или		сально-стеа
Вес, <i>кг</i> . . . . .	10,5	8,5	—
Тип реле-регулятора . . . . .	РР-10	РР-08	РРА-44
<b>Регулятор напряжения</b>			
Воздушный зазор между якорьком и сер- дечником (при замкнутых контактах), <i>мм</i>	0,9±0,1	0,9±0,1	1,9±0,1
Регулировка <sup>1</sup> :			
при нагрузке, <i>а</i> . . . . .	0	0	20±0,5
при числе оборотов в мин. . . . .	2000	2000	2000
напряжение должно быть, <i>в</i> . . . . .	7,5±0,2	14,3±0,2	12,5—12,8
<b>Реле обратного тока</b>			
Воздушный зазор между якорьком и сер- дечником при разомкнутом реле, <i>мм</i> .	0,85±0,1	0,85±0,1	1,7—2,2
Зазор между контактами, <i>мм</i> . . . . .	0,7—1,0	0,7—1,0	0,7±0,1
Напряжение замыкания (в холодном со- стоянии), <i>в</i> . . . . .	6,4—7	12,5—13,5	12,5—13,5
Обратный ток размыкания, <i>а</i> . . . . .	0,5—3	0,5—3	2—5 (при 12,3—12,6 в)
<b>Ограничитель тока</b>			
Воздушный зазор между якорьком и сер- дечником (при замкнутых контактах), <i>мм</i>	0,9±0,1	0,9±0,1	—
Предельная сила тока, <i>а</i> . . . . .	28±2	10±1	—

<sup>1</sup> Для регуляторов, имеющих магнитный шунт, регулировочные данные при



Таблица 6

## с регуляторами напряжения отечественного производства

Г-62, вентилируемый (ЗИС-16)	Г-15, вентилируемый (ЗИС-150 и ЗИС-151)	Г-15-Б, Г-20 и Г-21, вентилируемые (ЗИС-150, ЗИС-151, ГАЗ-51, ГАЗ-63 и „Победа“)	Г-16, вентилируемый (ЗИС-110)	Г-25, с внешним обдувом (ЯАЗ-200)
400 12 32 Плюс Правое	150 12 13 Плюс Правое	220 12 18 Плюс Правое	210 6 35 Плюс Правое	250 12 20 Плюс Правое
950 (гор.)	800 (хол.)	900 (хол.)	900 (хол.)	800 (хол.)
1300 (гор.) 3000 М-1 600—700	1200 (хол.) 4500 ЭГ-13 1350—1500	1600 (хол.) 7500 ЭГ-13 1350—1500	1800 (хол.) 7500 Трехслойн. 1250—1600	1400 (хол.) 3600 ЭГ-13 1350—1500
12 7 1,78—1,98	12 5 1,45—1,65	12 5 1,62—1,81	6 5 1,4—1,55	12 5 1,62—1,81
риновая АТЭ-1) каждые 250 часов				
— PPA-304	14 PP-15	12,5 PP-12-A	12,5 PP-11	14 PP-25
1,9±0,1	1,5±0,1	1,5±0,1	1,5±0,1	1,5±0,1
32±1,0 2000 12,5—12,8	7 2000 14,6±0,4	10 2000 14,6±0,4	17,5 3000 7,2—7,5	10 1800 14,6±0,4
1,7—2,2 0,7±0,1	1,55±0,25 0,5±0,1	1,55±0,25 0,5±0,1	1,55±0,25 0,5±0,1	1,55±0,25 0,5±0,1
12,5—13,5 2—5 (при 12,3—12,6 в)	12,5—13,5 0,5—6 (при 12,3—12,6 в)	12,5—13,5 0,5—6 (при 12,3—12,6 в)	6,4—6,8 0,5—6 (при 6—6,2 в)	12,5—13,5 0,5—6 (при 12,3—12,6 в)
— —	1,5±0,1 13±0,5	1,5±0,1 18±1,0	1,5±0,1 35±2	1,5±0,1 20±1,0

водятся при  $t = +20^\circ \text{C}$ .

ную (серийную) обмотку. Добавочные сопротивления регулятора напряжения и ограничителя тока — отдельные, угольно-графитные. В цепи возбуждения включено последовательно сопротивление  $1 \Omega$  ( $\Omega$  — греческая буква «омега», обозначающая ом — единицу сопро-

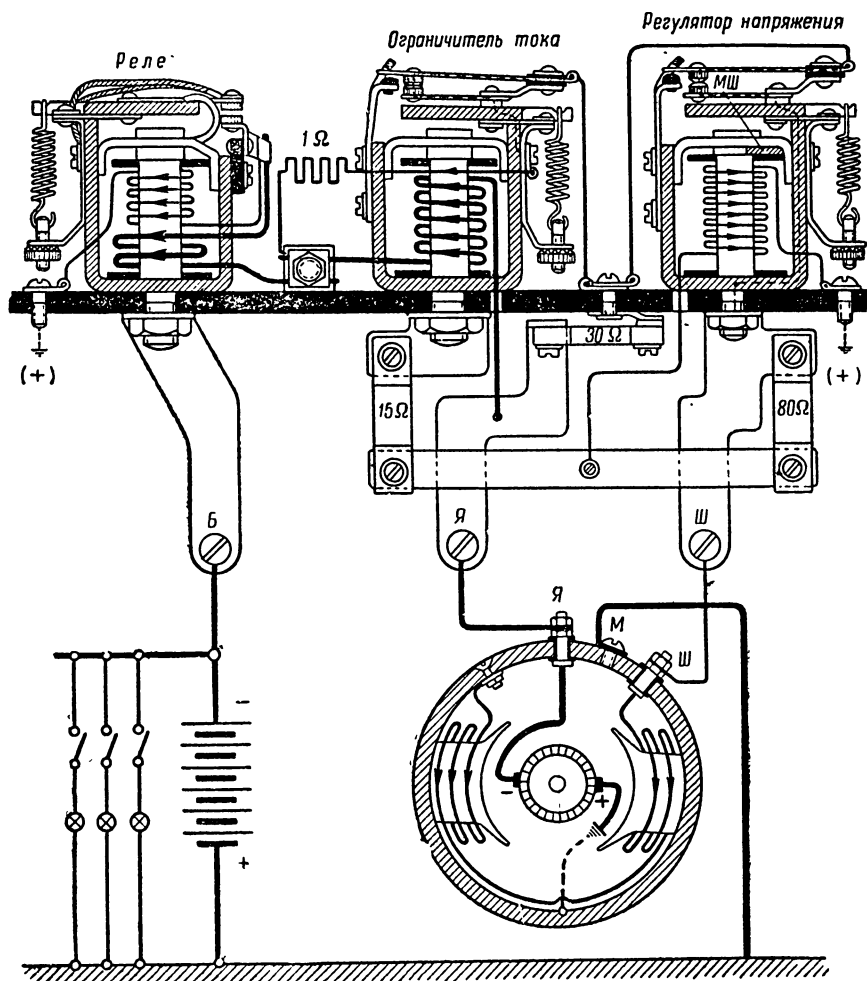


Рис. 55. Монтажная схема генераторов Г-20, Г-21 и Г-15-Б с реле-регулятором РР-12-А

тивления), которое, ограничивая ток возбуждения, облегчает работу контактов. Этим повышается надежность и стабильность работы регулятора напряжения. Кроме того, это сопротивление выравнивает характеристику напряжения, заменяя действие выравнивающей обмотки. Реле-регулятор монтируется отдельно от генератора; основание реле-регулятора соединяется с массой.

Цепь главного тока (против направления тока): минусовый зажим генератора *Я* — зажим реле-регулятора *Я* — серийная (толстая) обмотка ограничителя тока — серийная обмотка реле — контакты реле — корпус реле — выходной зажим *Б* — батарея и нагрузка, соединенные параллельно, — масса — плюсовая щетка генератора.

Цепь возбуждения: плюсовая щетка генератора — обмотка возбуждения генератора — зажим *Ш* генератора — зажим *Ш* реле-регулятора — корпус и контакты регулятора напряжения — контакты и корпус ограничителя тока — сопротивление  $1 \Omega$  — обмотка ограничителя тока — зажим *Я* реле-регулятора — минусовые зажим и щетка генератора.

Если разомкнуты контакты регулятора напряжения, то ток возбуждения поступает с корпуса регулятора на корпус ограничителя тока через сопротивления  $80 \Omega$  и  $15 \Omega$ , соединенные последовательно; эти сопротивления являются добавочным сопротивлением регулятора напряжения, равным

$$R_{\text{доб}} = 80 + 15 = 95 \Omega.$$

Если же разомкнуты контакты ограничителя тока, то ток возбуждения проходит из корпуса регулятора напряжения на зажим *Я* реле-регулятора двумя параллельными путями:

- 1) через последовательно соединенные сопротивления  $80 \Omega$  и  $15 \Omega$ , сопротивление  $1 \Omega$  и серийную обмотку ограничителя тока;
- 2) через замкнутые контакты регулятора напряжения и третье сопротивление  $30 \Omega$ .

Эквивалентная величина добавочного сопротивления в этом случае равна

$$R_{\text{доб}} = \frac{96 \cdot 30}{96 + 30} = 22,8 \Omega.$$

Основная обмотка регулятора *О* питается по схеме ускоряющего сопротивления (см. рис. 29) от секции добавочного сопротивления  $15 \text{ ом}$ .

Натяжение пружин регулируется гайками, которые имеют рифление и упруго фиксируются через определенную долю полного оборота. Воздушные зазоры реле, регулятора напряжения и ограничителя тока регулируются подгибанием упоров. Крепление контактов регулятора напряжения и ограничителя тока — мягкое, на пружинящей пластине; при притягивании якорька пластина верхнего контакта ложится на фибровый упор, что вызывает замыкание контактов.

В реле-регуляторе РР-12-А выпуска до 1951 года добавочное сопротивление было присоединено к неподвижному контакту реле обратного тока. Характеристики и регулировочные данные генераторов Г-20, Г-21 и Г-15-Б даны в табл. 6.

До 1948 года генераторы Г-20 и Г-21 применялись с реле-регулятором РР-12, аналогичным по своей схеме реле-регулятору РР-15 (рис. 56), но с несколько иными обмоточными данными и другой

величиной сопротивлений. Этот реле-регулятор имел выравнивающие обмотки как на регуляторе напряжения, так и на ограничителе тока. Вследствие того что в цепи возбуждения не было сопротивле-

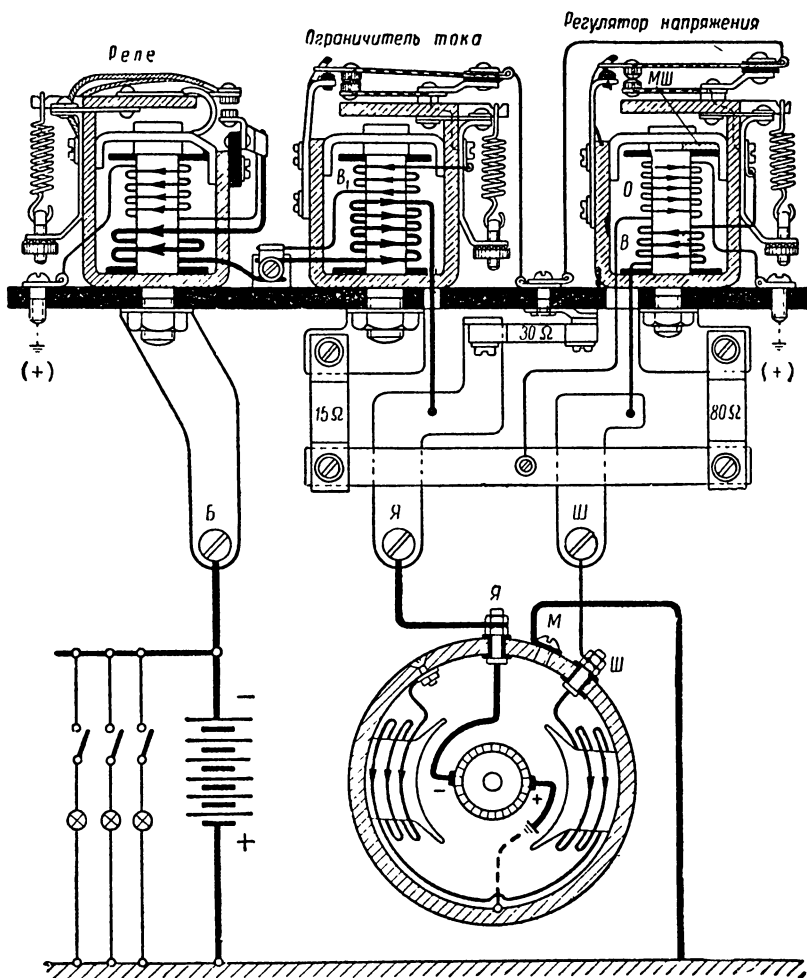


Рис. 56. Монтажная схема генератора Г-15 с реле-регулятором РР-15

ния  $1 \Omega$ , максимальный ток в цепи возбуждения генератора был выше, контакты этого регулятора работали с большей нагрузкой и надежность регулятора старого типа была меньшей.

Реле-регулятор РР-12-А (см. рис. 55), созданный советскими конструкторами в результате большой исследовательской работы и учета эксплуатационного опыта, имеет более простую схему и в то же время работает более надежно и стабильно.

Генератор Г-15 с реле-регулятором РР-15 устанавливался на грузовых автомобилях ЗИС-150 и ЗИС-151. Генератор вентилируемый, его мощность 150 *вт* при напряжении 12 *в*.

В последнее время на автомобилях ЗИС-150 и ЗИС-151 ставится такой же генератор Г-21 с реле-регулятором РР-12-А (как и на автомобилях ГАЗ-51).

Генератор Г-16 с реле-регулятором РР-11 применяется на легковом автомобиле ЗИС-110, имеет мощность 210 *вт* при напряжении 6 *в*. По своей конструкции этот генератор подобен вышеописанным. Реле-регулятор же отличается от РР-15 (см. рис. 56) тем, что на регуляторе напряжения нет выравнивающей обмотки *В*, а также обмоточными данными и величиной сопротивлений. Характеристики и регулировочные данные генератора Г-16 приведены в табл. 6.

Генератор Г-25 с реле-регулятором РР-25 предназначен для грузового автомобиля ЯАЗ-200. Генератор закрытый, с внешним обдувом (при помощи собственного вентилятора), имеет мощность 250 *вт* при напряжении 12 *в*. Схема реле-регулятора РР-25 одинакова со схемой реле-регулятора РР-12-А (см. рис. 55); реле-регуляторы РР-25 первых выпусков выполнялись по старой схеме, показанной на рис. 56. Характеристики и регулировочные данные этого генератора приведены в табл. 6.

#### 14. Эксплуатация и регулировка автомобильных генераторов

**Уход за генератором и реле-регулятором.** Уход за генератором сводится к чистке, наблюдению за коллектором и щетками и к смазке подшипников. Через 300—400 часов работы или 10 000—15 000 *км* пробега генератор необходимо разбирать и чистить.

Масло, попадающее на обмотки генератора, разрушает их изоляцию. Поэтому в случае замасливания обмоток генератор необходимо разобрать и смыть попавшее на обмотки масло бензином при помощи кисти.

**Уход за коллектором и щетками.** Поверхность коллектора должна быть чистой, щетки хорошо притерты к коллектору и прижаты к нему с достаточной силой. Слюда, изолирующая пластины коллектора одну от другой, тверже, чем пластины; поэтому в работе пластины изнашиваются быстрее, чем слюдяная изоляция; при износе пластин слюда начинает выступать, вследствие чего нарушается контакт щеток с коллектором и происходит искрение под щетками. Чтобы избежать этого дефекта, слюдяную изоляцию заранее подрезают на глубину около 0,8—1 *мм* специально заточенным ножовочным полотном или фрезой.

Загрязненную поверхность коллектора протирают чистой тряпкой, слегка смоченной в бензине. Если на поверхности коллектора имеются небольшие неровности и обгоревшие места (следы искр), то коллектор шлифуют тонкой стеклянной шкуркой, после чего удаляют образовавшуюся пыль. Во время работы шлифованная поверхность коллектора под действием проходящего тока окисляется

и становится как бы полированной, приобретает красновато-коричневый оттенок; такое состояние коллектора является нормальным. Цвета побежалости и синеватый оттенок на коллекторе указывают на его перегрев. Если коллектор сильно обгорел (вследствие искрения) или износился настолько, что потерял круглую форму, из-за чего появляется биение щеток, то его необходимо проточить на токарном станке, после чего вновь подрезать слюдяную изоляцию между пластинами на глубину около 0,8—1 мм.

Щетки должны применяться только той марки, которая рекомендуется для данного генератора. В щеткодержателях щетки должны двигаться свободно, но без излишней «игры». Большое значение имеет правильный нажим щеток на коллектор. Слишком слабый нажим может вызвать подсакивание щеток, вследствие чего увеличатся искрение и переходное сопротивление контакта щеток с коллектором. Наоборот, чрезмерный нажим щеток вызывает большие потери на трение, а следовательно, перегрев коллектора и быстрый износ щеток. Наивыгоднейший нажим щеток определяется опытным путем и указывается в заводских инструкциях. Для проверки силы нажатия щеток на коллектор нужно пользоваться динамометром.

**Смазка.** Шариковые подшипники обычно смазываются специальной густой смазкой, которая закладывается в них при сборке генератора. Этой смазки хватает до следующей разборки генератора (на 200—300 часов). Во время эксплуатации шариковые подшипники не требуют дополнительной смазки и ухода. Густая смазка должна иметь высокую температуру плавления (160—180° С), в противном случае она расплавится и, вытекая из подшипников, загрязнит обмотки и коллектор генератора. Заменять специальную смазку солидолом или техническим вазелином с низкой температурой плавления недопустимо. Из стандартных сортов смазки наиболее подходит авиационная смазка НК-50 или консталин с температурой плавления около 120° С.

Уход за реле и регулятором напряжения заключается в периодической проверке их регулировки, а в случае необходимости — в чистке контактов тонким наждачным полотном или, в крайнем случае, надфилем. Для проведения этих работ требуется высокая квалификация и подходящий инструмент. Поэтому уход за реле и регулятором должен быть возложен не на водителя, а на специалиста-электрика. Современные реле работают весьма надежно, и практически водителю нет необходимости наблюдать за ними. В регуляторах напряжения подвержены обгоранию контакты, но и они, как правило, не требуют осмотра и регулировки чаще чем через каждые 10 000 км. Обычно реле и регулятор закрываются кожухом, который завальцовывается или пломбируется, чтобы водитель не имел возможности его вскрывать.

**Контрольное испытание генератора.** Контрольное испытание необходимо для проверки отремонтированного генератора, а также для регулировки его реле и регулятора напряжения.

Контрольное испытание генератора производится на стенде, состоящем из электродвигателя, число оборотов которого можно регулировать в широких пределах, тисков для укрепления генератора и распределительного щитка с выключателями и необходимыми измерительными приборами. Обычно такие стенды гаражного типа проектируются универсальными и служат для испытания не только генераторов, но также приборов зажигания, стартеров и аккумуляторных батарей.

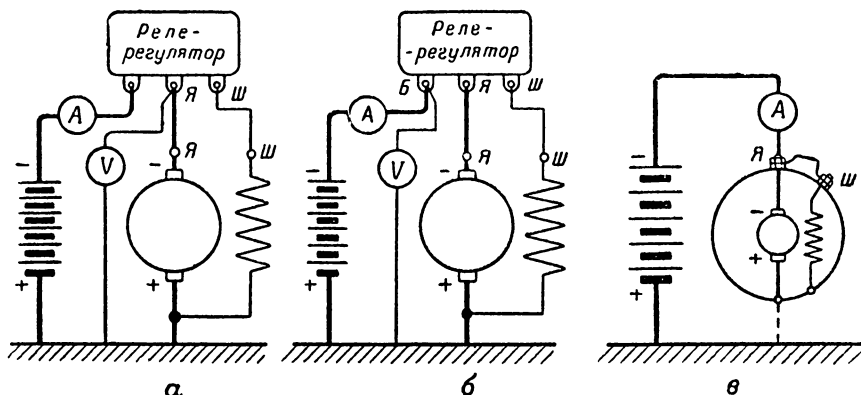


Рис. 57. Схемы контрольных испытаний генератора и реле-регулятора: а — контрольное испытание генератора и реле; б — контрольное испытание регулятора напряжения; в — проверка механической исправности генератора

Контрольное испытание генератора производится следующим образом. Генератор крепится на стенде и соединяется (через распределительный щиток) с исправной и полностью заряженной аккумуляторной батареей, с которой генератор нормально работает, а также с приборами, как показано на рис. 57, а. Для проверки генератора и реле обратного тока генератор приводят во вращение и, плавно повышая его обороты до момента включения реле, замечают, при каких оборотах и каком напряжении оно включилось. После этого, снижая число оборотов генератора, проверяют по амперметру силу обратного тока, при которой размыкается реле. Для проверки регулятора напряжения переключают вольтметр на зажим Б (рис. 57, б) и, плавно повышая число оборотов генератора до предельного значения, проверяют зарядный ток, который при полностью заряженной батарее должен быть мал (2—4 а).

Замеренные величины должны соответствовать заводской инструкции. Если напряжение включения или обратный ток выключения реле не соответствуют нормам, то нужно отрегулировать реле обратного тока. Если при нормальной величине напряжения включения число оборотов, при котором включается реле, слишком велико, то неисправен генератор (наиболее вероятно короткое замыкание в обмотке якоря); если зарядный ток слишком велик или его нет, то следует проверить и отрегулировать регулятор напряжения.

**Проверка механической исправности генератора.** Чтобы проверить качество сборки и дать немного приработаться щеткам и подшипникам, генератор запускают вхолостую электродвигателем от аккумуляторной батареи, присоединив плюс батареи к плюсовому, а минус батареи — к минусовому зажиму генератора (рис. 57, в). При этом проверяют, нет ли биения конца вала или шкива, ненормального шума, задевания якоря за полюса, чрезмерного нагрева подшипников и т. п., а также измеряют потребляемый ток, который должен быть не выше установленной нормы. Перекос или тугая пригонка подшипников вызывает увеличение мощности, расходуемой на вращение генератора, а следовательно, и потребляемого им тока. Поэтому ток, потребляемый генератором при работе его электродвигателем вхолостую (при нормальном напряжении батареи), является показателем величины механических потерь, т. е. характеризует качество сборки, а также и исправность генератора.

Действительно, если в испытуемом генераторе имеются короткие замыкания в обмотке якоря, то ток, потребляемый им при работе электродвигателем, также увеличится, так как ток в короткозамкнутых витках вызывает дополнительные потери энергии. При коротком замыкании в обмотке возбуждения ее сопротивление уменьшается, и потребляемый ток также увеличивается.

В случае, если потребляемый генератором ток выше нормы, надо дополнительно измерить ток возбуждения и сравнить его с данными табл. 6, чтобы определить, где неисправность: в якоре или в обмотке возбуждения.

**Регулировка реле.** Реле обратного тока нужно отрегулировать на напряжение замыкания и обратный ток замыкания. При изменении натяжения пружины одновременно изменяется величина напряжения замыкания и обратного тока замыкания. Поэтому для регулировки реле изменяют не только натяжение пружины, но и величину воздушного зазора между якорьком и сердечником.

Реле бывают с жестким и мягким креплением подвижного контакта; у первых подвижной контакт  $K_1$  крепится на самом якорьке (рис. 58, а), у вторых — на упругой пластинке  $П$ , приклепанной к якорьку (рис. 58, б).

В реле регулируются:

1) воздушный зазор  $\delta$  (между сердечником и якорьком) разомкнутого реле — подгибанием упора  $У$ , ограничивающего отход якорька вверх;

2) натяжение пружины — подгибанием ее кронштейна или вращением регулировочного винта (гайки);

3) зазор  $l$  между контактами — перемещением неподвижного контакта  $K_2$ .

Регулировка зазора между контактами имеет следующее значение. В реле с жестким креплением подвижного контакта положение неподвижного контакта определяет величину воздушного зазора замкнутого реле; при перемещении неподвижного контакта изменяется величина воздушного зазора замкнутого реле. В реле



с мягким креплением подвижного контакта якорек притягивается до конца, пока он не ляжет на немагнитную заклепку-упор  $З$ , показанную на рис. 58, б; пластинка  $П$ , на которой укреплен подвижный контакт, при этом прогибается, и ее сила складывается с силой пружины. Поэтому в таком реле воздушный зазор замкнутого реле имеет нерегулируемую постоянную величину; однако с перемещением неподвижного контакта будет меняться сумма усилий пружины и пластинки  $П$ , которые противодействуют магнитному притяжению якорька сердечником.

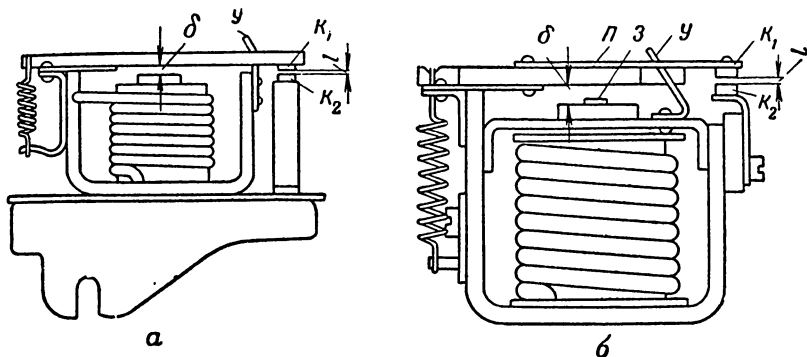


Рис. 58. Регулировка реле обратного тока:

а — реле с жестким креплением подвижного контакта; б — реле с мягким креплением подвижного контакта

Напряжение замыкания возрастает с увеличением натяжения пружины, а также с увеличением воздушного зазора  $\delta$  разомкнутого реле. В последнем случае повышается магнитное сопротивление, и для создания магнитного потока, достаточного для притяжения якорька, нужно большее число ампер-витков шунтовой обмотки, т. е. большее напряжение (так как  $AW_{ш} = i_{ш} \omega_{ш} = \frac{U}{r_{ш}} \omega_{ш}$ ).

Обратный ток размыкания увеличивается с уменьшением натяжения пружины, а также при перемещении неподвижного контакта  $K_2$  вниз. Действительно, чем слабее пружина, тем больше нужно размагнитить сердечник реле, чтобы оно разомкнулось. При увеличении же зазора контактами перемещением неподвижного контакта  $K_2$  вниз в реле с жестким креплением контакта уменьшается магнитное сопротивление замкнутого реле, и вследствие этого возрастает магнитный поток от шунтовой обмотки; для размыкания реле в этом случае серийная обмотка должна размагнитить сердечник в большей мере. В реле с мягким креплением контакта при этом уменьшается сила пластинки  $П$  (см. рис. 58, б), складывающаяся с силой пружины.

Поэтому регулировка реле обратного тока должна производиться следующим образом. Предварительно устанавливают воздушный зазор разомкнутого реле, подгибая упор  $У$ , причем зазор из-

меряют между железом якорька и сердечника, не принимая во внимание заклепку-упор *З*, а затем регулируют зазор между контактами, перемещая неподвижный контакт *К*<sub>2</sub>. После этого ставят генератор с реле на стенд, присоединяют к генератору батарею и, проверяя (под током) напряжение замыкания и обратный ток размыкания, регулируют реле изменением натяжения пружины. Если регулировкой пружины не удастся получить совпадения обеих величин (напряжения замыкания и обратного тока размыкания) с заданными нормами, то производят окончательную регулировку реле, изменяя предварительно установленные зазоры. Для изменения напряжения замыкания меняют воздушный зазор разомкнутого реле, подгибая упор *У*, а для изменения обратного тока изменяют зазор между контактами, перемещая неподвижный контакт.

При отсутствии заводских инструкций реле следует регулировать по следующим данным:

#### Напряжение замыкания

Для 6-вольтовых трехщеточных генераторов . . . . .	7—8 в
Для генераторов с регулятором напряжения 6-вольтовых	6,5—7 в
То же, 12-вольтовых . . . . .	12,5—13,5 в
То же, 24-вольтовых . . . . .	25—27 в

Примечание. В генераторах с регулятором напряжения замыкания реле обязательно должно быть ниже того напряжения, на которое отрегулирован регулятор, иначе реле не замкнется.

#### Обратный ток размыкания

Для малых генераторов (до 150 <i>вт</i> ) . . . . .	0,5—3,5 а
Для больших генераторов (выше 200 <i>вт</i> ) . . . . .	1—6 а

**Регулировка регуляторов напряжения.** В регуляторе напряжения регулируется только поддерживаемое им напряжение. Поэтому его регулировать проще, чем реле. Напряжение, поддерживаемое регулятором, как и напряжение замыкания реле, зависит, с одной стороны, от натяжения пружины, а с другой, — от величины воздушного зазора между якорьком и сердечником регулятора (при замкнутых контактах). Величина воздушного зазора в регуляторах напряжения приводится в заводской инструкции, и поэтому регуляторы напряжения регулируют путем изменения только натяжения пружины.

Установив предварительно воздушный зазор согласно заводским данным, ставят генератор с регулятором на стенд и регулируют натяжение пружины регулятора так, чтобы регулятор поддерживал заданное инструкцией напряжение.

Если нет заводских данных, регулировку следует производить, исходя из следующих соображений.

В регуляторах с серийной обмоткой, обычно применяемых без ограничителей тока, напряжение с увеличением нагрузки падает (см. рис. 36 и 37). Так как при нормальной нагрузке генератора батарея не должна разряжаться, то напряжение генератора в пределах нормальной нагрузки не должно падать ниже 6,5 в при 6-вольтовой, 12,5 в при 12-вольтовой и 25 в при 24-вольтовой ба-

тарее. Исходя из этого, регуляторы напряжения с серийной обмоткой нужно регулировать так, чтобы при полной нагрузке напряжение генератора было равно соответственно 6,5—6,7 в, 13—13,3 в или 26—26,5 в.

В регуляторах с одной шунтовой обмоткой, применяемых обычно вместе с ограничителями тока, напряжение держится приблизительно постоянным, и, следовательно, их можно регулировать и при холостом ходе, и при нагрузке. Регулировать их следует так, чтобы батарея заряжалась до начала газообразования, т. е. из расчета 2,4 в на один аккумулятор батареи. Поэтому регуляторы с одной шунтовой обмоткой регулируются при холостом ходе генератора на напряжение соответственно 7,2—7,4 в, 14,3—14,6 в или 29—29,5 в.

В случае, если регулятор напряжения с одной шунтовой обмоткой имеет магнитный шунт (температурную компенсацию), то поддерживаемое им напряжение зависит от температуры и должно приблизительно равняться данным, приведенным в табл. 7.

Таблица 7

Температура воздуха около регулятора, °С	Напряжение		
	в 6-вольтовых генераторах	в 12-вольтовых генераторах	в 24-вольтовых генераторах
10	7,4 ± 0,15	14,3 ± 0,2	28,6 ± 0,4
27	7,3 ± 0,15	14,2 ± 0,2	28,45 ± 0,4
50	7,2 ± 0,15	14,1 ± 0,2	28,3 ± 0,4

Перед окончательной регулировкой генератор с регулятором должен проработать около 30 минут для прогрева. Напряжение следует всегда измерять на выходном зажиме реле-регулятора, предназначенном для присоединения батареи (зажим Б).

Во время эксплуатации правильность регулировки регулятора напряжения проверяется по величине зарядного тока; ненормальная величина зарядного тока при исправной батарее указывает на разрегулировку регулятора напряжения.

**Регулировка ограничителя тока.** Конструкция ограничителя тока подобна конструкции регулятора напряжения. Для регулировки ограничителя тока устанавливают такой же воздушный зазор, как у регулятора напряжения, и затем замыкают контакты последнего накоротко проводом или прижимают их друг к другу рукой. При этом напряжение, а следовательно, и зарядный ток поднимутся настолько, что ограничитель тока начнет работать; меняя натяжение пружины, устанавливают величину тока ограничителя, которая должна быть равна току полной нагрузки генератора с допуском около  $\pm 1$  а.

---

---

## Глава III

### СВЕЧИ

#### 15. Воспламенение смеси электрической искрой

**Величина и измерение напряжения аппаратов зажигания.** Смесь в цилиндрах автомобильного двигателя воспламеняется электрической искрой, проскакивающей между электродами свечи, ввернутой в головку цилиндра. Расстояние между электродами (искровой промежуток) свечи небольшое — от 0,5 до 1 мм; тем не менее, чтобы пробить такой искровой промежуток, требуется высокое напряжение, в несколько тысяч вольт, которое развивается аппаратом зажигания — катушкой зажигания или магнето.

Величина напряжения, которое требуется для пробоя искрового промежутка свечей и создания искры (пробивное напряжение), зависит от давления и температуры газа в цилиндрах двигателя и от величины искрового промежутка. С увеличением давления в цилиндрах и величины искрового промежутка и с понижением температуры пробивное напряжение возрастает. Так, в прогретом двигателе при работе со средней нагрузкой пробивное напряжение составляет около 4 000—6 000 в. При запуске же холодного двигателя потребное пробивное напряжение достигает наибольшей величины — 8 000—10 000 в. Поэтому аппарат зажигания — катушка или магнето — должен развивать напряжение не менее 11 000 в.

Измерение величины напряжения, которое развивает аппарат зажигания, непосредственно в вольтах требует сложной и дорогой аппаратуры и вообще трудно выполнимо. Поэтому на практике для измерения напряжения, развиваемого аппаратом зажигания, применяют специальный трехэлектродный искровой разрядник (рис. 59) и судят о напряжении по величине расстояния  $\delta$  между электродами, при котором аппарат зажигания обеспечивает бесперебойное искрение. Устройство и размеры стандартного трехэлектродного разрядника приведены на рис. 59; электроды (острия) изготовляются из никеля; оси главных электродов должны совпадать с точностью до 0,5 мм. Острия этого разрядника должны быть остро заточены. Вспомогательный (третий) электрод должен быть установлен соответственно чертежу. В работе допускается затупление главных электродов (от обгорания) до радиуса не более 0,2 мм.

Пробивное напряжение такого разрядника при расстоянии между главными электродами  $\delta = 7$  мм. приблизительно равно 11 000 в, поэтому указанное значение искрового промежутка  $\delta = 7$  мм обычно служит нормой при испытании аппаратов зажигания.

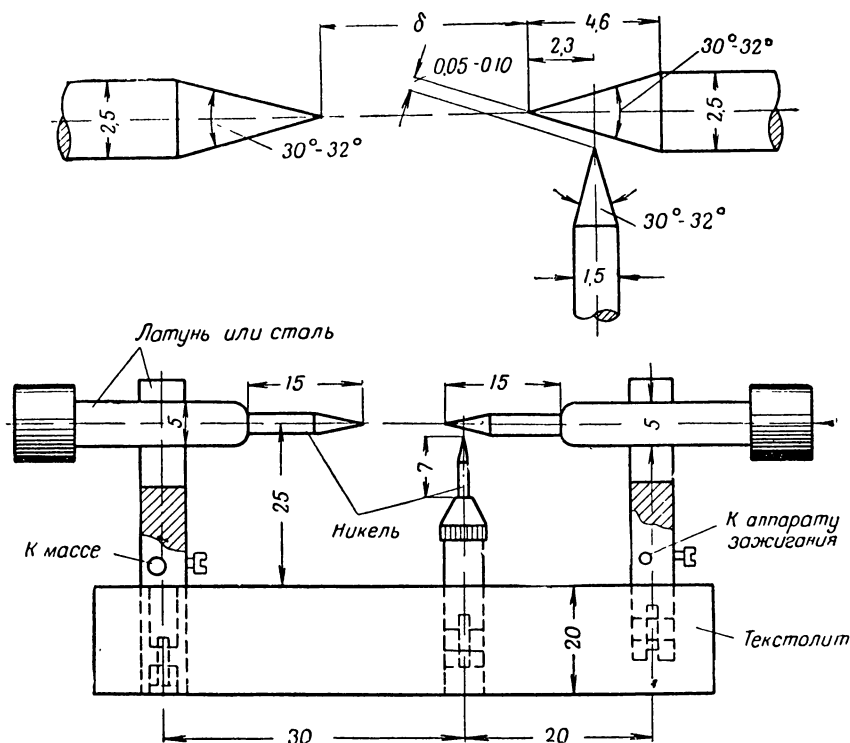


Рис. 59. Стандартный трехэлектродный разрядник

**Момент зажигания.** Так как смесь сгорает не мгновенно, а в течение известного промежутка времени (несколько тысячных секунды), то для получения от двигателя максимальной мощности нужно, чтобы искра в свечах проскакивала не в тот момент, когда поршень находится в верхней мертвой точке, а раньше, т. е. с некоторым опережением зажигания, чтобы к моменту прихода поршня в верхнюю мертвую точку значительное количество смеси успело сгореть.

Если смесь воспламенить позже, чем нужно, то она не успеет во-время сгореть и будет догорать во время рабочего хода и даже выпуска (в выпускной трубе); двигатель вследствие этого будет перегреваться и терять мощность.

Если, наоборот, зажигание производится слишком рано, то смесь успеет сгореть еще до прихода поршня в верхнюю мертвую

точку. В этом случае поршень будет получать резкие встречные удары, и двигатель будет работать со стуком, что вызывает быстрый износ двигателя.

При правильной установке момента зажигания двигатель развивает наибольшую мощность и работает «мягко».

Величина наивыгоднейшего опережения зажигания зависит от соотношения между скоростью движения поршня (числом оборотов двигателя) и скоростью сгорания смеси.

С увеличением числа оборотов двигателя опережение зажигания должно увеличиваться, чтобы к приходу поршня в верхнюю мертвую точку значительная часть смеси успевала сгореть.

Скорость сгорания смеси изменяется в зависимости от степени открытия дроссельной заслонки. Если дроссельная заслонка открыта полностью, наполнение цилиндра, а следовательно, давление и температура в конце хода сжатия велики, и смесь горит быстро. Наоборот, если заслонка прикрыта, то наполнение цилиндра уменьшается, давление и температура в конце хода сжатия уменьшаются, смесь разбавляется остатками отработавших газов, и сгорание смеси замедляется.

С увеличением степени открытия дроссельной заслонки смесь горит быстрее, и поэтому опережение зажигания должно уменьшаться.

Для автоматической регулировки опережения зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя аппараты зажигания — распределители батарейного зажигания и магнето — обычно имеют центробежный автомат.

Для автоматической регулировки опережения зажигания в зависимости от степени открытия дроссельной заслонки в распределителях батарейного зажигания новой конструкции применяется также вакуумный регулятор.

На опережение зажигания может влиять также и сорт горючего. Если горючее не соответствует степени сжатия двигателя, в результате чего появляются детонация и стук, то опережение зажигания приходится уменьшать до тех пор, пока стук и детонация не исчезнут. Поэтому обычно современные распределители батарейного зажигания снабжаются так называемым октан-корректором, пользуясь которым легко изменить установленный момент зажигания на несколько градусов.

## 16. Устройство свечи и условия ее работы на двигателе

Свеча служит для получения в камере сгорания двигателя электрической искры, воспламеняющей сжатую в цилиндре рабочую смесь.

Свеча (рис. 60) состоит из стального корпуса *К*, который ввертывается своей нижней частью в цилиндр двигателя. В корпусе закреплен изолятор *И*, внутри которого проходит металлический стержень *С*, имеющий на верхнем конце нарезку для контактной

гайки *КГ*. Стержень внизу оканчивается центральным электродом. На корпусе свечи укреплен крючкообразно изогнутый боковой электрод. Провод от аппарата зажигания зажимается контактной гайкой *КГ*; ток высокого напряжения проходит по стержню и центральному электроду и создает в искровой промежутке между центральным и боковым электродами искру, воспламеняющую рабочую смесь. Пройдя через искровой промежуток, ток по массе возвращается к аппарату зажигания. Изолятор зажат в корпусе своей утолщенной частью. Между изолятором и корпусом проложены две шайбы *Ш* из красной меди, через которые передается давление на изолятор. Кроме того, шайбы создают герметичность свечи, т. е. препятствуют прорыву газов из камеры сгорания наружу.

При работе на двигателе свеча подвергается значительным механическим, тепловым и электрическим нагрузкам, действующим главным образом на ее изолятор.

Изолятор свечи должен выдерживать высокое давление (25—40 кг/см<sup>2</sup>), развивающееся в цилиндре при сгорании рабочей смеси; при каждой вспышке смеси изолятор получает резкий удар.

На свечу и главным образом на ее изолятор попеременно воздействуют то высокая температура сгорания смеси, достигающая 1 500—2 000° С, то поступающая в цилиндр свежая смесь, имеющая обычно температуру не выше 60° С. В результате нижний конец изолятора свечи и центральный электрод нагреваются в среднем до 500—600° С. Изолятор свечи должен обладать при такой температуре достаточной механической и электрической прочностью.

Электрическая прочность должна быть достаточна, для того чтобы ток высокого напряжения (около 15 000—20 000 в), применяемый для зажигания, не мог пробить изолятор. Изолятор должен иметь также высокое электрическое сопротивление, чтобы ток утечки через изоляцию был минимальным. Электрическая прочность и электрическое сопротивление должны иметь достаточную величину также и при высокой температуре (500—600° С), до которой изолятор фактически нагревается при работе свечи на двигателе.

Конструкция свечи в целом должна быть простой, достаточно дешевой и герметичной. Герметичность свечи важна главным образом потому, что прорывающиеся через нее, даже при небольшой негерметичности, горячие газы перегревают изолятор и быстро выводят его из строя. Утечка газа через неплотности свечи редко достигает такой величины, которая вызывала бы уменьшение компрессии и потерю мощности двигателя.

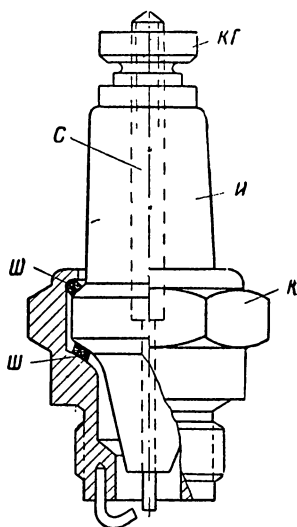


Рис. 60. Незаборная свеча

## 17. Классификация свечей по материалу изоляторов

Наиболее ответственной деталью свечи является изолятор, от свойств которого в значительной степени зависят качества всей свечи.

Применяемые для свечи изоляторы делятся на керамические и слюдяные.

**Керамические изоляторы** изготавливаются подобно фарфоровым изделиям формовкой из сырой массы различного состава и обжигом при высокой температуре. Для получения гладкой поверхности, уменьшающей загрязнение, керамические изоляторы обычно покрываются глазурью. Материалами для изготовления керамических изоляторов служат большей частью стеатит (талък) и глинозем (силлиманит).

**Ф а р ф о р** как обычный, так и высоковольтный, широко применяемый для изготовления изоляторов в электротехнической промышленности, не пригоден для изоляторов свечей, так как при температуре около  $400^{\circ}\text{C}$  он теряет свои изолирующие свойства. Кроме того, его механическая прочность и сопротивляемость резким изменениям температуры неудовлетворительны.

**С т е а т и т** (талък) широко применяется для изготовления изоляторов свечей. Приблизительный состав стеатитовой массы: 60% стеатита, часть которого обжигается, и 40% пластичной глины с примесью корунда и молотых черепков старых изоляторов. Стеатитовые изоляторы дешевы, прочны и обладают достаточными изолирующими свойствами при  $550\text{--}600^{\circ}\text{C}$ ; поэтому такие изоляторы применяются в свечах, рассчитанных на двигатель с нормальной степенью сжатия. В современных двигателях с повышенной степенью сжатия применение стеатитовых изоляторов при правильной конструкции свечи допустимо, но для двигателей с высокой степенью сжатия (порядка  $\epsilon = 7$  и выше), у которых в камерах сгорания развивается более высокая температура, стеатитовые изоляторы непригодны.

**Г л и н о з е м**. Природный глинозем, содержащий около 50—53%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , является также хорошим материалом для изолятора автотракторных свечей. Глиноземистые изоляторы по своим свойствам несколько превосходят стеатитовые, а потому являются более подходящими для современных форсированных двигателей со степенью сжатия  $\epsilon = 6\text{--}6,5$ , тем более, что эти изоляторы хорошо выдерживают резкие температурные колебания.

**С и н о к с а л ь** (синтеркорунд, корундиз) — синтетическая окись алюминия — представляет собой почти чистый глинозем (99%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). По своим качествам он резко превосходит остальные керамические материалы, так как отличается очень большой теплопроводностью и стойкостью при резких колебаниях температуры. Синоксаль сохраняет электроизолирующие свойства при температуре, превышающей  $800^{\circ}\text{C}$ . Он обладает такими же электроизолирующими свойствами и теплостойкостью, как и слюда, а потому свечи с синоксальным изолятором могут, подобно слюдяным, применяться на форси-



рованных двигателях с высокой степенью сжатия (гоночных автомобильных и авиационных).

**Слюда́ные изоляторы** изготавливаются из натуральной калийной слюды (мусковита). Слюда является прекрасным изолирующим материалом, сохраняющим большое сопротивление изоляции и высокую электрическую прочность (на пробой) при температуре до 750—800° С. Изолятор набирается из отдельных слюдяных шайбочек, надеваемых на центральный стержень. При этом листочки слюды пропитываются масляным или чистым глифталевым лаком и спрессовываются. Пропитывание производится с целью не только склеить листочки слюды, но и заполнить все промежутки, чтобы не допустить образования воздушных прослоек, которые понижают электрическую прочность изолятора.

Вследствие большого электрического сопротивления слюды при высокой температуре свечи со слюдяным изолятором особенно пригодны для авиационных и гоночных автомобильных двигателей. Однако при очень высокой температуре (900—1000° С) слюда теряет содержащуюся в ней кристаллизационную и структурную воду и распадается. Кроме того, свечу со слюдяным изолятором трудно сделать вполне герметичной. Поэтому срок службы таких свечей сравнительно невелик.

К числу недостатков слюдяного изолятора относится также его высокая стоимость (ввиду дороговизны самой слюды и сложности изготовления). Изолятор, составленный из отдельных листочков, несмотря на обточку и шлифовку, имеет неровную поверхность, способствующую осаждению нагара. Поэтому слюдяные свечи, особенно если они работают при умеренной рабочей температуре, быстро загрязняются. Вследствие этого применять свечи со слюдяным изолятором на обычных автомобильных двигателях нецелесообразно.

На основании изложенного выше можно сделать следующие выводы.

Преимущества свечей с керамическим изолятором:

- 1) малая стоимость;
- 2) незначительная загрязняемость нагаром;
- 3) продолжительный срок службы при умеренной рабочей температуре.

Недостатки этих свечей:

1) слабая теплостойкость (трещины в изоляторе) и недостаточное сопротивление изоляции при высокой температуре (за исключением свечей с синоксалевым изолятором);

2) чувствительность поверхности к повреждениям (царапины на глазури легко вызывают трещины).

Свечи с керамическим изолятором применяются на обычных автомобильных и тракторных двигателях с умеренной степенью сжатия и умеренным температурным режимом. На двигателях же с высокой степенью сжатия (гоночных) возможно применять керамические свечи только с синоксалевым изолятором.

Преимущества свечей со слюдяным изолятором:

1) возможность применения при более высокой рабочей температуре;

2) высокая электрическая прочность и большое сопротивление изоляции при высокой температуре.

Недостатки свечей со слюдяным изолятором:

1) высокая стоимость;

2) быстрая загрязняемость нагаром;

3) короткий срок службы;

4) необходимость в более умелом уходе, ремонте и чистке.

Свечи со слюдяным изолятором применяются на авиационных и гоночных автомобильных двигателях, на двигателях с высокой степенью сжатия и высокой температурой в камере сгорания. Прежде на таких двигателях применялись лишь слюдяные свечи, в настоящее же время они частично вытесняются свечами с синоксальевым изолятором.

### 18. Тепловая характеристика свечи

Для правильной работы свечи нижний конец ее изолятора (юбочка) должен иметь температуру не ниже  $500\text{--}580^\circ\text{C}$  (температура самоочистения), чтобы масло, попадающее на изолятор,

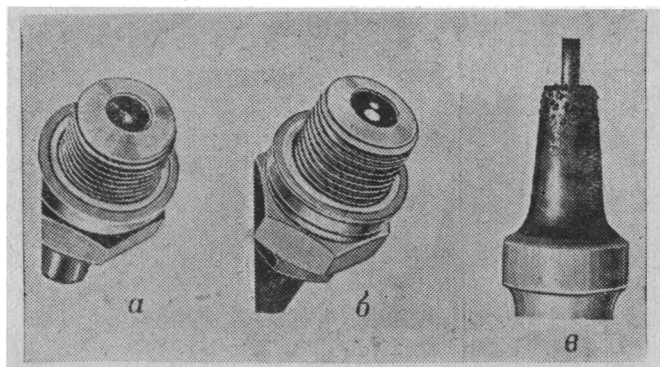


Рис. 61. Вид свечей, работавших на двигателе:

*а* — свеча слишком холодна; *б* — свеча подобрана правильно;  
*в* — свеча перегревалась

сейчас же сгорало, не образуя нагара. Если температура нижнего конца изолятора окажется ниже указанного значения, то попадающее на него масло будет сгорать неполностью, и образуется слой нагара, вызывающий утечку тока. При этих условиях свеча будет работать с перебоями, а при сильном нагарообразовании перестанет давать искру. В результате при слишком низкой температуре свеча будет постоянно забиваться нагаром (рис. 61, *а*), и потребуются частая чистка. Если же температура изолятора достаточно высокая, то частицы масла или ранее образовавшегося нагара сгорают без остатка, и поверхность изолятора остается чистой.

Однако температура изолятора и центрального электрода не должна быть слишком высокой (не выше  $800\text{--}850^\circ\text{C}$ ); в противном случае возникает калильное зажигание, т. е. поступающая в цилиндр горючая смесь воспламеняется не от электрической искры, а от соприкосновения с накалившимся концом изолятора и центральным электродом. При небольшом перегреве свечи смесь воспламеняется при наименьшем давлении, т. е. примерно в нужный момент, и калильное зажигание можно обнаружить лишь по вспышкам, которые двигатель будет давать после выключения зажигания. При более сильном перегреве свечи смесь будет воспламеняться значительно раньше нормального момента зажигания, и двигатель будет терять мощность, работая со стуком. При очень сильном перегреве свечи смесь может воспламениться еще в период впуска, что приводит к «выстрелам» в карбюраторе и даже к пожару.

Признаки перегрева свечи: конец изолятора становится белым, и из оплавленной глазури и металла (рис. 61, в) образуются шарики.

При правильной рабочей температуре изолятора поверхность его чистая, без следов перегрева (рис. 61, б).

В целях достижения нормальной температуры изолятора свечи во время работы двигателя нужно подобрать свечу так, чтобы ее теплоотдача и охлаждение соответствовали количеству воспринимаемого ею тепла. Чем больше степень сжатия и число оборотов двигателя, тем больше тепла выделяется в камере сгорания и тем большей должна быть теплоотдача свечи, чтобы последняя не перегревалась. Так как степень сжатия и число оборотов двигателей колеблются в широких пределах, то для различных двигателей требуются свечи с различной теплоотдачей. Свечей универсального типа, подходящих ко всем двигателям, не существует.

Таким образом, для различных двигателей необходимо иметь свечи с различной тепловой характеристикой (теплоотдачей).

Конструктор придает свече ту или иную тепловую характеристику, изменяя главным образом длину юбочки изолятора и внутренний диаметр нижней части корпуса. Свеча, изображенная на рис. 62, а, предназначена для тихоходного двигателя с низким сжатием и низкой температурой в камере сгорания. Для того чтобы ее

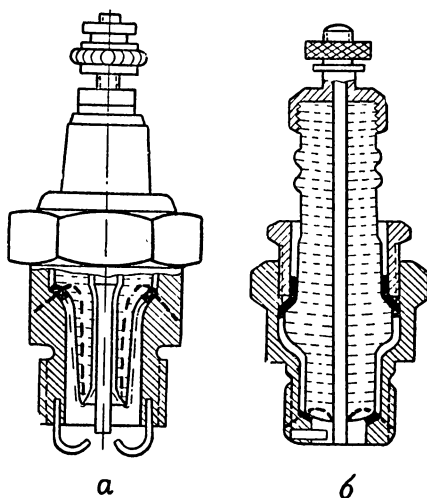


Рис. 62. Свечи для двигателя с низким (а) и с высоким (б) сжатием; пунктир с точкой — путь тока утечки по слою нагара; жирный пунктир — путь отвода тепла

изолятор имел достаточную для самоочистки температуру, свеча должна получать от двигателя сравнительно большое количество тепла и хорошо его сохранять. Для этого внутренний диаметр корпуса сделан большим, а юбочка изолятора длинной; следовательно, путь для отвода тепла (жирный пунктир от нижнего конца изолятора до нижней медной шайбы) достаточно велик.

На рис. 62, б показана свеча, предназначенная для форсированного двигателя с высокой степенью сжатия и высокой температурой в камере сгорания. Чтобы свеча не перегревалась, она должна воспринимать от двигателя возможно меньшее количество тепла и очень хорошо охлаждаться. Поэтому диаметр расточки корпуса уменьшен, а нижнему концу изолятора придана такая форма, чтобы путь отвода тепла (до нижней медной шайбы) был возможно короче.

Стандартный способ обозначения тепловой характеристики свечи (величины ее теплоотдачи) еще не установлен. Некоторые заводы характеризуют тепловые свойства своих свечей к а л и л ь н ы м ч и с л о м, которое ставится после буквы, обозначающей тип резьбы. Калильное число представляет собой время, по истечении которого свеча, установленная на специальный испытательный двигатель, работающий при определенном режиме, начинает давать калильное зажигание. Чем больше калильное число, тем лучше теплоотдача свечи. В маркировке отечественных свечей указывается прямо длина юбочки изолятора в миллиметрах. Чем длиннее юбочка изолятора, тем теплоотдача свечи меньше.

Свечи с малой теплоотдачей обычно называют «горячими», а с большой теплоотдачей — «холодными». «Горячие» свечи соответствуют свечам с малым калильным числом или с длинной юбочкой изолятора; они предназначены для тихоходных двигателей с низкой степенью сжатия.

Если «горячую» свечу поставить на сильно нагревающийся двигатель с большой степенью сжатия, она перегреется и начнет давать калильное зажигание. Наоборот, если «холодную» свечу (с большим калильным числом или короткой юбочкой изолятора) поставить на двигатель с низким сжатием, то она окажется слишком холодной и будет постоянно замасливаться.

Таким образом, основное правило подбора свечей к двигателю по тепловой характеристике сводится к следующему. Если свечи часто отказывают в работе вследствие загрязнения нагаром, то это означает, что они слишком холодны и их нужно заменить более горячими; если же свечи вызывают калильное зажигание (стук в двигателе), значит, они перегреваются; такие свечи нужно заменить более холодными.

## 19. Конструкция свечей

На рис. 63 изображена типовая конструкция автомобильной свечи с номенклатурой ее деталей и отдельных частей керамического изолятора.

По конструкции свечи делятся на неразборные и разборные.

В неразборных свечах (см. рис. 60) изолятор укреплен в корпусе свечи завальцовкой края корпуса. Вследствие этого при поломке изолятора свечу нужно заменить новой.

В разборных свечах изолятор зажимается ниппелем (см. рис. 63), ввертываемым в верхнюю часть корпуса свечи. Благодаря этому сердечник свечи (т. е. изолятор с зацементированным в нем стержнем и центральным электродом) можно вынуть из корпуса для очистки от нагара или для замены в случае повреждения изолятора.

Автомобильные свечи с керамическим изолятором работают на двигателях обычных типов вполне надежно; поэтому их часто делают неразборными. Свечи же со слюдяным изолятором, который легко покрывается нагаром и трудно очищается, всегда делают разборными для облегчения их очистки и ремонта.

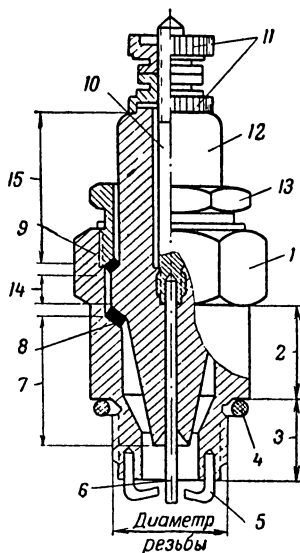


Рис. 63. Конструкция свечи (разборной) и номенклатура ее деталей:

1—корпус; 2—цилиндрическая часть корпуса; 3—ввертная часть корпуса; 4—уплотняющая медно-асбестовая прокладка; 5—боковой электрод; 6—центральный электрод; 7—юбочка изолятора; 8—шайба под изолятор; 9—шайба на изолятор; 10—стержень; 11—контактная гайка; 12—изолятор; 13—ниппель; 14—утолщенная часть изолятора; 15—цилиндрическая часть изолятора

Размер нижней нарезанной (ввертной) части корпуса характеризуется: а) диаметром и типом нарезки, б) длиной.

Резьба ввертной части корпуса бывает:

метрическая: M18×1,5 — диаметр 18 мм, шаг . . . 1,5 мм;  
 M14×1,25 — " 14 " " . . . 1,25 мм;  
 M10×1,0 — " 10 " " . . . 1,0 мм;

и реже дюймовая: 7/8" — 18 — " 7/8", 18 ниток на 1".

До 1930—1933 гг. широко были распространены свечи с дюймовой резьбой 7/8" (рис. 64, а), позже замененные свечами с метрической резьбой M18×1,5 (рис. 64, б). В дальнейшем, по мере того как улучшение качества изоляционных материалов позволило выполнять изолятор свечи более тонким, возникло стремление еще больше уменьшить диаметр свечи. В результате этого в настоящее время дюймовые свечи вытеснены совершенно. На современных автомобилях основным типом являются свечи с метрической резьбой 14 мм (рис. 64, в); применяются также свечи еще меньшего диаметра — с резьбой 10 мм (рис. 64, г).

Это объясняется тем, что свечи малого диаметра имеют меньшие размеры и занимают в головке цилиндра мало места, что особенно важно в двигателях с малым диаметром цилиндров и боль-

шой степени сжатия. Кроме того, благодаря меньшему весу и объему эти свечи быстрее прогреваются и достигают установившейся температуры. Поэтому возможность нагарообразования в начальный период работы двигателя, когда свеча еще не успела прогреться, в свечах малого диаметра меньше; вероятность калильного зажигания также меньше. Свечи малого диаметра могут работать при более широких пределах изменения рабочей температуры двигателя, чем 18-миллиметровые или дюймовые.

Длина ввертной части должна быть такой, чтобы нижний край корпуса свечи, ввернутой в цилиндр, был заподлицо с внутренней поверхностью камеры сгорания (рис. 65, а). Если свеча выступает внутрь цилиндра (рис. 65, б), то выступающий конец свечи сильно нагревается и может вызвать калильное зажигание. Если, наоборот, ввертная часть свечи слишком коротка (рис. 65, в), то образуется карман, в котором могут задерживаться продукты сгорания; в этом случае будет затруднен доступ свежей смеси к электродам, что может вызвать перебои в зажигании.

Отклонение свечи от нормального положения (рис. 65, б и в) влияет также на ее тепловое состояние и может изменить ее тепловую характеристику. Однако пользоваться этим для изменения теплового состояния свечи нецелесообразно; при положении свечи, как на рис. 65, б, резьба на выступающей части корпуса обгорает и загрязняется, вследствие чего вывернуть свечу после эксплуатации трудно. Положение свечи, как на рис. 65, в, более безопасно, и в некоторых пределах им можно пользоваться для уменьшения рабочей температуры свечи; однако при этом возможны перебои в зажигании.

**Электроды.** Тупые электроды более пригодны, чем острые, так как они обгорают медленнее и искровой промежуток дольше сохраняет установленную величину.

Иногда боковых электродов бывает два и больше, вследствие чего получается несколько параллельных искровых промежутков, и искра проскакивает через наиболее короткий из них. Когда этот промежуток вследствие обгорания электродов увеличивается и пробивное напряжение становится больше, искра перебрасывается на другой искровой промежуток и т. д. В результате искровые промежутки работают поочередно, их обгорание значительно замедляется, и свечу приходится реже регулировать. Однако увеличение числа боковых электродов повышает опасность забивания искрового промежутка частицами нагара, поэтому обычно число боковых электродов не превышает двух.

Материал электродов должен хорошо сопротивляться окислению при высокой температуре. В свечах с керамическим изолятором электроды обычно изготавливаются из никелевомарганцевой проволоки (97% никеля и 2,5—3% марганца) диаметром 1,5—2 мм (центральный электрод обычно толще боковых). Примесь марганца необходима, так как чистая никелевая проволока под действием высокой температуры меняет свою структуру и становится хрупкой, в результате чего электроды свечей обламываются.

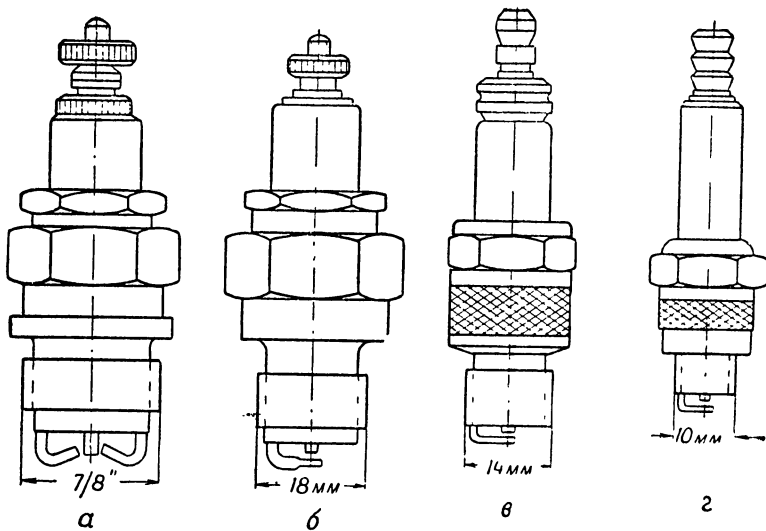


Рис. 64. Серия свечей с различным диаметром ввертной части

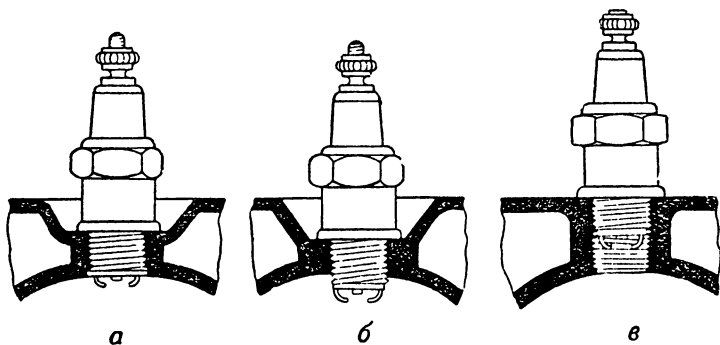


Рис. 65. Правильное и неправильное положение свечи в цилиндре

Величина искрового промежутка зависит от степени сжатия двигателя, а также от системы зажигания. При батарейном зажигании или при наличии пускового магнето величину искрового промежутка обычно принимают:

- В двигателях с нормальной степенью сжатия ( $\epsilon = 4,5-5,5$ ) . . . . . 0,7—0,8 мм;
- В двигателях с повышенной степенью сжатия ( $\epsilon = 6-7,5$ ) . . . . . 0,6—0,7 мм;
- В двигателях с высокой степенью сжатия ( $\epsilon = 8-9$ ) . . . . . 0,4—0,5 мм.

При зажигании от магнето (без пусковых магнето или катушки) зазор между электродами свечи устанавливается 0,4—0,5 мм, так как при увеличенном зазоре затрудняется запуск двигателя.

## Характеристика автотракторных свечей отечественного производства

Марка свечи	Ввертная часть		Длина юбочки изолятора, мм	Зазор между электродами свечи, мм	Размер под ключ корпуса, мм	Размер под ключ ниппеля, мм	Назначение (для какой машины)
	резьба	длина, мм					
Д 20/20	7/8", 18 ниток на 1"	20	20	0,6—0,7	28	22	Тракторы СТЗ, С-60, У-1, У-2, автомобили ГАЗ-АА
М 20/20	1М18×1,5	20	20	0,6—0,7	26	22	Автомобили ГАЗ-АА, ЗИС-5, тракторы СТЗ-5, СХТЗ-3
М 12/20В	1М18×1,5	12	20	0,6—0,7	26	22	Двигатели Л-3, Л-6, Л-12, двигатель К-1-Б
М 15/15	1М18×1,5	15	15	0,6—0,7	26	22	Автомобили М-1, ГАЗ-ММ, ГАЗ-67, тракторы С-65
НМ 15/15В	1М18×1,5	15	15	0,6—0,7	26	—	Автомобили ЗИС-5-Ф, ЗИС-16 и ЗИС-21
М 12/15	1М18×1,5	12	15	0,6—0,7	26	22	Автомобили ГАЗ-51
НМ 12/12А	1М18×1,5	12	12	0,6—0,7	26	—	Автомобили ГАЗ-М-20 "Победа"
НМ 12/10А	1М18×1,5	12	10	0,6—0,7	26	—	Автомобили ГАЗ-42, ГАЗ-51 и ГАЗ-63
М 12/8	1М18×1,5	12	8	0,6—0,7	26	22	Автомобили ЗИС-150 и ЗИС-151
НМ 12/8В	1М18×1,5	12	8	0,6—0,7	26	—	Мотоцикл М-1-А
НА 11/14А	Спец. М14×1,25	11	14	0,6—0,7	22	—	Автомобиль "Москвич"
НА 11/14А	" М14×1,25	11	11	0,6—0,7	22	—	Автомобиль ЗИС-110
НА 11/10А	" М14×1,25	11	10	0,6—0,7	22	—	
НТ 7/12А	" 1М10×1,0	7	12	0,6—0,7	17	—	

## Маркировка свечи

Буква обозначает тип резьбы (М — метрическая 18×1,5; Д — дюймовая 7/8", 18 ниток на 1"; А — метрическая 14×1,25).  
 Неразборные свечи обозначаются добавочной буквой Н. Первое число — длина ввертной части корпуса в миллиметрах.

Второе число — длина юбочки изолятора в миллиметрах.



Уменьшения зазора ниже 0,35 мм обычно избегают: слишком малый искровой промежуток часто забивается нагаром. Чрезмерно увеличивать искровой промежуток (свыше 1 мм) также не рекомендуется: для пробоя такого искрового промежутка требуется повышенное напряжение, вследствие чего изоляция катушки зажигания работает в более тяжелых условиях, т. е. уменьшается надежность катушки зажигания.

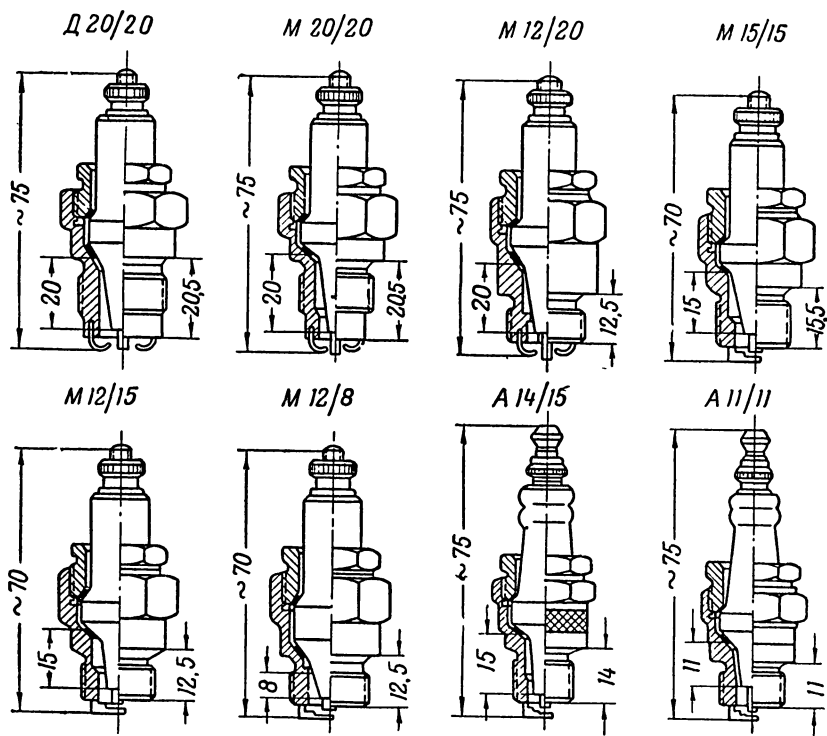


Рис. 66. Типы автотракторных свечей отечественного производства

Конструкция свечей с керамическим изолятором (см. рис. 60, 62 и 63) была рассмотрена выше; здесь необходимо сделать лишь ряд дополнительных замечаний.

Поверхность изолятора этих свечей, за исключением фасок и углощенной части, покрывают глазурью. Опорные фаски не покрывают глазурью, так как уплотняющие медные шайбы плотнее прилегают к шероховатой поверхности, и герметичность свечи увеличивается. Герметичность создается в основном нижней шайбой, поэтому ее обязательно нужно изготовлять из отожженной красной меди, обладающей достаточной пластичностью. Верхняя шайба служит лишь подушкой, передающей давление от ниппеля на изолятор; ее можно изготовлять из более твердого материала (алюминий).

ния, латуни). Давление на изолятор должно передаваться только через шайбы.

Неточные размеры, неравномерная высота утолщенной части изолятора или перекосы вызывают неправильное распределение сжимающих усилий и могут привести к поломке изолятора.

Для достижения герметичности между головкой блока и корпусом свечи ставят медно-асбестовую уплотняющую прокладку 4 (см. рис. 63).

Автотракторные свечи отечественного производства показаны на рис. 66, а их характеристики приведены в табл. 8. Повышение качества отечественных свечей, особенно в последние годы, достигнуто благодаря применению для свечей, предназначенных для автомобилей послевоенного выпуска, глиноземистых изоляторов взамен стеатитовых. Такие изоляторы обеспечили значительное улучшение свойств и более высокую надежность свечей, работающих на двигателях с повышенной степенью сжатия. Изменением конструкции и типа свечей, предназначенных для автомобилей ГАЗ-51 и ЗИС-150, достигнуто полное соответствие тепловой характеристики свечей типу двигателя. В последние годы значительно увеличено число типов неразборных свечей, что объясняется более низкой их стоимостью.

Свечи, выпускаемые для автомобилей старых конструкций и тракторов, — разборные, со стеатитовым изолятором.

## 20. Эксплуатация свечей

**Неисправности свечей.** Наиболее частым дефектом (свыше 50% всех неисправностей) является образование нагара, который, будучи проводником, вызывает утечку тока. Вследствие этого напряжение, даваемое аппаратом зажигания, падает ниже пробивного напряжения свечи, и последняя перестает давать искру. Нагар может быть сухой (копоть) или жирный. Сухой нагар представляет собой отложение частиц несгоревшего углерода и легко удаляется. Жирный нагар образуется при попадании масла на изолятор. Масло связывает частицы углерода и обугливается, увеличивая отложение нагара. Шероховатая поверхность изолятора (слюдяные свечи) способствует отложению нагара. Нагар образуется при слишком низкой температуре свечи, излишне богатой смеси (при сухом нагаре) или чрезмерной смазке.

При длительной работе свечи на изоляторе образуется красновато-коричневый налет, который не мешает работе и является нормальным; этот налет не следует смешивать с нагаром.

**Отложение свинца.** В случае применения этилированного бензина на изоляторе и электродах свечи происходит отложение свинца, содержащегося в этиловой жидкости, прибавляемой к бензину в качестве антидетонатора. Отложившийся на изоляторе свинец подобно обычному нагару вызывает утечку тока и прекращает образование искры между электродами свечи; свинец, отложившийся на элек-

тродах, увеличивает массу и нагрев электродов, а следовательно, способствует ускоренному обгоранию их. Самоочистение свечи в этом случае не происходит, так как свинцовые отложения не сгорают при той температуре, которую возможно допустить для изолятора и электродов свечи, работающей на двигателе. Поэтому при работе на этилированном бензине изолятор и электроды свечи необходимо периодически очищать от свинцовых отложений.

**З а м а с л и в а н и е.** Масло, попадающее на свечу, образует капли между электродами, вследствие чего значительно повышается пробивное напряжение свечи. Замасливание наблюдается при запуске двигателя, особенно при многократных попытках, и сильно затрудняет запуск. При нормальной работе двигателя замасливание свечей наблюдается очень редко; оно вызывается большей частью чрезмерной или неправильной смазкой и длительной работой двигателя вхолостую.

**К а л и л ь н о е з а ж и г а н и е** возникает при перегреве свечей, но оно может быть вызвано и накалившимися клапанами и нагаром. Изолятор свечи, вызвавший калильное зажигание, имеет белый цвет (в керамических свечах); иногда он покрывается шариками расплавленной глазури. Причиной калильного зажигания является неправильный подбор свечи для данного двигателя.

**Т р е щ и н ы** в изоляторе не всегда вызывают немедленное прекращение работы свечи; однако, заполняясь со временем нагаром, они приводят к короткому замыканию свечи. Испытания свечи на искрообразование при нормальном атмосферном давлении недостаточны для проверки исправности изолятора, так как при нормальном давлении пробивное напряжение искрового промежутка свечи невелико. Поэтому, чтобы убедиться в отсутствии трещин, следует испытать свечу на искрообразование под давлением.

Трещины обычно появляются в результате резких изменений температуры свечи или случайных ударов.

**П р о б о й** изолятора электрическим током в условиях эксплуатации наблюдается редко и приводит к таким же последствиям, как и образование трещин.

**Испытание свечей.** Свечу перед установкой на двигатель, а также свечу, исправность которой вызывает сомнения, рекомендуется испытать на искрообразование под давлением и на герметичность.

Прибор для испытания свечей состоит из камеры, в которую ввертывают испытываемые свечи, из воздушного насоса, создающего давление в камере, и пускового магнето или пусковой катушки.

На рис. 67. а и б изображен прибор Московского авиационного института (МАИ) для испытания свечей. Прибор имеет камеру А, в которой создается давление насосом Б, приводимым в движение рукояткой В. Давление в камере измеряется манометром М. Клапан Г служит для выпуска воздуха из камеры А. Искра дается от пускового магнето ПМ, вращаемого за рукоятку Е. Для ограничения напряжения пускового магнето параллельно испытываемым свечам включается контрольный разрядник, регулируемый путем пере-

движения электрода *И*. Разрядник обычно регулируют на 7—9 мм. При испытании свечей прибор удобнее всего прикрепить к стенке.

Испытание на искрообразование. Две испытываемые свечи ввертывают в камеру *А*, в которой насосом *Б* устанавливают необходимое давление. Затем к контактной гайке свечи прикладывают контактный колпачок *К*, которым оканчивается провод от

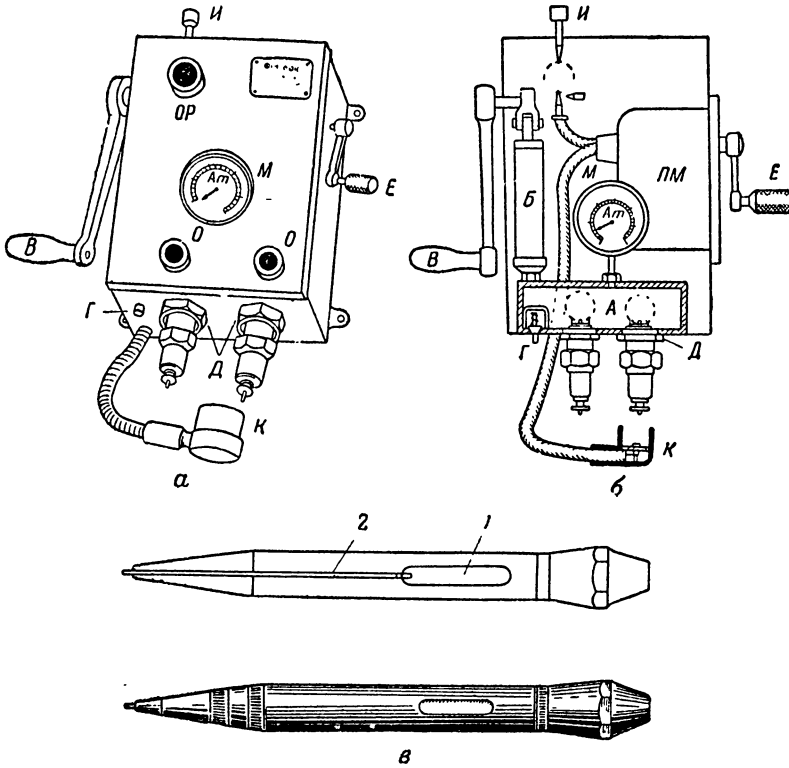


Рис. 67. Приборы для проверки свечей

пускового магнето. Вращая пусковое магнето *ПМ* рукояткой, наблюдают искру в свечах через окна *О*. Искра должна появляться между электродами без перебоев. Если искры нет или если она появляется с перебоями или проскакивает не между электродами, а внутри свечи, свечу бракуют. Забракованную свечу осматривают, очищают от нагара и вторично испытывают. Если чистой свечей не устраняются неправильности в искрообразовании, то это значит, что поврежден изолятор. Свечу с таким изолятором бракуют окончательно.

Перед испытанием на искрообразование нужно проверить и отрегулировать зазор между электродами свечи. При чрезмерно большом зазоре между электродами искра будет проскакивать не в свече, а в разряднике, что можно наблюдать через окно *ОП*. Раз-

рядник дает возможность установить, что для пробоя искрового промежутка свечи требуется напряжение не выше нормального. Некоторые приборы не имеют разрядника.

При испытании на искрообразование давление в камере прибора устанавливается в зависимости от зазора между электродами свечи. Оно равно: при зазоре до 0,5 мм — 9 ат; при зазоре выше 0,5 мм — 8 ат.

Эти цифры являются нижним пределом; хорошие свечи обычно дают бесперебойное искрообразование при значительно большем давлении.

Испытание на герметичность. После испытания на искрообразование отсоединяют провод от свечи и снизу подставляют стаканчик с керосином, спиртом или костяным маслом так, чтобы изолятор и ниппель свечи были целиком погружены в жидкость. Давление в камере увеличивают до 20 ат и в течение 30 сек. наблюдают, не просачивается ли воздух.

Просачивание воздуха допускается в виде отдельных пузырьков диаметром 2—3 мм не более чем в трех местах. Если воздух просачивается в виде струи («цепочки» пузырьков) или более чем в трех точках, то свеча бракуется. Абсолютно герметичных свечей на практике почти никогда не бывает.

Если прибор, изображенный на рис. 67, а и б, не прикреплен к стене, то пользоваться стаканчиком с жидкостью неудобно. В этом случае герметичность свечи проверяют по показанию манометра, которое в течение 5 минут должно быть неизменным. Однако этот способ ненадежен, так как воздух может проходить не в самой свече, а в приборе.

Проверка работы свечей на двигателе. Для проверки работы свечей на двигателе или для выяснения того, какие свечи отказали (при перебоях, когда работают не все цилиндры), замыкают поочередно зажим каждой свечи на массу при помощи отвертки с деревянной ручкой. Если данная свеча исправна, то ее замыкание увеличивает перебои в работе двигателя; если же замыкаемая свеча не работает, то ее замыкание накоротко не влияет на работу двигателя. Кроме того, неработающие свечи при отсутствии вспышек в цилиндре, в который они ввернуты, значительно холоднее остальных, и их можно иногда обнаружить по этому признаку.

Еще удобнее пользоваться специальным прибором — вольтоскопом (рис. 67, в), который состоит из стеклянной трубочки 1, заполненной неоном, и металлического стержня 2, соприкасающегося с впаянным в трубочку электродом. Иногда вольтоскоп выполняется в виде «гечного карандаша». При подведении к электроду трубочки некоторого напряжения газ в трубочке начинает светиться красным светом, причем яркость и характер этого свечения зависят от величины напряжения. Для проверки свечи касаются «карандашом» ее зажима. Если свеча исправна, то напряжение, подводимое к ней, будет иметь нормальную величину, и свечение трубочки будет ярким. Если свеча отказала из-за образования на-

нагара, замкнувшего накоротко ее электроды, то напряжение на свече будет равно нулю, и трубочка светиться не будет. Слабое и нерегулярное свечение указывает на значительное нагарообразование, вследствие которого напряжение, подводимое к свече, понизилось, и свеча работает с перебоями.

**Уход за свечами** в эксплуатации заключается в очистке их от нагара или отложения свинца и в регулировке зазора между электродами. При правильном подборе свечи к двигателю по ее тепловой характеристике чистка требуется редко (не чаще чем через 100—150 часов работы). Свечи следует чистить лишь по мере необходимости, т. е. при значительном отложении на изоляторе или при отказе свечи. Чтобы не царапать при чистке поверхности юбочки керамического изолятора, запрещается применять острые стальные скребки и инструменты, а также наждачную и стеклянную бумагу. Для размягчения нагара свечу можно положить на несколько часов в керосин. Для чистки можно употреблять мягкую проволочную щетку из тонкой медной проволоки. Свечи со слюдяным изолятором очищаются стеклянной (но не наждачной) бумагой; применять же для них проволочные щетки и размачивать нагар керосином запрещается.

Наиболее целесообразно очищать свечи на специальных пескоструйных аппаратах. При помощи их достигается совершенно безопасная и надежная очистка изолятора от нагара и свинцовых отложений. Применяемое же иногда на практике прокаливание свечей в горнах и печах очень часто приводит к повреждению изолятора и поэтому должно быть запрещено.

Керамические и слюдяные свечи можно очищать от свинцовых отложений также и химическим способом, разработанным советскими инженерами. В раствор, содержащий 15 мг технической уксусной кислоты и 1,5 г уксуснокислого натрия в 1 л воды, навешивают немного гранулированного цинка (0,05—0,1% от веса очищаемых свечей). Затем опускают в раствор сердечники и корпуса свечей, подлежащих очистке, предварительно промытые в бензине и высушенные. Через 3—4 часа детали свечей вынимают, промывают в воде и просушивают при температуре около 150° С в течение 40 минут.

Зазор между электродами свечи регулируется по мере необходимости подгибанием боковых электродов. Для этого пользуются медной планкой с боковой прорезью; боковой электрод захватывают в прорезь и изгибают, действуя планкой как рычагом. Применять обычные плоскогубцы для изгибания электродов нежелательно, так как ими легко повредить или надломить электрод, что впоследствии может привести к полному отламыванию его. Центральный электрод при регулировке нельзя изгибать, так как при этом можно легко повредить (отколоть) юбочку изолятора и тем самым привести свечу в негодность.

Нормальный срок службы свечей с керамическим изолятором не менее 1000 часов, слюдяных свечей — до 300—400 часов.

---

## Глава IV

### БАТАРЕЙНОЕ ЗАЖИГАНИЕ

#### 21. Принцип работы батарейного зажигания

Система батарейного зажигания состоит из:

- а) источника тока — аккумуляторной батареи или генератора;
- б) катушки зажигания, преобразующей получаемый от источника ток низкого напряжения в ток высокого напряжения, необходимый для образования искры и свечей;
- в) прерывателя и распределителя, объединенных в один аппарат, называемый распределителем.

Катушка зажигания состоит из железного сердечника, на котором намотаны две обмотки: первичная, состоящая из небольшого числа витков (200—250) сравнительно толстой проволоки ( $d = 0,8—1,0$  мм), и вторичная, состоящая из очень большого числа витков (16 000—20 000) тонкой проволоки. Для уменьшения вихревых токов сердечник катушки набирается из тонких (0,5—0,3 мм) пластин, штампованных из листового трансформаторного железа и изолированных друг от друга слоем папиросной бумаги, лака или окислы. Таким образом, катушка зажигания представляет собой трансформатор.

На рис. 68, а изображена принципиальная, а на рис. 68, б — конструктивная схемы батарейного зажигания. Кулачок прерывателя *КП* и ротор (бегунок) распределителя сидят на общем валу, который приводится во вращение зубчатой передачей от распределительного вала двигателя *РВД* и вращается со скоростью, вдвое меньшей, чем коленчатый вал. Кулачок *КП*, вращаясь, замыкает и размыкает контакты прерывателя *К*. При замыкании контактов прерывателя ток из плюсового зажима батареи *Б* проходит через выключатель зажигания *ВЗ* (если он замкнут), добавочное сопротивление  $R_{доб}$  (которого может не быть), первичную обмотку катушки и замкнутые контакты *К* прерывателя на массу и возвращается через минусовый зажим к батарее. Ток, проходящий по первичной обмотке катушки зажигания, создает магнитное поле, силовые линии которого замыкаются через сердечник катушки, пронизывая витки обеих обмоток, как показано на рис. 68, а. Через некоторый промежуток времени контакты прерывателя *К* раз-

мыкаются, вследствие чего первичный ток, а следовательно, и созданное им магнитное поле исчезают. Исчезающее магнитное поле индуцирует в каждом витке обеих обмоток э. д. с., величина которой согласно закону электромагнитной индукции пропорциональна скорости уменьшения числа силовых линий, пронизывающих виток. Так как вторичная обмотка состоит из очень большого числа витков, соединенных последовательно, то общая э. д. с. вторичной обмотки достигает величины 15 000—20 000 в, достаточной для пробоя искрового промежутка свечи.

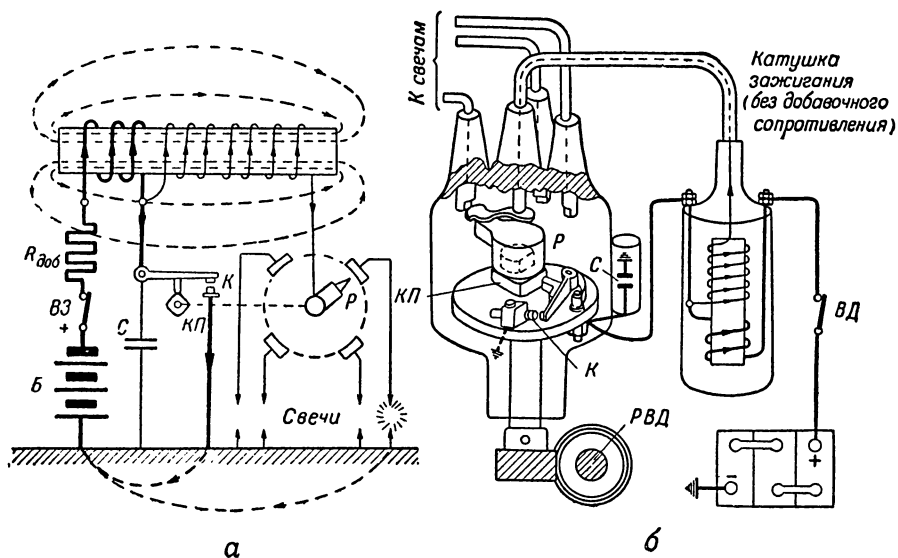


Рис. 68. Принципиальная схема батарейного зажигания

Вторичная обмотка одним концом выведена к ротору распределителя, а другим соединена с концом первичной обмотки. Таким образом, вторичная обмотка представляет собой как бы продолжение первичной; такая схема соединения называется автотрансформаторной; она упрощает конструкцию катушки, уменьшая число выводных зажимов.

Ток высокого напряжения, индуцированный во вторичной обмотке катушки зажигания, подводится к свече очередного цилиндра при помощи ротора  $P$ , который представляет собой вращающийся электрод, проходящий мимо неподвижных электродов (сегментов), заделанных в крышке распределителя. Количество неподвижных электродов распределителя равно числу цилиндров двигателя. Каждый электрод соединен проводом с соответствующей свечой. Ток высокого напряжения поступает из вторичной обмотки катушки на ротор, а оттуда, через искровой промежуток около 0,5 мм, — на один из неподвижных электродов распределителя. Затем ток проскакивает в виде искры между электродами свечи и через массу,



батарею, сопротивление  $R_{дог}$  и первичную обмотку возвращается во вторичную обмотку катушки зажигания. Путь тока высокого напряжения показан на рис. 68, *а* стрелками.

Для прекращения зажигания смеси в цилиндрах двигателя служит выключатель *ВЗ*, который размыкает первичную цепь катушки зажигания.

**Назначение и роль конденсатора.** При размыкании контактов прерывателя и исчезновении магнитного потока в сердечнике катушки зажигания э. д. с. индуктируется в каждом витке обеих обмоток. Следовательно, в первичной обмотке при размыкании прерывателя также индуктируется э. д. с. (самоиндукции), достигающая 200—300 в. Эта э. д. с. самоиндукции в данном случае (при размыкании контактов прерывателя) будет направлена в ту же сторону, что и первичный ток, и будет стремиться задержать его исчезновение. Если нет конденсатора, э. д. с. самоиндукции вызывает между контактами прерывателя (во время их размыкания) сильное искрение или, точнее, дугу, замыкающую еще некоторое время после размыкания контактов первичную цепь. Вследствие этого:

а) контакты прерывателя сильно обгорают и быстро выходят из строя;

б) первичный ток и магнитное поле (при размыкании прерывателя) исчезают менее быстро, и величина э. д. с., индуктированной во вторичной обмотке, уменьшается.

Чтобы избежать этих нежелательных последствий, вызываемых появлением в первичной обмотке э. д. с. самоиндукции, параллельно контактам прерывателя включают конденсатор *С* (рис. 68, *а* и *б*). Тогда э. д. с. самоиндукции не образует искры между контактами прерывателя, а создает ток, поступающий в конденсатор и заряжающий его.

На рис. 69 изображены кривые нарастания<sup>1</sup> и исчезновения тока в первичной обмотке катушки зажигания в двух случаях: а) без конденсатора и б) с конденсатором. Из сравнения кривых видно, что в последнем случае ток исчезает значительно быстрее. После исчезновения первичного тока заряженный им конденсатор разряжается через первичную обмотку, посылая через нее ток в обратном направлении (отрицательная часть кривой на рис. 69, *б*), что способствует более резкому изменению магнитного потока.

Таким образом, конденсатор, включенный параллельно контактам прерывателя, почти полностью устраняет искрение между ними, обеспечивая больший срок службы их, и увеличивает резкость исчезновения первичного тока и магнитного потока катушки, а следовательно, увеличивает э. д. с., индуктированную во вторичной обмотке.

---

<sup>1</sup> Вследствие образования в первичной обмотке э. д. с. самоиндукции, направленной при замыкании прерывателя навстречу току, ток в первичной обмотке нарастает не сразу, а постепенно.

Если конденсатор отъединен или неисправен, то искра в свечах становится слабой, а контакты прерывателя через короткое время выходят из строя вследствие обгорания.

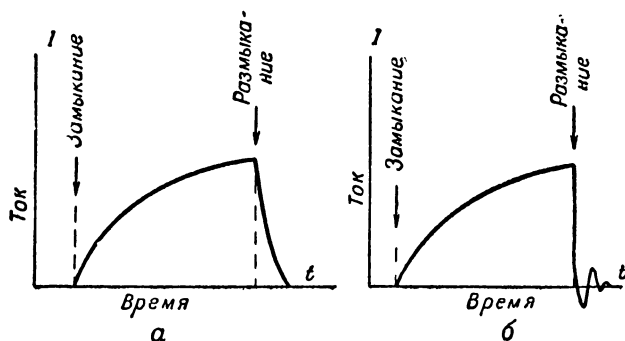


Рис. 69. Изменение тока в первичной обмотке катушки зажигания:

а — без конденсатора; б — с конденсатором, включенным параллельно прерывателю

## 22. Характеристики батарейного зажигания

**Зависимость напряжения от числа оборотов двигателя.** Как уже было сказано, вследствие явления самоиндукции ток в первичной обмотке катушки зажигания после замыкания прерывателя нарастает не мгновенно, а постепенно, в течение 0,02—0,03 сек. Поэтому, если двигатель работает на малых оборотах, то кулачок прерывателя вращается медленно, и время, в течение которого прерыватель остается замкнутым, достаточно велико, чтобы ток в первичной обмотке катушки успел достигнуть максимального значения (рис. 70, а). При увеличении числа оборотов двигателя кулачок будет вращаться быстрее, и время, в течение которого прерыватель замкнут, станет меньше времени, необходимого для того, чтобы первичный ток достиг максимального значения (рис. 70, б). Размыкание прерывателя, следовательно, будет происходить при меньшей величине первичного тока.

При дальнейшем увеличении числа оборотов двигателя кулачок прерывателя вращается еще быстрее; поэтому размыкание прерывателя происходит при еще меньшей величине первичного тока  $I_p$  (рис. 70, в).

Таким образом, поскольку на больших оборотах первичный ток за время замкнутого состояния прерывателя не будет успевать нарастать до своего максимального значения, величина  $I_p$  в момент размыкания контактов прерывателя с увеличением числа оборотов кулачка будет уменьшаться. Так как напряжение, даваемое катушкой зажигания, пропорционально этой величине первичного тока в момент размыкания прерывателя, то оно с увеличением числа оборотов кулачка прерывателя будет также уменьшаться. На

рис. 71 показана зависимость напряжения, создаваемого катушкой зажигания, от числа оборотов прерывателя. Ротор и кулачок прерывателя (при батарейном зажигании) всегда сидят на одной оси;

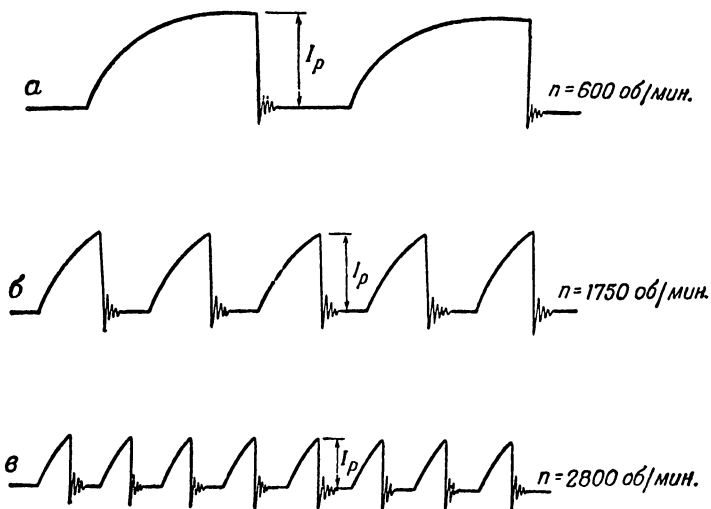


Рис. 70. Изменение первичного тока катушки зажигания при различном числе оборотов двигателя

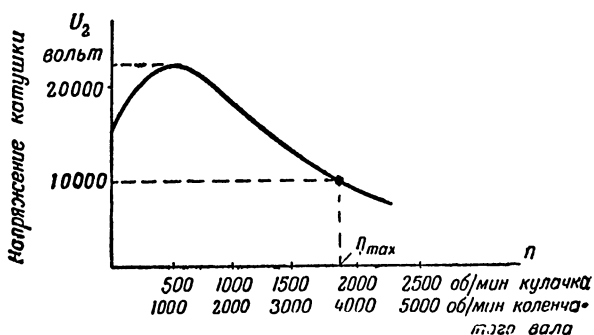


Рис. 71. Зависимость напряжения катушки зажигания от числа оборотов кулачка прерывателя

число оборотов кулачка прерывателя будет всегда равно числу оборотов ротора, который должен вращаться со скоростью, вдвое меньшей, чем коленчатый вал двигателя. Поэтому по горизонтальной оси (рис. 71) можно откладывать двойной масштаб: для числа оборотов кулачка прерывателя и для числа оборотов двигателя.

При очень малых оборотах первичный ток успевает достигнуть максимальной величины. Поэтому, казалось бы, напряжение катушки зажигания при малых оборотах должно быть постоянным

(пунктир на рис. 71). Однако в действительности напряжение катушки зажигания на малых оборотах также падает. Это явление может быть объяснено тем, что при очень малой скорости расхождения контактов нарастающее после их размыкания напряжение пробивает воздушный промежуток между ними, что и ограничивает величину напряжения.

Напряжение катушки зажигания с увеличением числа оборотов может настолько уменьшиться, что двигатель станет работать с перебоями. Если на рис. 71 провести горизонталь, соответствующую минимально необходимому напряжению, равному приблизительно 10 000 в, то точка пересечения этой горизонтали с кривой даст предельное число оборотов  $n_{\max}$ , выше которого зажигание будет ненадежным. Этот верхний предел работы батарейного зажигания  $n_{\max}$

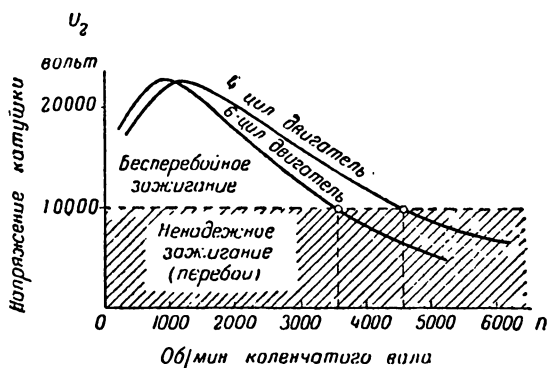


Рис. 72. Зависимость напряжения катушки зажигания от числа оборотов двигателя при различном числе цилиндров

т. е. число выступов кулачка, должно быть равно числу цилиндров двигателя. Отсюда, чем больше число цилиндров двигателя, тем чаще прерыватель должен замыкать и размыкать первичную цепь катушки зажигания и тем меньше будет время замкнутого состояния прерывателя, а следовательно, и напряжение, развиваемое катушкой.

На рис. 72 изображена характеристика катушки, которая при четырехцилиндровом двигателе (четырёхгранный кулачок — четыре размыкания на оборот прерывателя) обеспечивает надежное зажигание до 4500 об/мин двигателя. Если же эту катушку поставить на шестицилиндровый двигатель, для чего придется сменить кулачок прерывателя на шестигранный (шесть размыканий на оборот), то время замкнутого состояния прерывателя при тех же оборотах уменьшится, и напряжение, развиваемое катушкой, будет ниже, чем в первом случае. В результате эта катушка на шестицилиндровом двигателе обеспечит бесперебойную работу лишь до 3600 об/мин двигателя.

зависит от конструкции катушки зажигания и прерывателя.

Число искр, требующееся в течение двух оборотов коленчатого вала, равно числу цилиндров двигателя. Так как кулачок прерывателя батарейного зажигания всегда сидит на одном валу с ротором, который за два оборота коленчатого вала двигателя делает один оборот, то число размыканий прерывателя за один оборот,

Следовательно, чем больше число цилиндров и чем быстрее ходит двигатель, тем труднее добиться надежной и бесперебойной работы батарейного зажигания на больших оборотах.

**Вариатор.** Иногда для улучшения характеристики батарейного зажигания и повышения напряжения, развиваемого катушкой на больших оборотах, применяют переменное добавочное сопротивление, выполненное из железной проволоки. Это сопротивление называют вариатором.

Для повышения напряжения, развиваемого катушкой зажигания, нужно увеличить первичный ток за счет например, уменьшения величины добавочного сопротивления  $R_{доб}$  (см. рис. 68). Но величина тока на малых оборотах, когда первичный ток почти успевает достигнуть максимальной величины, не должна быть чрезмерной, так как в противном случае катушка зажигания будет потреблять слишком много энергии и обгорание контактов прерывателя резко усилится. Обычно наибольший ток в первичной цепи катушки зажигания не выше 5 а.

Если добавочное сопротивление выполнено, например, из нихрома, то оно при повышении температуры сохраняет постоянную величину; если же его сделать из железной проволоки, сопротивление которой при нагреве до темнокрасного каления резко увеличивается, величина сопротивления будет автоматически изменяться в зависимости от величины проходящего по нему тока (рис. 73). В этом случае на малых оборотах, когда первичный ток велик, вариатор (добавочное железное сопротивление) будет накален, и величина его сопротивления будет максимальной. Вариатор подбирают с таким расчетом, чтобы первичный ток на малых оборотах не превосходил заданного предела (5 а). На больших же оборотах, когда из-за уменьшения времени замкнутого состояния прерывателя первичный ток не успевает достигнуть максимальной величины и его среднее значение уменьшается, нагрев вариатора, а следовательно, и его сопротивление сильно снижаются. Поэтому на больших оборотах катушка развивает более высокое напряжение, чем в том случае, когда добавочное сопротивление имеет постоянную величину (например, нихромовое). На рис. 74 изображены характеристики катушки зажигания с вариатором (кривая 1) и с постоянным добавочным сопротивлением (кривая 2), причем величины добавочного сопротивления и первичного тока на малых оборотах у обеих катушек равны. Из сравне-

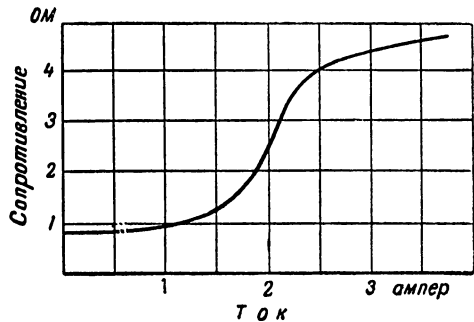


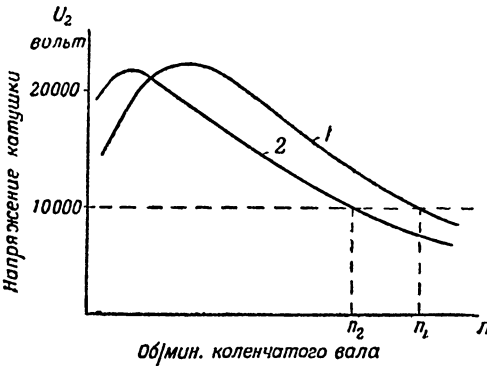
Рис. 73. Зависимость сопротивления вариатора (из железной проволоки) от силы тока

ния кривых следует, что вариатор позволяет значительно повысить верхний предел работы батарейного зажигания.

**Влияние сопротивления утечки.** Изолятор работающей свечи нередко покрывается нагаром, особенно при неправильной регули-

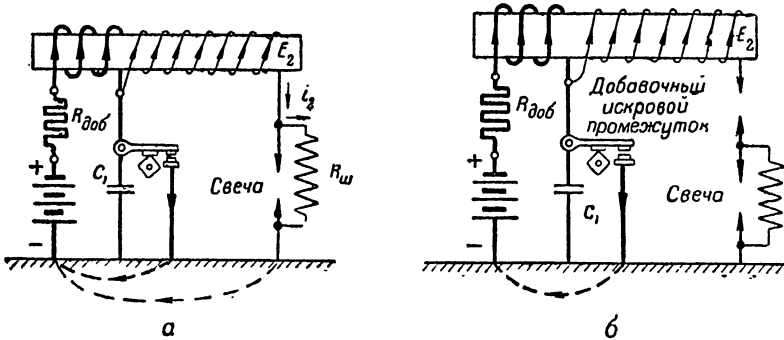
ровке карбюратора или чрезмерной смазке двигателя. Нагар создает между электродами свечи проводящий мостик.

Этот проводящий слой нагара может быть представлен сопротивлением  $R_{ш}$  (рис. 75, а), включенным параллельно искровому промежутку свечи. Сопротивление  $R_{ш}$  (называемое также сопротивлением утечки) замыкает цепь вторичной обмотки катушки зажигания; следовательно, нарастающее после размыкания прерывателя вторичное напряжение (см. рис. 75, а) сейчас же



**Рис. 74.** Зависимость напряжения катушки зажигания от числа оборотов двигателя: 1 — с вариатором; 2 — без вариатора (т. е. при постоянном сопротивлении первичной цепи)

создаст во вторичной цепи ток  $i_2$ . Такой ток, обусловленный несовершенством изоляции (в данном случае наличием на изоляторе свечи проводящего слоя нагара с сопротивлением  $R_{ш}$ , называется током утечки.



**Рис. 75.** Работа катушки зажигания с сопротивлением утечки: а — без дополнительного искрового промежутка; б — с дополнительным искровым промежутком

Ток утечки, циркулирующий во вторичной цепи еще до пробоя искрового промежутка свечи, вызывает падение напряжения во вторичной обмотке катушки, т. е. уменьшает напряжение, подводимое к свече.

При уменьшении величины сопротивления  $R_{ш}$  ток утечки возрастает и может настолько уменьшить напряжение катушки зажигания, что оно окажется недостаточным для пробоя искрового промежутка, и искры в свече не возникнет.

Поскольку загрязнение свечей нагаром в эксплуатации неизбежно, способность катушки развивать достаточное напряжение при наличии сопротивления утечки  $R_{ш}$  имеет большое значение. Поэтому при испытании часто измеряют напряжение, развиваемое катушкой зажигания, дважды: а) на один искровой разрядник (соответствует чистым свечам, т. е.  $R_{ш} = \infty$ ) и б) на искровой разрядник с включенным параллельно ему сопротивлением  $R_{ш}$  от 1 до 0,5 мгом (соответствует свечам, загрязненным нагаром). Полученные кривые (рис. 76) позволяют полнее оценить качество и практическую пригодность данной катушки зажигания.

**Дополнительный искровой промежуток.** Из практики известно, что если свеча при загрязнении нагаром перестает давать искру, то можно заставить ее работать, устроив в проводе, идущем к этой свече, дополнительный искровой промежуток величиной 3—4 мм. После этого искробразование в свече в большинстве случаев восстанавливается.

Это объясняется следующим образом. При загрязнении свечи нагаром ток утечки  $i_2$  (см. рис. 75, а) настолько снижает напряжение катушки, что оно оказывается недостаточным для пробоя искрового промежутка свечи. Если же в проводе, идущем к свече, сделать добавочный искровой промежуток (см. рис. 75, б), то ток утечки не сможет возникнуть, потери напряжения до пробоя дополнительного искрового промежутка не будет, и напряжение катушки достигнет нормальной величины. После пробоя дополнительного искрового промежутка напряжение катушки, достигшее нормальной величины, будет мгновенно приложено к искровому промежутку свечи, и в последней появится искра раньше, чем ток утечки успеет заметно уменьшить напряжение.

Для наилучшего эффекта дополнительный искровой промежуток должен иметь достаточную величину — порядка 3—4 мм. Однако при чистых свечах (без нагара) такой дополнительный искровой

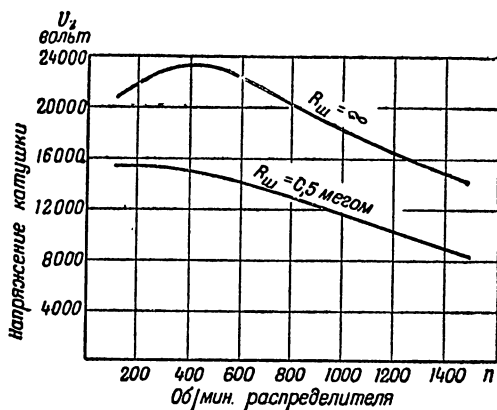


Рис. 76. Влияние сопротивления утечки  $R_{ш}$  на напряжение, развиваемое катушкой зажигания (катушка ИГ-4085, работающая с распределителем ИГФ-4003) для четырехцилиндрового двигателя

промежуток бесполезен и даже вреден, так как для пробоя двух последовательно соединенных искровых промежутков требуется большее напряжение, чем для одного. Вообще при работе с дополнительным искровым промежутком катушка будет развивать повышенное напряжение, и, следовательно, ее изоляция должна быть рассчитана с достаточным запасом. При устройстве дополнительного искрового промежутка в обычных системах зажигания, изоляция которых не рассчитана на работу при повышенном напряжении, нередко наблюдается пробой изоляции катушек и роторов распределителя. По этим причинам дополнительный искровой промежуток применяется редко.

Искровой промежуток между ротором и неподвижными электродами распределителя (см. рис. 68) является также дополнительным искровым промежутком, соединенным последовательно со свечой. Однако его величина (0,2—0,8 мм) настолько мала, что он пробивается раньше, чем напряжение катушки достигнет величины, достаточной для пробоя искрового промежутка свечи. Поэтому искровой промежуток между ротором и неподвижными электродами распределителя не только не улучшает работы катушки при загрязненных свечах, а наоборот, обуславливает лишь дополнительную потерю напряжения в дуге, образующейся между электродами.

### 23. Схемы батарейного зажигания для многоцилиндровых двигателей

Чтобы расширить область использования батарейного зажигания и сделать его применимым для быстроходных многоцилиндровых двигателей, нужно повысить напряжение, создаваемое катушкой на высоких оборотах. Это достигается повышением величины первичного тока  $I_p$  в момент размыкания контактов прерывателя.

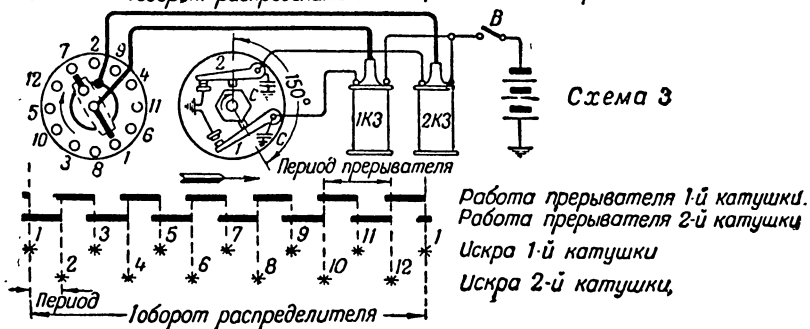
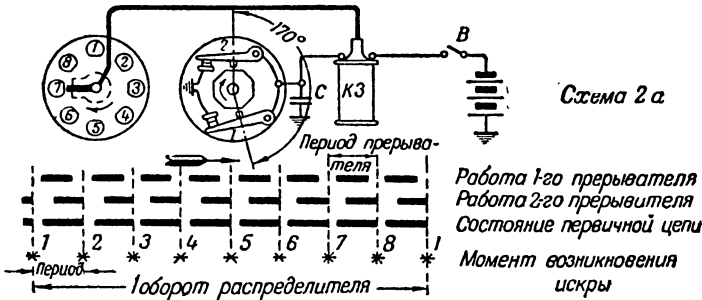
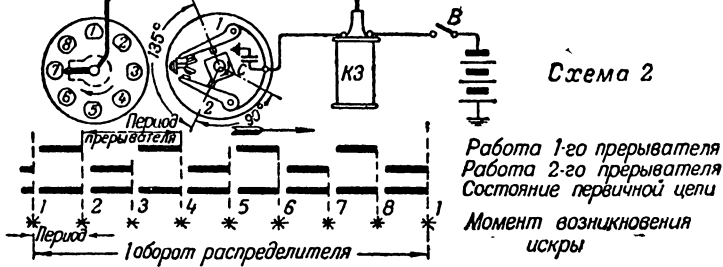
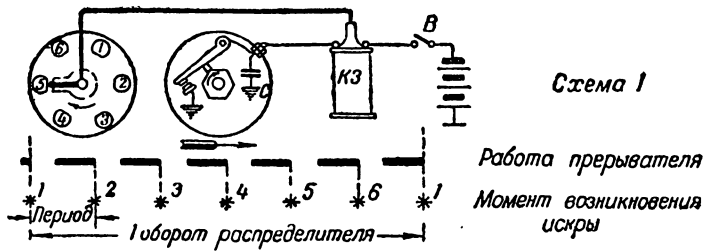
С этой целью, кроме подбора и расчета катушки или использования вариатора, применяют специальные схемы и конструкции прерывателей с увеличенным временем замкнутого состояния. Чем больше время замкнутого состояния прерывателя, тем больше величина первичного тока в момент его размыкания.

В обычной схеме батарейного зажигания (схема 1 с одинарным прерывателем, рис. 77) первичная цепь размыкается одним прерывателем, и число выступов кулачка должно быть равно числу цилиндров двигателя. Время полного периода работы прерывателя зависит от числа цилиндров и числа оборотов двигателя и, следовательно, изменено быть не может<sup>1</sup>.

Увеличить время замкнутого состояния прерывателя можно лишь за счет соответствующего уменьшения времени разомкнутого состояния, что достигается профилировкой кулачка прерывателя. Однако и в этом случае увеличить время замкнутого состояния прерывателя больше, чем до 60—65% времени полного периода,

<sup>1</sup> Полный период работы складывается из времени замкнутого и разомкнутого состояний его контактов.





**Рис. 77.** Различные схемы батарейного зажигания, применяемые для увеличения времени замкнутого состояния прерывателя:

С — конденсатор; КЗ — катушка зажигания; В — выключатель зажигания. Цифры на распределителе означают порядок искр. Замкнутое состояние прерывателя и первичной цепи изображено черным

нельзя, так как для этого потребовалось бы выполнить кулачок с очень короткими и резкими выступами (рис. 78, б). При подобном профиле кулачка крутые выступы отбрасывают рычажок прерывателя очень резко, с большим ускорением; в результате рычажок, получая от кулачка сильные удары, отскакивает от его поверхности, несвоевременно возвращается обратно, работа прерывателя становится беспокойной, ненадежной и сопровождается большим износом деталей. Таким образом, в данной схеме время замкнутого состояния прерывателя по электрическим условиям увеличить можно, но механические и конструктивные условия не позволяют этого сделать. Поэтому приведенная простейшая схема обычно применяется на четырех- и шестицилиндровых двигателях.

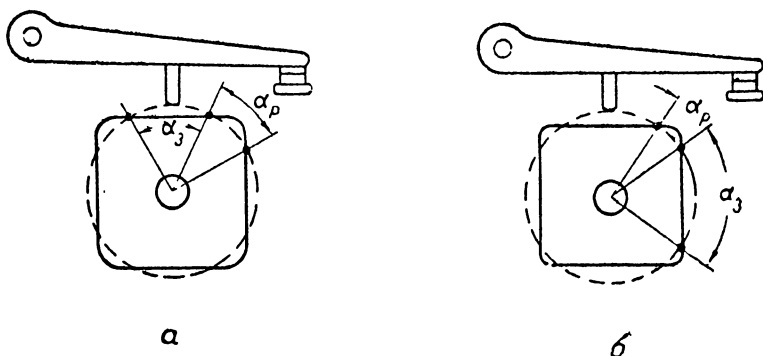


Рис. 78. Зависимость времени замкнутого состояния прерывателя от формы кулачка:

$\alpha_z$  — угол замкнутого состояния;  $\alpha_p$  — угол разомкнутого состояния; а — форма

кулачка при  $\frac{\alpha_z}{\alpha_z + \alpha_p} = 0,6$ , б — форма кулачка при  $\frac{\alpha_z}{\alpha_z + \alpha_p} = 0,8$

В восьмицилиндровых двигателях эта схема иногда не может обеспечить достаточного напряжения на максимальных оборотах двигателя, поэтому для увеличения времени замкнутого состояния первичной цепи катушки применяют двойные прерыватели.

Схема 2 с двойным прерывателем (см. рис. 77) отличается от схемы 1 лишь устройством прерывателя, который сделан двойным и имеет два рычажка. Оба прерывателя электрически соединены между собой параллельно и размыкаются по очереди по одному и тем же кулачком; число выступов равно половине числа цилиндров двигателя. Моменты размыкания прерывателей должны быть строго согласованы, т. е. прерыватели должны быть синхронизированы. Из рис. 77 (схема 2) видно, что первичная цепь размыкается лишь тогда, когда разомкнуты оба прерывателя одновременно. При такой схеме время замкнутого состояния первичной цепи можно довести до 80—85% времени полного периода, хотя у отдельных прерывателей время замкнутого состояния не будет превышать 40—45% их периода работы. Следовательно, двойной прерыватель будет работать более надежно с механической точки

зрения, число размыканий каждого прерывателя будет вдвое меньше, чем одинарного прерывателя. Недостатком этой схемы является необходимость синхронизации обоих прерывателей, что значительно усложняет их регулировку и уход за ними. При нарушении синхронизации прерывателей промежутки между искрами становятся неравномерными, а при сильной расстройке, когда один из прерывателей замыкается после того, как второй уже замкнулся, пропадает половина искр (через одну).

Схема 2а с двойным прерывателем (см. рис. 77). Для того чтобы избежать синхронизации прерывателей, применяют видоизмененную систему двойного прерывателя, в которой прерыватели работают не поочередно, а с некоторым сдвигом, перекрывая друг друга. Так же, как и в схеме 2, прерыватели соединены параллельно, и первичная цепь разомкнута лишь тогда, когда разомкнуты оба прерывателя. Однако в схеме 2а число выступов кулачка, а следовательно, и число размыканий каждого прерывателя на один оборот, равно числу цилиндров двигателя. Время замкнутого состояния каждого прерывателя может быть равно лишь половине периода; соответствующим сдвигом фаз работы прерывателей по отношению друг к другу можно увеличить время замкнутого состояния первичной цепи до тех пределов, которые допускаются электрическим процессом (т. е. до 80—85% времени полного периода). Такой тип двойного прерывателя не требует синхронизации, так как первичная цепь замыкается для получения искры в свечах всегда одним и тем же прерывателем и, следовательно, работает надежнее. Однако каждый прерыватель здесь должен размыкать цепь вдвое чаще, чем в схеме 2 с поочередно работающими прерывателями.

Наибольшее распространение имеет двойной прерыватель первого типа с поочередно работающими прерывателями (схема 2).

Двойные прерыватели применяются главным образом на двенадцатицилиндровых и иногда на восьмицилиндровых двигателях. Если время замкнутого состояния прерывателя все же оказывается недостаточным, то приходится переходить к схеме с двумя катушками зажигания.

Схема 3 с двумя катушками зажигания. Так как увеличение времени замкнутого состояния прерывателя сверх 80—85% полного периода невозможно по электрическим условиям, то при необходимости приходится увеличивать время полного периода. Схема 3 имеет две катушки, каждая из которых работает со своим прерывателем и распределителем. Таким образом, имеются две независимые и изолированные одна от другой системы батарейного зажигания; каждая из систем обслуживает половину цилиндров через один и дает за один оборот распределителя лишь половину общего потребного количества искр. Поэтому кулачок прерывателя может быть выполнен так же, как и в схеме 2, с половинным числом выступов. Конструктивно оба прерывателя и оба распределителя объединены в один прерыватель-распределитель и оба прерывателя замыкаются одним кулачком. Прерыватели в этой

схеме должны быть синхронизированы. Распределитель имеет ротор с двумя электродами, т. е. по существу два ротора, сдвинутых на  $180^\circ$  и объединенных лишь конструктивно.

В схеме 3 полный период работы и время замкнутого состояния прерывателя каждой из систем катушка — прерыватель соответствует периоду работы одинарной схемы 1 на двигателе с половинным числом цилиндров. Схема 3 с двумя катушками применяется на двенадцати- и шестнадцатицилиндровых двигателях.

На всех схемах (см. рис. 77) номера на распределителе означают порядок искр, и все диаграммы работы прерывателей выполнены в одинаковом масштабе (предполагается, что число оборотов двигателя во всех случаях одинаково).

#### **24. Регулирование опережения зажигания в распределителях**

Так как для сгорания смеси в цилиндре требуется некоторый промежуток времени, приходится давать искру раньше чем поршень приходит в верхнюю мертвую точку, т. е. давать известное опережение зажигания. Это опережение зажигания должно увеличиваться с возрастанием числа оборотов двигателя и с уменьшением открытия дроссельной заслонки (т. е. с уменьшением нагрузки двигателя) и наоборот. Кроме того, опережение зажигания зависит от сорта горючего: чем выше склонность горючего к детонации, тем меньше должно быть опережение зажигания.

Для регулировки опережения зажигания распределители имеют соответствующие приспособления. Опережение зажигания регулируется вручную или автоматически.

**Ручная регулировка опережения зажигания** более проста, но не совершенна, так как водитель физически не в состоянии все время регулировать опережение зажигания с желаемой точностью. Поэтому в настоящее время от ручной регулировки опережения зажигания совершенно отказались.

Ручная регулировка опережения осуществляется двумя способами. По первому способу поворачивается весь корпус распределителя вместе с прерывателем; по второму корпус распределителя остается неподвижным, а поворачивается только прерыватель вместе с его основанием, которое может перемещаться внутри корпуса на некоторый угол.

Прерыватель или весь корпус распределителя поворачивается при помощи ручной тяги с места водителя. Для увеличения опережения зажигания нужно поворачивать прерыватель или весь распределитель против вращения кулачка, для уменьшения опережения зажигания — в обратном направлении.

**Автоматическая регулировка.** Опережение зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя регулируется центробежным регулятором, в зависимости от нагрузки двигателя — вакуумным регулятором.

Центробежный регулятор опережения зажигания. На рис. 82 (см. стр. 139) изображена конструкция распре-

делителя с автоматическим регулированием момента зажигания. Центробежный автомат располагается на валике распределителя и действует на кулачок прерывателя. На рис. 82, б показано положение грузов центробежного автомата при малом (позднее зажигание) и большом (раннее зажигание) числе оборотов. С увеличением числа оборотов грузы  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  под воздействием центробежной силы поворачиваются на шпильках  $\text{Ш}_1$  и  $\text{Ш}_2$  и смещают подвижную пластину  $\text{КП}$  и связанный с ней кулачок прерывателя в направлении вращения кулачка, вследствие чего размыкание прерывателя происходит раньше. При уменьшении числа оборотов возвратные пружины  $\text{ПР}$  возвращают грузы регулятора в исходное положение.

Характеристика центробежного регулятора (см. рис. 82, в), т. е. зависимость опережения зажигания, даваемого регулятором, от числа оборотов, имеет вид прямой линии. Регулятор начинает работать лишь при определенном числе оборотов двигателя (обычно 400—600).

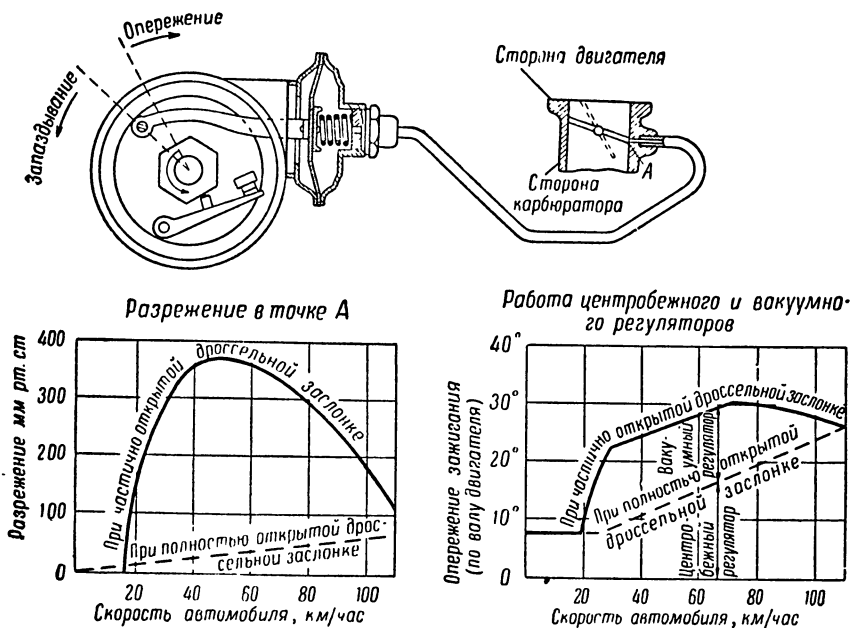
Центробежный регулятор регулирует опережение зажигания только в зависимости от числа оборотов двигателя. Так как опережение зажигания должно меняться не только в зависимости от числа оборотов, но и от нагрузки двигателя, то один центробежный регулятор не может полностью правильно регулировать опережение зажигания.

Например, при движении с постоянной скоростью по ровной дороге и по дороге с подъемом центробежный регулятор будет поддерживать одинаковое опережение зажигания. Между тем в последнем случае нагрузка двигателя и открытие дроссельной заслонки больше, а поэтому опережение зажигания при движении на подъеме должно быть меньше, чем при езде с той же скоростью по ровной дороге. Если при движении на подъем не уменьшить опережения зажигания, то в двигателе может появиться стук. Поэтому устаревшие распределители, снабженные центробежным регулятором, имели дополнительную ручную регулировку, при помощи которой можно было изменять момент зажигания в зависимости от нагрузки двигателя. Такое регулирование более совершенно, чем регулирование только одним центробежным регулятором, но все же связано с дополнительной ручной регулировкой, а потому не отвечает требованиям современной техники.

Вакуумный регулятор опережения зажигания регулирует опережение зажигания только при изменении открытия дроссельной заслонки, т. е. при изменении нагрузки двигателя. Регулятор состоит из коробки с упругой диафрагмой (рис. 79). Правая полость соединяется трубкой с впускным коллектором. Когда дроссельная заслонка прикрыта, разрежение (вакуум) во впускном коллекторе увеличивается, и диафрагма, преодолевая сопротивление пружины, перемещается вправо; соединенная с ней тяга изменяет опережение зажигания. Регулятор монтируется на распределителе и при помощи тяги от диафрагмы поворачивает основание прерывателя, который в этом случае крепится в корпусе распре-

лителя, подвижно. Натяжение пружины, возвращающей диафрагму регулятора в начальное положение, регулируется лишь в ограниченных пределах при помощи шайб, подкладываемых под пружину при сборке регулятора. Поэтому пружина должна быть достаточно точно калибрована.

Работа и характеристики вакуумного регулятора зависят от способа его установки и от места присоединения трубки регулятора к впускному коллектору двигателя.



**Рис. 79.** Схема включения вакуумного регулятора для регулирования опережения зажигания в зависимости от нагрузки двигателя

Вакуумный регулятор обычно применяют для регулирования опережения зажигания в зависимости от открытия дроссельной заслонки (т. е. нагрузки) двигателя в дополнение к центробежному регулятору, регулирующему опережение зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя. В этом случае он монтируется так, чтобы увеличивать опережение зажигания при увеличении вакуума (см. рис. 79).

На левом графике сплошной кривой показано разрежение во впускном коллекторе при езде по горизонтальной дороге. По мере увеличения скорости автомобиля, а следовательно, и нагрузки двигателя дроссельная заслонка открывается больше, и разрежение во впускном коллекторе падает. Пунктирной кривой изображено разрежение при полном открытии дроссельной заслонки (например, при разгоне или подъеме в гору).

На правом графике показано опережение зажигания, даваемое центробежным и вакуумным регуляторами совместно. При полном открытии дроссельной заслонки разрежение слишком мало, чтобы привести в действие вакуумный регулятор; в этом случае опережение зажигания дается только центробежным регулятором. При прикрытой дроссельной заслонке разрежение возрастает, и вакуумный регулятор увеличивает опережение зажигания. При большом разрежении (почти полностью прикрытая дроссельная заслонка на малой скорости) это увеличение максимально и ограничивается величиной возможного перемещения диафрагмы. При малом разрежении (большой угол открытия дроссельной заслонки, например, при движении с большой скоростью или при подъеме в гору) опережение, даваемое вакуумным регулятором, соответственно уменьшается. Таким образом, благодаря совместной работе вакуумного и центробежного регуляторов опережение зажигания регулируется в зависимости от числа оборотов и нагрузки двигателя. Правильной регулировкой обоих регуляторов можно добиться того, что двигатель при любом режиме будет работать с наивыгоднейшим опережением и развивать наибольшую мощность. Благодаря этому уменьшается расход горючего на 5—10% и отпадает надобность в ручной регулировке опережения зажигания.

Чтобы при холостом ходе и запуске двигателя опережение зажигания было минимальным, присоединяют трубку вакуумного регулятора непосредственно перед дроссельной заслонкой или так, чтобы дроссельная заслонка в закрытом положении перекрывала отверстие *A* (см. рис. 79). В этом случае на холостом ходу, когда дроссельная заслонка закрыта полностью, разрежение на диафрагме автомата равно нулю, и автомат не работает. При частичном же открытии дроссельной заслонки отверстие *A* оказывается между заслонкой и двигателем, и в трубке образуется разрежение, приводящее регулятор в действие.

На рис. 79 положение прерывателя соответствует начальному положению диафрагмы при отсутствии разрежения в камере регулятора.

**Установочная регулировка.** Для обеспечения простоты изменения установки зажигания при переходе на другой сорт бензина распределитель нередко снабжается так называемым октан-корректором, имеющим деления в градусах. При переходе на другой сорт бензина перестановка производится в зависимости от октанового числа горючего. При такой перестановке поворачивается весь корпус распределителя.

Таким образом, для того чтобы распределитель полностью отвечал всем требованиям правильной регулировки момента зажигания, он должен иметь:

— центробежный регулятор, изменяющий опережение зажигания в зависимости от числа оборотов двигателя;

— вакуумный регулятор, регулирующий опережение зажигания в зависимости от нагрузки двигателя;

— октан-корректор, позволяющий увеличить или уменьшить опережение зажигания в зависимости от октанового числа горючего.

Все три приспособления должны работать независимо одно от другого, и опережение зажигания, даваемое каждым из этих приспособлений, должно складываться с остальными. Для этого они конструируются так, чтобы действовать на различные элементы: центробежный регулятор изменяет опережение зажигания поворотом кулачка относительно приводного валика, вакуумный — поворотом основания прерывателя относительно корпуса распределителя, октан-корректор — поворотом всего распределителя относительно блока двигателя.

## 25. Конструкция и описание систем батарейного зажигания

**Общие замечания по конструкции батарейного зажигания.** Добавочное сопротивление. Добавочное сопротивление  $R_{доб}$  не является необходимым, и 6-вольтовые катушки зажигания, у которых первичная обмотка намотана поверх вторичной, вследствие чего длина витков первичной обмотки, а следовательно, и ее сопротивление, достаточно велики, добавочного сопротивления обычно

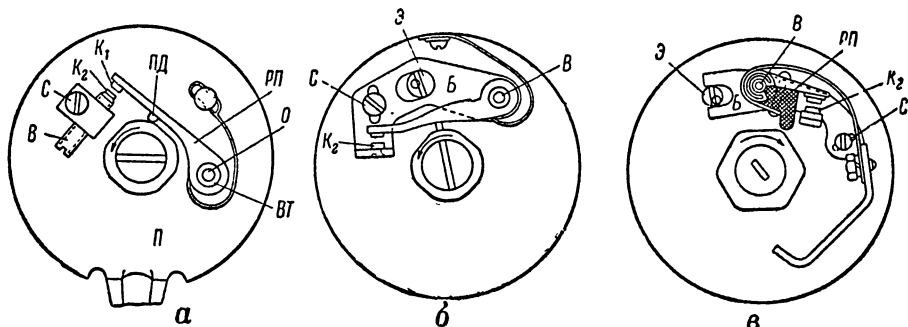


Рис. 80. Конструкция типовых прерывателей батарейного зажигания

не имеют. В тех же случаях, когда сопротивление первичной обмотки получается низким, для ограничения предельной величины первичного тока последовательно с первичной обмоткой включают добавочное сопротивление  $R_{доб}$  (см. рис. 68). Добавочное сопротивление обуславливает следующие преимущества системы зажигания:

1) возможность использования одной и той же катушки при напряжении 6 и 12 в;

2) возможность усиления зажигания при запуске двигателя (когда из-за включения стартера напряжение батареи сильно падает) путем закорачивания добавочного сопротивления;

3) возможность использования добавочного сопротивления в качестве вариатора.

Добавочное сопротивление обычно устанавливается непосредственно на катушке, реже — отдельно.

**Прерыватель.** На рис. 80, а схематически изображена конструкция распространенного в батарейном зажигании типа преры-



вателя. На пластине *П*, служащей основанием прерывателя, укреплена ось *О*. На этой оси шарнирно качается рычажок прерывателя *РП*, имеющий бронзовую или фибровую втулку *ВТ*, при помощи которой он насаживается на ось. На конце рычажка имеется подвижной контакт *К<sub>1</sub>*. Против него на неподвижном основании *П* укреплен винт *В* с приваренным к нему неподвижным контактом *К<sub>2</sub>*. Вращая винт *В*, можно регулировать зазор между контактами прерывателя в разомкнутом состоянии. Контактный винт *В* закреплен стопорным винтом *С*. На расстоянии  $\frac{2}{3}$  длины рычажка на нем укреплена подушечка *ПД* из износостойкого материала—текстолита или специальной твердой фибры. Контакты прерывателя размыкаются, как только выступ кулачка приходит в соприкосновение с подушечкой рычажка и отклоняет рычажок. Пружина стремится держать контакты прерывателя в замкнутом состоянии. Обычно рычажок прерывателя или его ось изолируется от массы (на рис. 80 не показано), а неподвижный контакт *К<sub>2</sub>* имеет электрический контакт с пластиной *П*.

В быстроходных многоцилиндровых двигателях рычажок прерывателя колеблется с большой частотой, размыкая и замыкая цепь много раз в минуту (до 10 800 раз в минуту для двигателя ГАЗ-51). Чтобы рычажок не отрывался при этом от профиля кулачка, нужно увеличить натяжение пружины, прижимающей рычажок к кулачку, или максимально уменьшить инерцию рычажка. Поскольку усиление пружины вызывает повышенный износ деталей прерывателя, желательно по возможности итти по второму пути, т. е. всемерно облегчать рычажок.

В распределителях отечественных автомобилей новых типов применяется короткий облегченный рычажок *РП* из текстолита (рис. 80, в); вес и инерция этого рычажка очень малы. Подвижный контакт укреплен на пластинке, приклепанной к текстолитовому корпусу рычажка.

**Контакты прерывателя.** При каждом размыкании контактов между ними образуется небольшая искра (конденсатор не полностью устраняет искрение в прерывателе). Искры вызывают окисление поверхности контактов и перенос металла с одного контакта на другой. В результате на одном из контактов возникает углубление (кратер), а на другом — нарост, и нормальная работа контактов нарушается. Такой перенос металла всегда происходит там, где направление тока, протекающего через контакты, постоянно. Таким образом, материал контактов должен хорошо противостоять как окислению, так и переносу его частиц под влиянием электрического тока.

Контакты прерывателя обычно изготавливаются из платино-иридиевого сплава или вольфрама. Платино-иридиевые контакты обладают незначительным переходным сопротивлением и не окисляются, но перенос металла в них велик. Поэтому в батарейном зажигании, где ток, проходящий через контакты прерывателя, имеет всегда одно и то же направление, платино-иридиевых контактов не применяют.

Переходное сопротивление вольфрамовых контактов больше, чем платино-иридиевых; кроме того, они хрупки и сильнее окисляются. Однако перенос металла в вольфрамовых контактах невелик, и они дешевле, чем платино-иридиевые. Поэтому в батарейном зажигании применяются исключительно вольфрамовые контакты, несмотря на некоторые их недостатки.

Износ контактов значительно усиливается при попадании на них масла и бензина.

Зазор между контактами прерывателя делают в пределах 0,3—0,5 мм. Контакты должны быть гладкие, чистые и хорошо пригнаны один к другому, чтобы они соприкасались не в одной точке, а всей рабочей поверхностью. Достигнуть хорошего соприкосновения контактов нелегко. Плоские контакты пригоняют, припиливая их надфилем. Однако точно подогнать их трудно, и поэтому лучше делать поверхность одного из контактов чуть выпуклой, и тогда контакты в эксплуатации быстро прирабатываются, и срок их службы увеличивается.

Сохранение хорошего прилегания контактов одного к другому в значительной степени зависит от конструкции прерывателя. В прерывателе, показанном на рис. 80, а, неподвижный контакт  $K_2$  перемещается поступательно, и поэтому при всяком перемещении этого контакта, производимом при регулировке зазора между контактами, параллельность их поверхностей нарушается. Вследствие этого контакты начинают соприкасаться только в одной точке, и вновь требуется пригонка.

Конструкция прерывателей, изображенных на рис. 80, б и в, в этом отношении лучше. Неподвижный контакт  $K_2$  этих прерывателей сидит не на контактном винте (см. рис. 80, а), а на отогнутом конце пластины  $B$  (рис. 80, б и в) и крепится на заклепке. Для регулировки зазора между контактами вся пластина  $B$  поворачивается около оси  $B$  рычажка при помощи эксцентрика  $Э$ . После установки нужного зазора между контактами пластина закрепляется стопорным винтом  $C$ . Этот способ регулировки, характеризующийся перемещением обоих контактов по дуге, описанной из одного центра, не нарушает пригонки и плотного соприкосновения поверхностей контактов при изменении зазора между ними.

Зависимость между величиной зазора в контактах и временем их замкнутого состояния. При изменении зазора между контактами меняется также угол, а следовательно, и время замкнутого состояния прерывателя. Величина зазора между контактами разомкнутого прерывателя определяется положением неподвижного контакта, так как подвижный контакт всегда занимает постоянное положение, определяемое высотой выступа кулачка и подушечки рычажка. Для регулировки зазора ставят подушечку рычажка на выступ и изменяют положение контакта  $K_2$  (рис. 81, а).

Чем больше должен быть зазор между контактами, тем ниже придется опустить неподвижный контакт и тем ниже опустится рычажок при замыкании прерывателя (рис. 81, б). Отсюда, чем

больше зазор между контактами, тем ближе к центру кулачка находится подушечка рычажка, и, следовательно, тем раньше она начнет соприкасаться с набегающим на нее выступом кулачка и позже сходить с него. В результате при увеличении зазора между контактами угол разомкнутого состояния прерывателя увеличивается, а угол (а следовательно, и время) замкнутого состояния соответственно уменьшается. Кроме того, при изменении зазора между контактами изменяется момент размыкания прерывателя, т. е. момент зажигания.

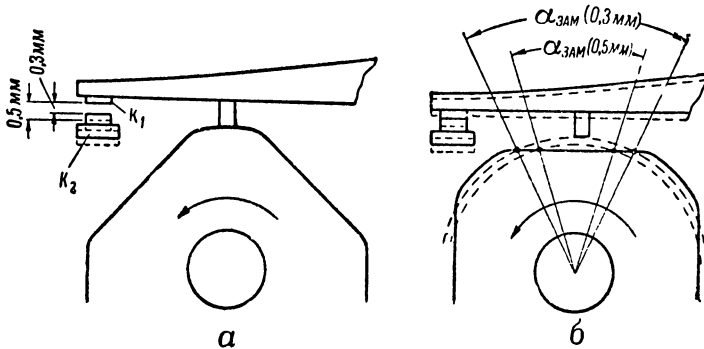


Рис. 81. Влияние зазора между контактами на угол замкнутого состояния прерывателя

Таким образом, увеличение зазора между контактами уменьшает время замкнутого состояния прерывателя, а следовательно, также и напряжение, развиваемое катушкой зажигания, и увеличивает опережение зажигания. Уменьшение зазора между контактами, наоборот, увеличивает время замкнутого состояния, а следовательно, и напряжение катушки и уменьшает опережение зажигания.

В эксплуатации на величину зазора между контактами дают допуск обычно  $0,1\text{--}0,2 \text{ мм}$  (например,  $0,5 \pm 0,1 = 0,4\text{--}0,6 \text{ мм}$ ); при изменении зазора между контактами в таких пределах угол замкнутого состояния прерывателя меняется на  $5\text{--}8^\circ$ , а момент зажигания на  $2\text{--}4^\circ$ . Поэтому момент зажигания нужно устанавливать лишь после того, как окончательно установлен зазор между контактами прерывателя. Если после чистки контактов зазор между ними установлен заново, необходимо вновь проверить установку момента зажигания.

Для проверки величины зазора между контактами прерывателя обычно пользуются щупом. Однако в последнее время для достижения большей точности вместо зазора между контактами прямо задают величину угла замкнутого состояния прерывателя и регулируют контакты так, чтобы получить правильную величину этого угла. Имеются специальные электрические контрольные приборы,

которые позволяют измерять угол замкнутого состояния прерывателя во время работы распределителя.

Конденсатор. Конденсатор обычно выполняется с бумажной изоляцией. Он изготавливается из двух полос тонкой парафинированной бумаги и двух полос алюминиевой фольги, скатанных в виде рулончика, который помещается в цилиндрический футляр. Одна полоса фольги соединяется с футляром, другая — с изолированным зажимом.

Конденсаторы с бумажной изоляцией дешевы, но недостаточно хорошо переносят высокую температуру и, отсыревая, плохо держат заряд. Для защиты конденсаторов от вредного действия влаги их пропитывают маслом или специальным изоляционным материалом — головаксом.

Изоляция обкладок конденсатора должна быть надежной. В случае пробоя изоляции обкладки конденсатора, а следовательно, и контакты прерывателя, параллельно которым присоединен конденсатор, оказываются замкнутыми накоротко; вследствие этого замыкание первичной цепи катушки и искрение в свечах прекращаются. При низкой изоляции появляющаяся утечка тока вызывает потерю энергии и снижение напряжения, развиваемого катушкой. Это приводит к перебоям в зажигании.

Типовая конструкция распределителя. На рис. 82, *а* изображен типовой распределитель. Корпус распределителя *КР* отлит из чугуна, он имеет две бронзо-графитовые втулки *БВ*, через которые проходит валик *В*. Для смазки втулок *БВ* служит масленка *М*. На верхнем конце валика насажена пластина *П*, на которой расположен центробежный регулятор.

Валик с регулятором показан отдельно на рис. 82, *б*. Пластина *П*, закрепленная на валике, имеет две шпильки *Ш<sub>1</sub>* и *Ш<sub>2</sub>*, служащие осями грузов *Г<sub>1</sub>* и *Г<sub>2</sub>*. На втулку *ВТ*, наглухо соединенную с фасонной пластиной *КП*, напрессован кулачок *К*. Когда число оборотов валика увеличивается, грузы *Г<sub>1</sub>* и *Г<sub>2</sub>* расходятся и, надавливая своими роликами *Р<sub>1</sub>* и *Р<sub>2</sub>* на пластину кулачка *КП*, смещают связанный с пластиной кулачок в направлении вращения. Пружины *ПР* сопротивляются расхождению грузов и при уменьшении числа оборотов валика возвращают кулачок на место. Для смазки регулятора служит фитиль *Ф*, пропитанный жидким маслом.

Характеристика регулятора (рис. 82, *в*) обычно имеет вид прямой линии и зависит от натяжения пружин *ПР*, которое меняется путем подгибания их кронштейнов (стоек) или замены пружин более тугими или более слабыми. Для правильной работы регулятор должен вращаться в таком направлении, чтобы сопротивление кулачка противодействовало расхождению грузов. На нижних эскизах рис. 82, *б* показано положение грузов регулятора и пластины *П* на малых (в середине) и больших оборотах (внизу).

Над центробежным регулятором расположен прерыватель, собранный на пластине *ПЛ*, и еще выше — распределитель. Провод низкого напряжения от катушки зажигания присоединяется к зажиму *ЭЖ*. Конденсатор *КН* помещается снаружи корпуса распре-

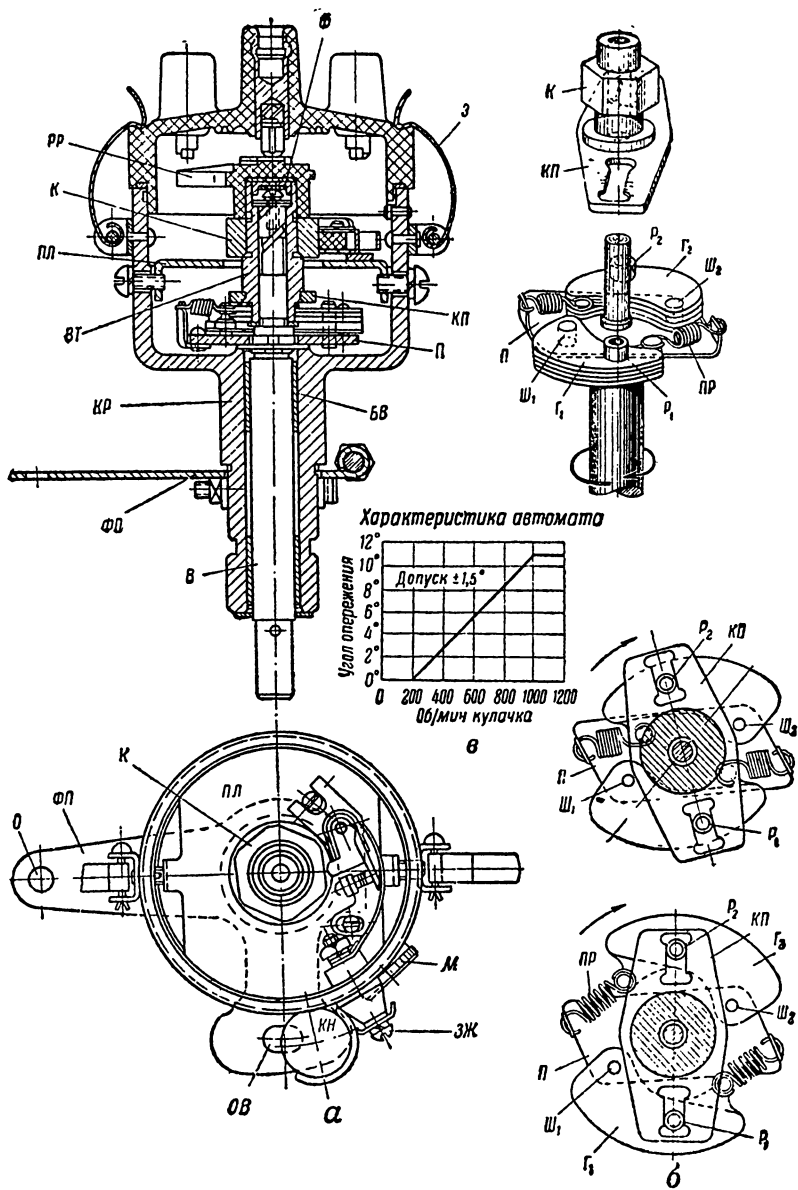


Рис. 82. Типовой распределитель батарейного зажигания (распределитель типа Р-33 автомобиля ЗИС-5)

делителя. Ротор распределителя *РР* надевается прямо на верхний конец кулачка и легко снимается. Для того чтобы ротор можно было надеть лишь в определенном положении, в нем делается выступ, входящий в вырез кулачка.

Крышка распределителя также надевается лишь в одном положении (для этого служит фиксирующая шпилька или паз) и крепится пружинными защелками *З*. Для предупреждения перекосов и заедания ротора за электроды крышка распределителя при надевании должна плотно садиться на свое место. Для изменения опережения зажигания вручную на хвостовик корпуса распределителя надета фасонная пластина *ФП*, имеющая отверстие *О* для присоединения тяги. Пластина крепится на хвостовике стяжным винтом. Через овальную прорезь *ОВ* проходит фиксирующая шпилька, ограничивающая пределы изменения опережения зажигания.

**Батарейное зажигание автомобилей ГАЗ-А и ГАЗ-АА.** Система зажигания этих автомобилей состоит из 6-вольтовой катушки зажигания типа ИГ-4085, распределителя типа ИГФ-4003 и замка зажигания типа ЗФ-4514.

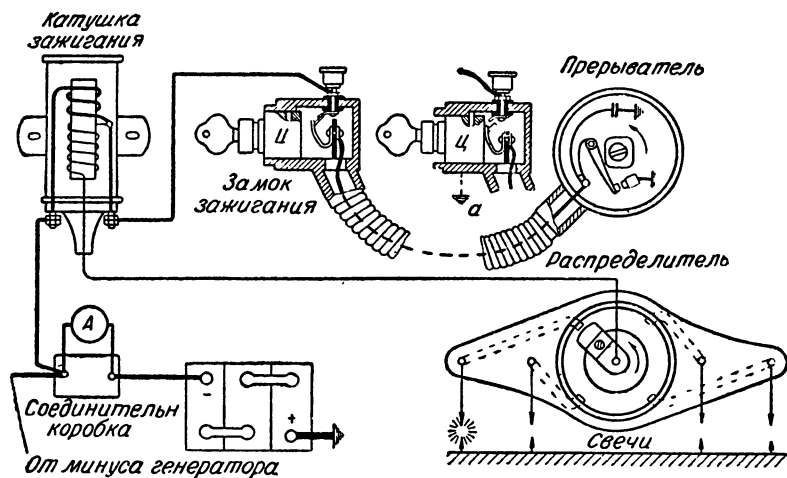


Рис. 83. Схема батарейного зажигания автомобиля ГАЗ-АА, изоляция изображена черной

Распределитель — для четырехцилиндрового двигателя, с оди-нарным прерывателем и четырехгранным кулачком. Регулировка опережения зажигания — ручная (поворотом прерывателя), в диа-пазоне  $20^\circ$  по валу распределителя; центробежного регулятора нет. Корпус распределителя имеет фиксирующую шпильку; шпилька входит в отверстие блока двигателя и не позволяет распределителю поворачиваться. Вал распределителя сцепляется с приводным ва-ликом несимметричным шипом, снабженным направляющей втул-кой.

Кулачок прерывателя на нижнем торце рифленый, он крепится на валике винтом. Ослабив винт, можно повернуть кулачок (при установке зажигания) и закрепить его в нужном положении. В пластмассовом корпусе распределителя заделаны провода к свечам (рис. 83). Верхняя крышка распределителя съёмная.

На рис. 83 изображена электрическая схема батарейного зажигания автомобилей ГАЗ-А и ГАЗ-АА. Левый зажим катушки зажигания соединен через амперметр с минусовым полюсом батареи, правый — с замком зажигания. При повороте ключа защелка замка зажигания утапливается, и цилиндрок Ц замка под действием пружины выдвигается наружу; вследствие этого контакты замка соединяются, и первичная цепь катушки оказывается замкнутой. При нажиме на цилиндрок Ц, пока его защелка не заскочит в углубление (см. рис. 83, а), размыкается первичная цепь катушки, и тем самым выключается зажигание. Провод от замка зажигания до распределителя проложен в бронированной металлической оболочке.

Цилиндрок Ц, имеющий металлический контакт с корпусом и оболочкой, при выключении зажигания соединяет с массой провод, идущий от рычажка прерывателя. Благодаря этому нельзя запустить двигатель без ключа путем соединения правого зажима катушки с рычажком прерывателя отдельным проводом помимо замка зажигания.

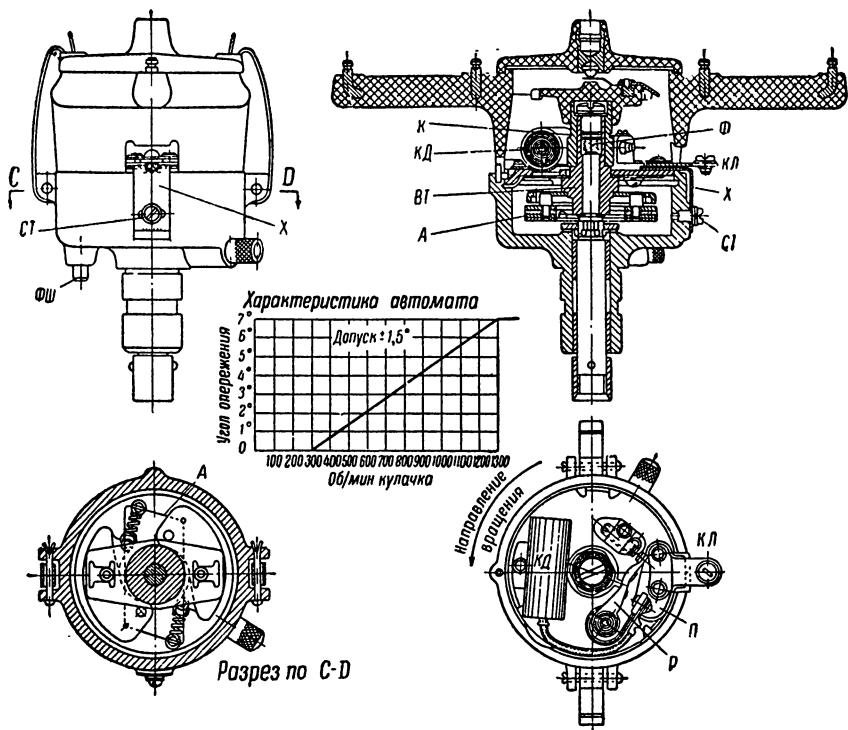
**Батарейное зажигание автомобилей ГАЗ-М-1.** Система включает в себя 6-вольтовую катушку типа КМ-75, распределитель типа ИМ-91 и замок зажигания.

Катушка по своей конструкции, обмоточным данным и электрическим характеристикам аналогична катушке ИГ-4085, применяемой на автомобиле ГАЗ-АА, и отличается от нее лишь способом крепления (фланец вместо лапок) и расположением зажимов.

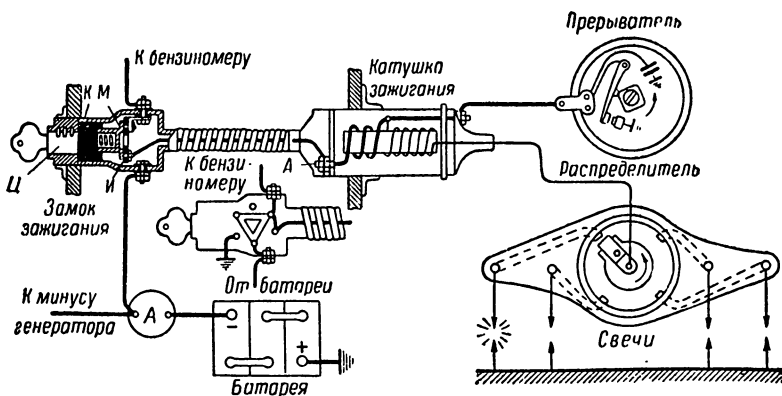
Распределитель типа ИМ-91 (рис. 84) на четыре цилиндра с центробежным регулятором и одинарным прерывателем и четырехгранным кулачком по конструкции, подобным прерывателю распределителя Р-33 (см. рис. 82, а). Конструкция центробежного регулятора А одинакова с изображенным на рис. 82, б, но этот регулятор имеет другое направление вращения. Кулачок К крепится винтом на втулке ВТ, связанной с верхней пластиной регулятора, и может переставляться при установке зажигания. Корпус распределителя удерживается фиксирующей шпилькой ФШ на блоке двигателя всегда в определенном положении.

Ручной регулировки опережения зажигания распределитель не имеет. Установочная регулировка производится перемещением за хвостовик диска прерывателя внутри корпуса распределителя в пределах 10°. Для смазки направляющего валика регулятора служит фитиль Ф, периодически пропитываемый маслом. Привод распределителя такой же, как в системе зажигания автомобилей ГАЗ-А и ГАЗ-АА.

На рис. 85 изображена электрическая схема батарейного зажигания автомобиля М-1. Минусовый полюс батареи через амперметр



**Рис. 84.** Распределитель типа ИМ-91 для автомобиля ГАЗ-М-1:  
 А — регулятор опережения; ВТ — втулка регулятора; К — кулачок; Ф — фитиль; КЛ — вводный зажим; Х — хвостовик; СТ — стопорный винт октан-селектора



**Рис. 85.** Схема батарейного зажигания автомобиля ГАЗ-М-1, изоляция изображена черным



соединен с замком зажигания. Цилиндрик замка *Ц*, выполненный по типу дверных автоматических замков, поворачивается при вставленном ключе. Вращаясь, цилиндрок *Ц* поворачивает изоляционную деталь *К* и связанный с ней пружинящий контактный мостик *М* треугольной формы. На изолирующей пластине *И* расположены шесть контактов. При повороте ключа контактный мостик *М* поворачивается и замыкает три контакта между собой; вследствие этого ток начинает поступать в первичную обмотку катушки зажигания и в электрический бензиномер, включающийся одновременно с зажиганием. При выключении зажигания провод, идущий к катушке, соединяется с массой. Провод от замка зажигания к катушке проложен в бронированной оболочке. Замок зажигания укреплен на щитке водителя, а катушка на щите двигателя под капотом. Такая конструкция, исключая доступ к входному зажиму *А* катушки, помимо замка зажигания, предотвращает возможность угона автомобиля более надежно, чем конструкция, применяемая на автомобиле ГАЗ-АА (см. рис. 83).

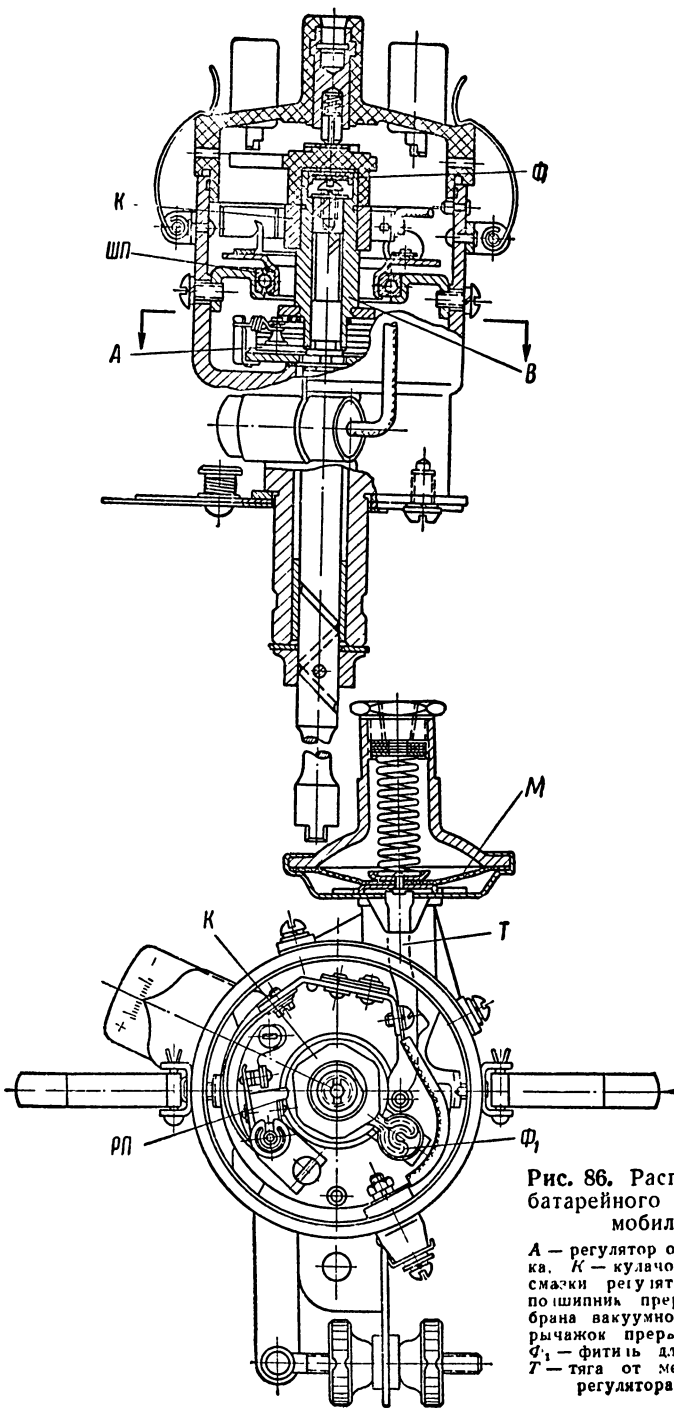
Для автомобилей М-1 и ГАЗ-67 после выпускались распределители Р-15 и в последнее время Р-30, отличающиеся от описанной конструкции рычажка прерывателя (см. рис. 80, в), конструкцией регулятора, а также некоторыми другими деталями.

**Батарейное зажигание автомобилей ГАЗ-51 и ГАЗ-63.** Автомобили ГАЗ-51 и ГАЗ-63 имеют 12-вольтовое электрооборудование, катушку зажигания Б-21, распределитель Р-20 и замок зажигания, аналогичный замку автомобиля М-1.

Катушка — 12-вольтовая, новой конструкции, с добавочным сопротивлением, закорачиваемым при включении стартера; это добавочное сопротивление служит также и вариатором. На заднем торце катушки Б-21 расположены только два зажима, а зажим *Р* для присоединения к прерывателю помещен рядом с выводом высокого напряжения. На автомобилях первого выпуска ставилась катушка Б-18, отличавшаяся только тем, что все три зажима были расположены на заднем торце.

Распределитель Р-20 (рис. 86) — для шестицилиндровых двигателей, с одинарным прерывателем и двумя регуляторами опережения зажигания: центробежным и вакуумным. Центробежный регулятор имеет такую же конструкцию, как у распределителей описанных выше систем (см. рис. 82 и 84). С увеличением числа оборотов он смещает кулачок относительно приводного валика. Вакуумный регулятор поворачивает прерыватель, который смонтирован в корпусе распределителя подвижно — на шариковом подшипнике. Вращением гаек октан-корректора весь распределитель поворачивается относительно блока двигателя. Приводной валик распределителя имеет длинный хвостовик с симметричным шипом. Для смазки валика распределителя имеется масленка, для смазки втулки центробежного регулятора — фитиль  $\Phi_2$ .

На рис. 87 изображена электрическая схема батарейного зажигания автомобилей ГАЗ-51 и ГАЗ-63. Катушка получает питание через амперметр и замок зажигания с поворотным цилиндриком



**Рис. 86.** Распределитель P-20  
батареинного зажигания авто-  
мобиля ГАЗ-51:

*A* — регулятор опережения; *B* — втулка; *K* — кулачок;  $\Phi_2$  — фитиль для смазки регулятора; *ШП* — шарикоподшипник прерывателя; *M* — мембрана вакуумного регулятора; *PП* — рычажок прерывателя (фибровый);  $\Phi_1$  — фитиль для смазки кулачка; *T* — тяга от мембраны вакуумного регулятора к прерывателю

(такой же, как у автомобилей М-1). При повороте ключа замыкаются между собой все три зажима замка, и ток поступает в катушку и одновременно в приборы (бензиномер, манометр и термометр), работающие от электрического тока. При движении автомобиля катушка питается через добавочное сопротивление, смонтированное внутри специальной крышки на катушке. При запуске двигателя, когда напряжение батареи сильно падает при включении стартера, добавочное сопротивление замыкается накоротко добавочными контактами выключателя стартера, поэтому первичная обмотка катушки питается непосредственно от батареи. Благодаря этому катушка развивает нормальное напряжение и дает хорошую искру.

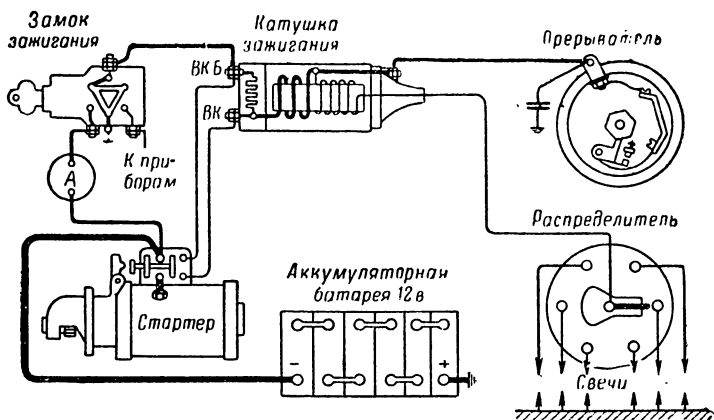


Рис. 87. Схема батарейного зажигания автомобиля ГАЗ-63 и ГАЗ-51

**Батарейное зажигание автомобилей ГАЗ М-20 («Победа»).** Эти автомобили, как и автомобили ГАЗ-51, имеют 12-вольтовую катушку Б-21 с добавочным сопротивлением и распределитель Р-23, отличающийся от описанного выше (см. рис. 86) только числом цилиндров (четыре вместо шести). Электрическая схема одинакова со схемой зажигания автомобиля ГАЗ-51 (см. рис. 87, а также приложение — рис. 136).

**Батарейное зажигание автомобилей ЗИС-5 и ЯГ-4.** В этих автомобилях применяются: катушка ИГ-4085 (та же, что на автомобилях ГАЗ-АА) и распределитель Р-33 с одним центробежным регулятором. Отдельного замка зажигания нет; зажигание включается ключом на центральном переключателе.

Распределитель (см. рис. 82) — для шестицилиндрового двигателя с одинарным прерывателем и шестигранным кулачком. Он имеет центробежный регулятор и дополнительную ручную регулировку опережения зажигания. Так как прерыватель в корпусе распределителя закреплен неподвижно, то ручная регулировка опережения осуществляется поворотом всего распределителя при помощи

### Характеристики и регулировочные данные

	ИГФ-4003 (ГАЗ-А и ГАЗ-АА)	ИМ-91, Р-15, Р-30 (ГАЗ-М-1, ГАЗ-67)	ИГЦ-4221, Р-16, Р-33 (ЗИС-5, ЗИС-8)	ИЛ-4589, ИЛ-4737 (ЗИС-101)
Направление вращения (сверху) . . . . .	Левое	Левое	Правое	Левое
Число цилиндров двигателя . . . . .	4	4	6	8
Число выступов кулачка . . . . .	4	4	6	4 (ИЛ-4589) 8 (ИЛ-4737)
Чередование искр через . . . . .	$90^\circ \pm 2^\circ$	$90^\circ \pm 1^\circ$	$60^\circ \pm 2^\circ$	$45^\circ \pm 2^\circ$
Регулировка опережения (по распределительному ва- лику):				
ручная . . . . .	$20^\circ \pm 2^\circ$	—	$6^\circ$	$12^\circ$
центробежным регуля- тором . . . . .	—	$7^\circ \pm 1,5^\circ$	$11,5^\circ \pm 1,5^\circ$	$16^\circ \pm 1^\circ$
установочная . . . . .	—	$10^\circ \pm 12^\circ$	—	—
вакуумным регулятором	—	—	—	—
Характеристика центробеж- ного регулятора:				
начало работы, <i>об/мин</i>	—	250—600	150—400	300—450
конец работы, <i>об/мин</i> . . . . .	—	1 400	1 300	1 500
Характеристика вакуумного регулятора:				
начало работы, <i>мм рт. ст.</i>	—	—	—	—
конец работы, <i>мм рт. ст.</i>	—	—	—	—
Зазор между контактами пре- рывателя, <i>мм</i> . . . . .	0,4—0,6 <sup>✓</sup>	0,4—0,6	0,4—0,6	0,4—0,6
Материал контактов . . . . .	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам	Вольфрам
Натяжение пружины преры- вателя, <i>г</i> . . . . .	400—600	400—600	400—600	400—600
Зазор между электродами распределителя, <i>мм</i> . . . . .	0,2—0,8	0,2—0,8	0,5—0,9	0,4—0,6
Емкость конденсатора, $\mu F$ . . . . .	0,17—0,25	0,17—0,25	0,17—0,25	0,19—0,25
Испытание на искру:				
с катушкой . . . . .	ИГ-4085 при 6 в	КМ-75 или ИГ-4085 при 6 в	ИГ-4085 при 6 в или ЦФ-4085 при 12 в	КЛ-119 или ИГ-4085 при 6 в
должно обеспечиваться бесперебойное искро- образование на стан- дартный 7-мм раз- рядник при числе обо- рот кулачка в ми- нуту . . . . .	1 400	1 400	1 300	1 500
Смазка:				
валика . . . . .	15—20 капель автoла 8 каждые 1 000 км			
кулачка . . . . .	Тонким слоем вазелина или солидола каждые 2 000 км			
оси рычажка . . . . .	1 капля жидкого вазелинового масла каждые 2 000 км			
регулятора . . . . .	5—10 капель легкого масла на фитиль каж- дые 2 000 км			
Вес, кг . . . . .	1,12	1,25	1,32	1,6

## распределителей батарейного зажигания

Р-28 („Москвич“)	Р-23 („Победа“)	Р-20 (ГАЗ-51, ГАЗ-63, ЗИМ)	Р-21 (ЗИС-150, ЗИС-151)	Р-22 (ЗИС-110)
Левое 4 4	Правое 4 4	Правое 6 6	Правое 6 6	Левое 8 8
$90^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$90^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$60^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$60^{\circ} \pm 1^{\circ}$	$45^{\circ} \pm 1^{\circ}$
Нет $11^{\circ} \pm 1^{\circ}$ — —	Нет $8^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 12 $6^{\circ} \pm 1^{\circ}$	Нет $10^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 12° $11^{\circ} \pm 1^{\circ}$	Нет $9^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 12° $8^{\circ} \pm 1^{\circ}$	Нет $11^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ 12° $5,5^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$
400 1 300	300 1 600	600 1 400	200 900	400 1 500
— —	100 320	160 400	100 400	220 420
0,35—0,45 Вольфрам	0,35—0,45 Вольфрам	0,35—0,45 Вольфрам	0,35—0,45 Вольфрам	0,35—0,45 Вольфрам
400—650	400—650	400—650	400—650	500—650
— 0,17—0,25	— 0,17—0,25	— 0,17—0,25	0,5—0,65 0,17—0,25	0,40—0,53 0,22—0,28
Б-28 при 6 в	Б-21 или Б-18 при 12 в	Б-21 или Б-18 при 12 в	Б-21 при 12 в	Б-15 при 6 в
2 500	1 900	1 900	1 500	1 900
Незамерзающая консист. смазка КВ; 1 обор. крышки масленки каждые 6 000 км - 2—3 капли легкого масла на фитиль каждые 6 000 км				
1—2 капли легкого масла на ось каждые 6 000 км				
5—10 капель легкого масла на фитиль каждые 6 000 км				
1,5	2,2	2,1	2,3	2,0

фасонной пластины *ФП*, укрепленной на хвостовике корпуса распределителя. Овальная прорезь в этой пластине ограничивает диапазон ручной регулировки. Для установки зажигания можно, ослабив стяжной винт пластины *ФП*, повернуть в ней весь распределитель в нужное положение. К изолированному от массы рычажку прерывателя ток подводится так же, как и в распределитель ИМ-91, т. е. через зажим *ЗЖ* и пружину прерывателя. Ток высокого напряжения подводится к свечам гибкими высоковольтными проводами. Привод осуществляется винтовой шестерней, укрепленной на нижнем конце валика распределителя. Электрическая схема соединения катушки зажигания с прерывателем аналогична показанной на рис. 83; разница лишь в том, что нет замка зажигания. Провод от центрального переключателя подходит к левому зажиму катушки, укрепленной на щите двигателя кабины зажимами вниз; от правого зажима провод идет к прерывателю. Все провода обычные (не бронированные). Соединения приборов видны на полной схеме электрооборудования автомобиля ЗИС-5 (см. приложение — рис. 137).

На автомобилях ЗИС-5 довоенного выпуска ставился распределитель ИГЦ-4221, тоже с одним только центробежным регулятором. Этот распределитель отличался от распределителя Р-33 конструкцией рычажка прерывателя (рычажок сделан, как на рис. 80, а), регулятора и некоторых других деталей.

**Батарейное зажигание автобусов ЗИС-8 и ЗИС-16.** Так как в автобусах применяется 12-вольтовая система электрооборудования, то катушка устанавливается также 12-вольтовая типа ЦФ-4085. По своей конструкции, внешнему виду и электрическим характеристикам она одинакова с катушкой ИГ-4085, отличается от нее лишь числом витков и сечением провода первичной обмотки. Распределитель, схема соединения, характеристики и регулировочные данные аналогичны системе автомобилей ЗИС-5 и ЯГ-4, но испытание на искру должно производиться с батареей 12 в. Кроме того, на автобусах ЗИС-16 предусмотрен отдельный замок зажигания.

**Батарейное зажигание автомобилей ЗИС-150 и ЗИС-151.** Эти автомобили также имеют 12-вольтовое электрооборудование, катушку Б-21 с добавочным сопротивлением, распределитель Р-21 и замок зажигания, аналогичный замку М-1.

Распределитель Р-21 снабжен центробежным и вакуумным регуляторами опережения зажигания, в отличие от других распределителей автомобилей послевоенного выпуска имеет увеличенный диаметр хвостовика ( $\approx 41$  мм). Это позволит ставить валик распределителя не на медно-графитовые втулки, а на шарикоподшипники, повысив тем самым надежность и износостойкость распределителя.

Электрическая схема батарейного зажигания ЗИС-150 и ЗИС-151 аналогична изображенной на рис. 87 (см. также рис. 142). Отличие состоит только в том, что стартер этих автомобилей имеет дистанционное управление (см. главу VII), и поэтому включатель стартера, замыкающий также добавочное сопротивление катушки

зажигания при запуске двигателя, смонтирован не на самом стартере, а на арматурном щите кабины.

**Батарейное зажигание автомобилей ЗИС-110.** Этот легковой автомобиль высшего класса имеет 6-вольтовое электрооборудование. Система зажигания состоит из 6-вольтовой катушки Б-15 (без добавочного сопротивления) и распределителя Р-22 на восемь цилиндров с центробежным и вакуумным регуляторами опережения. Электрическая схема аналогична изображенной на рис. 87, но включатель стартера смонтирован не на стартере, а на арматурном щите кузова; этот включатель не имеет дополнительных зажимов, служащих для закорачивания добавочного сопротивления 12-вольтовых катушек.

**Батарейное зажигание малолитражного автомобиля «Москвич».** Этот автомобиль также имеет 6-вольтовое электрооборудование. Система зажигания (см. рис. 138) состоит из катушки Б-28 и распределителя Р-28 на четыре цилиндра с одним центробежным регулятором. Распределитель Р-28 выполнен по типу распределителя Р-33 (ЗИС-5), но имеет меньший диаметр хвостовика.

Характеристики и регулировочные данные распределителей батарейного зажигания приведены в табл. 9.

---

---

---

## Глава V

### МАГНЕТО

#### 26. Принцип работы и основные типы магнето

Магнето называется агрегат, состоящий из источника тока в виде небольшого магнитоэлектрического генератора, катушки зажигания, прерывателя и распределителя. Следовательно, в первичную обмотку катушки магнето поступает ток не от постороннего источника, как в батарейном зажигании, а он возникает в витках обмотки якоря самого магнето вследствие электромагнитной индукции. Магнитное поле создается постоянными магнитами, от которых происходит и само название магнето. Так как в магнето объединены и источники тока, и трансформатор (катушка), то якорь магнето имеет две обмотки — первичную и вторичную. В последней индуцируется ток высокого напряжения, подводимый к свечам и дающий в них искру. Поэтому магнето описываемого типа называется магнето высокого напряжения.

Магнето делятся на следующие основные типы:

- с вращающимся якорем;
- с вращающимся магнитом;
- с вращающимся магнитным коммутатором.

Магнето с вращающимся якорем представляет собой самый старый тип автомобильного магнето. Его магнитная система состоит из подковообразного стального магнита, снабженного полюсными наконечниками (рис. 88). Между полюсами магнита вращается якорь, состоящий из Н-образного сердечника, набранного из листового железа, на котором намотаны две обмотки — первичная и вторичная. Схема соединения обмоток показана на рис. 89.

Магнитный поток, создаваемый магнитом, проходит через сердечник якоря (см. рис. 88). Если вращать якорь между полюсами магнита, то магнитный поток, проходящий через сердечник якоря, будет все время изменяться как по величине, так и по направлению. Действительно, каждые повороты сердечник якоря будет повертываться к северному полюсу магнита то одной головкой, то другой, и магнитный поток будет входить в сердечник то с одной, то с другой стороны. Следовательно, направление магнитного по-





накоротко. Один конец вторичной обмотки  $B$  (как и в катушке зажигания) присоединен к первичной, а другой припаян к контактному кольцу  $K$ . С контактном кольцом соприкасается уголек  $У_2$ , соединенный с ротором  $PT$  распределителя. Ротор приводится во вращение шестеренчатой передачей от вала якоря. Цепь вторичной обмотки разомкнута искровым промежутком свечей. Электродвижущая сила, наводимая в витках обеих обмоток при вращении якоря (вследствие изменения величины и направления магнитного потока в его сердечнике), невелика и при разомкнутых контактах прерывателя составляет: в первичной обмотке 20—30 в, во вторичной около 1000—1500 в. Величина этой э. д. с. «вращения», наведенной во вторичной обмотке, недостаточна для пробоя искрового промежутка свечи, поэтому во вторичной обмотке ток не возникает. В первичной же обмотке, замкнутой прерывателем накоротко, индуктированная э. д. с. вызывает ток, направление которого показано на рис. 89 стрелками.

Если бы прерыватель не размыкался, то первичный ток достигал бы максимальной величины также два раза за один оборот якоря магнето.

Ток, проходящий в первичной обмотке, создает свое добавочное магнитное поле (так называемое магнитное поле якоря), складывающееся с магнитным полем постоянного магнита. Когда первичный ток и созданное им магнитное поле достигают максимального значения, прерыватель размыкает цепь первичной обмотки; в результате первичный ток и созданное им магнитное поле быстро исчезают (остается лишь поле, созданное постоянным магнитом). При быстром исчезновении магнитного поля якоря в витках обеих обмоток индуктируется э. д. с. (в первичной обмотке приблизительно 300 в, во вторичной 15 000—20 000 в), и напряжение во вторичной обмотке магнето становится достаточным для того, чтобы пробить искровой промежуток свечи.

Следовательно, ток высокого напряжения замыкается через контактное кольцо (см. рис. 89), уголек  $У_2$ , ротор распределителя, сегмент распределителя, искровой промежуток свечи и возвращается во вторичную обмотку магнето через массу, уголек  $У_3$ , сердечник якоря и первичную обмотку. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор  $C$ , назначение которого то же, что и в батарейном зажигании.

Таким образом, высокое напряжение во вторичной обмотке магнето возникает так же, как и в батарейном зажигании. Принцип работы магнето и катушки зажигания почти одинаков. Разница заключается лишь в том, что в магнето ток в первичной обмотке возникает не за счет э. д. с. батареи, а за счет э. д. с., индуктированной в первичной обмотке при вращении якоря в магнитном поле постоянного магнита; в соответствии с этим закон нарастания первичного тока в магнето другой.

Из схемы (см. рис. 89) видно, что вследствие вращении якоря прерыватель и конденсатор приходится располагать также на якоре, т. е. делать их вращающимися. Поэтому для выключения зажига-

ния применяют не размыкание первичной цепи, как в батарейном зажигании, а замыкание первичной обмотки через массу накоротко (помимо прерывателя). Для этой цели в крышке прерывателя предусмотрен контакт *A*, соприкасающийся с центральным болтом прерывателя, соединенным с изолированным концом первичной обмотки. От контакта *A* идет провод к выключателю зажигания *BZ*. Замыкая выключатель, соединяют свободный конец первичной обмотки с массой и тем самым замыкают ее накоротко; размыкание первичной цепи прекращается, и высокое напряжение во вторичной обмотке перестает индуцироваться.

Надежно изолировать обмотки якоря магнето труднее, чем обмотки катушки зажигания, так как габариты для обмоток якоря магнето очень ограничены; кроме того, при обрыве провода, идущего к свече, напряжение магнето на больших оборотах может достигать большей величины, чем напряжение катушки. Поэтому для защиты изоляции вторичной обмотки магнето от пробоя ставят предохранительный искровой промежуток *I* (см. рис. 89), располагаемый обычно на проводе, соединяющем уголек с ротором распределителя. Когда напряжение магнето превысит нормальную величину приблизительно в полтора раза, предохранительный искровой промежуток пробивается, и энергия разряда превращается в тепло; вследствие этого напряжение магнето ограничивается безопасной для изоляции обмоток величиной.

Как было указано выше, первичный ток достигает максимальной величины два раза за один оборот якоря. Следовательно, за один оборот можно сделать только два размыкания прерывателя и получить от магнето две искры. Поэтому магнето с вращающимся якорем является *двухискровым*, т. е. дающим две искры за один оборот якоря.

Магнето с вращающимся якорем имеет следующие недостатки:

- обмотки и прерыватель вращаются и, следовательно, подвержены действию центробежных сил; поэтому трудно создать хорошо работающий прерыватель и надежно закрепить обмотки;

- большое количество скользящих контактов (пять или шесть, если бегунок распределителя имеет уголек) понижает надежность работы магнето и усложняет уход за ним;

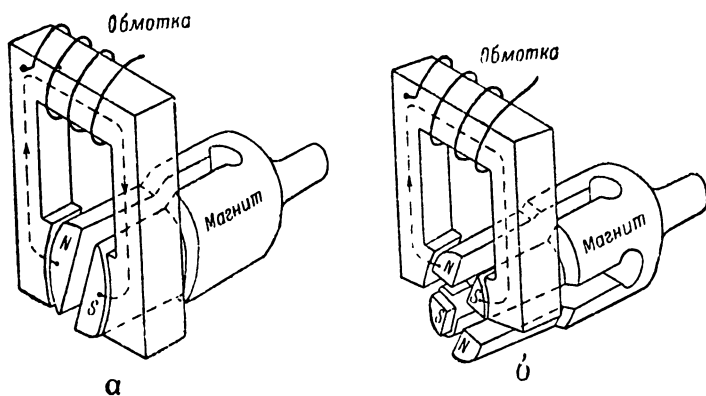
- магнето конструктивно может быть выполнено только двухискровым.

Первые два недостатка можно снизить высококачественным выполнением. Последний же недостаток неустраним: он препятствует применению магнето с вращающимся якорем на многоцилиндровых двигателях.

**Магнето с вращающимся магнитом.** В магнето этого типа сердечник с обмотками, конденсатором и прерывателем неподвижен, а магнит вращается.

На рис. 90, *a* изображена схема устройства магнитной системы магнето подобного типа. Магнит представляет собой стальной цилиндрический ротор с продольной прорезью посередине. Магнит намагничивается таким образом, что его ножки приобретают раз-

личную полярность. Следовательно, по форме он напоминает подковообразный магнит, вращающийся около продольной оси. Магнитный поток магнита замыкается через железный сердечник П-образной формы, на котором намотаны обмотки магнето. При вращении магнита между полюсными наконечниками сердечника магнитный поток, проходящий через сердечник и пронизывающий витки обмоток, через каждые пол оборота меняет свое направление на обратное (так же, как в магнето с вращающимся якорем). При изменении величины и направления магнитного потока в первичной обмотке индуцируется ток, который достигает максимального значения два раза за один оборот магнита.



**Рис. 90.** Магнитная цепь магнето с вращающимся магнитом:  
а — двухполюсного; б — четырехполюсного

На рис. 91 изображена электрическая схема магнето с вращающимся магнитом, принципиально аналогичная схеме магнето с вращающимся якорем. Один конец первичной обмотки  $P$  припаян к сердечнику, а другой соединен с неподвижным (изолированным) контактом  $K_1$  прерывателя. Рычажок прерывателя соединен при помощи пружины с массой, поэтому при замыкании прерывателя первичная обмотка замыкается накоротко. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор  $C$ . Конденсатор и прерыватель неподвижны, а кулачок прерывателя вращается вместе с магнитом (так же, как в прерывателях батарейного зажигания).

Один конец вторичной обмотки  $B$  соединен с первичной, а другой — с ротором  $B$  распределителя, который подводит ток высокого напряжения к очередной свече.

Когда ток, индуцированный в первичной обмотке, достигает максимального значения (что происходит в этом магнето два раза за один оборот магнита), прерыватель замыкает цепь первичной обмотки. При исчезновении в первичной обмотке тока (и, следовательно, магнитного потока якоря) наводится в витках вторичной

обмотки э. д. с. (высокое напряжение), которая пробивает искровой промежуток распределителя и свечи. Ток высокого напряжения, пройдя через свечу, замыкается через массу, сердечник и первичную обмотку магнето.

Для выключения зажигания первичная обмотка замыкается накоротко выключателем ВЗ. Изоляция вторичной обмотки предохраняется от повреждения при чрезмерном повышении напряжения предохранительным искровым промежутком И.

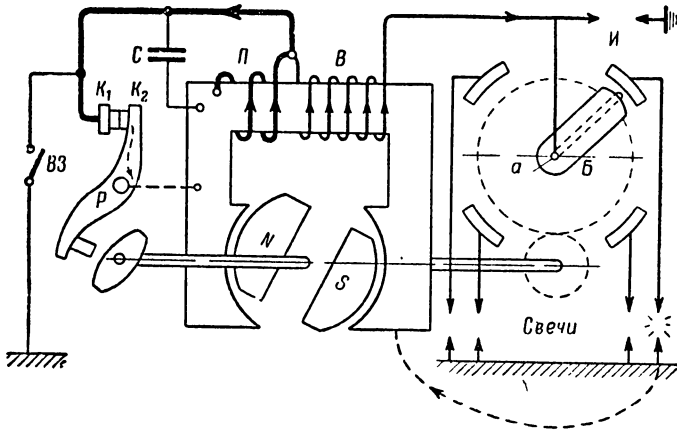


Рис. 91. Электрическая схема магнето с вращающимся магнитом

Магнето с вращающимся магнитом легко можно выполнить четырехискровым. Если в магните сделать не одну, а две взаимно перпендикулярные прорези и намагнитить получившиеся четыре ножки так, чтобы полярность их чередовалась, то получится четырехполюсный магнит (см. рис. 90, б). При вращении такого магнита магнитный поток в сердечнике будет менять свое направление каждые четверть оборота. В результате этого резкое изменение величины и направления магнитного потока в сердечнике будет происходить четыре раза за один оборот магнита, и индуктированный первичный ток достигнет максимального значения также четыре раза за один оборот. Поэтому за один оборот такого магнето можно произвести четыре размыкания прерывателя и получить четыре искры.

В четырехискровом магнето полюсные башмаки сердечника должны быть короче, чтобы получать магнитный поток лишь от верхней пары полюсов магнита. Для использования магнитного потока обеих пар полюсов одноименные полюсы магнита соединяются железными перемычками. С целью уменьшения вихревых токов сердечник и перемычки набираются из пластин мягкого железа.

Для получения шести- или восьмиискрового магнето, дающего соответственно шесть или восемь искр за один оборот, применяется шести- или восьмиполосный магнит.

Магнето с вращающимся магнитом обладает следующими преимуществами по сравнению с магнето, имеющим вращающийся якорь:

— обмотки, прерыватель и конденсатор неподвижны и менее теснены габаритами, поэтому их изготовление проще, условия работы легче и надежность выше;

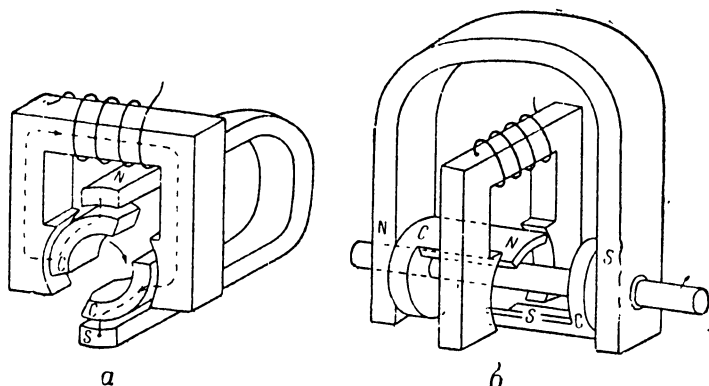


Рис. 92. Магнитная цепь магнето с вращающимся магнитным коммутатором:

*a* — четырехискрового; *b* — двухискрового

— нет скользящих контактов в первичной цепи и всего один скользящий контакт во вторичной цепи, что также увеличивает надежность работы магнето;

— магнето может быть выполнено не только двухискровым, но и четырех-, шести- и восьмиискровым и даже больше.

Недостаток магнето этого типа заключается в том, что размеры вращающегося магнита должны быть ограничены, и поэтому получить достаточно большой магнитный поток в данном магнето труднее, чем в описанном выше. Однако, применяя современные магнитные стали — железо-никель-алюминиевый сплав, изготавливают мощные магниты весьма малых размеров, исключая этот недостаток магнето.

Магнето с вращающимся магнитным коммутатором (рис. 92, *a*) отличается от предыдущего только устройством магнитной системы. В этом магнето неподвижны не только сердечник с обмотками, но и магнит. Между полюсами магнита и полюсными наконечниками сердечника вращаются промежуточные сегменты *C*, набранные из пластин мягкого железа. Сегменты, укрепленные на валу при помощи немагнитного материала (обычно залиты в алюминий), образуют магнитный коммутатор. Магнитный поток из полюсов магнита подводится к сердечнику через железные сегменты;

в зависимости от положения этих сегментов (магнитного коммутатора) поток проходит по сердечнику в том или другом направлении. При вращении сегментов  $C$  магнитный поток меняет свое направление в сердечнике четыре раза за один оборот коммутатора. Следовательно, это магнето является четырехискровым.

Электрическая схема магнето данного типа совершенно одинакова со схемой магнето с вращающимся магнитом (см. рис. 91). Но так как это магнето четырехискровое, то кулачок прерывателя имеет четыре выступа.

Магнето с магнитным коммутатором может быть и двухискровым (рис. 92, б). В этом случае сегменты  $C$  являются как бы вращающимися полюсными наконечниками магнита и сохраняют постоянную полярность. Однако в такой конструкции магнитный коммутатор  $C$  получается несимметричной и неблагоприятной в отношении вибрации формы, и поэтому двухискровые магнето с магнитным коммутатором теперь не выпускаются.

Магнитный коммутатор легче и компактнее, чем вращающийся магнит. Это является некоторым преимуществом магнето данного типа. Однако применение новых магнитных сталей уничтожает эту разницу между магнето с магнитным коммутатором и магнето с вращающимся магнитом.

**Передаточное число от двигателя к магнето.** Передаточное число от коленчатого вала четырехтактного двигателя к магнето определяется следующим образом.

Из общего числа цилиндров двигателя за один оборот коленчатого вала работает лишь половина. Поэтому, если число цилиндров двигателя равно  $z$ , то магнето должно дать за один оборот коленчатого вала число искр, равное  $\frac{z}{2}$ .

Так как само магнето в зависимости от типа (двухискровое, четырехискровое и т. п.) дает за один оборот ротора  $k$  искр, то передаточное число от двигателя к магнето будет  $\frac{z}{2k}$ .

Из приведенного расчета видно, что передаточное число увеличивается с увеличением числа цилиндров двигателя.

Максимальное число оборотов магнето не может превышать 4 500—5 000 в минуту. При большем числе оборотов невозможно обеспечить нормальную работу прерывателя, и замыкание им первичной обмотки становится ненадежным. Кроме того, вибрации и нагрузки от центробежных сил возрастают настолько, что работа магнето становится ненадежной также с механической точки зрения. Максимальное число оборотов коленчатого вала современных автомобильных двигателей равно 3 000—3 600 в минуту. Поэтому передаточное число от двигателя к магнето не должно превышать  $1 : 1\frac{1}{2}$ .

Передаточное число не должно быть также слишком мало, так как в этом случае магнето будет вращаться слишком медленно и не разовьет достаточного напряжения при запуске двигателя. Для удовлетворительного запуска двигателя передаточное число должно

быть не меньше  $1 : 1/2$ , обычно же стремятся к тому, чтобы передаточное число было не ниже единицы.

В табл. 10 приведены передаточные числа двух-, четырех- и шестиискровых магнето при различном числе цилиндров двигателя. Из таблицы видно, что двухискровое магнето может успешно применяться лишь на двигателях с числом цилиндров не выше шести. На восьми- и двенадцатицилиндровых двигателях приходится применять четырехискровые магнето, а при еще большем числе цилиндров — шести- или восьмиискровые. Применение многоискровых магнето на двигателях с малым числом цилиндров также нецелесообразно. Таким образом, магнето каждого типа имеет свою наиболее выгодную область применения.

Таблица 10

Передаточные числа от коленчатого вала четырехтактного двигателя к магнето

Число цилиндров двигателя	Передаточное число			
	двухискрового магнето	четырёхискрового магнето	шестиискрового магнето	батарейного зажигания (для сравнения)
1	$1 : 1/2^1$	—	—	$1 : 1/2$
2	$1 : 1/2$	—	—	$1 : 1/2$
4	$1 : 1$	$1 : 1/2$	—	$1 : 1/2$
6	$1 : 1 1/2$	$1 : 3/4$	$1 : 1/2$	$1 : 1/2$
8	—	$1 : 1$	$1 : 2/3$	$1 : 1/2$
12	—	$1 : 1 1/2$	$1 : 1$	$1 : 1/2$
16	—	—	$1 : 1 1/3$	$1 : 1/2$

В одноцилиндровых двигателях передаточное число для двухискрового магнето должно было бы составлять  $1 : 1/4$ . Однако такое малое передаточное число очень затруднило бы запуск двигателя. Поэтому на одноцилиндровых двигателях ставят двухискровые магнето с передаточным числом  $1 : 1/2$ , но используют лишь одну искру из двух, которые дает магнето за один оборот своего ротора. Использование одной искры из двух достигается двумя путями.

1. Магнето дает две искры (по одной за каждый оборот коленчатого вала). Одна из этих искр получается в конце хода сжатия и воспламеняет смесь, а другая проскакивает в свече в конце выпуска и для зажигания не используется.

2. Кулачок или обойма прерывателя выполняется с одним выступом, и прерыватель размыкает цепь лишь один раз за оборот магнето; таким образом, магнето за один оборот ротора из двух возможных искр дает лишь одну.

Последним приемом иногда пользуются при установке четырехискрового магнето на двигателе с малым числом цилиндров. В этом

<sup>1</sup> Используется лишь одна из двух искр, которые дает магнето за один оборот ротора.



случае число выступов на кулачке прерывателя уменьшают вдвое, благодаря чему прерыватель размыкает цепь лишь два раза за один оборот ротора вместо четырех возможных. Таким образом, магнето превращается в двухискровое, и передаточное число для него рассчитывается, как для двухискрового. Этот прием, повышая передаточное число для магнето вдвое, позволяет применять многоискровое магнето на двигателях с малым числом цилиндров, не ухудшая условий запуска.

**Классификация типов магнето.** Магнето любого типа состоит из двух частей:

1) магнита, сердечника и коммутатора (если последний имеется), составляющих магнитную цепь;

2) обмоток, конденсатора, прерывателя и распределителя, составляющих электрическую цепь.

Магнитная цепь служит для создания в сердечнике, на котором намотаны обмотки, магнитного потока, переменного по величине и направлению.

Электрическая цепь преобразует ток, индуктированный этим переменным магнитным потоком в первичной обмотке, в ток высокого напряжения и подводит его к очередной свече.

Различные магнето отличаются одно от другого типом и формой магнитной цепи. Электрическая цепь всех магнето одинакова, если не считать мелких конструктивных различий.

Вращающаяся часть магнето — якорь, магнит или магнитный коммутатор — называется ротором.

Так как при магнитной цепи любого типа в сердечнике, на котором намотаны обмотки, получается магнитный поток, величина и направление которого изменяются по одному и тому же закону, то рабочий процесс магнето всех перечисленных типов одинаков.

Магнето, следовательно, можно классифицировать по двум признакам — типу магнитной цепи (с вращающимся якорем, с вращающимся магнитом, с вращающимся магнитным коммутатором), и по числу искр — двухискровые, четырехискровые и т. д.

## 27. Характеристики магнето

**Величина и форма кривой тока, индуктированного в первичной обмотке магнето.** При вращении ротора магнето величина магнитного потока  $\Phi$ , проходящего через сердечник и пронизывающего витки обмотки, изменяется. Это изменение в зависимости от угла поворота ротора показано на рис. 93. Для наглядности на этом же рисунке схематически показан путь магнитного потока по магнитной цепи магнето при повороте ротора на 0, 90, 180, 270 и 360°. В верхнем ряду приведен путь магнитного потока для магнето с вращающимся якорем, в нижнем ряду — для магнето с вращающимся магнитом.

За нулевое положение ротора принимается такое, при котором сердечник якоря расположен горизонтально, а заштрихованная го-

ловка якоря повернута налево — к северному полюсу магнита (рис. 93, а). У магнето с вращающимся магнитом нулевым положением магнита считается такое, при котором он обращен северным полюсом налево, а южным — направо. При нулевом положении ротора магнитный поток в сердечнике будет направлен слева

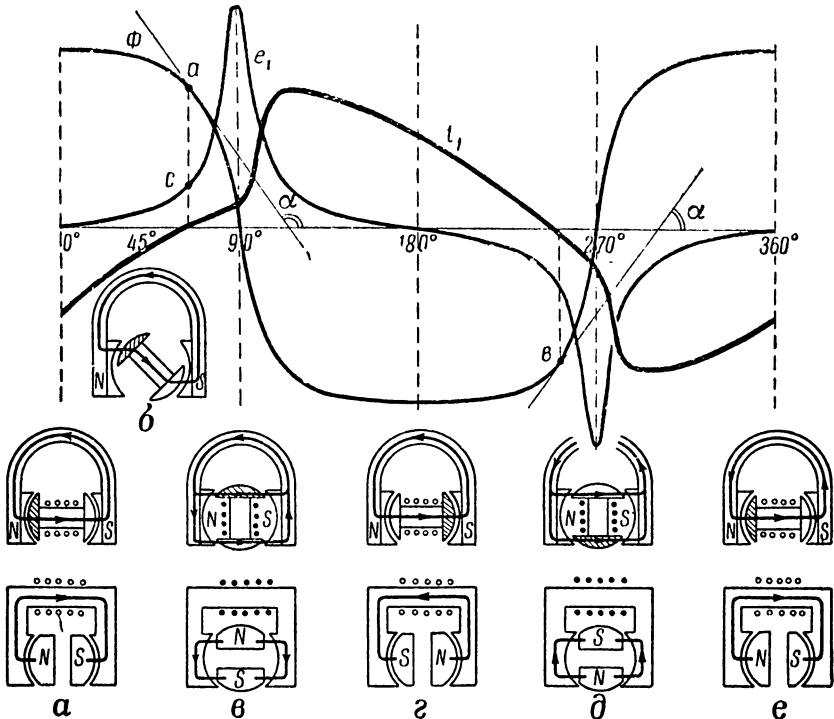


Рис. 93. Зависимость магнитного потока  $\Phi$  в сердечнике магнето, индуктированной в первичной обмотке э. д. с.  $e_1$  и силы тока  $i_1$  в первичной обмотке от угла поворота ротора

направо, и величина его — максимальная, так как площадь, через которую магнитный поток переходит из магнита в сердечник, в данном случае наибольшая, а магнитное сопротивление для магнитного потока — наименьшее.

По мере поворота ротора головки якоря (или полюсы магнита в магнето с вращающимся магнитом) выходят из полюсных наконечников, и площадь, через которую магнитный поток переходит по воздушному зазору от магнита в якорь, уменьшается (рис. 93, б). Поэтому по мере поворота ротора магнитное сопротивление магнитному потоку  $\Phi$  возрастает, и величина магнитного потока  $\Phi$ , проходящего через сердечник, уменьшается сначала медленно, а затем все быстрее и быстрее. Когда ротор магнето повернется на  $90^\circ$  от начального положения, величина магнитного потока, прохо-

дящего через сердечник, снизится до нуля, так как силовые линии магнитного потока будут замыкаться помимо сердечника (рис. 93, *в*).

При дальнейшем вращении ротора магнитный поток вновь начнет проходить через сердечник; его величина снова увеличится и в положении  $180^\circ$  (рис. 93, *г*) опять достигнет максимального значения. Теперь магнитный поток будет проходить через сердечник в противоположном направлении (в магнето с вращающимся якорем — от незаштрихованной головки к заштрихованной, а в магнето с вращающимся магнитом — справа налево), поэтому его следует считать отрицательным и откладывать на диаграмме вниз.

После того как ротор пройдет  $180^\circ$  и будет поворачиваться дальше, величина магнитного потока вновь станет уменьшаться, и, когда ротор займет положение  $270^\circ$  (рис. 93, *д*), магнитный поток в сердечнике магнето опять упадет до нуля, так как магнитные линии будут проходить по пути наименьшего сопротивления, не заходя в сердечник. При дальнейшем вращении ротора магнитный поток вновь начнет проходить через сердечник в первоначальном (положительном) направлении и, увеличиваясь, достигнет максимума при положении ротора  $360^\circ$  (рис. 93, *е*), т. е. тогда, когда ротор, совершив один оборот, вернется в начальное положение.

Таким образом, за время полного оборота ротора магнитный поток, проходящий через сердечник, два раза достигает максимальной величины и два раза переходит через нуль; непрерывно изменяясь по величине, он совершает полный цикл изменений за один оборот ротора (кривые построены для двухскрового магнето).

Электродвижущая сила  $e_1$ , индуцированная в первичной обмотке магнето, намотанной вокруг сердечника, по закону электромагнитной индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока, величина которой на диаграмме рис. 93 выражена тангенсом угла наклона касательной к кривой  $\Phi$ . Поэтому в точках 0 и  $180^\circ$ , где касательная к кривой  $\Phi$  горизонтальна (т. е. магнитный поток не изменяется), индуцированная в первичной обмотке э. д. с.  $e_1$  будет равна нулю. В точке *a*, где касательная составляет с осью абсцисс угол  $\alpha$ , величина индуцированной э. д. с.  $e_1$  будет пропорциональна тангенсу этого угла (точка *c*). В точках  $90$  и  $270^\circ$ , в которых магнитный поток изменяется наиболее быстро (кривая  $\Phi$  проходит наиболее круто) и касательная к кривой больше всего приближается к вертикали, индуцированная э. д. с. будет максимальной.

Таким образом, индуцированная в первичной обмотке э. д. с. достигает максимального значения, когда ротор занимает положения  $90$  и  $270^\circ$ , т. е. тогда, когда магнитный поток в сердечнике магнето проходит через нуль.

Если первичная обмотка замкнута, то индуцированная в ней э. д. с. вызовет ток  $i_1$ . Но так как первичная обмотка, кроме сопротивления, обладает также и самоиндукцией, то величина тока будет отставать по фазе (т. е. по времени) от вызвавшей ее э. д. с.  $e_1$ ; поэтому величина тока в первичной обмотке будет достигать максимума не в те моменты, когда ротор занимает положения  $90^\circ$  и  $270^\circ$ ,

а позже. Кроме того, так как кривая э. д. с.  $e_1$  несинусоидальна, то кривая тока  $i_1$  в первичной обмотке будет также несинусоидальной и по форме будет сильно отличаться от кривой э. д. с.  $e_1$ .

**Зависимость напряжения магнето от числа оборотов и сопротивления утечки  $R_{ш}$ .** Напряжение, развиваемое магнето, так же как и в батарейном зажигании, пропорционально величине первичного тока в момент размыкания прерывателя. Первичный же ток в магнето зависит от индуктированной в первичной обмотке э. д. с., которая возрастает с увеличением числа оборотов. Вследствие этого первичный ток, а следовательно, и напряжение, развиваемое магнето, растут с увеличением числа оборотов. Напряжение повышается сначала быстро, а затем его рост замедляется, и при дальнейшем увеличении числа оборотов напряжение возрастает мало, оставаясь почти постоянным (см. рис. 99). Поэтому, в противоположность батарейному зажиганию, магнето развивает максимальное напряжение на больших оборотах, на малых же оборотах его напряжение мало, и это затрудняет запуск двигателя. Таким образом, магнето следует проверять по минимальному числу оборотов, при котором оно начинает развивать нормальное напряжение.

Поскольку рабочий процесс магнето аналогичен рабочему процессу батарейного зажигания (за исключением образования и нарастания первичного тока), то нагарообразование на свечах, вызывающее появление сопротивления утечки  $R_{ш}$ , шунтирующего искровой промежуток свечи, снижает напряжение магнето. Это вредное влияние сопротивления утечки особенно заметно при запуске двигателя, так как на малых оборотах магнето развивает неполное напряжение.

**Абрис магнето.** Для получения от магнето максимального вторичного напряжения нужно, чтобы прерыватель размыкал первичную цепь магнето в тот момент, когда индуктированный в ней ток достигает наибольшего значения. Это происходит при вполне определенном положении ротора относительно полюсных наконечников магнето.

Угол, определяющий положение ротора магнето в момент размыкания прерывателя, называется абрисом или углом размыкания магнето. Абрис измеряется углом, на который повернулся ротор от своего нейтрального положения (90 или 270°) к моменту размыкания прерывателя (рис. 94).

Наивыгоднейшая величина абриса (рис. 94, а) определяется опытным путем; она различна для магнето отдельных типов. Точная величина наивыгоднейшего абриса указывается заводом, изготовляющим магнето данного типа. Если установить слишком большой абрис (рис. 94, в), т. е. слишком позднее размыкание прерывателя, то напряжение, развиваемое магнето, снизится, так как величина первичного тока в момент размыкания прерывателя уменьшится. Установка слишком малого абриса (рис. 94, б), т. е. слишком раннего размыкания прерывателя, снижает напряжение, раз-

виваемое магнето, еще сильнее, чем в предыдущем случае, так как первичный ток в момент размыкания прерывателя будет еще меньше.

При неправильном абрисе момент размыкания прерывателя будет неточным, и магнето может не дать искры, несмотря на исправность всех его обмоток и деталей. Это необходимо иметь в виду

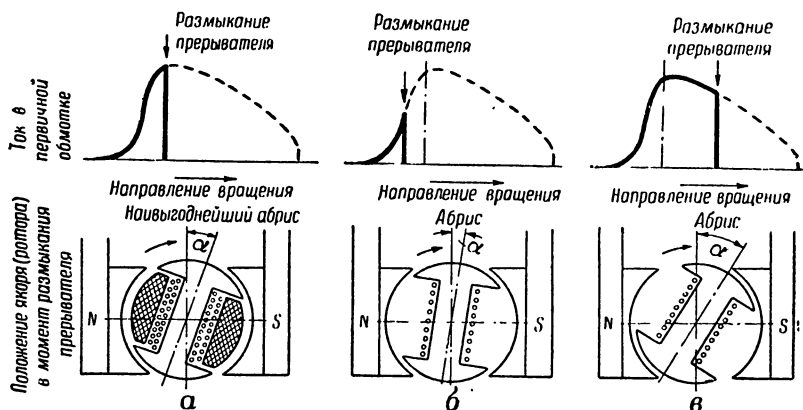


Рис. 94. Правильная и неправильная установка абриса

при установке прерывателя или его кулачка на ротор во время сборки магнето. Для облегчения сборки магнето прерыватель или его кулачок обычно имеет шпоночную канавку, расположение которой соответствует наивыгоднейшему абрису. Однако при замене прерывателя или его кулачка (например, при ремонте магнето или изменения его направления вращения) положение шпоночных канавок может оказаться неправильным, вследствие чего магнето может дать недостаточное напряжение (слабую искру). В таких случаях нужно проверить абрис и при необходимости установить его заново.

## 28. Конструкция и типы магнето

**Основные замечания по конструкции магнето.** Магнитные стали. Размеры и вес магнита зависят от качества магнитной стали, применяемой для его изготовления. Магнитные стали можно разбить на три группы:

1. Вольфрамовая и хромистая стали. Эти стали имеют коэрцитивную силу 45—50 ампер-витков/см, известны давно и применяются в магнето старых конструкций. Благодаря низкой коэрцитивной силе магниты, изготовленные из этих сталей, имеют большой вес и объем.

2. Кобальтовые стали. Имеют коэрцитивную силу 110—200 ампер-витков/см и позволяют значительно уменьшить размеры и вес магнита при той же мощности. Недостатками кобальтовых сталей является трудность механической обработки и высокая стоимость.

3. Никель-алюминиевые стали (сплавы ЖНА). Открыты позже других и имеют исключительно высокую коэрцитивную силу, достигающую 500 ампер-витков/см. Это дает возможность изготавливать мощные магниты весьма малых размеров. Несмотря на трудность обработки (магниты из никель-алюминиевой стали изготавливаются литьем и обрабатываются только шлифовкой), они широко применяются в новых конструкциях магнето, вытеснив магниты, изготовленные из кобальтовой стали.

**Прерыватель.** Так же, как и в батарейном зажигании, прерыватель является одной из ответственных деталей магнето, работающей весьма напряженно.

Моменты замыкания и размыкания прерывателя определяются электрическим процессом магнето. Прерыватель должен замыкаться при нулевом, а размыкаться при максимальном значении первичного тока (см. рис. 93). Поэтому время или угол замкнутого состояния прерывателя магнето — величина, вполне определенная, и здесь нельзя повысить величину первичного тока, увеличивая угол замкнутого состояния прерывателя, подобно тому, как это делается в батарейном зажигании.

Так как в первичной обмотке индуктируется переменный ток, и прерыватель разрывает ток чередующегося направления, то переноса металла в контактах прерывателя не происходит. Поэтому в магнето наиболее целесообразно применять платино-иридиевые контакты, имеющие меньшее переходное сопротивление, чем вольфрамовые. Однако вследствие дефицитности и высокой стоимости платино-иридиевые контакты применяются лишь в авиационных магнето. В автомобильных и тракторных магнето обычно используются вольфрамовые контакты.

**Регулировка момента зажигания.** Ручная регулировка момента зажигания производится поворотом обоймы прерывателя (в магнето с вращающимся якорем) или всего прерывателя (в магнето с вращающимся магнитом или магнитным коммутатором) на некоторый угол. При повороте прерывателя или его обоймы в сторону вращения магнето размыкание прерывателя и момент зажигания происходят позже, при повороте прерывателя против вращения — раньше.

Однако при таком способе регулировки, конструктивно удобном и весьма распространенном, одновременно с изменением момента зажигания меняется также абрис, а следовательно, и напряжение, развиваемое магнето (см. рис. 94). Действительно, если повернуть прерыватель и его обойму в направлении вращения, то прерыватель будет размыкаться позже, и к моменту размыкания контактов ротор повернется от нейтрали на угол, больший угла, при котором ток первичной обмотки достигает максимума (см. рис. 94, в); следовательно, величина первичного тока в момент размыкания контактов и напряжение магнето уменьшатся. Таким образом, при регулировке момента зажигания поворотом прерывателя напряжение магнето изменяется: оно имеет максимальное значение лишь при определенном положении прерывателя; при сдвиге же преры-

вателя (т. е. при изменении момента зажигания) в обе стороны напряжение уменьшается.

Вследствие описанного явления диапазон регулировки момента зажигания поворотом прерывателя ограничен и не превышает  $30\text{--}35^\circ$  по валу магнето. Чтобы магнето давало в пределах такого диапазона достаточное напряжение, нужно при сборке магнето и установке прерывателя и его кулачка установить наиболее выгоднейший абрис (соответствующий максимальному значению первичного тока, см. рис. 94, а), когда прерыватель установлен на раннее зажигание (полное опережение), так как при повороте прерывателя в сторону запаздывания первичный ток в момент размыкания прерывателя уменьшается в значительно меньшей степени, чем при повороте прерывателя в сторону опережения (см. рис. 94, б и в).

Автоматическая регулировка момента зажигания осуществляется так же, как в распределителях батарейного зажигания, т. е. введением центробежного регулятора между ротором магнето и кулачком прерывателя. Такой способ конструктивно обратен предыдущему, а по существу с ним совпадает и поэтому имеет те же недостатки: изменение напряжения магнето при регулировке момента зажигания и ограниченный диапазон регулировки. Вследствие этого автоматическая регулировка момента зажигания автомобильных и тракторных магнето описанным способом применяется редко.

Чтобы при регулировке момента зажигания абрис и напряжение магнето не изменялись, регулировку надо осуществлять смещением валика магнето относительно приводного валика двигателя. При таком способе регулировки взаимное расположение прерывателя, кулачка и ротора в самом магнето не изменяется, а потому абрис магнето остается постоянным. Следовательно, при сборке магнето можно установить наиболее выгоднейший абрис (см. рис. 94, а), соответствующий максимуму напряжения, развиваемого магнето, и тогда при регулировке момента зажигания абрис и напряжение магнето изменяться не будут.

Осуществить ручную регулировку момента зажигания по этому принципу возможно, но конструктивно сложно; автоматическая же регулировка этим способом легко выполняется при помощи центробежного регулятора, помещенного в приводной муфте магнето.

На рис. 95 изображена такая муфта с центробежным регулятором опережения.

На ведущем диске *ВД* муфты укреплены две шпильки  $Ш_1$  и  $Ш_2$ , на которых насажены грузы  $G_1$  и  $G_2$ . На ведомом диске *ВМ*, сидящем на хвостовике магнето, также укреплены две шпильки  $Ш_3$  и  $Ш_4$ , на которых насажены грузы  $G_3$  и  $G_4$  одинаковой формы с грузами  $G_1$  и  $G_2$ . Грузы  $G_1$  и  $G_4$ , а также  $G_2$  и  $G_3$  соединены пластинчатыми пружинами  $П_1$  и  $П_2$ , усиленными добавочными пластинчатыми пружинами *ДП*.

При увеличении числа оборотов грузы  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  и  $G_4$ , стремясь откинуться наружу, выгибают связывающие их пружины  $П_1$  и  $П_2$ . Вследствие этого расстояние между шпильками  $Ш_2$  и  $Ш_3$ , а также

$Ш_1$  и  $Ш_4$  уменьшается, и ведомый диск  $ВМ$  сдвигается относительно ведущего  $ВД$  вперед, в направлении вращения. При уменьшении числа оборотов пружины  $П_1$  и  $П_2$  опять выпрямляются и возвращают грузы и ведомый диск  $ВМ$  в начальное положение.

В собранном виде муфта закрывается стальной крышкой  $П$ , под которую подкладывается шайба  $М$ . Муфта крепится на хвостовике магнето при помощи гайки  $Г$  и шайбы  $Ш$ .

Подобные регуляторы опережения, работающие без изменения абриса, заслуживают безусловного предпочтения. В современных магнето, у которых вращающийся магнит, выполненный из никель-алюминиевой стали, имеет малые размеры, регуляторы опережения, вводимые между хвостовиком магнето и ротором, размещаются внутри корпуса магнето.

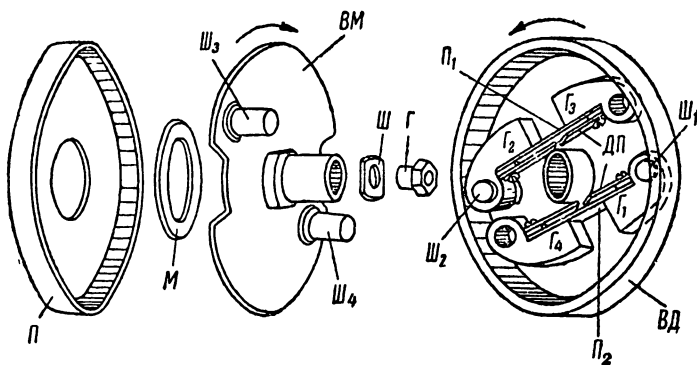


Рис. 95. Муфта опережения типа МОН

Пусковой ускоритель. При запуске больших двигателей вручную трудно вращать коленчатый вал двигателя со скоростью, достаточной для того, чтобы магнето развивало нужное напряжение. Для облегчения их запуска нужно, чтобы магнето давало хорошую искру и при малой скорости вращения коленчатого вала. С этой целью применяют пусковые ускорители, представляющие собой муфту, половинки которой соединены сильной пружиной.

При запуске, когда вал двигателя поворачивают рукояткой или стартером, специальная собачка стопорит половину муфты, соединенную с магнето, и ротор магнето остается неподвижным. Ведущая же половина муфты, соединенная с приводным валом, вращается и натягивает пружину. При повороте ведущей полушестерни примерно на  $45^\circ$  собачка освобождает полушестерню, связанную с магнето, ротор последнего под действием пружины с большой скоростью проворачивается на четверть оборота, и магнето дает хорошую искру. После того как двигатель запустился, собачки (начиная со  $100-120$  об/мин) откидываются центробежной силой наружу и перестают стопорить ведомую половину муфты, благодаря этому муфта начинает вращаться как одно целое, причем вращающийся момент передается через пружину.



Магнето типа СС-4 и СС-6. Магнитная цепь магнето типа СС изображена на рис. 90, а, а электрическая схема — на рис. 91. Магнето этой конструкции показано на рис. 96. Вращающийся магнит *М* из хромистой стали снабжен полюсными наконечниками *ПН* из трансформаторного железа. К левому торцу магнита привернут латунный фланец *ЛФ* с хвостовиком, на который надеты шариковый подшипник и кулачок *КП* прерывателя (на шпонке).

Магнитный поток магнита замыкается через магнитопровод *МП*, залитый в алюминиевом корпусе магнето *КМ*. На магнитопроводе установлен трансформатор. На сердечнике трансформатора намотана первичная обмотка *П*, затем конденсатор *К* и сверху — вторичная обмотка *В*. Таким образом, конденсатор находится в этом магнето между обмотками, и в случае его пробоя приходится заменять весь трансформатор (т. е. сердечник с обмотками и конденсатором).

Алюминиевый корпус прерывателя *ПР* может поворачиваться на некоторый угол в гнезде корпуса магнето. Угол поворота ограничен регулировочными упорными винтами. На оси *О*, укрепленной в корпусе прерывателя стопорным винтом *С*, качается алюминиевый рычажок прерывателя *РП*, соединенный посредством пружины с массой. Неподвижный контакт ввернут в изолированный сухарь *СП* прерывателя; сухарь находится в постоянном контакте с пружинящими лапками соединительной пластины *ПЛ*, к которой припаян конец первичной обмотки. Контакты прерывателя закрыты легко съемной крышкой *А*. Весь трансформатор закрыт крышкой *КР* магнето, привернутой к корпусу двумя винтами.

Конец обмотки высокого напряжения припаявается к пластине *ПВ*, с которой соприкасается уголек *У* ротора *РР* распределителя. Карболитовый ротор *РР* распределителя, несущий на себе электроды *ВЭ*, укреплен на чугунной шестерне *ШР* распределителя, приводимой во вращение шестерней *ШМ*, сидящей на валу магнето. Шестерня *ШР* распределителя сидит на оси *ОР* ротора, которая крепится к передней крышке *ПК* магнето винтами *В*, прижимающими ось ротора к передней крышке за ее фланец, входящий в выточенное в передней крышке цилиндрическое гнездо. Фланец по отношению к оси имеет небольшой эксцентриситет, позволяющий путем поворота оси ротора в гнезде регулировать расстояние между осями шестерен. Против ротора распределителя с обеих сторон расположены карболитовые щеки *ЩР* распределителя с неподвижными электродами *НЭ*.

Магнето смазывается при помощи двух масленок. Из передней масленки *М<sub>1</sub>* масло поступает по трубочкам к подшипнику и фитилю *Ф<sub>1</sub>*, смазывающему ось ротора и зубцы шестерни *ШМ*. Из масленки *М<sub>2</sub>* масло поступает по двум трубочкам в подшипник. Для смазки кулачка прерывателя поставлен фитиль *Ф<sub>2</sub>*, пропитываемый жидким маслом; часть масла, вытекающего из подшипника, также попадает на этот фитиль.

Излишняя смазка удаляется через отверстие *ОТ*. Провод от выключателя зажигания прижимается зажимом *КВ* к пластине *ПЛ*,

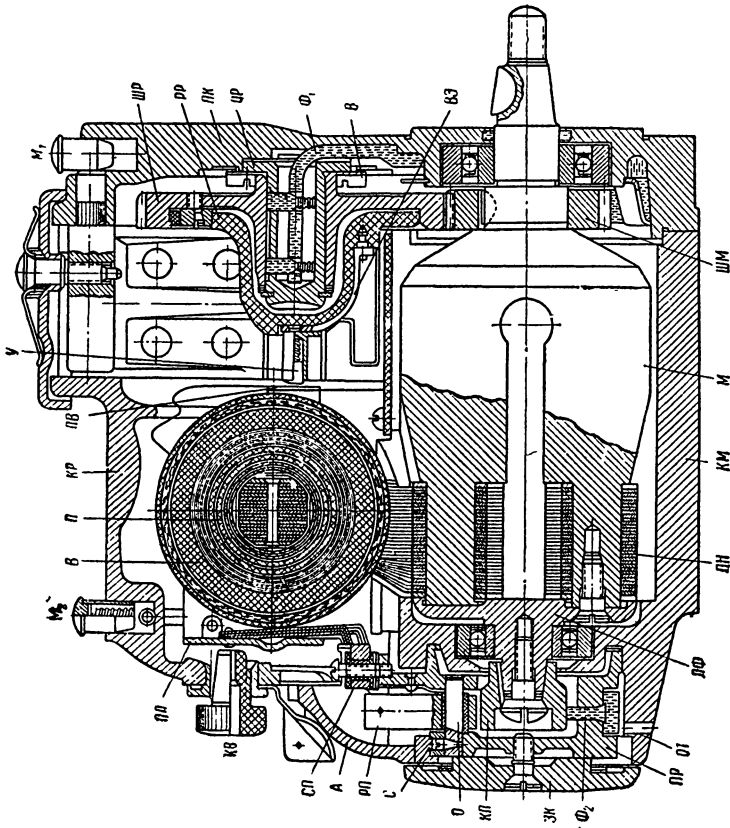
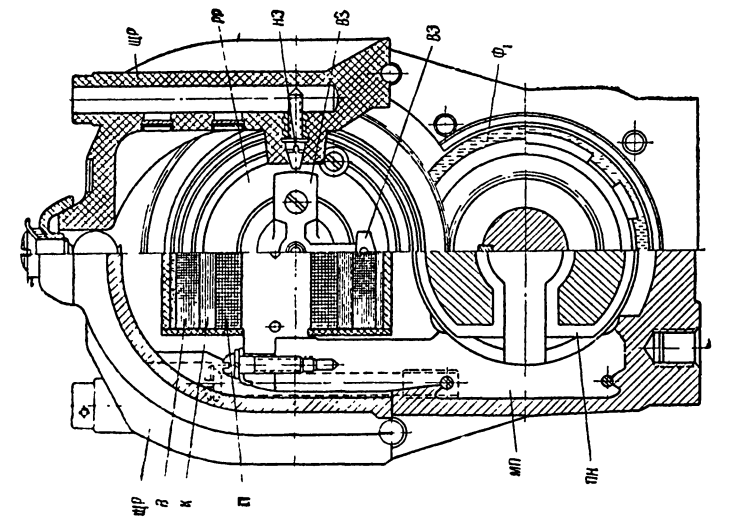


Рис. 96. Разрез магнето типа СС-4

т. е. к концу первичной обмотки. Так как при замыкании первичной обмотки выключателем накоротко появляется опасность размагничивания магнето, то в провод, идущий к выключателю зажигания, рекомендуется включать сопротивление 4—6  $\Omega$ . Это сопротивление уменьшает ток в первичной обмотке при замыкании ее выключателем накоротко и, следовательно, устраняет опасность размагничивания магнето.

Регулировка опережения зажигания вручную осуществляется путём поворота всего прерывателя. Для этого к корпусу прерывателя привернута задняя крышка ЗК с рычагом, за который поворачивают весь прерыватель. В магнето с фиксированным опережением или с центробежным регулятором задняя крышка ставится круглая, без рычага, и корпус прерывателя фиксируется в нужном положении упорными винтами.

Магнето СС-4 и СС-6 отличаются одно от другого лишь распределителем: в первом распределитель для четырехцилиндрового двигателя, а во втором — для шестицилиндрового.

На рис. 97 приведены схемы распределителей магнето СС-4 и СС-6. Распределители сдвоенного типа, т. е. неподвижные электроды расположены в двух плоскостях, и роторы имеют два электрода, поочередно передающие ток высокого напряжения неподвижным электродам переднего и заднего рядов. Роторы для магнето правого и левого вращения (при равном числе цилиндров) одинаковы, а номера на щеках распределителя, указывающие порядок искр, при правом и левом вращении различны.

Завод КАТЭК выпускает магнето описанного типа в различных вариантах (см. табл. 11). На газогенераторном автомобиле ЗИС-21 применяется магнето СС-6 левого вращения (заводской номер СС-4746 или в комплекте с упругой муфтой — СС-4835).

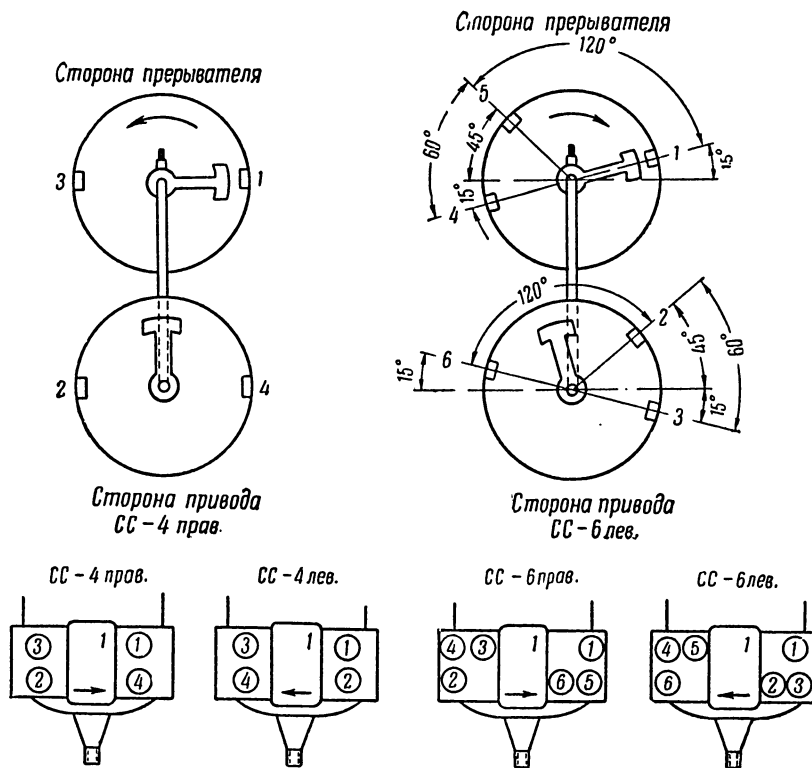
Таблица 11

Типы магнето завода КАТЭК серии СС

Заводской номер	Основной тип	Число цилиндров	Направление вращения	Опережение зажигания	Пусковой ускоритель
СС-4818	СС-4	2 <sup>1</sup>	Левое	Не регулируется	Нет
СС-4840	СС-4	2 <sup>1</sup>	"	То же	ПУЛ-4647
СС-4744	СС-4	4	Правое	"	Нет
СС-4827	СС-4	4	"	"	ПУ-4646
СС-4846	СС-4	4	"	"	ПУ-4845
СС-4825	СС-4	4	"	Ручная регулировка	Нет
СС-4745	СС-4	4	Левое	Ручная регулировка	"
СС-4841	СС-4	4	Правое	То же	ПУ-4826
СС-4828	СС-4	4	Левое	"	ПУЛ-4747г
СС-4746	СС-6	6	"	"	Нет
СС-4835 <sup>2</sup>	СС-6	6	"	"	"

<sup>1</sup> Из четырех электродов распределителя два холостые.

<sup>2</sup> С упругой муфтой.



**Рис. 97.** Схема распределителей магнето СС-4 и СС-6: угол между электродами бегунка в обоих магнето равен  $90^\circ$ ; цифры на распределителе означают порядок искр; при перемене вращения цифры, указывающие чередование искр, меняются согласно схемам, приведенным внизу рисунка

**Тракторное магнето М-6.** Это новое тракторное магнето имеет значительно меньший вес и стоимость по сравнению со старым тракторным магнето СС, не уступая последнему в электрических характеристиках. В алюминиевом корпусе магнето КМ (рис. 98) залиты полюсные башмаки магнитопровода МП, между которыми вращается магнит М из никель-алюминиевой стали; магнит снабжен полюсными наконечниками ПН, набранными из листов трансформаторного железа. Трансформатор Т магнето такой же, как и у магнето СС-4, и состоит из первичной обмотки, конденсатора и вторичной обмотки; первичная обмотка припаяна одним концом к сердечнику, а другим к пластине ПЛ; вторичная обмотка выведена и припаяна к пластине ПВ.

Прерыватель ПР взят целиком из распределителей батарейного зажигания новых типов (Р-20, Р-21, Р-23 и пр.). Он (см. рис. 80, в) имеет облегченный текстолитовый рычажок РП; неподвижный контакт перемещается по дуге, описанной из центра оси ОП, вслед-

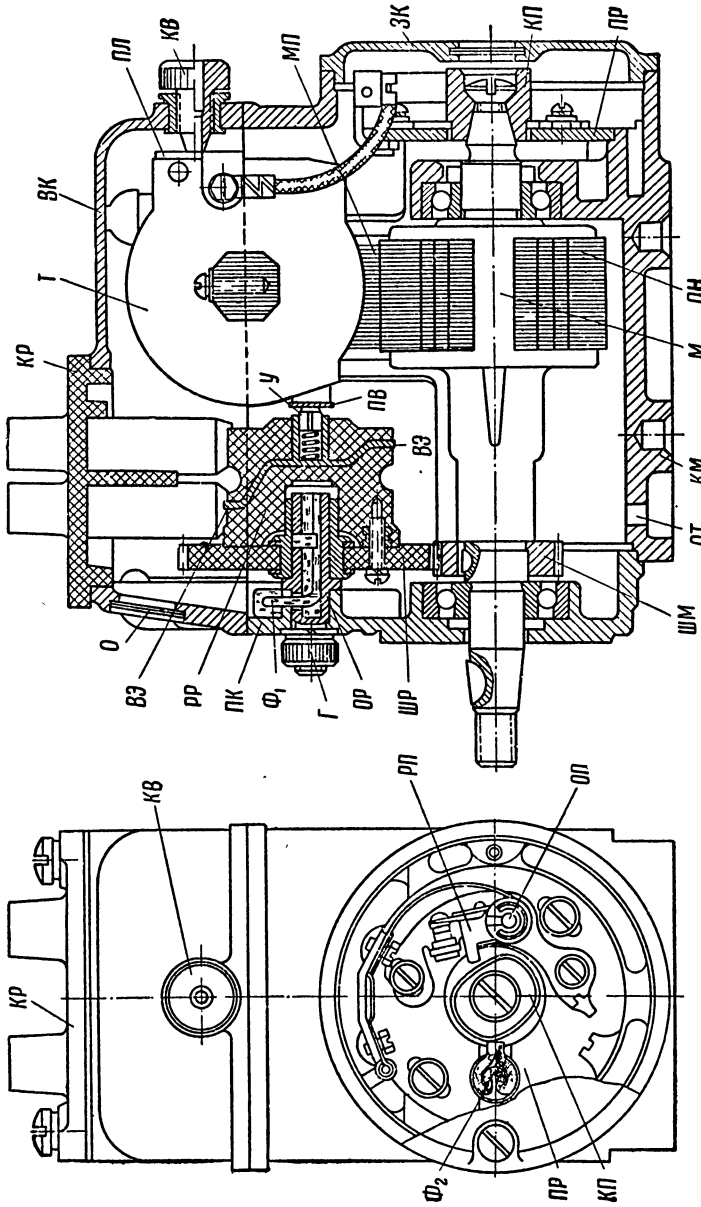


Рис. 98. Тракторное магнето типа М-6

ствие чего пригонка контактов при регулировке зазора между ними не нарушается. Кулачок смазывается фитилем  $\Phi_2$ .

На валу ротора сидит стальная шестерня *ШМ* магнето, сцепляющаяся с текстолитовой шестерней *ШР* распределителя. Полая ось ротора *ОР* крепится гайкой *Г* к передней крышке *ПК* магнето; внутри оси заложен фитиль  $\Phi_1$  для смазки. В шестерню распределителя запрессована бронзовая втулка, вращающаяся на оси *ОР* ротора. Ротор распределителя *РР* крепится к шестерне винтами, он имеет два электрода *ВЭ*, сдвинутые один относительно другого на  $180^\circ$  и соединенные с выводом вторичной обмотки посредством уголька *У*, соприкасающегося с пластиной *ПВ*. Неподвижные электроды (не показаны на рис. 98) смонтированы в крышке *КР* распределителя, которая выполнена по типу батарейного зажигания. В передней крышке имеется окно *О* для наблюдения за рисками при установке зажигания.

Для облегчения доступа к трансформатору и распределителю корпус магнето обрезан на высоте центра сердечника трансформатора *Т* и закрыт съемной верхней крышкой *ВК*, к которой привернута крышка *КР* распределителя. Прерыватель закрыт отдельной защитной крышкой *ЗК*.

Магнето имеет фиксированное опережение зажигания, обычное для тракторных магнето.

Первичная цепь магнето: сердечник трансформатора (масса) — первичная обмотка — пластина *ПЛ* — соединительный провод — рычажок прерывателя *РП* — неподвижный контакт прерывателя — пластина прерывателя *ПР* — корпус магнето (масса).

Вторичная цепь магнето: вторичная обмотка — пластина *ПВ* — уголек *У* — вращающиеся электроды распределителя *ВЭ* — неподвижные электроды распределителя — высоковольтные провода — свечи.

Для установки абриса весь прерыватель *ПР* может поворачиваться в корпусе магнето на некоторый угол, так как отверстия под крепежные винты овальные.

Магнето смазывается консистентной смазкой, закладываемой в шарикоподшипники при сборке магнето, и костяным маслом, пропитывающим фитили  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$ . Из фитиля  $\Phi_2$  кулачка масло должно быть хорошо отжато, так как излишек его может вызвать замасливание контактов прерывателя. Ось ротора, смазываемая при помощи фитиля  $\Phi_1$ , наоборот, требует более обильной смазки.

Магнето М-6 выпускается в нескольких модификациях: М-10 — левого вращения с фланцевым креплением для трактора С-80; М-18 — правого вращения для тракторов АСХТЗ-НАТИ, У-1 и У-2; М-19 — левого вращения для двигателя ГАЗ комбайнов; все эти магнето снабжены пусковыми ускорителями.

В табл. 12 приведены характеристики и регулировочные данные магнето типов СС и М-6.

Таблица 12

### Характеристики и регулировочные данные магнето отечественного производства

	Магнето типа СС	Магнето типа М-6
Абрис при раннем зажигании и при фиксированном опережении . . .	8—10°	8—10°
Зазор между контактами прерывателя, мм . . . . .	0,25—0,40	0,25—0,35
Материал контактов прерывателя .	Вольфрам	Вольфрам
Натяжение пружины прерывателя, г . . . . .	500—900	500—700
Зазор между электродами распределителя, мм . . . . .	0,3—0,8	0,2—0,5
Минимальные обороты: магнето должно давать бесперебойные искры на 7-миллиметровый стандартный разрядник, начиная с числа оборотов в минуту: на раннем и фиксированном зажигании (абрис 8°) . . . . .	150	150
на позднем зажигании (абрис 38°) . . . . .	260	—
Смазка . . . . .	В переднюю ма- сленку (со стороны привода) 25—40 ка- пель, в заднюю ма- сленку 8—12 капель костяного масла каждые 1000 км или 50 час. работы	Для подшипни- ков — консистент- ная, для фитилей— пропитка костя- ным маслом при сборке

## Глава VI

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ АППАРАТОВ ЗАЖИГАНИЯ

#### 29. Сравнение батарейного зажигания и магнето

**Рабочие характеристики.** На рис. 99 показано напряжение, развиваемое катушкой зажигания и магнето в зависимости от числа оборотов двигателя. Из сравнения кривых заключаем, что при запуске и на малых оборотах батарейное зажигание развивает большее напряжение, чем магнето. Поэтому при запуске двигателя с батарейным зажиганием требуется меньшая скорость вращения коленчатого вала, и двигатель запускается значительно легче, чем при зажигании от магнето.

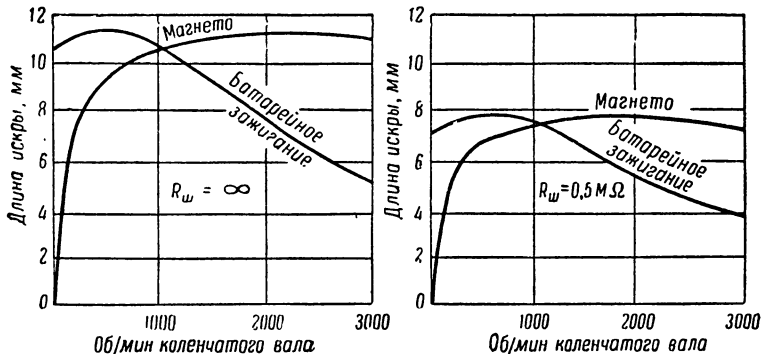


Рис. 99. Сравнение характеристик магнето и батарейного зажигания при работе на чистые свечи ( $R_{ш} = \infty$ ) и с утечкой ( $R_{ш} = 0,5 \text{ M}\Omega$ )

При работе двигателя на больших оборотах напряжение катушки зажигания (батарейное зажигание) сильно падает и оказывается значительно меньшим, чем напряжение, развиваемое магнето. Вследствие этого при батарейном зажигании легко могут возникнуть перебои на больших оборотах, особенно в тех случаях, когда катушка подобрана с недостаточным запасом напряжения или свечи несколько загрязнены нагаром, создающим утечку тока (шунтирую-



щее сопротивление); температура свечей, работающих с перебоями, уменьшается, и они окончательно отказывают в работе. Таким образом, при батарейном зажигании наблюдаются перебои и отказ свечей вследствие нагарообразования на больших оборотах двигателя.

При работе двигателя на больших оборотах магнето развивает достаточно высокое напряжение, обеспечивающее надежный пробой искрового промежутка свечей, даже слегка покрытых нагаром. При малом числе оборотов холостого хода напряжение, развиваемое магнето, особенно при наличии шунтирующего сопротивления нагара, сравнительно мало и может оказаться недостаточным для пробоя искрового промежутка свечи. Если при работе двигателя на холостом ходу некоторые свечи покрылись нагаром и отказали в работе, то после открытия дроссельной заслонки и увеличения числа оборотов повысившееся напряжение магнето пробивает искровой промежуток загрязнившихся свечей, и они снова начинают работать. Если после этого двигатель продолжает работать на больших оборотах при достаточной нагрузке, то начавшие работать свечи прогреваются до температуры самоочистки; нагар, отложившийся на их изоляторах при холостом ходе, сгорает, и в дальнейшем свечи работают бесперебойно. Следовательно, при работе двигателя на больших оборотах и при полной нагрузке магнето обеспечивает более надежное зажигание.

Стоимость изготовления и простота конструкции катушки зажигания и распределитель значительно дешевле магнето; конструкция приборов батарейного зажигания проще, чем магнето. При сравнении стоимости магнето и батарейного зажигания стоимость аккумуляторной батареи не учитывается, так как последняя устанавливается на автомобиле для питания стартера и освещения на стоянках при любой системе зажигания.

Для магнето требуется более дорогой и сложный привод (площадка для магнето и добавочная пара шестерен или цепь); крепление же распределителя в блоке двигателя и привод к нему от кулачкового валика значительно проще и дешевле.

**Надежность.** Зажигание от магнето несколько надежнее, чем батарейное. Объясняется это тем, что надежность магнето зависит лишь от его исправности, а надежность батарейного зажигания связана также с исправностью аккумуляторной батареи и проводки. Поэтому высокая сама по себе надежность работы катушки и распределителя снижается, так как аккумуляторная батарея и провода являются наиболее уязвимыми частями всей системы электрооборудования.

Рассмотренные свойства батарейного зажигания и магнето определяют область их применения.

Батарейное зажигание целесообразно применять на таких двигателях, которые работают преимущественно на средних оборотах, требуют легкого запуска, имеют относительно небольшую стоимость и эксплуатируются в условиях, не требующих особенно высокой

надежности работы, т. е. на двигателях легковых и грузовых автомобилей общего назначения.

В двигателях, которые должны длительно и надежно работать на максимальных оборотах и при полной нагрузке (двигатели гоночных автомобилей), а также на двигателях машин, условия эксплуатации которых не обеспечивают надежной работы аккумуляторной батареи (тракторы, мотоциклы), следует применять магнето. На автомобилях, к надежности работы которых предъявляются особые требования (например, пожарные автомобили), рекомендуется устанавливать одновременно и магнето и батарейное зажигание.

### 30. Обслуживание и регулировка аппаратов зажигания

**Общие правила ухода.** Для обеспечения надежной работы аппаратов зажигания необходимо:

— следить за исправностью проводов и чистотой аппаратов, для чего обтирать их снаружи чистой тряпкой;

— регулярно смазывать распределитель или магнето согласно заводской инструкции;

— периодически осматривать контакты прерывателя и в случае необходимости зачищать их тонкой карборундовой или крокусной шкуркой (наждачная не рекомендуется);

— следить за исправностью аккумуляторной батареи и проводки (на автомобилях с батарейной системой зажигания);

— раз в месяц проверять щупом зазор между контактами прерывателя и динамометром натяжение пружины прерывателя.

**Приборы для испытания аппаратов зажигания.** При испытании собранных магнето и распределителей батарейного зажигания проверяют исправность и соответствие их техническим условиям. Обычно проводится проверочное испытание при очередном ремонте автомобиля или приемочное испытание магнето или распределителя батарейного зажигания после ремонта.

Для испытания необходимы следующие приспособления:

1. Стенд для вращения испытуемого аппарата зажигания. Стенд состоит из электродвигателя, число оборотов которого регулируется в широких пределах, тисков для зажима испытуемого магнето или другого аппарата и из щитка с электроизмерительными приборами и выключателями. Стенд изготовляется универсальным и позволяет приводить во вращение и испытывать также генераторы и стартеры (рис. 100). Для испытания распределителей батарейного зажигания требуется переходник или отдельный привод, так как их ось вращения вертикальна. Электродвигатель должен допускать регулировку оборотов в пределах от 100 до 3 500—4 000 об/мин.

2. Трехэлектродный искровой разрядник для измерения величины напряжения, развиваемого магнето или катушкой зажигания. Конструкция и установочные размеры разрядника должны соответствовать стандартному типу, принятому в СССР

(см. рис. 59). Количество искровых разрядников  $P$  на испытательном стенде (см. рис. 100) должно быть равно числу цилиндров двигателя, для которого предназначен аппарат зажигания. Для проверки расстояния между главными остриями разрядника применяется калибр-шаблон цилиндрической или клинообразной формы. Калибры рекомендуется изготавливать из меди, чтобы не царапались и не тупились острия разрядника. Для точности измерения напряжения острия разрядника должны быть правильно заточены и отрегулированы согласно установочным размерам (см. рис. 59).

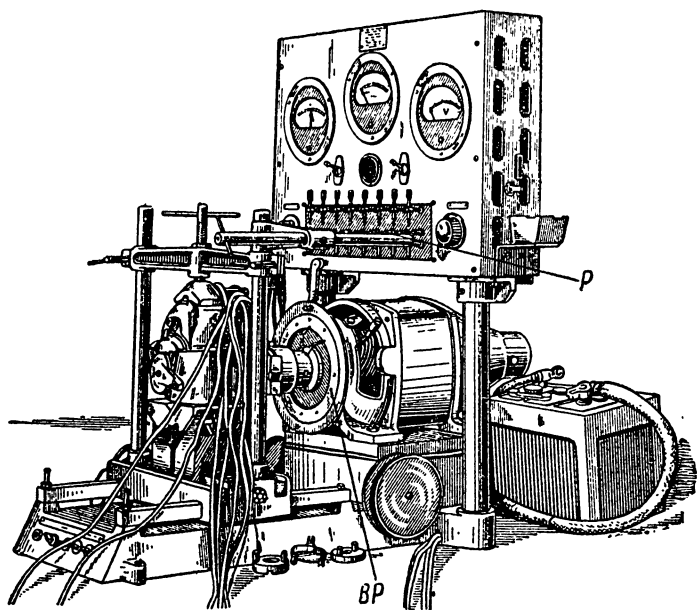


Рис. 100. Универсальный стенд для испытания аппаратов электрооборудования:

$P$  — разрядники;  $BP$  — вращающийся разрядник

3. Вращающийся разрядник для проверки работы регуляторов опережения зажигания и для испытания магнето распределителей на синхронизм (т. е. на появление искры через правильные углы:  $90^\circ$  для четырехцилиндровых,  $60^\circ$  для шестицилиндровых и  $45^\circ$  для восьмицилиндровых распределителей). Вращающийся разрядник (рис. 100) состоит из острия, расположенного на вращающейся части (большой частью на муфте, сидящей на валу электродвигателя). Против острия находится металлическое кольцо, укрепленное на изолирующем диске. На кольце или диске нанесены деления в градусах. К кольцу подводится провод от испытуемого магнето или батарейного зажигания. Если момент зажигания не изменяется, то размыкание прерывателя застает вращающееся острие в одном и том же положении, и искра проскакивает

все время в одной и той же точке диска. При более позднем зажигании острие к моменту размыкания прерывателя успевает пройти свое прежнее положение и повернуться дальше на некоторый угол; в результате этого точка, в которой появляется искра, смещается по диску. Величина смещения определяется прямо по градусной шкале. Диск обычно делается подвижным, чтобы можно было подводить нулевое деление к любой точке.

4. В вакуумный насос для создания вакуума при испытании современных распределителей с вакуумным регулятором и вакуумметр для измерения величины вакуума.

Перед испытанием аппарат зажигания должен быть отрегулирован и приведен в порядок. Проверка и регулировка отдельных деталей описаны ниже.

**Испытание батарейного зажигания** производится на искру и синхронизм. Кроме того, при испытании проверяется работа системы на максимальных оборотах и работа регулятора.

**Испытание на искру и проверка максимальных оборотов:**

1. Ставят распределитель на стенд и присоединяют катушку и аккумуляторную батарею. Провода от распределителя подводят к разрядникам стенда.

2. Проверяют установку третьих электродов и регулируют расстояние между главными электродами разрядника соответственно техническим условиям (обычно 7 мм).

3. Включают электродвигатель стенда и устанавливают максимальное число оборотов распределителя согласно техническим условиям (обычно 1500—1800 об/мин). При этом искрение должно быть бесперебойным (проверяется на глаз и на слух).

4. Снижают число оборотов до 200—300 и дают катушке проработать полчаса, чтобы она прогрелась.

5. Повышают число оборотов до максимального и снова проверяют бесперебойность работы катушки в нагретом состоянии (при повышении температуры катушки снижается ее напряжение).

Если для экономии времени катушку зажигания проверяют на бесперебойность работы только в холодном состоянии, то расстояние между электродами разрядников увеличивают на 1 или 2 мм сверх нормы (т. е. до 8 или 9 мм).

При неудовлетворительном результате испытания нужно проверить исправность распределителя, заменив катушку образцовой, заведомо исправной. Если после такой замены испытание дает удовлетворительные результаты, то распределитель исправен, катушка бракуется. Если же результаты попрежнему плохие, то нужно проверить распределитель и прерыватель (см. ниже), а также конденсатор.

**Испытание на синхронизм** (правильность чередования искр):

1. Снимают крышку распределителя с проводами. Высоковольтный провод от катушки зажигания приключают к вращающемуся разряднику.

2. Устанавливая среднее число оборотов распределителя, проверяют по градусной шкале углы между искрами в соответствии с техническими условиями.

В случае неудовлетворительных результатов испытания надо проверить, отрегулировать и синхронизировать прерыватель (см. ниже). Если после этого отклонение моментов появления искр остается выше допустимых, то причина этого заключается в износе (или люфте) валика распределителя или в неравномерном износе кулачка прерывателя.

Проверка работы центробежного регулятора.

Не изменяя предыдущей схемы, устанавливают число оборотов распределителя, соответствующее началу, а затем концу работы регулятора, и отмечают по шкале величину опережения, которое дает регулятор.

Если это опережение недостаточно или слишком велико, нужно отрегулировать регулятор, изменяя натяжение его пружин путем подгибания их кронштейнов (стоек).

Проверка работы вакуумного регулятора:

1. Присоединяют трубку от вакуумного насоса стенда к регулятору и, не изменяя предыдущей схемы, приводят распределитель во вращение с постоянным числом оборотов.

2. Создают насосом стенда вакуум, соответствующий началу и концу работы регулятора, отмечая при этом величину опережения зажигания, которое дает вакуумный регулятор по шкале вращающегося разрядника.

При неудовлетворительном результате испытания вакуумный регулятор бракуют, так как натяжение его пружины в эксплуатации не регулируется.

**Испытание магнето.** Магнето испытывают на минимальные и максимальные обороты, прочность изоляции, размагничивание, а также проверяют работу регулятора.

**Испытание на минимальные обороты:**

1. Ставят магнето на стенд и присоединяют провода от его распределителя к разрядникам.

2. Проверяют установку третьих электродов разрядников и устанавливают зазор между электродами разрядника согласно техническим условиям (обычно 7 мм).

3. Ставят полное опережение и, постепенно повышая обороты, отмечают, при каком числе оборотов началось бесперебойное искрение. Отсутствие перебоев проверяется наблюдением в течение 0,5 мин.

4. Устанавливают наиболее позднее зажигание и, увеличивая обороты, замечают число оборотов, при котором магнето работает на позднем зажигании бесперебойно.

**Испытание на прочность изоляции обмоток** производится только при приемке новых и капитально отремонтированных магнето. Магнето должно выдерживать работу на разрядник в течение одной минуты при расстоянии между электродами разрядника 12—13 мм.

Испытание на работу прерывателя при максимальных оборотах:

1. Устанавливают расстояние между электродами разрядника по техническим условиям (обычно 7 мм).

2. Повышают число оборотов магнето до максимального значения (обычно 3 500 об/мин) и ставят полное опережение.

Магнето должно работать бесперебойно. Бесперебойность проверяется на глаз и на слух наблюдением в течение 0,5 мин.

Испытание на размагничивание (стабилизация магнитной системы). После 15-кратного замыкания первичной обмотки накоротко во время работы магнето при 2 000 об/мин повторяют испытание на максимальные обороты. Результаты испытания не должны быть ниже допустимых норм.

**Проверка регулятора опережения:**

Один из проводов от распределителя снимают с разрядника и присоединяют к вращающемуся разряднику, затем поступают так же, как при батарейном зажигании.

**Проверка и регулировка прерывателей.** Перед окончательной регулировкой зазора между контактами необходимо убедиться в исправности механизма прерывателя. Перебои двигателя нередко вызываются неравномерным размыканием контактов прерывателя. Причинами этого могут быть:

1. Неравномерный износ кулачка. Для проверки необходимо убедиться, что зазор между контактами на всех выступах кулачка не выходит из допустимых пределов, а также определить моменты размыкания контактов всеми гранями кулачка испытанием на синхронизм.

2. Износ валика распределителя в батарейном зажигании (встречается чаще), вызывающий биение кулачка. Для проверки нужно снять корпус и ротор распределителя и, покачивая за кулачок, убедиться в том, что валик не имеет ощутимой «игры» в радиальном (перпендикулярном его оси) направлении. Износ валика распределителя вызывается чаще всего небрежной и недостаточной смазкой.

Перебои в зажигании могут быть вызваны также недостаточным натяжением пружины прерывателя. В этом случае перебои возникают на больших оборотах, так как слабая пружина, не успевая своевременно замыкать контакты прерывателя, не может предупредить подпрыгивание (отброс или вибрацию) рычажка. Чрезмерно жесткая пружина может вызвать расклепывание или раскалывание контактов. Поэтому при проверке прерывателя необходимо измерить динамометром натяжение его пружины. При отсутствии заводских конструкций нормальным натяжением пружины прерывателя для батарейного зажигания можно считать 500—650 г. Для магнето правильное натяжение пружины зависит от его конструкции, и поэтому приблизительные данные указать нельзя.

Иногда перебои или полное отсутствие зажигания вызываются заеданием рычажка прерывателя на его оси. В старых конструкциях прерывателя, у которых имелась в рычажке фибровая втулка, этот дефект появлялся часто, так как фибра гигроскопична и раз-

бухает от сырости. В современных прерывателях заедание рычажка наблюдается редко; причиной его может быть недостаточная смазка его оси. При осмотре следует убедиться, что рычажок прерывателя под действием пружины двигается свободно.

Важную роль играет состояние контактов прерывателя, которые должны быть хорошо пригнаны один к другому и иметь чистую поверхность.

**Проверка конденсаторов.** Неисправности конденсатора могут быть следующие:

1. Пробой изоляции и короткое замыкание между обкладками. Пробитый конденсатор замыкает на массу первичную цепь катушки или магнето помимо прерывателя, в результате чего полностью прекращается зажигание.

2. Обрыв выводов внутри конденсатора. Через конденсатор, имеющий обрыв, ток не проходит, конденсатор не заряжается, и прерыватель работает так же, как при отключенном конденсаторе: с очень сильным искрением, быстро разрушающим контакты.

3. Утечка тока или плохая изоляция между обкладками конденсатора. Этот дефект приводит к потерям энергии и замедляет исчезновение первичного тока после размыкания контактов прерывателя. Вследствие этого искра получается слабая и нерегулярная, и двигатель работает с перебоями.

Для надежного испытания конденсатора необходим постоянный ток напряжением 350—400 в; обычным напряжением сети 120 в можно пользоваться, но оно не всегда достаточно для обнаружения дефектов.

Проверка на короткое замыкание. Конденсатор включается последовательно с лампой и амперметром в сеть постоянного или переменного тока напряжением не ниже 220 в (рис. 101, а). При включении в сеть с постоянным напряжением через конденсатор не должно проходить никакого тока; при включении в сеть с переменным током допустим очень малый ток, не выше 0,02—0,03 а. Лампа защищает амперметр и сеть в случае полного короткого замыкания в испытуемом конденсаторе. Чрезмерный ток, текущий через конденсатор, или горение лампы указывают на пробой и короткое замыкание в конденсаторе. Если нет амперметра, то вместо обычной лампы нужно взять неоновую на 220 в, которая очень чувствительна. Горение неоновой лампы указывает на пробой конденсатора.

Проверка на обрыв требует постоянного тока напряжением до 300—350 в. Конденсатор включают в сеть последовательно с неоновой лампой на 220 в (рис. 101, б). В момент включения лампа должна вспыхнуть и сейчас же погаснуть, что указывает на заряд конденсатора. После этого конденсатор отключают и замыкают накоротко или через неоновую лампу (рис. 101, в). Если конденсатор зарядился, то при замыкании должна проскочить искра или вспыхнуть неоновая лампа,

Проверка на утечку требует постоянного тока напряжением до 300—350 в; выполняется проверка двумя способами.

Первый способ. Повторяют предыдущее испытание, но конденсатор разряжают (см. рис. 101, а) лишь через несколько секунд. Конденсатор должен хорошо удерживать полученный заряд в течение нескольких секунд и после этого давать хорошую искру или вспышку неоновой лампы. Для оценки искры и времени, в течение которого конденсатор держит заряд, можно сравнить испытуемый конденсатор с заведомо исправным, образцовым.

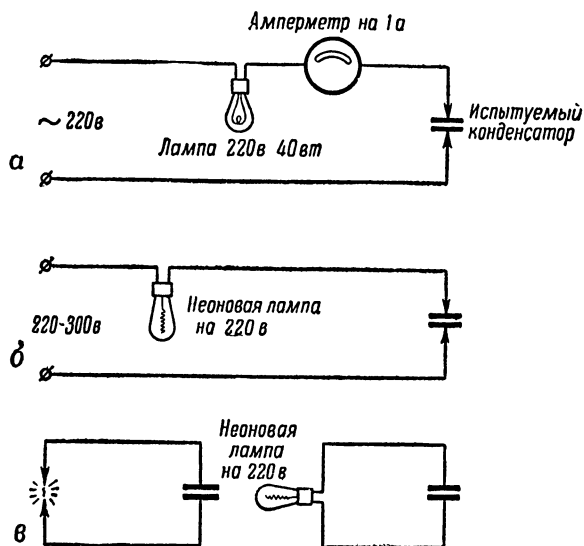


Рис. 101. Способы испытания конденсаторов

Второй способ. Присоединяют конденсатор последовательно с неоновой лампой к источнику постоянного тока напряжением 220 в (см. рис. 101, б) и некоторое время наблюдают за лампой. Если изоляция конденсатора исправна и утечки нет, то лампа вспыхнет только один раз (при включении) и сейчас же погаснет. При утечке вспышки лампы будут повторяться тем чаще, чем больше утечка. Если неоновая лампа вспыхивает чаще, чем через 1—2 сек., то конденсатор непригоден.

В качестве источника постоянного тока напряжением 300—350 в можно применить готовый блок питания радиоприемника или собрать такой блок из силового радиотрансформатора, кенотрона и фильтра.

**Проверка изоляционных деталей аппаратов зажигания.** Изоляция высоковольтных деталей аппаратов зажигания (крышки и корпуса или щек распределителей и т. п.) должна выдерживать рабочее напряжение до 12 000 в, и поэтому прочность ее испытывают под несколько повышенным напряжением (обычно около 18 000 в).



Изоляционные детали испытывают под повышенным напряжением в случае приемки новых или отремонтированных деталей или в случае подозрения, что изоляция данной детали неисправна. Микроскопические трещины, поры или отверстия в изоляторе часто не заметны при осмотре, но при испытании под повышенным напряжением их легко обнаружить, так как по ним происходит искровой разряд.

В качестве источника тока высокого напряжения удобнее всего взять пусковую авиационную или обычную автомобильную катушку зажигания, включив последовательно в ее первичную цепь вибратор (зуммер). Для ограничения величины напряжения параллельно катушке нужно включать трехэлектродный разрядник с расстоянием между электродами 10 мм, что соответствует напряжению примерно 15 000 в.

Провода от катушки включают: а) между каждой парой электродов и б) между всеми электродами, соединенными вместе, и корпусом. Последний кладут на металлическую плиту или обертывают станиолом в местах соприкосновения его в собранном аппарате с металлическими деталями. При испытании искра должна проскакивать только в разряднике. Отсутствие искры в разряднике и поверхностного разряда между электродами детали и массой укажет на пробой изоляции испытываемой детали. В случае искрового разряда по поверхности изоляционной детали нужно осмотреть и очистить поверхность и затем повторить испытание. Обычно поверхностный разряд не допускается и служит основанием для браковки испытываемой детали.

Установка абриса магнето: 1. На вал магнето надевают градуированный диск, а к тискам, в которые зажато магнето, крепится указатель.

2. С магнето снимают трансформатор, тогда ротор сам устанавливается в нейтральное положение магнитными силами.

3. Поворачивают ротор от нейтрального положения по направлению вращения на угол, соответствующий абрису при раннем зажигании, и, зафиксировав в этом положении ротор, устанавливают начало размыкания контактов, поставив рычаг прерывателя на полное опережение.

При отсутствии градусного диска можно отсчитать угол поворота ротора по зубцам шестерни распределителя. В магнето серий СС и БС абрис 8—10° соответствует повороту большой шестерни от нейтрального положения приблизительно на один зубец.

### 31. Установка зажигания двигателя

**Метод установки зажигания.** Момент зажигания устанавливается по первому цилиндру. Первым цилиндром считается цилиндр, расположенный со стороны распределительных шестерен; в автомобиле обычной конструкции (с передним расположением двигателя и задним мостом) первым цилиндром является цилиндр, ближайший к радиатору. В автомобилях с ведущими передними колесами

или задним расположением двигателя, а также в V-образных двигателях первый цилиндр определяется по заводской инструкции.

Зажигание устанавливают следующим образом:

1. Поршень первого цилиндра ставят в положение, соответствующее моменту зажигания при запуске или на малых оборотах холостого хода (т. е. в верхнюю мертвую точку или за несколько градусов до нее при такте сжатия, в зависимости от указанных, приведенных в заводской инструкции).

2. Поворачивая кулачок или весь распределитель, устанавливают контакты прерывателя на начало размыкания.

3. Провод от того электрода распределителя, против которого стоит ротор распределителя, присоединяют к свече первого цилиндра.

4. Провода от следующих электродов распределителя (в направлении вращения ротора) присоединяют к свечам остальных цилиндров соответственно порядку работы цилиндров двигателя.

Установленный таким образом момент зажигания на малых оборотах не изменяется. С увеличением же числа оборотов центробежный регулятор будет давать необходимое опережение.

Перед установкой зажигания нужно проверить состояние контактов прерывателя и отрегулировать зазор между ними, так как впоследствии всякое изменение зазора между контактами изменяет момент зажигания на несколько градусов. Двойные прерыватели предварительно должны быть синхронизированы. Если распределитель имеет октан-корректор, то его предварительно следует поставить на нуль. В распределителях с вакуумным регулятором следует при установке зажигания разъединить трубку, соединяющую вакуумный регулятор с коллектором.

Для облегчения установки поршня первого цилиндра в нужное положение у большинства машин на маховике имеются метки. Чтобы метка была лучше заметна, ее окрашивают белой краской или вделывают в маховик блестящий шарик. Перед установкой коленчатого вала по метке нужно определить такт сжатия, для чего, вывернув свечи и закрыв отверстие для свечи первого цилиндра пальцем, вращать коленчатый вал до тех пор, пока такт сжатия не будет чувствоваться по давлению воздуха; можно определить ход сжатия и по клапанам, так как при движении поршня вверх во время сжатия оба клапана должны быть закрыты (толкатели обоих клапанов при этом свободно проворачиваются). Определив такт сжатия, подводят метку маховика к указателю на картере, что и дает нужное положение поршня.

На автомобилях ГАЗ-АА и М-1 нужное для установки зажигания положение поршня первого цилиндра определяется при помощи контрольной шпильки; эту шпильку вывертывают из отверстия в картере шестерен распределения и вставляют противоположным концом в это же отверстие; слегка нажимая на шпильку, медленно поворачивают коленчатый вал до тех пор, пока шпилька не войдет в углубление распределительной шестерни кулачкового вала. При таком способе установки поршня предварительно определять ход

сжатия не нужно, так как распределительная шестерня кулачкового вала делает один оборот за полный цикл работы двигателя.

Если на маховике нет меток, то правильное положение поршня определяют следующим образом. Вывертывают свечи (чтобы двигатель легко вращался) и определяют такт сжатия описанным выше образом; затем, нащупывая через отверстие свечи дно цилиндра проволокой или другим предметом, поворачивают коленчатый вал, пока поршень не окажется в верхней мертвой точке. Зафиксировав или отметив найденное положение поршня, устанавливают момент размыкания прерывателя.

В табл. 13 приведены данные, необходимые для установки зажигания двигателей отечественных автомобилей.

### Проверка и регулировка момента зажигания на работающем двигателе.

Окончательно проверять и устанавливать момент зажигания и проверять работу регуляторов опережения зажигания следует на работающем двигателе, так как при этом устраняется влияние люфтов в приводе распределителя.

Для проверки применяют неоновую лампочку, вделанную в рефлектор (рис. 102, а).

Порядок проверки и установки момента зажигания следующий:

- снять крышку люка на картере маховика;

- запустить и прогреть двигатель;

- прикрыв дроссельную заслонку, установить малые обороты холостого хода (чтобы центробежный и вакуумный регуляторы не давали опережения) и поставить манетку ручного опережения (если она есть) на полное запаздывание;

- включив неоновую лампу параллельно свече первого цилиндра, направить ее свет на маховик (рис. 102, б).

Так как неоновая лампа будет давать лишь короткую вспышку при каждой искре в свече, то метка на вращающемся маховике в момент вспышки будет казаться неподвижной. Если метка на маховике не совмещается с указателем на картере, то этого нужно добиться, вращая корпус распределителя.

Практическая правильность установки зажигания может быть проверена также на ходу автомобиля. На современных автомобильных двигателях с повышенной степенью сжатия (ГАЗ-51, «Победа» и др.) допустимое опережение зажигания ограничивается детонацией. Поэтому для проверки установки зажигания на ходу поступают так: при движении со средней скоростью по ровной дороге

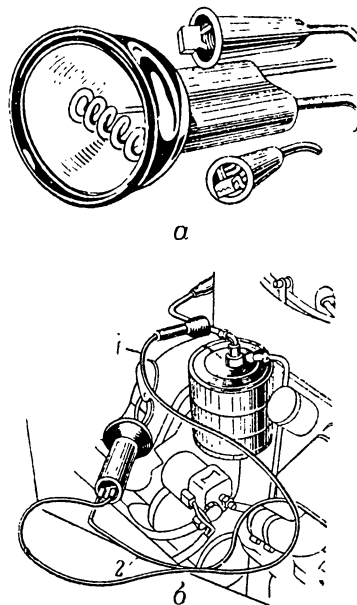


Рис. 102. Проверка установки зажигания на ходу двигателя при помощи неоновой лампы

## Данные для установки зажигания двигателей отечественных автомобилей

Марка автомобиля	Установка поршня первого цилиндра		Порядок работы цилиндров	Опережение зажигания	
	прием	положение		при холо- стом ходе	на больших оборотах при нагруз- ке
ГАЗ-А, ГАЗ-АА	Вращать коленчатый вал, пока контрольная шпилька не попадет в углубление распределительной шестерни . . . . .	На ВМТ	1—2—4—3	0°	До 40° (ручное) 32,5°
ГАЗ-ММ, ГАЗ-М-1, ГАЗ-67 ЗИС-5	То же . . . . .	18,5° до ВМТ	1—2—4—3	18,5°	
	Найти ход сжатия; маховик установить, не доведя его метку „ВМТ 1-6“ на 18—20 мм до риски на картере. Манетку ручного опережения поставить на полное запаздывание . . . . .	5° до ВМТ	1—5—3—6— 2—4	5°	27°
ГАЗ-51, ГАЗ-63	Найти ход сжатия; совместить метку маховика с указателем на картере . . . . .	На ВМТ	1—5—3—6— 2—4	0°	20°
ГАЗ-М-20 („Победа“)	Найти ход сжатия; совместить метку маховика с рисккой на картере . . . . .	На ВМТ	1—2—4—3	0°	16°
ЗИМ	Найти ход сжатия; совместить метку МТ гидромуфты с указателем на картере . . . . .	На ВМТ	1—5—3—6— 2—4	0°	20°
ЗИС-150 ЗИС-151	Найти ход сжатия; совместить метку маховика „ВМТ 1-6“ с указателем на люке . . . . .	на ВМТ	1—5—3—6— 2—4	0°	18°
„Москвич“	Найти ход сжатия; совместить метку маховика (шарик) с указателем на картере . . . . .	на ВМТ	1—3—4—2	0°	22°

резко нажимают до отказа на педаль; при этом должна наблюдаться слабая и быстро исчезающая детонация (стук). Если детонации нет, то зажигание слишком позднее; если же детонация сильная и наблюдается не только при разгоне с резким открытием дроссельной заслонки, то опережение зажигания слишком велико и его необходимо уменьшить.

Неоновой лампой проверяется лишь соответствие сделанной установки зажигания нанесенным на маховике рискам; проверка же установки зажигания на ходу автомобиля все же является довольно грубой.

Лучше всего проверять правильность сделанной установки зажигания, измеряя разрежение во впускном коллекторе двигателя при работе на холостом ходу. При правильной установке зажигания разрежение во впускном коллекторе на минимальных устойчивых оборотах холостого хода должно быть равно 500—550 мм рт. ст. Если разрежение слишком мало, то нужно изменить установку зажигания, сдвинув корпус распределителя так, чтобы разрежение возросло и достигло своего максимального значения.

---

---

---

## Глава VII

### СТАРТЕРЫ

#### 32. Мощность стартера, необходимая для запуска двигателя

Мощность  $N$  в л. с., необходимая для вращения коленчатого вала двигателя при запуске, выражается формулой

$$N = \frac{Mn}{716,2},$$

где  $M$  — момент сопротивления коленчатого вала вращению в кгм;  
 $n$  — число оборотов в минуту, необходимое для запуска двигателя.

Момент сопротивления  $M$  обусловлен главным образом трением поршней в цилиндрах и коленчатого вала в подшипниках, а следовательно, зависит от вязкости масла, которая меняется с изменением температуры. При значительном понижении температуры вязкость масла сильно возрастает, и момент сопротивления  $M$  увеличивается настолько, что стартер не в состоянии сообщить коленчатому валу необходимую для запуска скорость вращения. В этом и заключается основная причина затруднений при запуске автомобилей зимой.

Согласно последним исследованиям, момент сопротивления  $M$  двигателя при той предельной вязкости масла, при которой еще возможен запуск, численно равен

$$M = (3,5 \div 4) L,$$

где  $L$  — рабочий объем цилиндров двигателя в л (литраж).

Так как в современных автомобилях применяют батарейное зажигание, дающее хорошие искры в свечах даже при малой скорости вращения коленчатого вала, а на тракторах применяется магнето с пусковым ускорителем, то число оборотов  $n$ , необходимое для запуска двигателя, зависит почти исключительно от состава горючей смеси, поступающей в цилиндры двигателя при запуске. Если во время запуска вращать коленчатый вал двигателя слишком медленно, то разрежение во впускном коллекторе двигателя будет очень мало, и карбюратор, несмотря на все приспособления

(пусковой жиклер, воздушную заслонку и т. п.), даст слишком белую смесь, не способную воспламениться. Опыт показывает, что чем меньше скорость вращения коленчатого вала двигателя, тем больше времени требуется для его запуска; если же скорость вращения коленчатого вала будет ниже некоторого предельного значения, то двигатель не запустится вообще. Минимальная скорость вращения коленчатого вала, необходимая для запуска двигателя, зависит от конструкции карбюратора и впускного коллектора и для большинства современных автомобилей составляет  $n_{\min} = 30—50$  об/мин. Чтобы получить некоторый запас мощности стартера, рекомендуется при расчете принять минимальное число оборотов (при батарейном зажигании или магнето с пусковым ускорителем), равным  $n_{\min} = 50$  об/мин.

Подставляя приведенные значения  $M$  и  $n$  в формулу мощности, получим необходимую мощность стартера

$$N = \frac{Mn}{716,2} = \frac{(3,5 \div 4) L \cdot 50}{716,2} = 0,25 \div 0,28L \text{ л. с.}$$

Таким образом, стартер должен иметь мощность около 0,25—0,30 л. с. на каждый литр рабочего объема двигателя.

### 33. Характеристики стартера

Стартер является электродвигателем последовательного (серийного) возбуждения, так как характеристики серийного электродвигателя наиболее благоприятны для тяги.

В электродвигателе такого типа обмотка полюсов соединена последовательно с обмоткой якоря, поэтому через нее проходит весь ток, потребляемый электродвигателем. Магнитный поток полюсов  $\Phi$  можно приближенно считать пропорциональным потребляемому электродвигателем (стартером) току  $I$ , т. е.

$$\Phi \approx CI,$$

где  $C$  — коэффициент пропорциональности.

Вращающий момент стартера будет равен

$$M = C' I \Phi \approx C' C I^2 \approx C'' I^2,$$

где  $C'$  и  $C''$  — коэффициенты пропорциональности.

Следовательно, вращающий момент стартера зависит только от потребляемого им тока и изменяется приблизительно по параболе.

Число оборотов всякого электродвигателя равно

$$n = \frac{U - IR}{C'' \Phi}.$$

Но в стартере  $\Phi = CI$ , кроме того, падение напряжения  $IR$  сравнительно невелико, и им можно пренебречь. Следовательно, число оборотов стартера приблизительно можно считать равным

$$n = \frac{U}{C''CI} = \frac{U}{C_1 I},$$

где  $C''$  и  $C_1$  — коэффициенты пропорциональности.

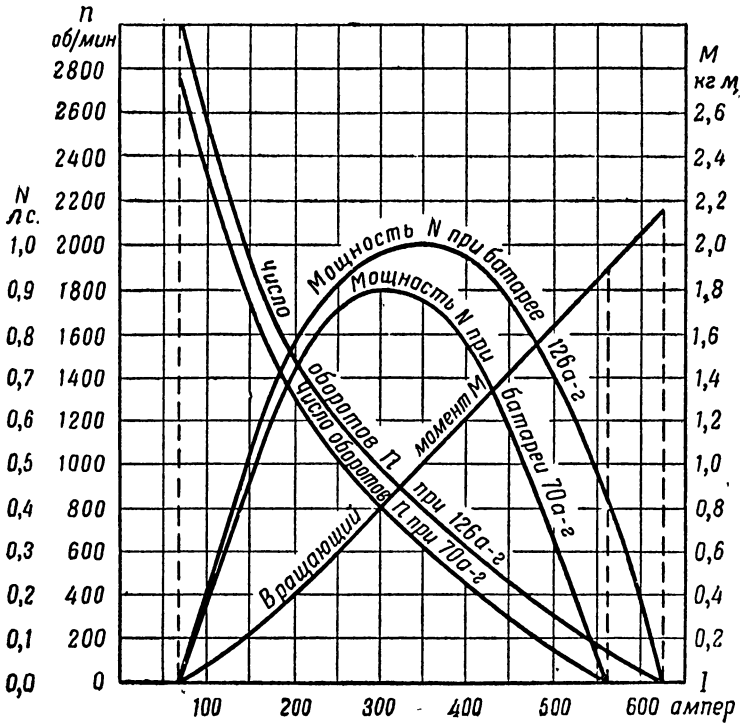


Рис. 103. Характеристики стартера типа МАФ при работе от 6-вольтовых аккумуляторных батарей емкостью 70 и 126 а-ч

Таким образом, число оборотов стартера изменяется обратно пропорционально потребляемому им току  $I$ , т. е. по гиперболе; кроме того, оно зависит от напряжения  $U$ , подводимого к стартеру.

На рис. 103 приведены характеристики стартера типа МАФ (автомобиля ГАЗ), работающего от аккумуляторной батареи 70 а-ч<sup>1</sup>. С увеличением потребляемого тока вращающий момент растет по параболе, приближающейся в дальнейшем к прямой. Максимальный ток, соответствующий заторможенному стартеру ( $n = 0$ ), на рис. 103 равен 560 а; вращающий момент, развиваемый при этом (1,88 кгм), максимален и называется **н а ч а л ь н ы м л и**

<sup>1</sup> Цифры емкости и типы батарей даны по ГОСТ 959 — 51.



пусковым моментом. С уменьшением потребляемого тока число оборотов растет по гиперболе и при холостом ходе достигает 2700 в минуту. Зная вращающий момент  $M$  и число оборотов  $n$ , можно вычислить мощность, развиваемую стартером, по формуле

$$N = \frac{Mn}{716,2} \text{ л. с.}$$

Эта мощность в двух точках — при холостом ходе ( $M=0$ ) и при полном затормаживании ( $n=0$ ) — будет равна нулю, а при средних оборотах будет достигать максимума при токе, равном примерно половине максимального. Под мощностью стартера понимают именно это максимальное значение его мощности.

Влияние емкости батареи на мощность стартера. Если стартер будет работать от батареи большей емкости, например 126 а-ч (см. рис. 103), то напряжение батареи при том же токе будет падать меньше, поэтому к стартеру будет подводиться более высокое напряжение. В силу этого число оборотов и, следовательно, мощность стартера будут выше. Таким образом, с увеличением емкости аккумуляторной батареи мощность, развиваемая стартером, несколько возрастает.

Влияние температуры батареи на мощность стартера. При низкой температуре напряжение батареи значительно снижается (см. рис. 6), а потому число оборотов и мощность стартера заметно падают. Чтобы уменьшить вредное влияние низкой температуры при запуске автомобильного двигателя зимой, когда вследствие долгой стоянки на холоде двигатель, стартер и батарея могут охладиться до температуры окружающего воздуха, рекомендуется утеплять батарею или ставить ее в ящик, обитый теплоизолирующим материалом.

Влияние плохих контактов и сопротивления подводящих проводов. Сопротивление проводов, подводящих ток к стартеру, должно быть минимальным, так как падение напряжения, происходящее в этих проводах, уменьшает напряжение, подводимое к стартеру, а следовательно, и его мощность. Поэтому провода стартерной цепи должны быть возможно более короткими, причем сечение проводов должно быть тем больше, чем больше их длина. Обычно провода стартерной цепи рассчитываются так, чтобы падение напряжения в них не превышало 0,2—0,3 в.

Плохие контакты (окислившиеся или неплотные зажимы) сильно увеличивают переходное сопротивление и вызывают значительное уменьшение мощности, развиваемой стартером. Нередко при ослабшем или плохом контакте мощность стартера настолько падает, что он не в состоянии повернуть двигатель. Поэтому все контакты стартерной цепи должны быть чистыми и плотно затянутыми. Особенно тщательно надо следить за состоянием контактов в кабельных наконечниках, присоединенных к полюсам батареи, и за контактом в месте присоединения провода от батареи к массе, так как в этих местах дефекты возникают чаще всего.

### 34. Основные типы стартеров и их классификация

Электродвигатель (корпус с полюсами и обмоткой возбуждения и якорь с коллектором и щетками) у всех стартеров почти одинакова; встречаются лишь мелкие конструктивные различия.

Механическая часть (механизм для сцепления и расцепления шестерни стартера с зубчатым венцом маховика) весьма разнообразна как по принципу действия, так и по конструкции. Различие стартеров разных типов заключается главным образом в устройстве сцепляющего механизма.

**Требования к сцепляющему механизму.** Шестерня стартера должна сцепляться с зубчатым венцом маховика только на период запуска двигателя. Шестерня стартера может вводиться в зацепление с маховиком принудительно (вручную или педалью) и автоматически. Расцепление же шестерни с маховиком или якорем стартера должно происходить обязательно автоматически, в противном случае возможен разнос якоря стартера. Передаточное число зубчатого привода от стартера к маховику находится в пределах 10—15. Как только двигатель запустился и начал работать самостоятельно, число его оборотов, равное при запуске 60—100 в минуту, резко повышается и в первый момент может доходить до 1000 в минуту. Если стартер вовремя не выключить, то его шестерня останется сцепленной с маховиком, и якорь стартера, вращаемый двигателем со скоростью 10 000—15 000 *об/мин*, будет разнесен центробежной силой, которая вырвет обмотку якоря из пазов. Для предохранения якоря стартера от разноса необходимо, чтобы шестерня стартера автоматически выходила из зацепления с маховиком в тот момент, когда двигатель начинает работать, или чтобы в приводе имелась муфта свободного хода, которая допускала передачу вращающего усилия только в одном направлении — от стартера к маховику двигателя, но не наоборот.

При запуске двигателя возможен также обратный удар от преждевременной вспышки в его цилиндрах. В этом случае маховик двигателя и, следовательно, якорь стартера получают очень резкий толчок, вращающий их в обратную сторону. Так как сопротивление сил инерции быстро вращающегося якоря стартера значительно, то резкое вращение его шестерни в обратную сторону может легко вызвать поломку (скручивание) вала стартера.

Поскольку сцепляющий механизм не отключает стартер от маховика при обратном ударе, желательно предусмотреть в приводе упругий или фрикционный амортизатор, смягчающий резкие толчки и удары и тем самым предохраняющий вал и сцепляющий механизм стартера от поломок<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Автоматическое расцепление при запуске двигателя основано на том, что как только двигатель начинает работать самостоятельно, ведущим становится маховик, и направление давления на зубцы шестерни стартера изменяется на противоположное при неизменяющемся направлении вращения шестерни. При обратном ударе, наоборот, меняется направление вращения, а направление давления зубцов маховика на зубцы шестерни стартера остается прежним.

Таким образом, сцепляющий механизм стартера должен иметь:

1) механизм автоматического расцепления с маховиком в тот момент, когда двигатель заработает (для предохранения от разноса);

2) упругий или фрикционный амортизатор (для защиты от обратных ударов при запуске).

**Классификация типов стартеров.** Конструкции сцепляющего механизма стартера различаются:

1) по работе механизма во время запуска двигателя (это влияет на процесс запуска двигателя);

2) по управлению сцепляющим механизмом и включением тока (от этого зависят монтаж стартера и удобство его включения).

В соответствии с этим стартеры классифицируются: по принципу действия сцепляющего механизма; по способу управления стартером.

**Классификация по принципу действия сцепляющего механизма.** Все сцепляющие механизмы стартеров делятся на три класса:

1) с инерционным включением шестерни;

2) с электромагнитным включением шестерни;

3) с принудительным механическим включением шестерни.

Рассмотрим действие механизма с инерционным включением шестерни (рис. 104, а). Шестерня Ш, снабженная резьбой с большим шагом, свободно сидит на втулке В с такой же резьбой. Втулка В свободно насажена на вал стартера и соединена с ним при помощи пружины П, смягчающей удары, и муфты М, сидящей на валу стартера на шпонке и закрепленной стопорным болтом. При включении стартера его якорь вместе с винтовой втулкой начинает вращаться с большим ускорением, а шестерня, вследствие своей инерции, стремится остаться на месте и поэтому вращается медленнее, чем винтовая втулка. В результате этого шестерня передвигается по резьбе, как гайка на вращающемся винте, и входит в зацепление с зубчатым венцом маховика МХ. Шестерня движется вдоль винтовой втулки, пока не упрется в заплечик У, после чего останавливается и, вращаясь вместе с якорем, начинает передавать вращающее усилие зубчатому венцу маховика (рис. 104, б).

Как только двигатель запустится, его маховик будет развивать большее число оборотов, чем ему может сообщить стартер. Теперь

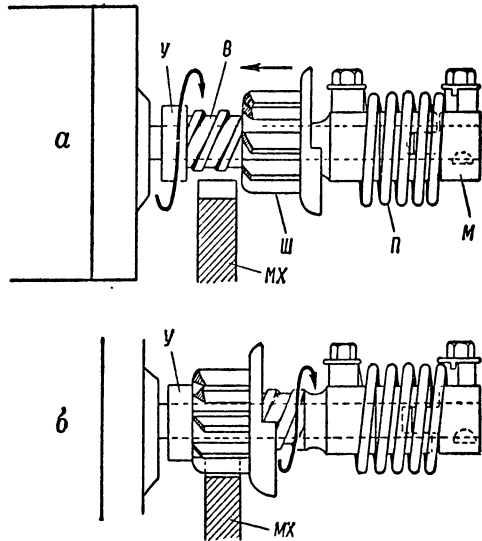


Рис. 104. Схема работы стартера с инерционным включением шестерни

ведущим будет не шестерня стартера, а зубчатый венец маховика, и направление давления на зубцы шестерни стартера изменится. Вследствие этого шестерня станет двигаться по резьбе втулки *B* в обратную сторону и выйдет из зацепления с венцом маховика.

Значит, при инерционном включении зацепление и расцепление шестерни с маховиком происходят автоматически.

На рис. 104 показан наиболее распространенный привод стартера с инерционным включением. Этот легкоъемный привод надевается на длинный конец вала стартера.

Достоинства инерционного привода, показанного на рис. 104, — его простота и низкая стоимость. Однако включение шестерни этого привода сопровождается значительным ударом, так как к тому моменту, когда шестерня доходит до заплечика *У* и начинает передавать вращающее усилие, якорь стартера приобретает большую скорость. При этом, вследствие большой инерции коленчатого вала двигателя, в первый момент якорь стартера останавливается, а пружина привода *П* закручивается до предела. Инерционный привод применяется главным образом в стартерах мощностью не выше 1,5 л. с.

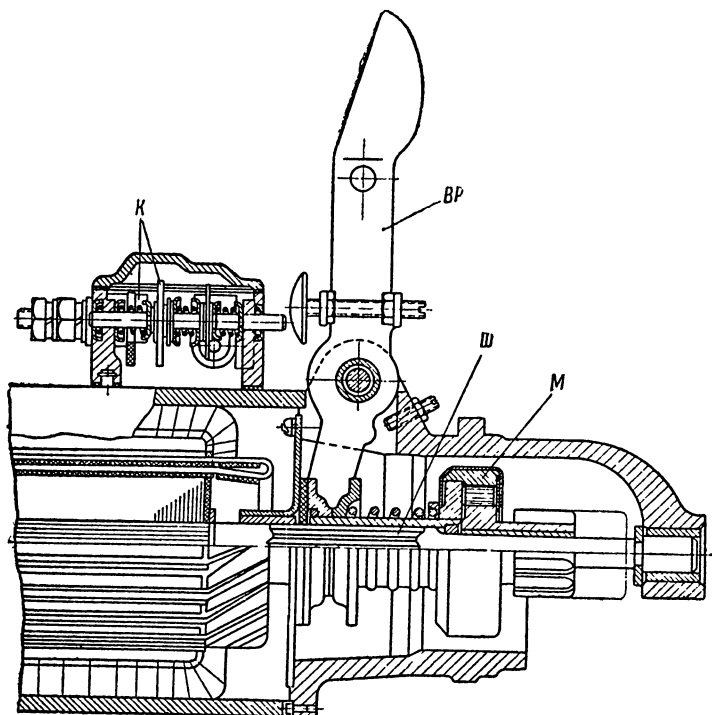
При электромагнитном включении шестерни якорь стартера выдвинут из полюсов и удерживается в нерабочем положении пружиной. При включении стартера магнитный поток полюсов втягивает якорь, вследствие чего он передвигается и занимает правильное положение относительно полюсов; при этом шестерня стартера сцепляется с зубчатым венцом маховика. Чтобы предохранить зубцы шестерни стартера и маховика от повреждений при включении стартера, ток включается обычно двумя ступенями. На первой ступени ток небольшой, и якорь, втягиваясь магнитным потском полюсов, вращается с малым усилием, благодаря чему шестерня входит в зацепление плавно. После того, как шестерня почти полностью войдет в зацепление с маховиком, включается вторая ступень (полный ток), и стартер начинает вращать маховик с полной мощностью.

Шестерня стартера с электромагнитным включением выключается следующим образом. По мере увеличения числа оборотов потребляемый стартером ток уменьшается, и вследствие этого уменьшается также магнитная сила, удерживающая якорь между полюсами<sup>1</sup>. Как только двигатель запустится и маховик начнет вращаться самостоятельно, стартер разгрузится, число его оборотов сильно возрастет (поднимется до числа оборотов холостого хода), а потребляемый ток сильно снизится. В результате этого сила притяжения якоря полюсами настолько уменьшится, что не сможет больше преодолеть сопротивление пружины; последняя оттянет якорь в нерабочее положение и выведет шестерню из зацепления с маховиком.

---

<sup>1</sup> Здесь подразумевается стартер с последовательным возбуждением в котором при увеличении числа оборотов ток уменьшается одновременно, и в якоре, и в обмотке полюсов.

Таким образом, при электромагнитном включении шестерня стартера входит в зацепление с маховиком принудительно, под действием сил магнитного притяжения якоря полюсами, а выходит из зацепления автоматически, вследствие разгрузки стартера, когда двигатель начинает работать (в стартере с последовательным



**Рис. 105.** Стартер с механическим включением:  
*Ш* — шлицованная часть вала; *М* — муфта свободного хода; *ВР* — рычаг с вилкой; *К* — контакты включателя

возбуждением). Так как шестерня стартера может выходить из зацепления несколько позже, чем запустится двигатель, то обычно в стартерах с электромагнитным включением шестерни применяют муфту свободного хода, не допускающую передачи вращающего момента от шестерни к якорю стартера. Электромагнитное включение шестерни применяется на стартерах любой мощности.

При механическом включении шестерня стартера перемещается при помощи рычага *ВР* и механической тяги, управляемой педалью (рис. 105) или электромагнитом, т. е. ввод шестерни в зацепление с маховиком и вывод ее из зацепления происходят принудительно, и шестерня остается в зацеплении с маховиком все время, пока водитель нажимает на педаль или кнопку стартера. Выключатель обычно устанавливается на самом стартере, и его

контакты  $K$  замыкаются тем же рычагом, который передвигает шестерню. Таким образом, ток включается лишь после того, как шестерня введена в зацепление с маховиком. Чтобы исключить возможность разноса якоря при запуске, в стартере имеется муфта свободного хода  $M$ , которая передает усилие только от якоря к шестерне и проскальзывает, когда шестерня стартера вращается маховиком двигателя с большим числом оборотов, чем якорь стартера при холостом ходе. В последнее время механическое включение шестерни получило широкое распространение благодаря простой конструкции и низкой стоимости механизма и отсутствию ударов при входе шестерни в зацепление.

При запуске двигателя зимой стартер с механическим включением шестерни действует лучше, чем две ранее описанные системы. Холодный двигатель редко запускается сразу. Обычно он дает вначале отдельные вспышки, которые слишком слабы, чтобы поддерживать вращение коленчатого вала до тех пор, пока не заработают остальные цилиндры. В стартерах с инерционным и электромагнитным включением шестерня выходит из зацепления автоматически, как только маховик, вращаясь, начинает опережать шестерню стартера. В этих стартерах шестерня часто выходит из зацепления при первой вспышке, т. е. прежде чем двигатель действительно начнет работать, и запуск приходится повторять несколько раз. В стартерах с механическим включением можно не выключать шестерню стартера до тех пор, пока не заработают после отдельных вспышек все цилиндры. В последнем случае легче запустить двигатель с первого раза, а это сокращает время запуска и уменьшает разрядку аккумуляторной батареи.

**Классификация по способу управления стартером.** Для включения стартера с инерционным приводом в простейшем случае применяют выключатель (обычно ножной), включаемый в провод, идущий от батареи к стартеру. Такой способ включения тока можно назвать непосредственным управлением. Он удобен, если стартер и батарея находятся вблизи места водителя. Если же они удалены от водителя (например, в автомобилях с задним расположением двигателя), то при непосредственном включении пришлось бы значительно увеличить длину проводов стартерной цепи и вести провод от батареи к выключателю стартера, расположенному впереди автомобиля, а оттуда назад, через весь автомобиль, к стартеру. Увеличение длины проводов стартерной цепи нежелательно, так как это повышает падение напряжения в проводах и вызывает уменьшение мощности стартера, а также излишний расход проводов. В таких случаях аккумуляторную батарею располагают вблизи стартера и применяют вспомогательный электромагнитный выключатель, называемый пусковым реле или реле стартера. При замыкании кнопки на переднем щитке водителя ток, поступающий в обмотку этого электромагнита, намагничивает его сердечник; последний втягивается и замыкает цепь стартера. Такая система, которую можно назвать дистанционным управлением, позволяет значительно уменьшить длину проводов стартерной цепи и обойтись для вклю-

чения стартера небольшой кнопкой, так как ток, требующийся для питания обмотки электромагнитов включателя, невелик.

На стартерах с механическим включением включатель расположен на самом стартере. Такие стартеры включают при помощи тяги или рычага, включающего шестерню. Однако непосредственное управление стартером удобно лишь в том случае, если стартер расположен вблизи ног водителя. Если же стартер расположен далеко или в трудно доступном месте, то при непосредственном соединении стартерной педали водителя с рычагом, управляющим движением шестерни, управление получается ненадежным; сложная тяга с многочисленными шарнирами неудобна и подвержена заеданию. В таком случае также применяют добавочный включающий электромагнит

Таблица 14

		Управление стартером	
		Непосредственное	Дистанционное
Система включения шестерни стартера	Инерционное включение		
	Электромагнитное включение		
	Принудительное механическое включение		

(реле стартера), мощность которого в этом случае должна быть больше, так как он должен не только включать ток, но и перемещать шестерню для сцепления ее с зубчатым венцом маховика.

Следовательно, управление стартером бывает непосредственное и дистанционное.

В табл. 14 приведены сводная классификация и принципиальные схемы стартеров описанных типов.

### 35. Конструкция и типы автомобильных стартеров

На автомобилях отечественного производства применяются стартеры с инерционным или преимущественно с механическим включением шестерни.

Стартеры с инерционным включением шестерни выпускаются с приводом, изображенным на рис. 104 или несколько видоизмененным.

Стартеры типов МАФ-4006 и МАФ-4007 устанавливаются: первый — на автомобилях ГАЗ-А, ГАЗ-АА, ГАЗ-М-1 и ГАЗ-67, второй — на автомобилях ЗИС-5 и ЯГ-4. Номинальное напряжение обоих стартеров 6 в, максимальная мощность с батареей З-СТ-70 — около 0,8—0,9 л. с., с батареей З-СТ-126 — до 1 л. с. На рис. 106 приведена конструкция, а на рис. 103 — характеристики описываемых стартеров; электрическая часть, обмоточные данные и характеристики обоих стартеров совершенно одинаковы. Выключатель стартера МАФ-4006 помещен на самом стартере, а выключатель стартера МАФ-4007 — отдельно. Для уменьшения сечения обмотки возбуждения катушки полюсов соединены в две параллельные группы.

Стартеры отличаются один от другого расположением привода и числом зубьев шестерни. Шестерня стартера МАФ-4006, входя в зацепление с маховиком, движется к стартеру, и поэтому третьего подшипника в нем нет; шестерня же стартера МАФ-4007 при зацеплении с маховиком удаляется от стартера, и поэтому для наружного конца вала необходима специальная опора. Подшипники стартера — бронзо-графитовые, пропитываются маслом при сборке и в эксплуатации не смазываются.

Стартер типа МАФ-31 завода КАТЭК, предназначенный для автобусов ЗИС-8 с 12-вольтовым электрооборудованием, отличается от стартера МАФ-4007 только соединением обмотки возбуждения. Катушки полюсов этого стартера соединены не в две параллельные ветви, а последовательно. Благодаря этому сопротивление стартера несколько увеличивается, и его можно включать на напряжение 12 в. При таком напряжении стартер, работая с батареей емкостью 126 а-ч, развивает мощность около 2 л. с. Привод стартера МАФ-31 такой же, как стартера МАФ-4007.

Конструкция стартеров МАФ-4006 и МАФ-4007 типична для всех стартеров с инерционным приводом.

Принцип действия инерционного привода был описан выше (см. рис. 104).



Характеристики стартеров с инерционным включением шестерни приведены в табл. 15.

**Стартеры с механическим включением шестерни.** К стартерам этого типа отечественного производства относятся: стартеры довоенного выпуска — СЛ-23 (для ЗИС-101) и СЛ-40 (для ГАЗ-М-11), послевоенного выпуска — СТ-08 (для ГАЗ-51 и ГАЗ-63), СТ-20 (для ГАЗ-М-20 «Победа» и ЗИМ), СТ-15 (для ЗИС-150 и ЗИС-151)

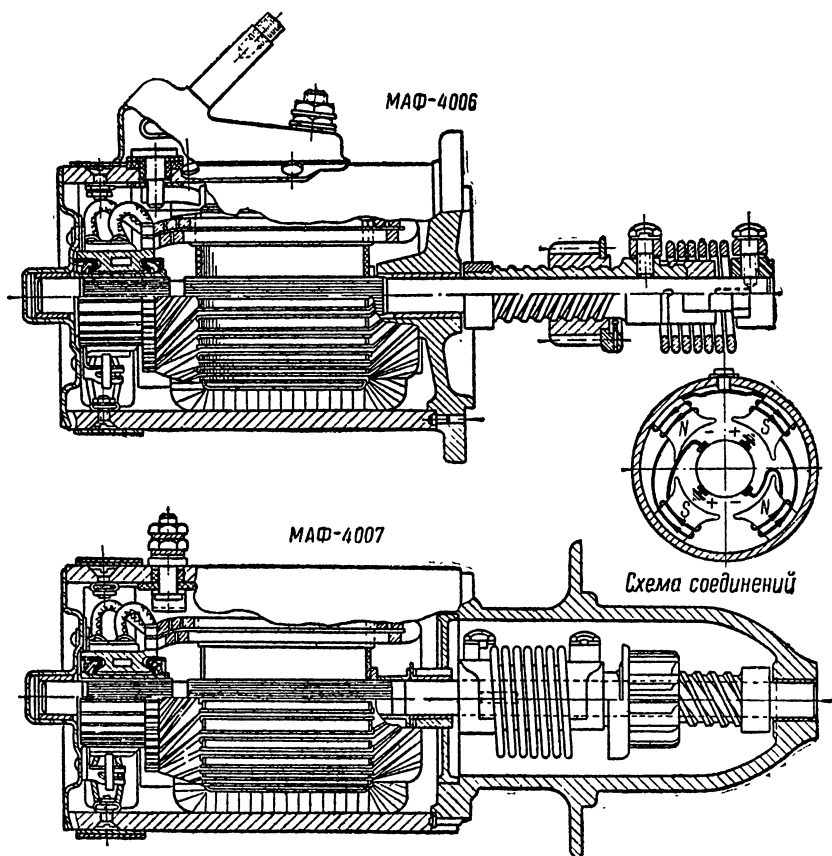


Рис. 106. Конструкция стартеров типа МАФ-4006 и МАФ-4007

и СТ-10 (для ЗИС-110). Конструкция всех этих стартеров почти одинакова. Стартеры СТ-08 и СТ-20 имеют непосредственное управление, а остальные — дистанционное включение при помощи реле перемещающего шестерню и включающего ток (см. табл. 14).

Стартер СТ-15 (для новых грузовых автомобилей ЗИС-150 и ЗИС-151) имеет наиболее типичную конструкцию (рис. 107). Реле стартера служит для ввода его шестерни в зацепление с маховиком



и для включения тока. Добавочное реле предназначается для включения тока в реле стартера и автоматического выключения стартера после запуска двигателя. Номинальное напряжение стартера 12 в, максимальная мощность с батареей 6-СТ-84—около 1,8 л. с. Привод стартера состоит из фасонной втулки *В*, надетой шлицами на шлицованную часть вала якоря. Втулка может передвигаться по шлицам вала на величину, необходимую для зацепления шестерни стартера с маховиком.

Шестерня *Ш* стартера сидит на гладкой части его вала и сцепляется с втулкой *В* при помощи роликовой муфты свободного хода *МС* (см. рис. 107, разрез по *А—А*). Внутренняя часть этой муфты, имеющая четыре клинообразных выреза для роликов, составляет одно целое с втулкой *В*, а наружная часть муфты — одно целое с шестерней *Ш*. Четыре ролика отжимаются пружинами в узкую часть вырезов. Муфта свободного хода защищена от загрязнения крышкой, завальцованной на ее наружной части; крышка не позволяет муфте рассыпаться. На втулке *В* свободно перемещается муфта *М*, которая отжимается влево пружиной и удерживается от соскакивания с втулки *В* пружинным стопорным кольцом.

Втулка *В* с шестерней перемещается посредством включающего рычага *ВР*, снабженного на нижнем конце вилкой; при нажатии на этот рычаг муфта *М* перемещается направо и через пружину *П* передает полученное усилие втулке *В*, которая, перемещаясь вправо, вводит шестерню *Ш* в зацепление с маховиком. В конце хода рычага *ВР* включается ток, и стартер приходит во вращение. Если торцы зубьев шестерни упрутся в зубья маховика, то втулка *В* остановится, а муфта *М* дойдет до отказа вправо, сжав пружину *П*. При включении тока в стартер его якорь повернется, и пружина *П* быстро введет шестерню стартера в зацепление с маховиком.

После запуска двигателя стартер выключается, и рычаг *ВР* возвращается в исходное положение под действием возвратной пружины, сидящей на его оси.

Торцы зубьев шестерни и маховика для облегчения их зацепления скошены.

Муфта свободного хода предохраняет стартер от разноса. Предохранение против обратных ударов не предусмотрено.

Рычаг *ВР* перемещается электромагнитом (реле стартера), укрепленным на корпусе стартера; якорь *Я* электромагнита соединен с рычагом *ВР* при помощи шарнира *ШР*.

Электрическая схема стартера СТ-15 приведена на рис. 108. При включении тока в обмотки электромагнита втягивается якорь *Я* и шестерня стартера сцепляется с маховиком. В конце своего хода якорь *Я* электромагнита нажимает на шток *ШВ*, соединенный с контактным мостиком выключателя, помещенного на противоположном конце электромагнита. Контактный мостик замыкает контакты *К<sub>1</sub>* и *К<sub>2</sub>*, включая ток в стартер.

Так как для включения шестерни якорь электромагнита должен переместиться примерно на 15 мм, то воздушный зазор между якорем *Я* и сердечником *С* электромагнита велик. Поэтому обмотка

электромагнита должна иметь большое число ампер-витков, чтобы создать в электромагните достаточный магнитный поток, необходимый для втягивания якоря. После того как якорь притянется, воздушный зазор между якорем и электромагнитом уменьшится почти до нуля, и магнитный поток возрастет в несколько раз. Сила магнитного притяжения якоря, пропорциональная квадрату магнитного потока, также сильно возрастает и становится в десятки раз больше, чем необходимо для удержания притянутого якоря электромагнита. Следовательно, для удержания уже притянутого якоря можно обойтись обмоткой с гораздо меньшим числом ампер-витков, т. е. обмоткой, потребляющей значительно меньший ток.

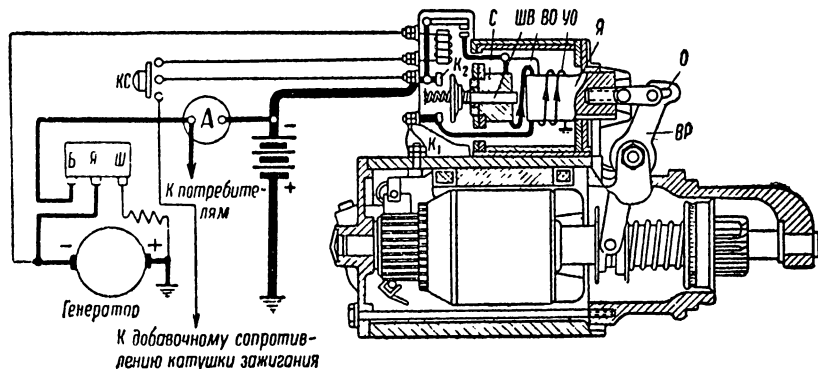


Рис. 108. Электрическая схема стартера СТ-15 (а также стартеров СЛ-40 и СТ-10) с добавочным реле для автоматического выключения

Поэтому электромагнит снабжают двумя обмотками, включенными параллельно; одна из них (тонкая), потребляющая ток 4—5 а, рассчитана лишь на удержание притянутого якоря; другая (толстая), потребляющая 35—40 а, создает вместе с первой достаточную притягивающую силу, когда якорь электромагнита находится в крайнем правом положении, и воздушный зазор между ними и сердечником имеет наибольшую величину.

Работа электромагнита (реле стартера) происходит следующим образом. При замыкании контактов кнопки КС на щитке водителя ток из батареи поступает через эту кнопку в обмотку добавочного реле и оттуда через якорь генератора на массу. В этот момент генератор еще не вращается и не развивает напряжения, а сопротивление обмотки его якоря незначительно. Ввиду этого добавочное реле получает почти полное напряжение, и добавочное реле замыкается. Вследствие этого ток из батареи поступает в обе обмотки электромагнита: втягивающую ВО (толстую) и удерживающую УО (тонкую), и якорь электромагнита втягивается совместным усилием обеих обмоток. Ток, проходящий через втягивающую обмотку ВО, возвращается в батарею, пройдя через стартер; однако якорь стартера еще не приходит во вращение, так как этот ток (35—40 а) недостаточен. Когда якорь электромагнита Я, притягиваясь, дойдет

до конца и замкнет контакты  $K_1$  и  $K_2$ , втягивающая обмотка  $ВО$  замкнется накоротко, и якорь электромагнита будет удерживаться силой лишь одной обмотки  $УО$ ; ток, поступающий в стартер, достигнет нормальной величины, а стартер, придя во вращение, запустит двигатель. Таким образом, ток по втягивающей обмотке  $ВО$  проходит только во время втягивания якоря электромагнита, и, следовательно, сечение провода этой обмотки можно выбрать небольшим, не опасаясь ее перегрева. Вследствие этого габариты втягивающей обмотки и всего электромагнита могут быть уменьшены по сравнению с электромагнитом, имеющим только одну обмотку.

Роликовая муфта свободного хода предохраняет стартер от разгона. Продолжительное буксование этой муфты может вызвать вследствие повышения температуры заедание и износ роликов, поэтому стартер должен выключаться, как только двигатель заработает. Автоматическое выключение стартера после запуска двигателя осуществляется добавочным реле (см. рис. 108). Когда двигатель начинает работать, генератор возбуждается, и его э. д. с. в цепи обмотки добавочного реле действует навстречу э. д. с. батареи. Вследствие этого обмотка добавочного реле (подобно контрольной лампе реле обратного тока — см. рис. 50) оказывается под разностью э. д. с. генератора и батареи, не превышающей 2 в, и добавочное реле размыкается, выключая стартер. Таким образом, если водитель, включив кнопку  $КС$ , удерживает ее, то, как только двигатель запустится и, следовательно, генератор возбуждается, стартер выключится автоматически.

Если стартер не сможет провернуть двигатель вследствие разрядности батареи, то при выключении добавочного реле шестерня стартера будет удерживаться в зацеплении с маховиком силой трения между зубьями, прижатыми один к другому под действием проходящего через стартер тока. При этом батарея может быстро разрядиться до нуля. Чтобы предупредить это явление, в рычаге  $ВР$  сделана овальная прорезь  $О$ . При выключении добавочного реле якорь электромагнита под действием пружины выключателя отходит вправо на расстояние, допускаемое прорезью  $О$ , вследствие чего контакты выключателя  $K_1$  и  $K_2$  размыкаются и выключают стартер. Давление зубьев шестерни стартера на зубья маховика при этом исчезает, и возвратная пружина отводит рычаг  $ВР$  и шестерню в исходное положение.

Стартер СТ-10, применяемый на легковом автомобиле ЗИС-110, по типу и электрической схеме аналогичен стартеру СТ-15, но имеет между валом якоря и валом привода демультипликатор (редуктор). Номинальное напряжение стартера 6 в, максимальная мощность с батареей 3-СТ-135 — около 1,2 л. с.

Стартер СЛ-40 (для легкового автомобиля ГАЗ-М-11) имеет почти такую же электрическую схему и конструкцию, как и стартер СТ-15. Напряжение стартера 6 в, максимальная мощность при работе с батареей 3-СТ-54 — около 0,8 л. с.

Стартеры СТ-8 и СТ-20, предназначенные для грузовых автомобилей ГАЗ-51 и ГАЗ-63 (первый) и легковых автомобилей

### Характеристики и контрольные данные

	МАФ-4006 (ГАЗ-АА, ГАЗ-М-1, ГАЗ-67)	МАФ-4007 (ЗИС-5, *ЯГ-4)	МАФ-31 (ЗИС-8 и ЗИС-16)	СЛ-23 (ЗИС-101)
<b>Стартер</b>				
Номинальная мощность, л. с.	0,8	0,8	2	1
Номинальное напряжение, в.	6	6	12	6
Холостой ход:				
при напряжении, в. . . . .	5	5	12	5,6
потребляемый ток (не выше), а . . . . .	80	80	40	80
число оборотов в ми- нуту, не менее . . . . .	2 700	2 700	4 500	3 500
Максимальная мощность (не ниже), л. с. . . . .	0,8	0,8	2	0,9
при емкости батареи, а-ч	70	70	126	98
Максимальная мощность раз- вивается при числе оборо- тов в минуту . . . . .	650—950	650—950	1400	650—900
Полное торможение:				
потребляемый ток (не выше), а . . . . .	600	600	500	600
вращающий момент (не ниже), кгм . . . . .	1,8	1,8	—	1,8
Направление вращения (со стороны привода) . . . . .	Правое	Правое	Правое	Правое
Число полюсов . . . . .	4	4	4	4
Марка щеток . . . . .	МГ	МГ	МГ	МГ
Нажатие на щетки, г . . . . .	900—1 300	900—1 300	900—1 300	900—1 300
Смазка . . . . .	При сборке пропитать			
Тип привода . . . . .	Инерцион- ный	Инерцион- ный	Инерцион- ный	Р о
Вес, кг . . . . .	9,0	10,5	10,5	13,5
<b>Шестерня</b>				
Число зубьев . . . . .	10	11	11	9
Модуль . . . . .	3,175—2,54	3,175—2,54	3,175—2,54	2,5—2
Угол зацепления . . . . .	20°	20°	20°	15°
Профиль: эвольвентный фау, низкий, коррегированный сдвигом рейки на . . . . .	+1,27 мм	0	0	+1,0 мм
Зазор между начальными окружностями шестерни и зубчатого венца маховика с нормальным низким про- филем, мм . . . . .	2	0,5	0,5	0 <sup>1</sup>
Ход шестерни, мм . . . . .	—	—	—	21—22

<sup>1</sup> Зубчатый венец коррегирован.

## стартеров заводов АТЭ-1 и КАТЭК

СЛ-40 (ГАЗ-М-11)	СТ-08, СТ-20 (ГАЗ-51, ГАЗ-63, ГАЗ-М-20 и ЗИМ)	СТ-15 (ЗИС-150 и ЗИС-151)	СТ-10 (ЗИС-110)	СТ-28 („Москвич“)	СТ-25 (ЯАЗ-200 и МАЗ-200)
0,8 6	1,4 12	1,7 12	1,2 6	0,6 6	8 24
5,5	12	12	5,5	6	24
90	80	90	80	55	80
3 500	4 500	4 300	2 500	5 000	5 500
0,8 84	1,4 54	1,7 84	1,2 135	0,6 60	8 112
800—950	1500	1500	550	1300	1500
600	600	600	750	525	1100 (при 9,5 в)
1,7	2,7	2,6	3,75	1,2	8,0
Правое 4 МГ 900—1 300	Правое 4 МГС 900—1 300	Правое 4 МГС 900—1 300	Правое 4 МГС 900—1 300	Правое 4 МГС 750—950	Правое 4 МГС-5 950—1 150
бронзографитовые вкладыши жидким маслом					
л и к о в а я м у ф т а					Саморасце- пляющийся 34
14	11,5	14	17,5	7,5	
9 2,5—2 15°	9 2,5—2 15°	11 3—2,5 20°	10 2,5 15°	9 2,5—2 14°30'	11 4,25 20°
+1,75 мм	+1,5 мм	+1,0 мм	+1,0 мм	+1,75 мм	—
2 21—22	— 20	— 20	— 24	— 16	— 34,5

ГАЗ-М-20 «Победа» и ЗИМ (второй), имеют непосредственное включение (см. рис. 105) и отличаются один от другого только формой (изгибом) включающего рычага *ВР*.

Включатель стартера смонтирован на самом стартере и замыкается включающим рычагом *ВР* в конце его хода при включении шестерни; включатель стартера имеет добавочные контакты для закорачивания добавочного сопротивления катушки зажигания при запуске.

Номинальное напряжение стартеров 12 в, максимальная мощность с батареей 6-СТ-54 — 1,4 л. с.

Стартер СТ-28 предназначен для малолитражного автомобиля «Москвич»; так же, как стартеры СТ-08 и СТ-20, он имеет механическое включение шестерни и непосредственное включение тока. Однако в отличие от этих стартеров он выполнен по другому типу, и его выключатель, смонтированный на самом стартере, не имеет добавочных контактов для закорачивания добавочного сопротивления катушки зажигания. Номинальное напряжение этого стартера 6 в, максимальная мощность с батареей 3-СТ-60 — около 0,6 л. с.

Характеристики и контрольные данные стартеров приведены в табл. 15.

### 36. Особенности запуска двигателей с самовоспламенением (дизелей)

В силу высокой степени сжатия этих двигателей ( $\epsilon = 15-17$ ), больших размеров их шатунных и коренных шеек, а также вследствие того, что для вращения вспомогательных механизмов (топливный насос и пр.) требуется большая мощность, двигатели с самовоспламенением имеют почти вдвое больший момент сопротивления вращению коленчатого вала (при запуске), чем карбюраторные двигатели. Этот момент сопротивления  $M$  в *кгм* выражается формулой

$$M = (7 \div 8) L,$$

где  $L$  — рабочий объем цилиндров двигателя в литрах (литраж). Горючее, впрыскиваемое в цилиндр, самовоспламеняется от высокой температуры (500—600° С) сильно сжатого в цилиндре воздуха. Если при запуске число оборотов двигателя с самовоспламенением слишком мало, то поршень движется и сжимает в цилиндре воздух слишком медленно, и за время хода сжатия значительная часть тепла, образовавшегося при сжатии воздуха, уходит через стенки цилиндров в охлаждающую воду; в результате в конце хода сжатия температура воздуха будет недостаточной для воспламенения впрыскиваемого горючего, и двигатель не запустится. Таким образом, для того чтобы двигатель запускался, нужно сжимать поступивший в цилиндры воздух быстро; это возможно, если число оборотов коленчатого вала при запуске будет не ниже, чем  $n_{\min} = 100-150$  об/мин.



Поскольку момент сопротивления и число оборотов двигателя с самовоспламенением при запуске в 2—3 раза выше, чем карбюраторного двигателя, необходимая мощность стартера будет также в 4—5 раз больше. Она равна

$$N = \frac{Mn}{716,2} = \frac{(7 \div 8) L100}{716,2} = (0,98 \div 1,12) L \text{ л. с.},$$

или около 1 л. с. на каждый литр рабочего объема цилиндров.

Двигатели с самовоспламенением чаще применяются на тяжелых автомобилях и имеют, следовательно, большую мощность и литраж; поэтому для них требуются стартеры мощностью 6—8 л. с. и даже выше. Стартер такой мощности приходится рассчитывать на напряжение 24 в, так как при напряжении 12 в для него потребовался бы слишком большой ток.

На рис. 109 изображен стартер типа СТ-25, предназначенный для автомобиля ЯАЗ-200, на котором установлен двигатель с самовоспламенением. Стартер рассчитан на номинальное напряжение 24 в. Работая с батареей емкостью 112 а-ч, он развивает мощность около 8 л. с.

Этот стартер принадлежит к типу стартеров с механическим включением шестерни, но вместо муфты свободного хода имеет привод (сцепляющий механизм), автоматически расцепляющий шестерню с маховиком в момент, когда двигатель начинает работать. Электрическая схема стартера СТ-25 почти такая же, как стартера СТ-15 (см. рис. 108); в этой схеме нет только добавочного реле.

В описанных ранее стартерах с механическим включением шестерни предохранение от разноса достигалось роликовой муфтой свободного хода, которая пробуксовывала после запуска двигателя и тем самым разъединяла шестерню стартера с его якорем. В стартерах большой мощности роликовая муфта свободного хода недостаточно прочна, и ее заменяют фрикционной. Время же пробуксовки муфты свободного хода (с момента запуска двигателя до момента выключения стартера) достигает 0,5 сек.; таким образом, износ фрикционной муфты свободного хода довольно велик; при недостаточной смазке возможно заедание муфты и, следовательно, разнос стартера. По этим причинам в мощных стартерах предпочитают применять такой привод, как на стартере СТ-25, в котором шестерня включается принудительно (механически), а расцепляется с маховиком двигателя, подобно инерционному приводу, автоматически, как только двигатель запустился.

На валу *B* стартера (рис. 109) нарезана четырехзаходная резьба с большим шагом. По гладкой части и наружной поверхности витков резьбы вала может свободно вращаться и скользить своей втулкой стакан *C*, в котором профрезерован косой паз *KL*; в этот паз входит палец включающего рычага *BP*.

По резьбе вала скользит ведущая гайка *BГ*, которая своими выступами входит в пазы хвостовика шестерни *Ш* и передает ей вращающий момент. Шестерня *Ш* также сидит на резьбе вала. Между боковыми гранями ниток резьбы вала и шестерни преду-



смотрен большой зазор (см. разрез по  $A - A$  на рис. 109), которому соответствует поворот шестерни на один зуб. Между шестерней и ведущей гайкой поставлена пружина  $P$ .

На втулке стакана сидит буферная пружина  $БП$ , упирающаяся в шайбу  $ШБ$ ; конец втулки стакана отбортован наружу, так что пружина  $БП$  и шайба  $ШБ$  не снимаются. Ход шестерни  $Ш$  ограничивается упорной гайкой  $УГ$ , которая навертывается на резьбу вала до срезанной части, затем поворачивается так, чтобы получился замок, и закрепляется шплинтом  $ШП$ .

Привод работает следующим образом. При включении тока электромагнит перемещает включающий рычаг  $ВР$ , который, западая своим пальцем в углубление косога паза  $КП$ , заставляет стакан  $С$  скользить вдоль вала стартера направо; стакан  $С$ , упираясь своей втулкой в ведущую гайку  $ВГ$ , заставляет ее вместе с шестерней  $Ш$  скользить по резьбе вала направо, пока шестерня  $Ш$  не войдет в зацепление с маховиком. Если при этом шестерня  $Ш$  упрется торцом в зубцы маховика и остановится, то ведущая гайка  $ВГ$  будет продолжать двигаться благодаря сжатию пружины  $P$ ; при этом ведущая гайка, двигаясь по резьбе по спирали, будет поворачивать связанную с ней шестерню  $Ш$  (так как люфт в резьбе шестерни допускает поворот ее на один зуб) до тех пор, пока она не войдет в зацепление с зубчатым венцом маховика (стартер еще не вращается, так как тока, протекающего через втягивающую обмотку и якорь стартера, недостаточно для трогания стартера с места).

В конце хода включающего рычага  $ВР$  замыкается главная цепь стартера, и якорь стартера начинает вращаться, передавая при этом вращающий момент шестерне через резьбу вала якоря и ведущую гайку  $ВГ$ . Вместе с валом якоря поворачивается стакан  $С$ ; благодаря кривому пазу  $КП$  стакан  $С$  отодвигается в исходное положение, освобождая тем самым место для отхода шестерни  $Ш$ . Однако до тех пор, пока стартер передает вращающий момент маховику двигателя, шестерня остается в зацеплении с маховиком, так как осевым усилием, возникающим в резьбе, она прижимается к упорной гайке  $УГ$ .

Как только двигатель начнет работать, шестерня  $Ш$  становится ведомой; направление усилия в резьбе при этом меняется на противоположное, и шестерня  $Ш$  вместе с ведущей гайкой  $ВГ$  отбрасывается влево, в исходное положение; буферная пружина  $БП$  смягчает удар.

Таким образом, шестерня расцепляется с зубчатым венцом маховика автоматически, как только двигатель заработает, т. е. так же, как это происходит в инерционном приводе.

Электрическая схема стартера СТ-25 показана на рис. 110. Эта схема аналогична схеме стартера СТ-15 (см. рис. 108); в ней нет добавочного реле; ток включается специальным ножным переключателем, который на время запуска переключает две 12-вольтовые батареи с параллельного соединения на последовательное.

Во время движения (переключатель не нажат) обе 12-вольтовые батареи соединены между собой и с генератором через малый зажим *Б* переключателя, предохранители и верхние контакты параллельно, так как все потребители рассчитаны на 12 в.

При нажмиме на переключатель левая батарея отсоединяется от правой и подключается к ней последовательно; одновременно зажим *РС* (реле стартера) переключателя соединяется с массой, и тем самым на реле стартера подается напряжение 24 в. Благодаря этому ток под напряжением 24 в проходит от батарей через втягивающую *В* и удерживающую *У* обмотки электромагнита и обмотку якоря стартера; электромагнит, втягивая якорь *Я* (см. рис. 110), вводит при помощи рычага *ВР* шестерню в зацепление

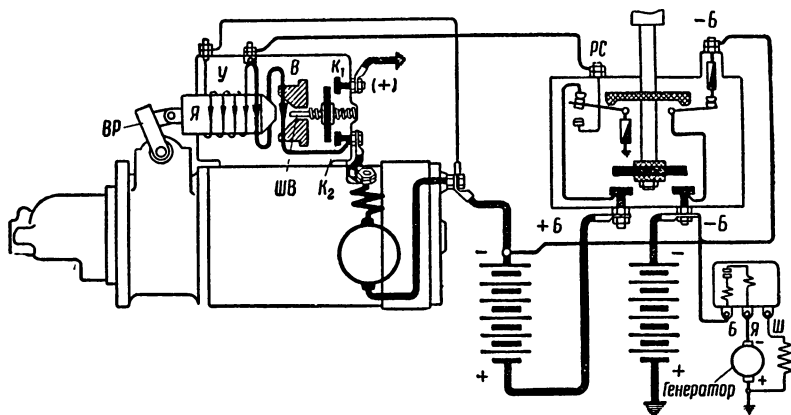


Рис. 110. Электрическая схема стартера СТ-25 с переключателем с 12 на 24 в

с маховиком. В конце хода якорь *Я* электромагнита, нажимая на шток *ШВ*, замыкает между собой контакты *К1* и *К2*; тем самым втягивающая обмотка *В* закорачивается, и стартер, вращаясь с полной силой, вращает коленчатый вал двигателя. Как только прекратится нажим на переключатель, цепь обмотки реле стартера разомкнется, и стартер выключится; левая батарея при этом опять соединится параллельно с правой.

В табл. 15 приведены характеристики и контрольные данные стартера СТ-25.

**Свечи накаливания.** В некоторых двигателях с самовоспламенением применяют для облегчения запуска, особенно в холодное время, свечи накаливания.

Проволочная спираль свечи накаливается электрическим током докрасна (800—900° С). Впрыскиваемое горючее, соприкасаясь с накаливаемой спиралью свечи, легко воспламеняется, благодаря чему двигатель легко запускается. Сразу после запуска двигателя свечи накаливания выключают, чтобы их спирали не перегорели.

На рис. 111, *а* и *б* изображены однополюсная и двухполюсная свечи накаливания. Спираль свечи изготавливается из нихромовой проволоки диаметром около 1,6 мм; более тонкая проволока быстро выходит из строя вследствие коррозии и перегорания. Для накаливания такой спирали требуется ток около 30 а.

Свечи накаливания рассчитываются обычно на напряжение 2 в, так как при нормальном напряжении 6 или 12 в спираль получается слишком длинной и легко деформируется при нагреве, что приводит к коротким замыканиям между ее витками.

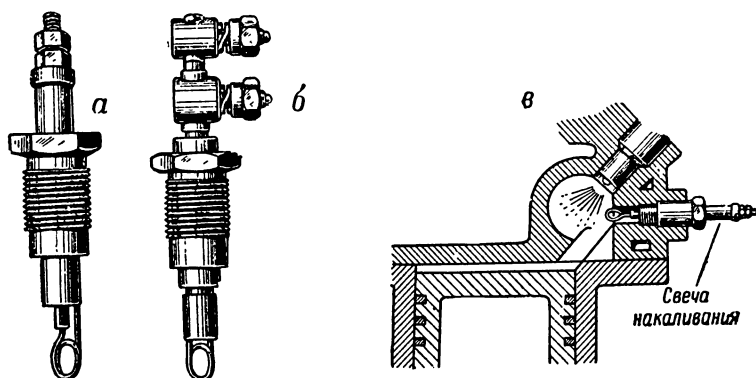


Рис. 111. Свечи накаливания и их установка в камере сгорания двигателя

На каждый цилиндр двигателя предусмотрено по одной свече. Однополюсные свечи, у которых один конец спирали соединен с корпусом свечи, могут быть соединены только параллельно; поэтому для их накала требуется 120—180 а (четырёх- или шестицилиндровый двигатель) при напряжении 2 в. Такие свечи питаются от дополнительного двухвольтового аккумулятора или от крайнего аккумулятора основной батареи; в последнем случае стартер питается от остальных аккумуляторов и работает при напряжении 22 в вместо 24 в.

Чтобы уменьшить ток, потребляемый свечами накаливания, их можно соединить последовательно, для чего необходимо применить двухполюсные свечи, в которых изолированы от массы оба конца калильной спирали. При последовательном соединении для питания свечей требуется 30 а при напряжении 8 и 12 в (в зависимости от числа свечей — 4 или 6). Избыточное напряжение поглощается добавочным сопротивлением, включаемым последовательно в цепь свечей.

На рис. 111, *в* показана установка свечи накаливания в головке цилиндра двигателя. Свеча не должна находиться в струе распыливаемого горючего, иначе срок службы ее спирали будет очень мал.

**Факельный обогреватель.** Для облегчения запуска холодного двигателя с самовоспламенением применяется факельный обогрева-

тель. Такой обогреватель имеется, в частности, в автомобиле ЯАЗ-200.

На рис. 112 показана схема факельного обогревателя. Он состоит из ручного топливного насоса *Н*, форсунки *Ф*, пусковой катушки зажигания *КЗ* с вибратором и запальных электродов *ЗС*. Пусковая катушка типа Б-17 состоит из сердечника с первичной и вторичной обмотками. Против сердечника расположен якорек электромагнитного прерывателя (вибратора) с контактами *К*, параллельно которым включен конденсатор.

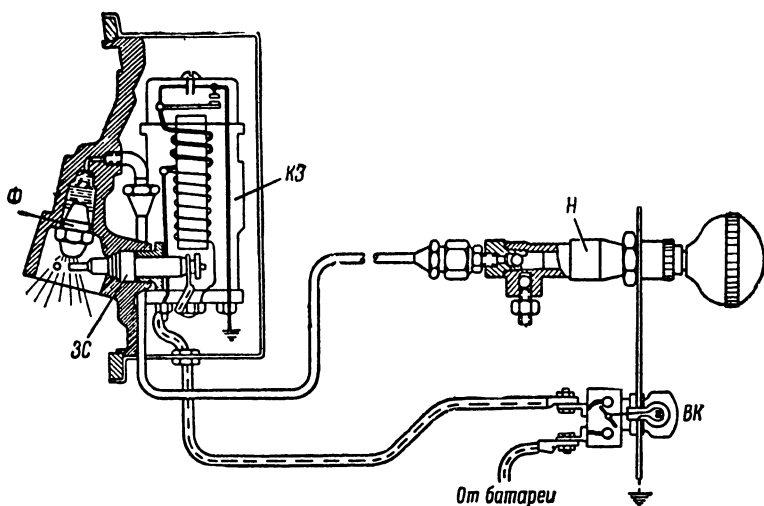


Рис. 112. Устройство и электрическая схема факельного обогревателя

При замыкании выключателя *ВК* ток батареи, проходя через первичную обмотку, якорек и контакты на массу, намагничивает сердечник. Вследствие этого якорек притягивается и размыкает цепь первичной обмотки. Сердечник при этом размагничивается, якорек отходит, контакты замыкаются. Описанный процесс повторяется с большой частотой. При каждом размыкании первичной цепи во вторичной обмотке индуцируется высокое напряжение, и между электродами возникает искра. В результате при замыкании выключателя *ВК* между запальными электродами проскакивает непрерывная серия искр, воспламеняющих подаваемое ручным насосом *Н* через форсунку *Ф* горючее. Образующимся факелом пламени обогревается полость блока цилиндров двигателя.

Для контроля включенного положения выключателя *ВК* маленькая лампочка внутри рукоятки выключателя загорается, когда контакты выключателя замкнуты. Зазор между запальными электродами должен быть  $3,2 \pm 0,4$  мм. В качестве изолированного электрода использован сердечник обычной свечи зажигания.

### 37. Эксплуатация стартеров

**Уход.** Уход за стартером сводится лишь к наблюдению за состоянием коллектора, привода и проводки и к своевременной смазке.

Состояние контактов стартерной цепи оказывает большое влияние на работу стартера и развиваемую им мощность (см. раздел 33). Контакты должны быть всегда чистыми и плотно затянутыми. Не следует слишком часто проверять контакты, покачивая рукой провод, подходящий к зажиму, и постоянно подтягивать зажимные болты; при подобной «проверке» только расшатываются контакты, а не определяется их исправность. Если стартер работает хорошо и развивает нормальную мощность, значит аккумуляторная батарея и контакты стартерной цепи исправны.

Уход за коллектором и щетками. Один раз в месяц следует проверять чистоту коллектора, плотность прилегания к нему щеток и исправность щеточной арматуры (жгутиков). Оседающая на коллекторе пыль удаляется путем продувки и обтирки. Если на поверхности коллектора имеются обожженные места и небольшие неровности, его шлифуют стеклянной шкуркой; однако к этому прибегают очень редко.

Правильный нажим щеток на коллектор имеет большое значение. При слабом нажиме увеличиваются искрение и падение напряжения в контакте щеток с коллектором; вследствие этого уменьшается мощность стартера, и его коллектор быстро обгорает. Слишком сильный нажим приводит к чрезмерному износу щеток; в этом случае при чистке и продувке коллектора обнаруживается ненормально большое количество медной пыли от щеток. Давление щеток на коллектор следует время от времени (при ремонте или в случае сомнения) проверять динамометром (так же, как в генераторах). После проточки коллектора стартера изоляция между пластинами не подрезается, чтобы медная пыль от щеток не забивалась в щели и не замыкала коллекторные пластины.

Уход за приводом и сцепляющим механизмом. В инерционных приводах не следует смазывать густым маслом резьбу втулки, по которой движется шестерня, — в холодную погоду масло густеет и «заклеивает» шестерню настолько, что она при включении стартера не входит в зацепление с маховиком. Необходимо проверять плотность затяжки болтов, крепящих пружину инерционного привода, исправность запорных шайб, а также надежность закрепления противовеса на шестерне стартера.

При механическом включении шестерни вал стартера и его шлифованную часть, по которой движется втулка с шестерней, следует смазывать маловязким маслом, избегая густой смазки по тем же причинам, что и в инерционном приводе.

Смазка и чистка стартера. В эксплуатации стартеры смазываются только в том случае, когда на них предусмотрены масленки. Для смазки применяется легкое масло (кастроль 10%, турбинное Т и т. п.), которое не заклеивает фитиль, заложенный

в подшипниковых камерах. В остальных случаях стартер смазывается при разборке для чистки. Бронзографитовые вкладыши пропитываются при сборке легким маслом (трансформаторным, турбинным марки Т или касторолем 10%).

**Неисправности стартеров.** Отказ стартера в работе часто вызывается неисправностью не самого стартера, а проводки и аккумуляторной батареи. Основными неисправностями электрической части стартера являются обрыв цепи и короткое замыкание в его обмотках и проводке.

Появляются неисправности и в механической части стартера, которая зачастую бывает сложной.

В реле и включателях стартера чаще всего обгорают контакты из-за большой силы проходящего через них тока. Обгорание особенно усиливается при неплотном соприкосновении контактов (слабый нажим на включатель) или при неправильной регулировке реле стартера.

Если стартер не проворачивает коленчатого вала двигателя, то неисправность приблизительно можно определить, если зажечь свет (фары, щитковую лампу) и после этого включить стартер. Если свет гаснет и стартер не вращается, то дефект заключается в плохом контакте проводов с полюсами батареи или массой (возможна распайка наконечников провода). Сильное уменьшение накала ламп (до желтого) и слабое вращение стартера указывают на разряженность или неисправность батареи, заедание в механизме или повреждение в обмотках стартера. Если яркость света при включении стартера не меняется, значит ток не поступает в стартер; в этом случае нужно проверить стартерную цепь на обрыв.

**Испытание стартера.** Для снятия полных характеристик стартера требуются довольно сложные приспособления; поэтому в условиях ремонтных мастерских большей частью ограничиваются снятием лишь двух точек характеристики: холостого хода и полного торможения.

Для испытания на холостой ход стартер зажимают в тиски или какое-либо приспособление для крепления и, подключив к нему аккумуляторную батарею, измеряют число оборотов холостого хода и потребляемый при этом ток. Число оборотов холостого хода должно быть не ниже, а потребляемый ток не выше норм, установленных для данного стартера (при нормальном напряжении батареи). Этим испытанием проверяют механическую исправность стартера и отсутствие замыканий в обмотке якоря. Если якорь стартера туго вращается или наблюдается заедание его, а также если в обмотке якоря имеются короткозамкнутые витки, то вследствие потери энергии, вызываемой этими неисправностями, потребляемый стартером ток будет выше, а число оборотов ниже нормы. В этом случае стартер должен быть забракован.

Для испытания на полное торможение стартер зажимают в тиски, и на его шестерню надевают рычаг (рис. 113). Чтобы тормозной рычаг можно было крепить к шестерне в старте-



рах с кронштейном и наружным подшипником, его часто выполняют с натяжной лентой.

Затем к стартеру подключают аккумуляторную батарею, с которой он нормально работает, и измеряют потребляемый стартером ток и развиваемый им в заторможенном состоянии вращающий момент. Потребляемый ток должен быть не выше, а вращающий момент не ниже норм, установленных для данного стартера.

Если вращающий момент ниже, а потребляемый ток выше нормы, то это указывает на неисправность обмотки якоря (обрывы или заземления) или обмотки полюсов (короткие замыкания между витками).

Если и вращающий момент и потребляемый ток оказываются ниже нормы, то это означает, что в цепи имеются плохие контакты. В этом случае неисправность может быть не только в самом стартере, но и в подводящих проводах или аккумуляторной батарее (например, если последняя сульфатирована или разряжена).

Для определения неисправности в этом случае следует во время испытания дополнительно измерить вольтметром напряжение на зажимах стартера; если оно соответствует нормам, то неисправность — в стартере, если же нет, — то в цепи или аккумуляторной батарее.

Испытания на холостой ход и полное торможение вполне определяют исправность стартера и поэтому часто применяются в ремонтных мастерских.

Испытания стартера должны проводиться с такими же проводами, какие употребляются на автомобиле; батарея при испытании должна быть исправна и хорошо заряжена (не менее чем на  $\frac{3}{4}$ ).

**Регулировка сцепляющего механизма. Инерционный привод** (в стартерах МАФ-4006 и МАФ-4007). Приводы различаются по направлению вращения (правое, левое) и по направлению сбега шестерни (от стартера или к стартеру). Поэтому направление резьбы винтовой втулки и витков пружины бывает различным.

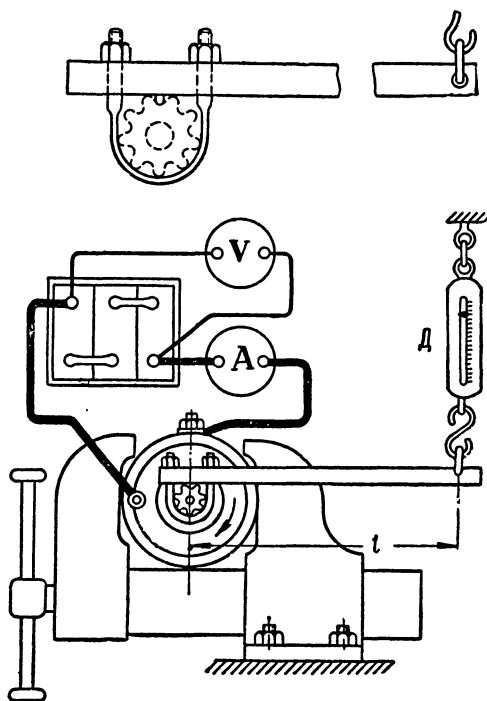


Рис. 113. Схема испытания стартера на полное торможение

Направление витков пружины должно быть таким, чтобы при передаче стартером вращающего момента двигателю пружина закручивалась, а не раскручивалась, в противном случае неизбежна ее поломка.

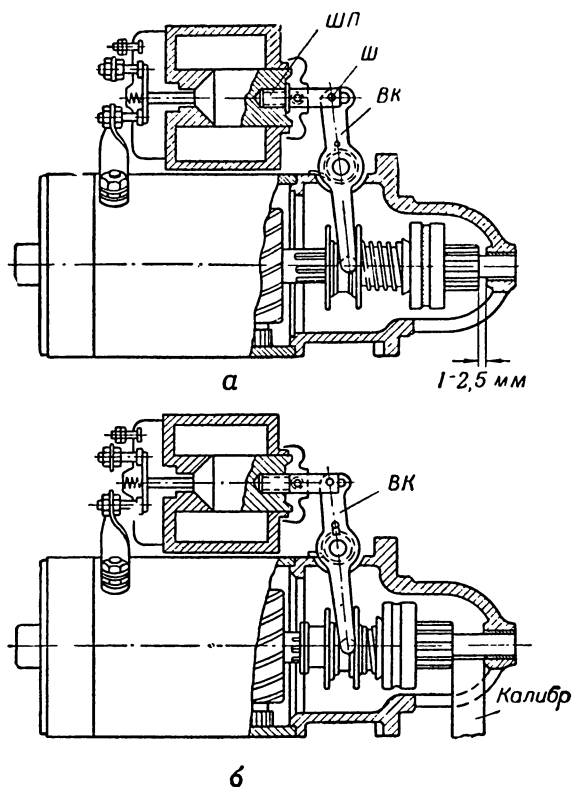


Рис. 114. Проверка регулировки привода стартеров типа СЛ и СТ

При замене шестерни или привода, а также зубчатого венца маховика необходимо следить за направлением скосов зубьев. Скосы должны соответствовать направлению вращения стартера. При правильном направлении скосов шестерня стартера, двигаясь по нарезам вала, легко входит в зацепление с венцом маховика. Для этого скосы зубьев шестерни стартера должны быть обращены против вращения, а зубчатого венца маховика — в сторону вращения.

Привод стартеров с механическим включением типа СЛ и СТ. Регулировка привода этих стартеров заключается в согласовании моментов включения шестерни и замыкания контактов включателя. При включенном включателе (т. е. при втянутом сердечнике реле стартера) шестерня не должна упираться в торец

наружного подшипника (рис. 114, а); зазор между шестерней и торцом подшипника должен быть в пределах 1—2,5 мм.

При измерении зазора нужно выбрать продольный люфт шестерни, слегка отжимая ее пальцем в направлении к стартеру, т. е. влево. Если зазор между торцом шестерни и подшипником неправильный, его регулируют, разъединя шарнир *Ш* и ввертывая или вывертывая шпильку *ШП*.

Кроме того, дополнительно проверяют стартер на включение контактов включателя, когда шестерня упирается в торец маховика. Для этого между торцами подшипника и шестерни помещают калибр, сделанный по размеру зубчатого венца маховика, и до отказа нажимают на рычаг *ВК* или включают ток в зажим электромагнита. При этом сердечник электромагнита втягивается, а контакты включателя должны замкнуться, что проверяется по горению лампы или по вращению стартера (рис. 114, б).

Для проверки контактов на включение требуется калибр толщиной: для стартеров СЛ-23, СТ-06 и СЛ-40 — 10 мм, для стартеров СТ-15, СТ-08 и СТ-20 — 18,2 мм, для стартера СТ-10 — 21 мм, для стартера СТ-28 — 14 мм.

---

---

---

## Глава VIII

### ОСВЕЩЕНИЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

#### 38. Фары

**Освещение дороги.** Для освещения дороги перед автомобилем при езде ночью применяются фонари прожекторного типа — фары. Фары должны освещать дорогу на расстояние не менее 100 м; дальность освещения хорошими современными фарами доходит до 200—250 м.

Для хорошего освещения дороги на большое расстояние лучи (световой пучок) фары должны иметь большую силу света — несколько десятков тысяч свечей. Поэтому в фаре, так же, как в прожекторе, световой поток лампы отражается от рефлектора (зеркала) и направляется им только на участок дороги, подлежащий освещению. При лампах мощностью 30—50 вт и хорошем оптическом расчете и выполнении фары можно достигнуть хорошего освещения дороги на расстояние 200—300 м.

Однако яркий свет фар ослепляет водителей встречных автомобилей; при ослеплении водитель теряет ориентировку, вследствие чего могут произойти аварии и столкновения со встречными автомобилями. Таким образом, автомобильные фары должны удовлетворять двум противоречащим друг другу требованиям:

- 1) иметь большую яркость и силу света для освещения дороги;
- 2) не ослеплять водителей встречных автомобилей.

Попытки создать фары, удовлетворяющие одновременно обоим требованиям, не увенчались успехом, и все конструкции современных фар выполняются с таким расчетом, чтобы они могли давать два различных световых пучка. Когда дорога перед автомобилем свободна, фары включаются на нормальный «дальний» свет; когда же на дороге появляется встречный автомобиль, водитель обязан переключить фары на «ближний» свет. При ближнем свете дальность освещения, а иногда и сила света уменьшаются, и лучи падают низко, почти не попадая в глаза водителю встречного автомобиля.

При езде в городе по хорошо освещенным улицам, а также при остановках автомобиля на дороге потребность в хорошем освеще-

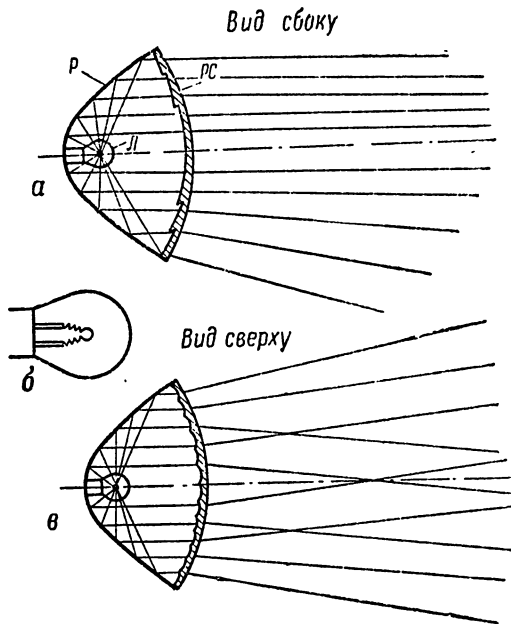
нии отпадает; однако в этих случаях автомобиль должен быть хорошо виден водителям встречных автомобилей. Поэтому правилами Госавтоинспекции предписывается, кроме дальнего и ближнего света фар; иметь еще «малый» или «стояночный» свет. Он осуществляется добавочными малыми лампами в 3—6 свечей, помещенными либо в самих фарах (над главной лампой), либо в так называемых габаритных фонарях или «подфарниках» — малых фонарях, не имеющих рассчитанной оптики и монтируемых обычно на крыльях автомобиля. Подфарники или габаритные фонари указывают ширину автомобиля и делают его хорошо видимым ночью.

**Оптическая система фары** (рис. 115) состоит из лампы *Л*, рефлектора *Р* и рассеивателя *РС*.

Светящаяся нить лампы имеет малые размеры, приближающиеся к точечному источнику света, и помещается в фокусе параболического рефлектора. Теоретически лучи точечного источника света, расположенного в фокусе параболического рефлектора, после отражения от последнего идут параллельным пучком вдоль его оптической оси. В действительности конечные размеры светящейся нити и неточность изготовления рефлектора вызывают некоторое отклонение хода лучей от теоретического. Но всё же отраженные от рефлектора лучи идут узким, почти параллельным пучком; если бы переднее стекло фары было гладким, то световой пучок ее напоминал бы луч прожектора и давал бы на дороге узкое, резко очерченное пятно. Для равномерного освещения полотна дороги на всю ее ширину необходимо, чтобы световой пучок фары несколько рассеивался в стороны.

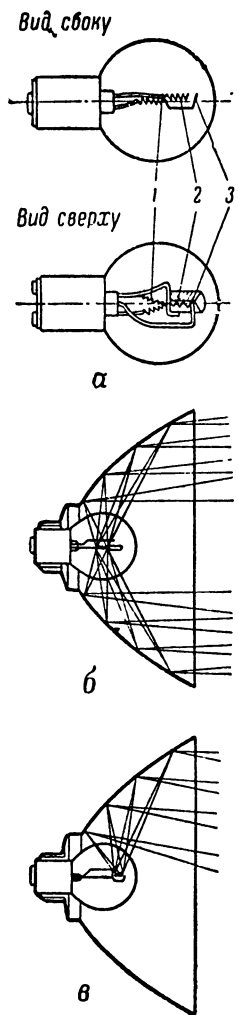
Световой пучок рассеивается в стороны рифленным передним стеклом фары — рассеивателем *РС* (см. рис. 115). Он представляет собой составную линзу, преломляющую световые лучи, отраженные от рефлектора, таким образом, что на полотне дороги получается нужное распределение освещенности.

На рис. 115, *а* и *б* изображены оптическая система фары и ход лучей при нормальном дальнем свете. Рассеиватель разбрасывает



**Рис. 115.** Оптическая система фары: *а* — вид сбоку; *б* — вид сверху; *в* — лампа (вид сверху)

световой пучок в стороны, освещая дорогу и обочины на всю их ширину, а часть лучей отклоняет вниз для освещения дороги непосредственно перед автомобилем.



**Рис. 116.** Двухнитевая лампа с экраном и ее работа

1 — нить дальнего света,  
2 — нить ближнего света,  
3 — экран

Большое значение имеет форма нити лампы. В лампах, предназначенных для фар, нить (рис. 115, в) изогнута дугой для того, чтобы она занимала меньший объем. При этом лампа должна быть расположена в фаре так, чтобы плоскость, проходящая через ножки (крепление) нити, была горизонтальна. В лампах, предназначенных для других осветительных и сигнальных приборов, не имеющих оптики (задний фонарь, стоп-сигнал и др.), нить натянута между ножками по прямой линии и имеет значительную длину; такие лампы для фар непригодны.

**Устранение ослепления водителей встречных автомобилей.** Двухнитевые лампы. Для получения в одной фаре двух различных световых пучков дальнего и ближнего света применяются двухнитевые лампы. Одна из нитей, расположенная в фокусе рефлектора, предназначена для дальнего света; другая, расположенная вне фокуса, — для ближнего света. Водитель, включая ту или другую нить, переключает фары на дальний или ближний свет.

Широко применяются два основных типа двухнитевых ламп — с экраном и без экрана.

Двухнитевая лампа с экраном изображена на рис. 116, а. Нить дальнего света имеет обычную для автомобильных ламп форму и помещается в фокусе рефлектора. Нить ближнего света имеет форму прямого столбика и расположена впереди фокуса, немного выше оптической оси и параллельно ей. Под нитью ближнего света находится экран.

Лампа вставляется в патрон так, чтобы экран был внизу. Когда включена нить дальнего света, расположенная в фокусе (рис. 116, б), то световые лучи после отражения от рефлектора идут вдоль оптической оси так же, как в обычной фаре, и освещают дорогу на большое расстояние. Нить же ближнего света находится впереди фокуса; поэтому исходящие из нее лучи падают на рефлектор под меньшим углом (к нормали) и, отразившись, идут наклонно, приближаясь к оптической оси. Но так как экран не позволяет лучам, испускаемым нитью, попасть на нижнюю половину рефлектора, то лучи свето-

вого пучка от нити ближнего света направляются так, как показано на рис. 116, в. Все лучи, отраженные от рефлектора, идут наклонно вниз и не попадают в глаза водителю встречного автомобиля.

Форма нити ближнего света обуславливает большее рассеивание светового пучка, чем нить дальнего света. Мощность нити ближнего света равна мощности нити дальнего света или меньше ее на 30—40%.

Двухнитевые лампы с экраном выполняются обычно мощностью 35 + 35; 35 + 25 и 25 + 25 вт (первая цифра означает мощность нити дальнего света, вторая — ближнего). Так как световой поток от нити ближнего света распределяется по меньшему участку дороги, то при равной мощности обеих нитей освещенность перед автомобилем от нити ближнего света получается большей, чем от нити дальнего света, несмотря на то, что часть лучей отрезается экраном. Поэтому часто предпочитают применять двухнитевые лампы, в которых нить ближнего света имеет меньшую мощность, чем нить дальнего света. В этом случае освещенность ближней части дороги при дальнем и ближнем свете получается почти одинаковой.

Двухнитевая лампа без экрана изображена на рис. 117.

Нити дальнего и ближнего света этой лампы одинаковы по форме и расположены рядом, причем нижняя нить — дальнего света — находится в плоскости оси лампы, а верхняя нить — ближнего света — смещена с оси. При вставлении лампы в фару нить дальнего света попадает в фокус рефлектора, а нить ближнего света располагается выше оптической оси.

Лучи от нити ближнего света, отражающиеся от внутренней части рефлектора  $bab$ , идут книзу. Лучи, отражающиеся от средних точек (точки  $b$  и  $b_1$ ), идут параллельно оптической оси, а отражающиеся от внешней части рефлектора ( $bc$  и  $b_1c_1$ ) идут вверх. Основная часть отраженного светового потока идет с наклоном вниз, и, следовательно, действие двухнитевой лампы без экрана аналогично действию лампы предыдущего типа. Однако с оптиче-

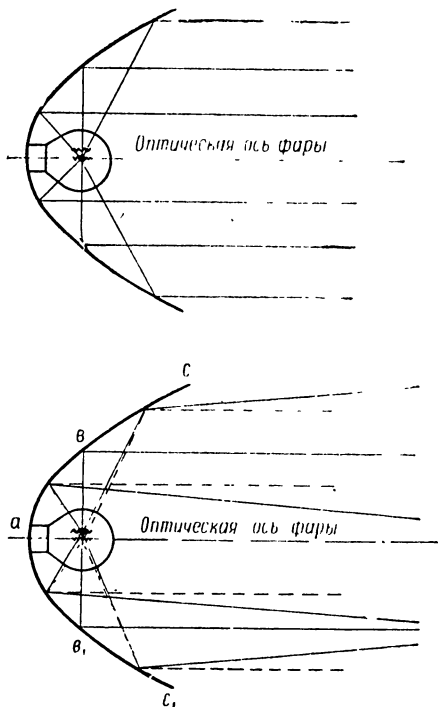


Рис. 117. Устройство и работа двухнитевой лампы без экрана

ской точки зрения система без экрана менее совершенна, так как часть отраженного светового потока идет горизонтально и вверх, и резкой границы между светлой и темной зонами здесь не получается.

Двухнитевые лампы без экрана изготавливаются обычно с силой света 50 + 21; 32 + 32; 32 + 21 и 21 + 21 свеча.

Двухнитевые лампы достаточно резко уменьшают слепящее действие фар. Поэтому они широко применяются почти во всех конструкциях автомобильных фар.

Однако, несмотря на положительные качества двухнитевых ламп, применение их еще не полностью разрешает проблему борьбы с ослеплением. Они имеют следующие недостатки:

- уменьшают дальность освещения при переходе на ближний свет, вследствие чего приходится уменьшать скорость при встречах с другими автомобилями;

- требуют точной установки фар (точного направления их оптических осей);

- могут ослеплять даже при правильной установке фар вследствие изменения угла наклона светового пучка, вызываемого неровностями дороги (на холме) или колебаниями автомобиля.

При нарушении правильной установки фар действие всей системы резко нарушается.

**Конструкция фар и ламп.** Рефлекторы штампуются из листовой латуни. Изготавливают рефлекторы также из листовой стали. Но стальные рефлекторы значительно хуже латунных. Внутренняя поверхность штампованного рефлектора тщательно полируется, затем серебрится или хромируется гальваническим путем и окончательно полируется до зеркального блеска.

С оптической точки зрения наилучшим покрытием для рефлекторов является серебро, отражающее до 90% падающего на него света. Коэффициент отражения серебра одинаков для всех цветов спектра. К недостаткам серебра относятся: его мягкость, из-за которой серебряный слой легко царапается и повреждается при чистке рефлектора, и недостаточная химическая стойкость, вследствие которой серебряный слой рефлектора постепенно темнеет. Особенно вредно на серебро действуют сероводород и содержащие серу газы, встречающиеся почти повсюду.

Хром отражает лишь 60—65% падающего на него света. Кроме того, синие лучи он отражает лучше остальных и поэтому придает отраженному свету слегка синеватый оттенок, неблагоприятный при езде в тумане. Однако хром обладает большой твердостью и стойкостью против обычных химических и атмосферных воздействий, благодаря чему хромированные рефлекторы мало темнеют и почти не снижают коэффициента отражения с течением времени. Хромированный рефлектор можно чистить без особых предосторожностей. Поэтому на грузовых и большинстве легковых автомобилей отечественного производства применяются фары с хромированными рефлекторами.



Лампы обычно имеют штыревой цоколь типа «малый сван». Для установки нити лампы в фокусе рефлектора патрон фары перемещается при помощи регулировочного винта. Однако установка ламп в фокусе рефлектора требует достаточного опыта; кроме того, патрон «малый сван», имеющий два штифта, не обеспечивает точной установки лампы, так как она фиксируется лишь в двух точках и при наличии неизбежного зазора между цоколем и патроном

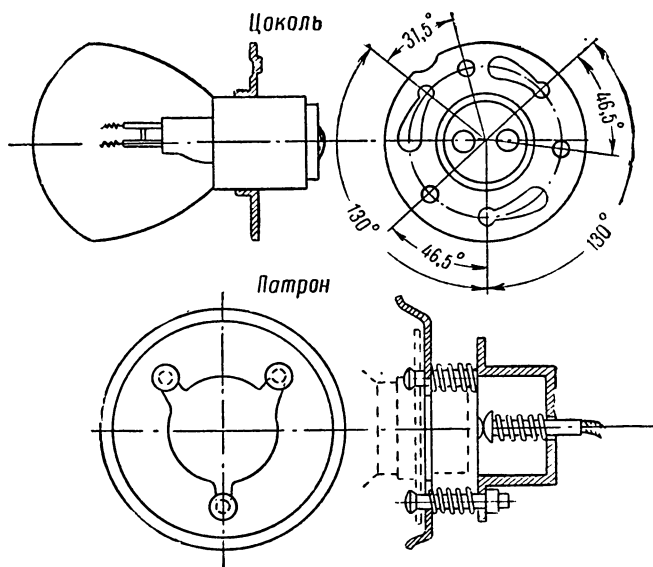
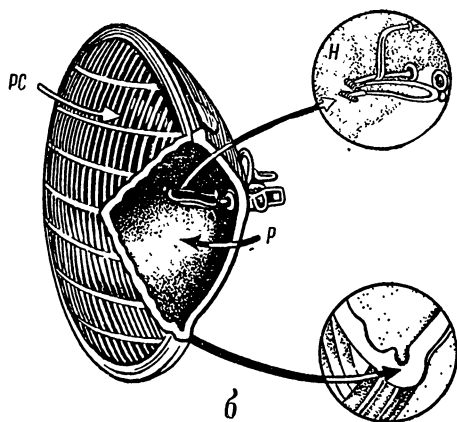
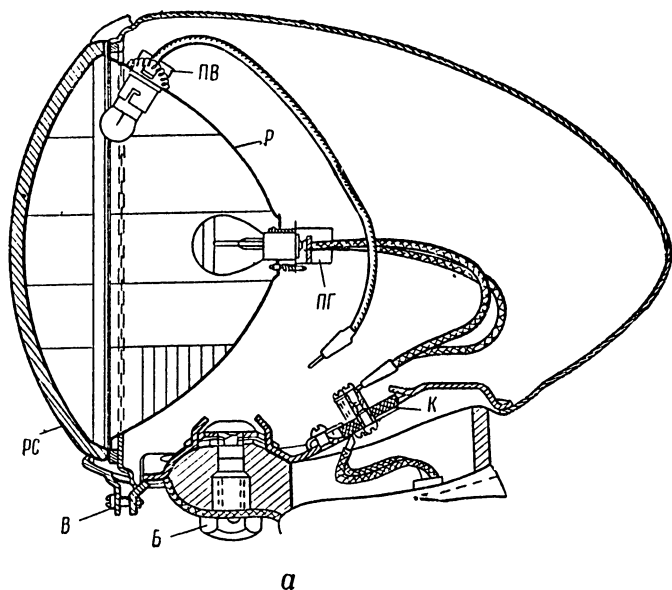


Рис. 118. Фланцевый патрон и цоколь автомобильных ламп

может качаться относительно штифтов. Поэтому для ламп, требующих точной установки в фокусе рефлектора, применяют фланцевый патрон (рис. 118). Цоколь лампы для этого патрона имеет такие же размеры, как и «малый сван», но вместо штифтов к цоколю припаивается фланец с тремя несимметрично расположенными прорезями, которыми он надевается на три пружинящих штифта патрона. Расположение этих трех опорных точек на большом диаметре обеспечивает точность и надежность закрепления лампы в патроне. Фланец припаивается на заводе индивидуально к каждой лампе с тем, чтобы достигнуть точного расположения нити относительно опорной плоскости патрона. Правильность припайки фланца проверяется на специальном оптическом приспособлении. Несимметричное расположение прорезей во фланце позволяет вставлять лампу лишь в одном определенном положении.

На рис. 119, а изображена типичная современная фара. Рассеиватель выпуклый, а корпус фары обтекаемой формы, гармонизирующей с формой кузова и крыльев автомобиля. Конструкция и



**Рис. 119.** Конструкция современных автомобильных фар:  
*а* — фары автомобиля ЗИС-101; *б* — лампа-фара (неразборный оптический элемент)  
*К* — зажимная пластина; *ПГ* — патрон главной лампы (фланцевый);  
*ПВ* — патрон вспомогательной лампы; *В* — винт крепления обочка; *Р* — рефлектор; *РС* — рассеиватель; *Б* — болт крепления фары

крепление фар должны быть прочными и надежными, так как фары подвергаются при езде сильной тряске. Для регулировки направления светового пучка фары крепятся болтом *Б* на шаровом шарнире. Малая лампа в верхней части рефлектора служит для малого или стояночного света. На современных автомобилях фары нередко устанавливаются в крыльях.

В 1940 году появились так называемые лампы-фары (рис. 119, б). Стекланный рефлектор *P* и рассеиватель *PC* спаяны вместе наглухо и образуют баллон лампы, из которого выкачан воздух; нити *H* укреплены на ножках, впаянных в рефлектор. Таким образом, оптическая система фары и лампы объединены в одно целое. Основные достоинства этой конструкции — полная защита рефлектора и оптики от загрязнения, атмосферных и химических влияний. Лампы-фары (или иначе неразборные оптические элементы) применяются на автомобилях высокого класса. В случае перегорания нитей приходится лампу-фару заменять новой.

В современных автомобилях широко применяются также и разборные оптические элементы, которые состоят из рефлектора с лампой и рассеивателя обычной конструкции, соединенных вместе завальцованным ободком. В целях взаимозаменяемости их размеры делают одинаковыми с размерами неразборных оптических элементов.

**Уход за фарами.** При уходе за фарами необходимо соблюдать следующие правила:

— не открывать фары без надобности; следить, чтобы уплотняющая прокладка была исправна и ободок с рассеивателем закрывал фару плотно;

— при смене перегоревших ламп не касаться рефлектора пальцами и не оставлять на лампе отпечатка потных или жирных пальцев: влага или масло, испаряясь при нагреве лампы, портит полировку рефлектора;

— удалять пыль с рефлектора только обдувкой; не протирать его тряпкой.

**Чистка рефлектора.** Потускневший или сильно загрязненный рефлектор подвергается чистке.

Посеребренные рефлекторы особенно нежны: их серебряную поверхность легко поцарапать и повредить при неосторожной чистке или применении неподходящих материалов. Потускневший рефлектор полируется мягкой замшей, смоченной ламповой сажой, разведенной в спирте. Замша должна быть чистой и новой, ее нельзя использовать для других целей.

Хромированные рефлекторы можно протирать чистой тряпкой, смоченной спиртом или чистым бензином, без соблюдения особой предосторожности.

Вообще рефлекторы следует беречь от загрязнения и протирать возможно реже.

### 39. Маскировка автомобильного освещения

В военное время в районах, находящихся под угрозой воздушного нападения, необходима маскировка всего освещения. Поэтому автомобильные фары и фонари должны иметь соответствующие приспособления.

Простейшее маскировочное приспособление представляет собой жестяную вставку, устанавливаемую под рассеиватель главных фар (рис. 120). Вставка имеет узкую щель *Щ*, окруженную изнутри насадкой. Через эту щель наружу выходит лишь узкий пучок света, направленный горизонтально и вниз. При объявлении режима «угрожаемого положения» во все автомобильные фары устанавливаются подобные вставки, и езда разрешается только с ними. По сигналу «Воздушная тревога» щель *Щ* дополнительно закрывают заслонкой с несколькими отверстиями малого диаметра; поэтому свет, выходящий из фары, ослабляется еще больше.

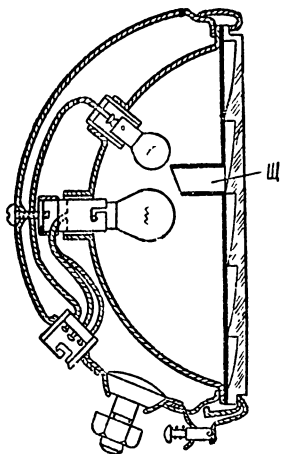


Рис. 120. Фара со светомаскировочной вставкой

Задний фонарь и подфарник также снабжаются подобными вставками.

Светомаскировочные вставки применяются обычно на гражданских автомобилях, мобилизованных в армию или обслуживающих тыловые районы, подверженные воздушному нападению. Свет от фар, снабженных вставками, очень слаб, и езда, даже с пониженной скоростью, всё же весьма утомительна и требует значительной тренировки.

Гораздо лучшие результаты дают специально рассчитанные фары маскировочного света.

Военный автотранспорт большей частью снабжается специальным комплектом светомаскировочных передних и задних габаритных фонарей, так как условия светомаскировки и движения на фронте и в прифронтной полосе более жесткие.

В качестве примера на рис. 121 показаны передний габаритный фонарь *а* и комбинированный задний фонарь *б* маскировочного света.

В этих фонарях применяют лампы малой мощности (по 3 свечи).

Светящиеся глазки фонарей не видны с самолета, летящего на высоте 150 м и выше. Это достигается тем, что светофильтры *СВ* (молочно-белые для передних, красные для задних фонарей и оранжево-желтые для стоп-сигнала) расположены в углублениях; светофильтры или прикрыты жестяными транспарантами *Т* с одним или несколькими треугольными отверстиями или закрашены черной краской по контурам транспаранта; спереди окошки дополнительно закрыты прозрачной пластмассой *П*.

Комбинированный задний фонарь (рис. 121, б) имеет два подобных устройства: верхнее для стоп-сигнала (с одним треугольным глазком); нижнее — с четырьмя глазками, расположенными

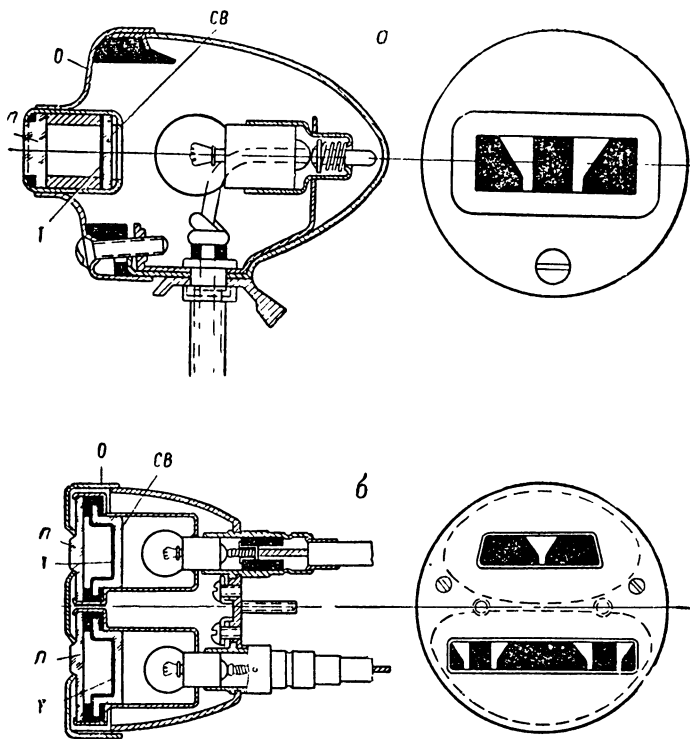


Рис. 121. Маскировочные габаритный и задний фонари

попарно для заднего фонаря, необходимого для определения дистанции до впереди идущей машины, что облегчает вождение автомобилей в колонне при езде ночью. При дистанции менее 10 м все четыре глазка видны раздельно; при дистанции 10—40 м глазки, разделенные узкими промежутками, сливаются, и наблюдатель видит два светящихся пятна. Наконец, на дистанции свыше 40 м все четыре глазка сливаются в одно общее пятно.

#### 40. Звуковые сигналы

В современных автомобилях применяются электрические вибрационные и электропневматические звуковые сигналы. Первые из них имеют очень широкое распространение. Электромоторные сигналы, в которых мембрана приводилась в колебание при помощи храповика, вращаемого маленьким электродвигателем, потребляли

много энергии и быстро изнашивались, поэтому в настоящее время они не применяются.

**Вибрационные звуковые сигналы.** На рис. 122 изображена схема вибрационного сигнала. Основной его деталью является электромагнит Э, который при включении тока притягивает укрепленный на мембране М якорь Я. Когда мембрана доходит до крайнего левого положения, стержень С, укрепленный на якоре, размыкает контакты К прерывателя, вследствие чего ток выключается, и мембрана, не удерживаемая электромагнитом, в силу своей упругости выпрямляется и прогибается в противоположном направлении. Как только мембрана отойдет обратно, контакты К

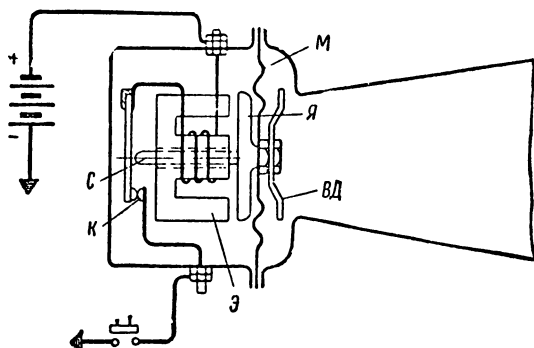


Рис. 122. Схема вибрационного сигнала

вновь замкнутся, и процесс повторится снова. Вибрационные сигналы не имеют трущихся частей, и их износ незначителен. Мембраны звуковых сигналов совершают правильные колебания, и поэтому такие сигналы дают звук определенного тона.

Однако достаточно громкий тон и приятный тембр звука были получены лишь в результате усовершенствования вибрационных сигналов в акустическом отношении.

Применявшаяся вначале одна мембрана давала только основной тон и не обеспечивала достаточно удовлетворительного звука. Важным усовершенствованием явилось введение вибрационного диска ВД, жестко укрепленного на мембране. Колебания мембраны вызывают вибрацию диска, частота колебания которого подобрана так, чтобы он давал желаемый обертона.

Для усиления звука рупор сигнала должен быть рассчитан так, чтобы он служил и резонатором. Для мотоциклов применяют безрупорные малогабаритные сигналы.

Часто на автомобиле ставят два, иногда даже три звуковых сигнала высокого и низкого тона, которые дают гармоничный аккорд (обычно терцию). Для улучшения акустических качеств и уменьшения габаритов сигнала его рупор нередко выполняют в виде спирали (улитки).

Благодаря громкому и хорошему звуку, умеренному расходу энергии (40—60 вт) и небольшой стоимости вибрационные сигналы получили очень широкое распространение.

**Электропневматические звуковые сигналы** менее распространены. Небольшой электромотор приводит во вращение миниатюрный нагнетатель, подающий воздух в камеру. Сжатый воздух, вырываясь из этой камеры в рупор, приводит в колебание мембрану, которая дает музыкальный звук. Иногда на камере устанавливают две трубы, и сигнал дает гармонический аккорд. Звуковые сигналы этого типа дают приятный мягкий звук, но расходуют много энергии (100 вт) и имеют высокую стоимость, поэтому они применяются очень редко.

Иногда применяются также пневматические сигналы, приводимые в действие разрежением во впускном коллекторе двигателя или давлением в системе пневматических тормозов автомобиля. Такие сигналы включаются при помощи электромагнитного привода — небольшого электромагнита, управляющего клапаном, который соединяет сигналы с камерой разрежения (или повышенного давления). Пневматические сигналы дают сильный гармонический звук и используются на дорогих автомобилях и автобусах в качестве добавочных сигналов.

**Расположение и крепление звукового сигнала на автомобиле.** Ранее сигнал крепился около одной из фар впереди автомобиля. На всех современных автомобилях сигнал располагается под капотом.

Способ крепления сигнала может оказать сильное влияние на его звук, поэтому сигналы следует всегда крепить согласно указаниям завода-изготовителя. Необходимо следить, чтобы деталь, на которой крепятся сигналы, не вибрировала, а рупор сигналов при вибрации не касался какой-либо другой детали. Крепление сигналов должно быть прочным. Эти указания относятся главным образом к вибрационным сигналам, корпус которых также вибрирует и принимает некоторое участие в образовании звука. Нередко завод снабжает сигнал специальным крепежным кронштейном, имеющим упругую рессорную деталь.

На грузовых автомобилях обычно ставится один сигнал.

Звуковые сигналы при парной установке, применяемой, как правило, на легковых автомобилях, потребляют ток значительной величины (15—25 а), которая для обычной кнопки сигнала (на рулевом колесе) является чрезмерной. Поэтому в таких случаях применяют специальное реле (реле сигналов). Кнопка сигнала включает ток в обмотку этого реле, которое, замыкаясь, включает звуковые сигналы.

#### **41. Сигналы торможения («стоп») и поворота**

Правила уличного движения предписывают водителю перед торможением или поворотом дать сигнал идущим сзади машинам (в простейшем случае рукой или открыванием дверцы кузова).

Сигнал торможения стал необходимым после введения тормозов на четыре колеса, обеспечивающих быстрое торможение автомобиля. Поэтому правилами уличного движения требуется, чтобы автомобиль был оборудован световым сигналом торможения (стоп-сигналом), автоматически зажигающимся при нажатии на педаль тормоза. Сигналы поворота не обязательны, но часто применяются для более удобной сигнализации о повороте из закрытого автомобиля.

**Сигнал «стоп»** (стоп-сигнал) представляет собой лампу, достаточно яркую (не менее 15 свечей), чтобы ее было хорошо видно днем. Лампа включается выключателем, связанным с педалью тормоза. Цвет стоп-сигнала твердо не установлен и большей частью бывает красным, оранжевым или желтым. Часто стоп-сигнал комбинируют с задними габаритными фонарями, которые при езде ночью горят постоянно, обозначая красным светом габарит автомобиля, или же с номерным фонарем, освещающим номерной знак.

На рис. 123 изображены комбинированные со стоп-сигналом задние габаритные фонари двух образцов. В двухламповом фонаре (рис. 123, а) меньшая лампа в 3 свечи служит для заднего красного света, а большая в 21 свечу — для стоп-сигнала. Лампа стоп-сигнала включается выключателем, связанным с педалью тормоза.

В одноламповом фонаре (рис. 123, б) применяют специальную двухнитевую лампу с нитями в 3 и 21 свечу. Нить в 3 свечи — для заднего красного света — горит постоянно, нить в 21 свечу включается и загорается при торможении. Стоп-сигнал подается резким увеличением яркости красного света, поэтому он не так хорошо заметен, как при отдельных лампах.

Одноламповые фонари со специальной двухнитевой лампой имеют следующие недостатки:

— цвет стоп-сигнала такой же, как цвет заднего фонаря, т. е. красный;

— требуется специальная двухнитевая лампа; в случае замены этой лампы двухнитевыми и однонитевыми лампами других типов сигнальное действие системы нарушается.

Двухламповые фонари с отдельными лампами имеют следующие преимущества:

— цвет стоп-сигнала может быть выбран произвольно;

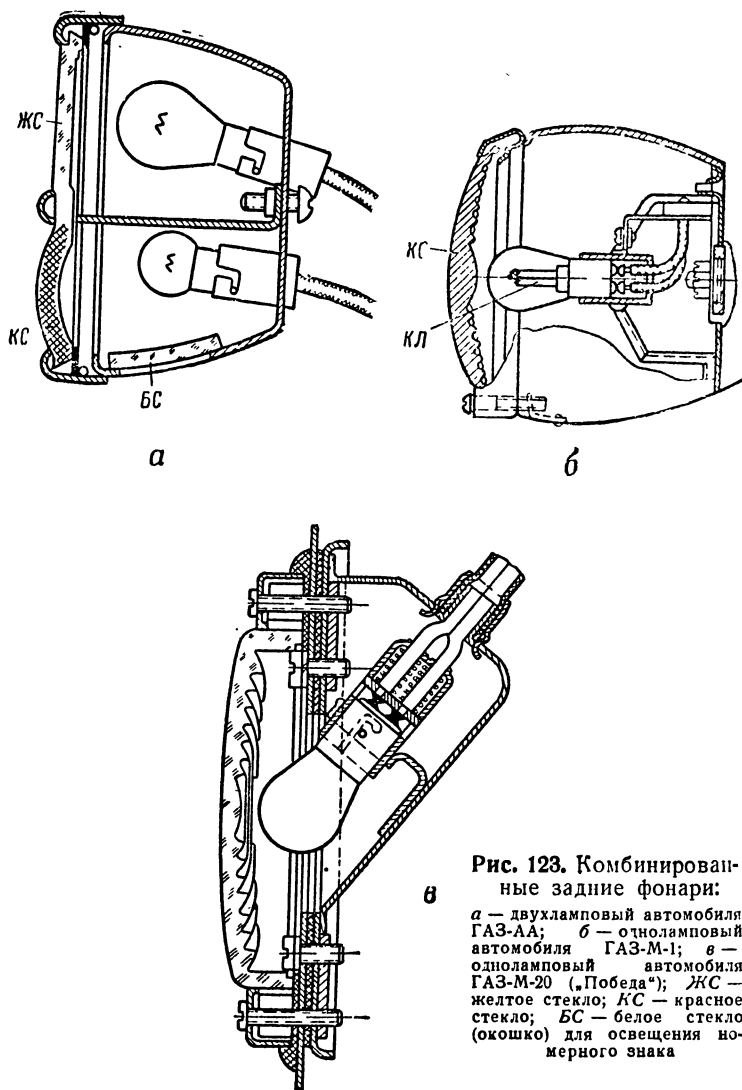
— применяются более распространенные однонитевые лампы;

— замена ламп другими лампами подходящего типа и несколько другой мощности не нарушает сигнального действия системы.

Поэтому двухламповые комбинированные фонари следует предпочитать одноламповым.

**Сигналы поворота.** Сигналы поворота всегда включаются только вручную, так как для своевременного предупреждения идущих сзади машин сигнал должен быть подан до начала поворота, и нет никаких средств автоматизировать его включение.





**Рис. 123.** Комбинированные задние фонари:

**а** — двухламповый автомобиля ГАЗ-АА; **б** — одноламповый автомобиля ГАЗ-М-1; **в** — одноламповый автомобиля ГАЗ-М-20 („Победа“); ЖС — желтое стекло; КС — красное стекло; БС — белое стекло (окошко) для освещения номерного знака

Выключение же сигнала после поворота может осуществляться не только вручную, но и автоматически. Автоматические выключатели сигналов поворота бывают двух типов. В первых имеется часовой механизм с ветрянкой, который после включения сигнала через 5—7 сек. возвращает рукоятку переключателя в нулевое положение, выключая тем самым сигнал. Выключатели второго типа монтируются на рулевой колонке; после окончания поворота обратное вращение рулевого колеса при выезде на прямую, посредством специального кулачка, возвращает включенный выключа-

тель в нулевое положение. Выключатель сигналов поворота последнего типа применяется на автомобиле ЗИМ.

Основным типом сигналов поворота являются мигающие лампы, включаемые с той стороны кузова автомобиля, в которую производится поворот. В цепь этих ламп последовательно включено термореле, которое периодически, с частотой 2—3 раза в секунду, прерывает цепь, вызывая мигание ламп. Включается и выключается сигнал поворота обычно вручную. Чтобы водитель не забывал выключить сигнал после поворота, на щитке приборов часто устанавливают контрольные лампочки, зажигающиеся одновременно с включением ламп сигнала поворота. Мигающие лампы нередко комбинируют с задними и передними габаритными фонарями. На рис. 123, в изображен такой комбинированный фонарь, применяемый на автомобиле М-20 («Победа»). На этом автомобиле устанавливаются четыре таких комбинированных фонаря; они врезаются в задние и передние крылья и снабжаются каждый двухнитевыми лампами. Одна нить (6 свечей) служит в качестве переднего (белого) или заднего (красного) габаритного огня, другая (21 свеча) — в качестве мигающего сигнала поворота. Номерной фонарь, скомбинированный со стоп-сигналом, в этом случае помещается отдельно в центре кузова задней части автомобиля.

Сигналы поворота выполняются иногда и в виде стрелок (семафоров), расположенных по бокам кузова. При включении тока электромагнит поднимает стрелку, и она занимает горизонтальное положение, подобно крылу железнодорожного семафора, указывая направление поворота. Стрелка закрыта по бокам оранжево-красным целлулоидом и содержит внутри лампу, загорающуюся при включении сигнала, что необходимо для видимости ночью.

#### 42. Стеклоочистители и обогреватели стекла

**Стеклоочиститель.** При езде в дождь или в снег переднее стекло покрывается каплями дождя или снегом, что затрудняет управление автомобилем.

Для непрерывной очистки стекла от капель или снега на автомобиле устанавливают стеклоочиститель. Он представляет собой рычаг, приводимый в качательное движение; на рычаге укреплена резиновая щетка длиной 150—200 мм, которая протирает секторобразный участок стекла (рис. 124).

При установке стеклоочистителя вверх рамы (рис. 124, а) скользящая вода стремится стекать обратно на очищенный сектор. Поэтому щетка в крайнем положении должна находиться под углом не менее 27—30°, чтобы собираемая щеткой вода успевала стекать в сторону; таким образом, угол очищаемого сектора при верхней установке стеклоочистителя не превышает 120—125°.

При установке стеклоочистителя вниз рамы (рис. 124, б) этот недостаток исключается, и поэтому угол сектора в данном случае может быть доведен до 180°; однако устанавливать стеклоочиститель вниз рамы возможно лишь при неоткрывающемся переднем стекле.

Чтобы обеспечить видимость не только водителю, но и сидящему рядом с ним пассажиру, часто применяют щетки, соединенные между собой и приводимые в движение одним электромотором (рис. 125).

Рычаг стеклоочистителя может приводиться в движение различными способами, а именно:

— разрежением во впускном коллекторе двигателя (вакуумные стеклоочистители);

— сжатым воздухом от системы пневматических тормозов автомобиля (пневматические стеклоочистители);

— гибким валом от коробки передач автомобиля (механические стеклоочистители);

— электродвигателем (электрические стеклоочистители).

Преимущественное распространение имеют вакуумные стеклоочистители благодаря их простоте и низкой стоимости. Однако они имеют большой недостаток: скорость качания их щетки зависит от величины вакуума в коллекторе, и поэтому на остановке, в том случае, когда дроссельная заслонка закрыта, они работают быстро, а на большой скорости (дроссельная заслонка полностью открыта) — медленно, хотя в последнем случае требуется более энергичная работа. Применяемые иногда регуляторы числа ходов вакуумного стеклоочистителя несколько смягчают этот недостаток.

Наиболее удобны, надежны и долговечны электрические стеклоочистители; поэтому они часто применяются, хотя их стоимость значительно выше, чем стеклоочистителей других типов. Электрические стеклоочистители, применяемые на автомобилях среднего и высшего класса, представляют собой довольно сложное устройство. В качестве примера на рис. 125 изображен стеклоочиститель автомобилей «Победа» и ЗИМ. Шунтовой электродвигатель 1 при помощи червячной передачи 4, кривошипа 5, тяг 6 и 7 приводит в качательное движение два рычага 8 со щетками. Электродвигатель, передача и оси рычагов смонтированы на общей раме 9. Стеклоочиститель имеет две скорости и обеспечивает автоматическую остановку щеток в крайнем положении. При включении переключателя в первое положение — малая скорость (27 ходов в минуту) — все контакты переключателя замкнуты, и ток в обмотку возбуждения электродвигателя поступает непосредственно; при втором положении переключателя — большая скорость (45 хо-

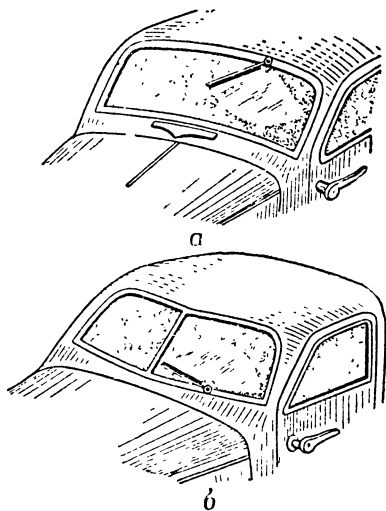


Рис. 124. Монтаж стеклоочистителя на переднем стекле

дов в минуту) — часть контактов размыкается, и ток в обмотку возбуждения поступает через добавочное сопротивление, что увеличивает число оборотов электродвигателя.

Контакты 11 концевой выключателя служат для автоматической остановки щеток в крайнем положении. Специальным кулачком кривошипа эти контакты размыкаются один раз за оборот

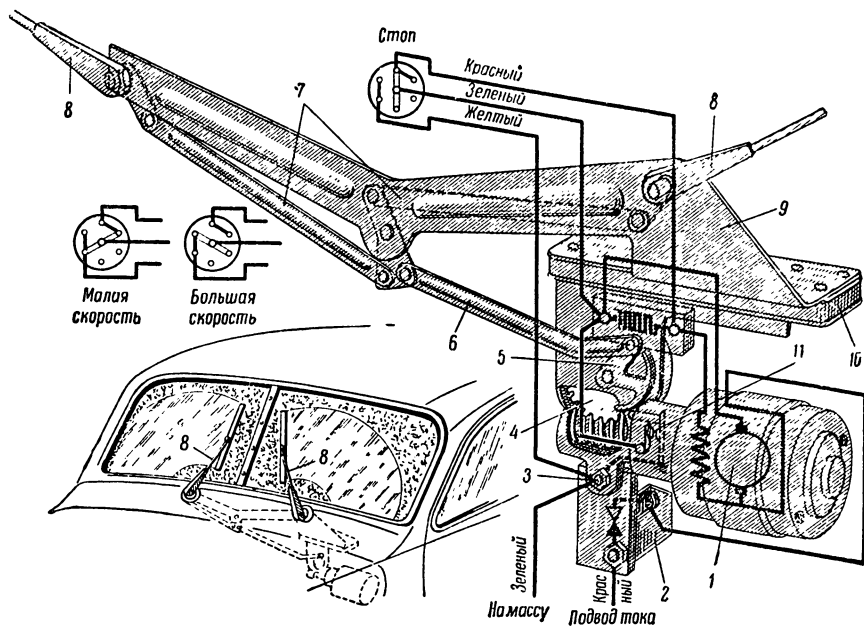


Рис. 125. Схема стеклоочистителя автомобилей „Победа“ и ЗИМ

червячной шестерни в момент, соответствующий крайнему положению щеток. Когда переключатель поставлен в положение «стоп», ток в электродвигатель продолжает поступать через замкнутые контакты 11, и стеклоочиститель работает до тех пор, пока его щетки не дойдут до крайнего положения.

Стеклоочиститель защищен от коротких замыканий термореле 2.

Промежуточный болтик 3 служит для соединения корпуса стеклоочистителя с массой, что необходимо, так как электродвигатель и механизм стеклоочистителя изолированы от рамы 9 резиновым буфером 10.

Существуют также электрические стеклоочистители более простой и дешевой конструкции. Стеклоочистители потребляют небольшую мощность — около 15 *вт*. Электродвигатель стеклоочистителя не требует ухода, так как смазки, закладываемой в его подшипники на заводе, обычно хватает до полного износа автомобиля.

**Обогреватели стекла.** Зимой в закрытом автомобиле переднее стекло замерзает, покрываясь с внутренней стороны плотным слоем инея и льда. Для предупреждения замерзания переднего стекла применяются обогреватели. На теплом стекле водяные пары не конденсируются, а запотевание или замерзание стекла исключается.

На рис. 126 изображен электрический обогреватель, представляющий собой рамку размером около  $200 \times 400$  мм, закрытую стеклом. Между сторонами рамки натянуты две или три нихромовые проволоки, которые служат нагревательным элементом. Рамка укрепляется изнутри на переднем стекле автомобиля при помощи резиновых присосок, смазываемых глицерином, причем она плотно прижимается к переднему стеклу. Между стеклом рамки и передним стеклом автомобиля образуется воздушный слой, нагреваемый нихромовыми проволоками. Иногда степень нагрева можно регулировать в зависимости от погоды, включая одну, две или все три проволоки при помощи особого переключателя. Такие приспособления потребляют мощность 30—50 вт и действуют весьма эффективно.

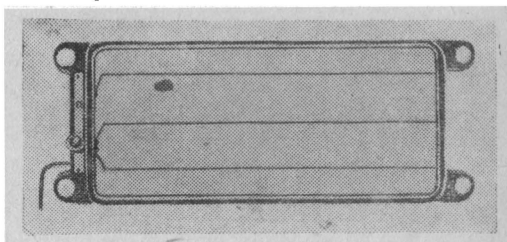


Рис. 126. Обогреватель стекла

При наличии отопительной системы кузова автомобиля для обогрева переднего стекла применяют обдув стекла теплым воздухом, поступающим в кузов из отопительного прибора. В этом случае теплый воздух засасывается из кузова электрическим вентилятором, прогоняется через отдельную секцию отопительного радиатора и подводится к переднему стеклу через специальные щели в его облицовке.

#### 43. Вспомогательные приборы, проводка и полные схемы электрооборудования

Вспомогательные приборы и аппараты могут быть разделены на следующие группы:

- измерительные приборы (амперметр, бензиномер и пр.);
- выключатели, переключатели, предохранители;
- установочный материал: переходные коробки, ответвительные и зажимные колодки, детали крепления и защиты проводов.

**Измерительные приборы.** Амперметр включается в цепь батареи. Амперметром измеряется зарядный и разрядный ток, поэтому он должен иметь двустороннюю шкалу (с нулем посередине):

Автомобильные амперметры весьма просты, но точность их незначительна; допустимая ошибка составляет 20%. Поэтому их следует рассматривать не как измерительные приборы в полном

смысле этого слова, а лишь как приборы-указатели, тем более что на шкале имеются только крупные деления: 0; 10; 20; 30 а.

На рис. 127 приведено устройство амперметра, применяемого на современных отечественных автомобилях.

Измеряемый ток подводится к зажимным винтам 4 и проходит через латунное основание 5 прибора. На основании укреплен магнит 1, а на оси — стрелка 3 и якорек 2 из мягкой стали. Когда через амперметр ток не проходит, то в амперметре существует лишь

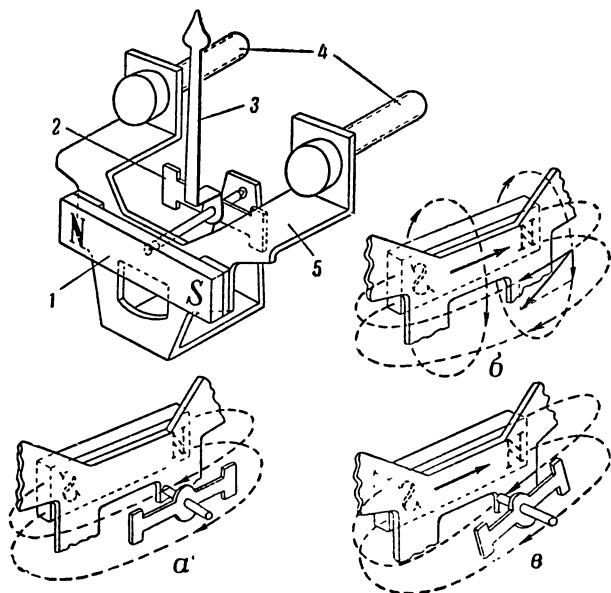


Рис. 127. Схема автомобильного амперметра

магнитное поле магнита, устанавливающее якорек 2 в направлении силовых линий, т. е. параллельно магниту (рис. 127, а). Ток, проходя по перемычке основания 5, создает свое магнитное поле, которое накладывается на магнитное поле магнита (рис. 127, б); магнитные силовые линии результирующего поля будут теперь проходить наклонно (по спиральям), и якорек 2, стремящийся всегда стать по направлению силовых линий, повернется на некоторый угол, зависящий от силы проходящего по перемычке тока.

В целях наглядности конструкция амперметра изображена схематически, причем опущен маховичок успокоителя колебаний стрелки, сидящий на ее оси за якорьком.

Бензиномеры. Наибольшее распространение получили электромагнитные бензиномеры, так как они дешевы и в то же время достаточно надежны и долговечны в эксплуатации. Электромагнитный бензиномер состоит из реостата, помещенного на топливном баке, и электроизмерительного прибора. Ползунок рео-

стата связан с поплавком; при изменении уровня бензина в баке поплавок перемещает ползунок реостата, сопротивление последнего меняется, и стрелка электроизмерительного прибора (указателя) перемещается по шкале.

На рис. 128 изображена схема бензиномера завода «Автоприбор», устанавливаемого на отечественных автомобилях «Победа» и др. Ток из батареи поступает в катушку  $K_1$ , а затем разветвляется и проходит по двум параллельным путям: через катушку  $K_2$  и реостат  $R$ . Если бак полон, то ползунок, как показано пунктиром на рис. 128, находится в правой части реостата, и сопротивление последнего максимально; ток в катушке  $K_2$  достигает

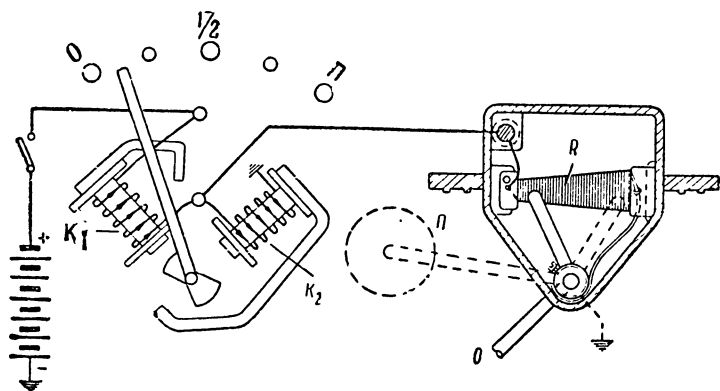


Рис. 128. Типовая схема электрического бензиномера

наибольшего значения, магнитное поле катушки  $K_2$  достаточно велико по сравнению с магнитным полем катушки  $K_1$  и якорек  $Я$  стоит посередине, а стрелка указывает на деление  $\Pi$  (полный бак). По мере опорожнения бака поплавок опускается, и сопротивление реостата уменьшается, что вызывает уменьшение тока и магнитного поля катушки  $K_2$ ; ток же и магнитное поле катушки  $K_1$  увеличиваются, так как общее сопротивление всей цепи уменьшается; в результате якорек со стрелкой перемещается налево. Когда топливный бак пуст, то ползунок реостата перемещается до отказа налево, и реостат  $R$  закорачивается; ток в катушке  $K_2$ , включенной параллельно реостату, снижается до нуля, а ток в катушке  $K_1$  достигает максимальной величины. Магнитное поле создается теперь только катушкой  $K_1$ , и якорек со стрелкой отклоняется в крайнее левое положение  $O$  (пустой бак). Для правильного действия прибора необходимо, чтобы полюса катушек  $K_1$  и  $K_2$ , обращенные к якорьку, имели одинаковую полярность.

Бензиномеры обычно включаются в цепь при включении зажигания. Реостат, монтируемый на топливном баке, отделяется от него глухой перегородкой (корпусом); кроме того, конец сопротивления реостата также соединяется с массой, чтобы случайное

нарушение контакта ползунка с реостатом не могло вызвать искрения.

Приборы термовибрационной (импульсной) системы. В последнее время широкое распространение получили приборы термовибрационной или импульсной системы, почти не чувствительные к тряске и дающие очень устойчивые показания.

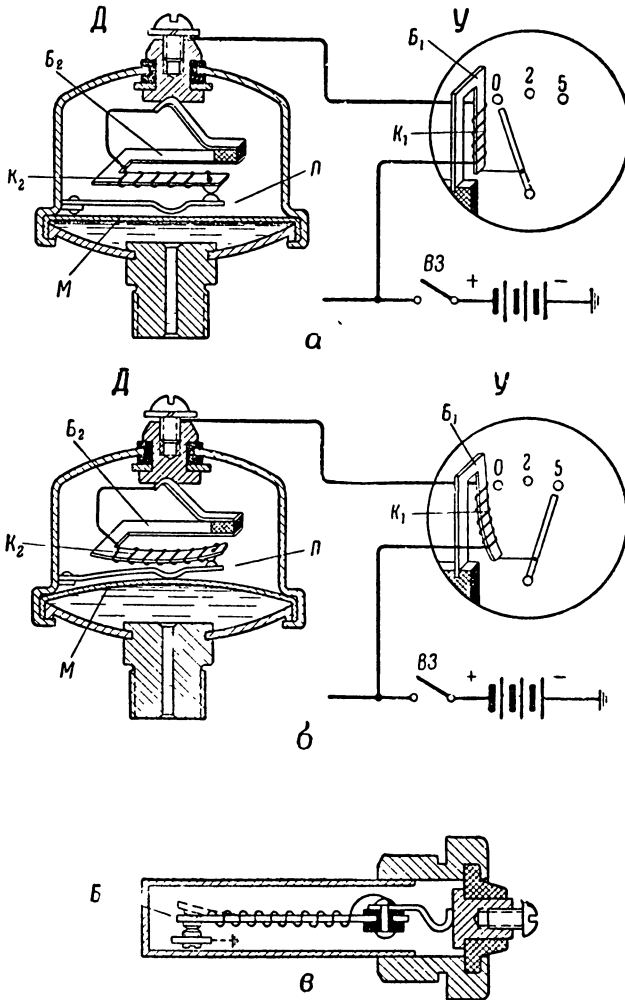


Рис. 129. Электрический манометр и термометр термовибрационной системы

На рис. 129 а и б показан прибор подобной системы, применяемый для измерения давления масла. Прибор-указатель У состоит из биметаллической пластины Б<sub>1</sub>, связанной со стрелкой, и нагрева-



тельной обмотки  $K_1$ . Прибор-датчик  $D$  также состоит из биметаллической пластины  $B_2$  и нагревательной обмотки  $K_2$ , но пластина  $B_2$  имеет контакт, соприкасающийся с другим контактом, расположенным на пластине  $\Pi$  и соединенным с массой. Пластина  $\Pi$  испытывает давление со стороны упругой мембраны  $M$ . Прибор-датчик монтируется на главном маслопроводе двигателя.

Мембрана  $M$ , перемещаясь в зависимости от давления масла, нажимает на пластину  $\Pi$ , изменяя тем самым давление, под воздействием которого прижимаются один к другому контакты пластины  $\Pi$  и биметаллической пластины  $B_2$ .

При включении выключателя зажигания  $BЗ$  ток от батареи проходит через катушку  $K_1$  прибора-указателя и далее через обмотку  $K_2$  прибора-датчика и контакты на массу. Биметаллическая пластина  $B_2$ , состоящая из двух сваренных полосок, имеющих различный коэффициент теплового расширения, нагревается от обмотки  $K_2$ . Нагреваясь, пластина  $B_2$  изгибается вверх и размыкает контакты. Ток в цепи прерывается, пластина  $B_2$  охлаждается и контакты вновь замыкаются. После этого процесс повторяется. Таким образом, после включения выключателя  $BЗ$  ток в цепи прибора благодаря переменному нагреву и охлаждению биметаллической пластины  $B_2$  периодически прерывается с частотой 20—100 прерываний в минуту.

При повышении давления масла мембрана  $M$  прогибается, давление на контакты усиливается. Вследствие этого увеличивается соотношение между периодами замкнутого и разомкнутого состояния контактов датчика (рис. 129, б) и повышается средняя величина тока, проходящего через обмотку  $K_1$  прибора-указателя, а следовательно, и нагрев биметаллической пластины  $B_1$ ; последняя изгибается и перемещает связанную с ней стрелку. Таким образом, отклонение стрелки прибора-указателя, пропорциональное нагреву биметаллической пластины  $B_1$ , зависит от эффективного (т. е. среднего квадратичного) тока, текущего в цепи. Последний же возрастает с увеличением давления, с которым прижимаются один к другому контакты пластины  $\Pi$  и биметаллической пластины  $B_2$ .

Чтобы показания прибора не зависели от окружающей температуры, биметаллические пластины  $B_1$  и  $B_2$  выполняются П-образной формы. Изменение окружающей температуры вызывает одинаковый изгиб как рабочего (с обмоткой), так и другого — компенсационного — плеча; поэтому нижний конец рабочего плеча и связанная с ним стрелка остаются на месте.

Протекающий по нагревательной катушке ток вызывает дополнительный изгиб только рабочего плеча, и перемещение стрелки будет зависеть лишь от нагрева, вызванного протекающим по нагревательной обмотке током.

Такая система измерения на расстоянии является универсальной, и ее можно применять также для измерения температуры, уровня бензина и т. п. На рис. 129, в показана схема датчика температуры, в котором биметаллическая пластина  $B$  поставлена

с предварительным натяжением. Изменение температуры воды (датчик вставлен в водяную трубу или в рубашку цилиндров) вызывает изгиб биметаллической пластины; вследствие этого изменяется сила давления между контактами, а следовательно, и

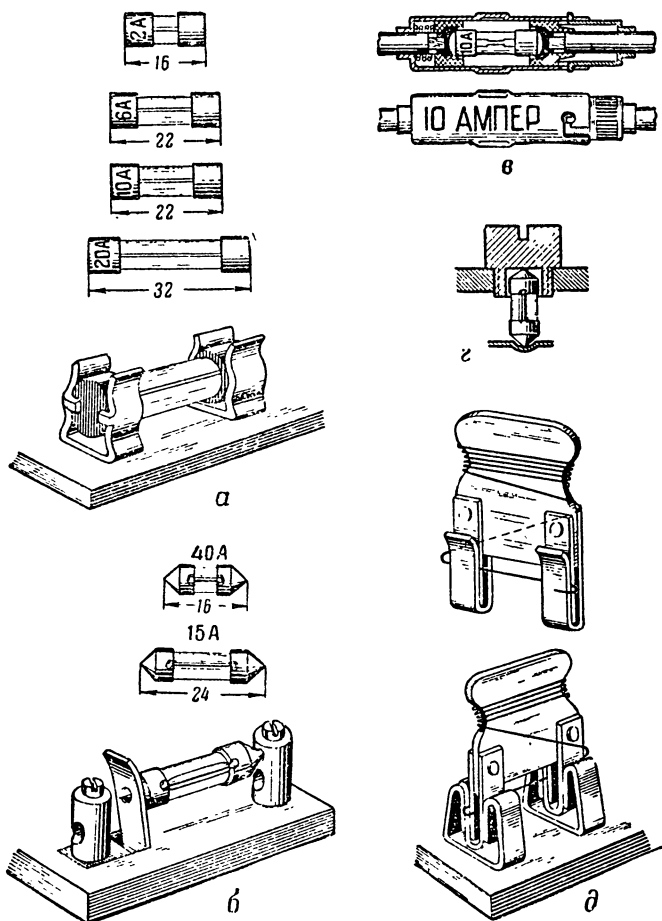


Рис. 130. Различные типы предохранителей

эффективная величина тока в цепи прибора-указателя. В датчике температуры биметаллическая пластина имеет форму прямой полоски, так как здесь нужно измерять фактическую температуру воды двигателя. Следовательно, необходимость учитывать изменение температуры окружающего воздуха отпадает.

**Предохранители.** Для защиты системы от повреждений при коротких замыканиях ставят плавкие предохранители или автоматические реле.

Плавкие предохранители изготавливаются в форме стеклянных трубок, внутри которых натянута плавкая проволока или лента (рис. 130, а), или в виде фарфорового стерженька, в пазу которого уложена плавкая проволока (рис. 130, б). Плавкие предохранители обычно группируются по несколько штук в блоки или иначе предохранительные коробки. Наряду с этим для защиты некоторых приборов применяются и отдельные предохранители, монтируемые в специальных трубчатых патронах (рис. 130, в), включаемых в провод, или в особых пробках (рис. 130, г), ввернутых в корпус прибора.

Весьма удобны предохранители, состоящие из текстолитовой пластинки с металлическими ножками, между которыми натянута плавкая проволока (рис. 130, д); в верхней части текстолитовой пластинки намотан запас плавкой проволоки, достаточный для многократной замены перегоревшей. Таким образом, перегоревший предохранитель может быть немедленно восстановлен, тогда как трубчатый или стерженьковый предохранитель (рис. 130, а и б) требует замены новым или припаять новую плавкую проволоку.

**Термореле.** Вместо плавких предохранителей, которые после перегорания приходится заменять, в последнее время применяют, особенно для больших токов, термореле, или иначе термометаллические предохранители, отключающие цепь при перегрузке и включающие ее после охлаждения биметаллического элемента реле.

На рис. 132, б изображено такое термореле, смонтированное на переключателе света фар. Термореле состоит из тонкой биметаллической пластины, слегка выпуклой (сферической) формы; пластина приварена одним концом к основанию, на другом конце ее имеется контакт, соприкасающийся с неподвижным контактом основания. При прохождении тока пластина термореле нагревается, и в ней появляются внутренние напряжения, стремящиеся ее изогнуть. Когда ток превысит допустимую величину, пластина резко изогнется (вывернется) в положение, изображенное пунктиром, и разомкнет цепь. Охладившись, пластина возвращается в нормаль-

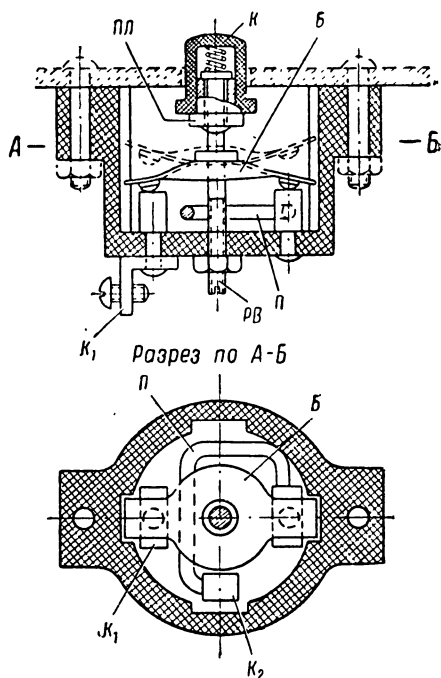


Рис. 131. Термореле

ное положение и замыкает цепь. Если же короткое замыкание в цепи не прекратилось, то процесс периодически повторяется, и термореле периодически выключает цепь, предохраняя систему от повреждений.

На рис. 131 изображено термореле несколько другой конструкции. В нем термобиметаллическая пластинка *Б* рассчитана так, что имеет два устойчивых положения. Ток, подводимый к контактным винтам  $K_1$  и  $K_2$ , проходит через биметаллическую пластину, являющуюся контактным мостиком, и через нагревательную проволоку *П*. Термобиметаллическая пластина *Б*, нагреваемая проходящим по ней током и проволочным нагревательным элементом *П*, изгибается и выворачивается («выщелкивается») в положение, указанное на рис. 131 пунктиром. Для замыкания цепи нужно, после устранения короткого замыкания и охлаждения реле, нажать на кнопку *К*; при нажиме последней пластина *ПЛ*, нажимая своими выдавками на края сферической части биметаллической пластины, вывернет ее в исходное положение. Подобные термореле изготавливаются на ток 20 и 30 *а*. Они применяются на автомобилях ЗИС-110 и ЗИМ.

**Выключатели и переключатели.** Выключатели и переключатели имеют очень простое устройство, и поэтому им обычно уделяют мало внимания. Между тем качество их изготовления и материалов играет важную роль, так как неудачная конструкция или небрежное выполнение может явиться постоянной причиной неисправностей и плохих контактов.

В современных автомобилях обычно применяются переключатели света фар ползункового типа, в которых контактный мостик треугольной формы, связанный с выдвигающейся рукояткой, замыкает контакты в определенной последовательности. Такие переключатели (рис. 132, *а*) обычно имеют три положения:

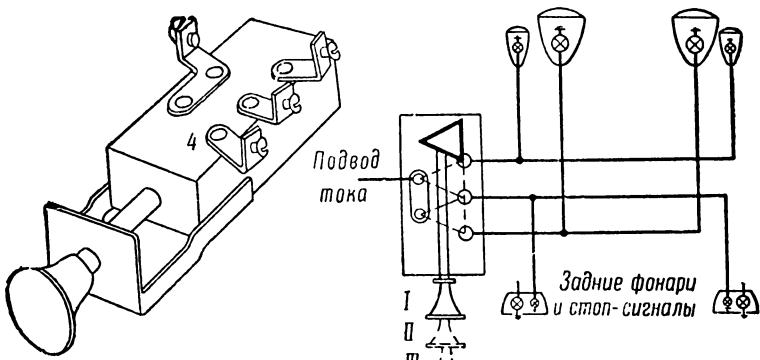
I — всё выключено;

II — включены габаритные огни и задние фонари;

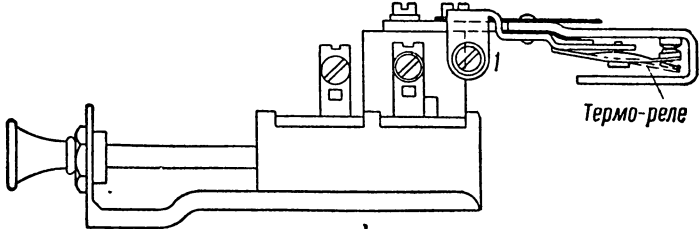
III — включены фары и задние фонари.

Если фары имеют двухнитевые лампы, то для переключения их света с ближнего на дальний и наоборот ставится отдельный ножной переключатель, к которому подводится провод от зажима 4 ползункового переключателя.

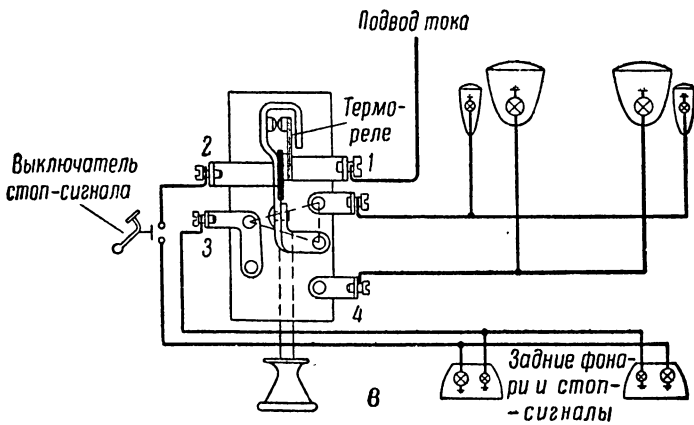
Нередко на ползунковом переключателе света монтируют термореле, через которое проходит весь подводимый к переключателю ток. Кроме того, на переключателе предусматривают зажимы для включения потребителей (например, стоп-сигнала), которые должны питаться в первом положении рукоятки переключателя — «выключено». В качестве примера на рис. 132, *б* изображен комбинированный переключатель света П-5, устанавливаемый на автомобиле ЗИС-110. На рис. 130, *в* приведена его электрическая схема. К зажиму 1 подводится ток; от зажима 2, питающегося через термореле, отходят провода к таким потребителям, которые должны работать независимо от положения рукоятки переключателя. От зажима 3 питаются задние фонари, от зажима 4 — фары.



а



б



в

Рис. 182. Переключатели света ползункового типа

Кроме различных ручных выключателей, применяются также автоматически действующие выключатели.

На автомобилях, оборудованных гидравлическими или воздушными тормозами, применяются выключатели стоп-сигнала, действующие от давления в гидравлической или воздушной линии тормозной системы. На рис. 133, *а* в качестве примера изображен воздушный выключатель стоп-сигнала автомобиля ЯАЗ-200. В карболитовый корпус 3 ввернуты два контактных болта 5 и 7; болт 7

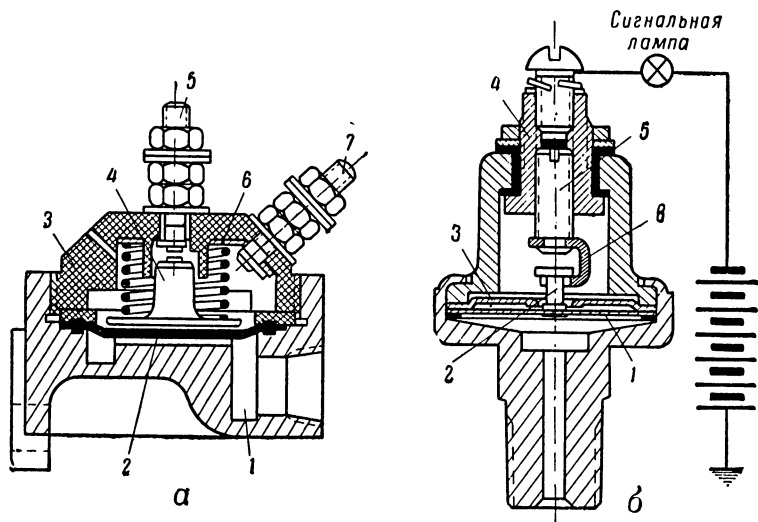


Рис. 133. Автоматические выключатели:

*а* — воздушный выключатель стоп-сигнала автомобиля ЯАЗ-200; *б* — сигнализатор аварийного давления масла типа ММ6-А

прижимает контактное кольцо 6. Сжатый воздух из тормозной системы под давлением 7—10 ат поступает в полость выключателя 1, приподнимает резиновую мембрану 2 и подвижной контакт 4. Последний соприкасается с контактным болтом 5, и цепь замыкается через подвижной контакт 4, пружину, контактное кольцо 6 и болт 7.

На рис. 133, *б* показан сигнализатор аварийного давления масла типа ММ6-А, применяемый на автомобилях ЯАЗ-200 и автобусах ЗИС-154. В центре мембраны 1 приклепан контактный грибок 2. Во втулке 4, изолированной от корпуса, ввернут винт 5, к которому приклепана скоба 6. Масло поступает в полость под мембраной. При недостаточном давлении масла контактный грибок 2 касается скобы 6, как это изображено на рис. 133, *б*, и замыкает цепь сигнальной лампы. При нормальном давлении масла мембрана прогибается вверх до упора в ограничительную пластину 3, и грибок 2 приподнимается настолько, что перестает касаться скобы 6, благодаря чему сигнальная лампа гаснет. Давление масла, при котором размыкается цепь, регулируется винтом 5.

**Монтаж.** Проводка — одно из самых уязвимых мест в автомобильном электрооборудовании; недостаточно тщательно выполненная проводка постоянно служит источником неисправностей. Поэтому монтаж проводов должен быть произведен весьма тщательно.

Вся автомобильная проводка делится на проводку шасси и проводку кузова. Первая прокладывается только по шасси, вторая — только по кузову; обе проводки соединяются в одном месте разъемным соединением так, чтобы, разъединив в этом месте провода, можно было снять кузов, не нарушая монтажа электрооборудования на автомобиле.

Провода должны крепиться скобами так, чтобы они не имели никакой подвижности. В противном случае из-за неизбежной тряски при езде изоляция проводов быстро протрется и в местах крепления возникнет короткое замыкание.

Провода нельзя натягивать; они должны лежать свободно, особенно в местах изгибов. В местах прохода через отверстия провода должны быть защищены от острых краев подкладками, втулками или отрезками металлического шланга. Если между частями шасси существует относительное движение, то в проводке должен быть предусмотрен достаточный запас, чтобы провода не подвергались растягивающим усилиям.

В местах, где провода подвергаются особо неблагоприятным воздействиям (например, под крыльями и т. п.), рекомендуется прокладывать их в защитной трубке.

Для упрощения монтажа провода обычно соединяются в пучки, скрепленные общей оплеткой. В кузовах применяется скрытая проводка, и доступ к ней без снятия обивки кузова обычно невозможен. Поэтому проводка кузова должна быть выполнена особенно тщательно.

**Установочный материал.** Кроме скоб и трубок, применяются ответвительные и соединительные коробки и штепсели. Так как в месте пайки провод становится хрупким и легко надламывается при изгибе и тряске, то пайки в проводке избегают. Там, где это возможно, провода целесообразно соединять при помощи винтовых зажимов, устанавливаемых в ответвительных коробках, или штепсельных соединений.

Пайка особенно нежелательна при прокладке отдельных проводов. В тех случаях, когда провода объединяются в пучки, паяные соединения допускаются, так как место пайки, лежащее в общем пучке, туго скрепленном оплеткой, не имеет подвижности, и, следовательно, возможность его надлома исключена.

**Маркировка проводов.** С целью упростить монтаж и присоединение проводов к зажимам провода маркируются. Существуют две системы маркировки: цифровая и расцветкой отплетки.

В цифровой системе каждому зажиму всех приборов электрооборудования присваивается определенный порядковый номер с таким расчетом, чтобы провода соединяли зажимы с одноименными номерами. Номера, присвоенные зажимам, сохраняются во

всех типах или конструкциях приборов. На концы проводов надеваются металлические гильзы с выштампованными номерами.

При второй системе зажимы не нумеруются. Часть зажимов обозначается различными знаками (большей частью буквами); провода же имеют оплетку различного цвета. Кроме одноцветной оплетки, применяют оплетку, в которую вплетена одна или две прядки другого цвета (например желтая с красной ниткой и т. п.). Провода различаются расцветкой, которая выбирается более или менее определенной для проводов различных цепей, и присоединяются к зажимам согласно схеме. Эта система не такая четкая, как предыдущая, но зато более универсальная. Кроме того, при этой системе можно отличить любой провод на всем его протяжении, а не только по концам.

Для особо сложных схем, с большим количеством проводов и ответвлений в пучках, рекомендуется применять комбинированную систему маркировки, т. е. отличительную расцветку оплетки и номерные бирки на концах всех ответвлений.

---



## ПРИЛОЖЕНИЯ

# 1. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗ-А (пикап) и ГАЗ-АА (грузового)

Номинальное напряжение . . . . .	6 в
Полярность . . . . .	С массой соединен плюс
Предохранители . . . . .	Нет
Замок . . . . .	На выключателе зажигания; переключатель освещения, кнопка сигнала и выключатель стартера не запираются
Лампы . . . . .	В фарах: главные — „малый сван“ 21 + 21 свеча, стояночные 3 свечи, „стоп“ 21 свеча, в заднем фонаре и щитковая 3 свечи

## Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 6 в, 70 а-ч . . . . .	3-СТ-70	Звуковой сигнал . . . . .	—
Генератор 6 в, 60—80 вт . . . . .	ГБФ-4105	Кнопка сигнала . . . . .	КГФ-4503
Реле . . . . .	ЦБ-4118	Переключатель освещения (ПС) . . . . .	—
Стартер 6 в, 0,8 л. с. . . . .	МАФ-4006	Задний фонарь . . . . .	—
Выключатель стартера . . . . .	СВВ-1724	Выключатель стоп-сигнала (СС) . . . . .	—
Распределитель . . . . .	ИГФ-4003	Щитковая лампа (Л) . . . . .	—
Катушка зажигания . . . . .	ИГ-4085	Зажимовая коробка (КК) . . . . .	—
Свечи . . . . .	Д-20/20 или М-20/20		
Замок зажигания . . . . .	ЗФ-4514		

### Позиции переключателя света

№	С проводом 12 соединяются провода	Название
I	11, 13, 3 и 4	Стоянка ночью Езда днем
0	11	
II	11, 13, 9 и 10	Дальний свет
III	11, 13, 7 и 8	Ближний свет

### Расцветка проводов

1 — желтый с зеленой ниткой
2, 5, 6 — желтый с черной ниткой
3, 4 — черный с желтой ниткой
7, 8 — черный с зеленой ниткой
9, 10 — черный с красной ниткой
11, 14 — зеленый
12, 15, 19 — желтый
13, 18 — черный
16, 17 — красный

Примечания: 1. В автомобилях ГАЗ-А и ГАЗ-АА первого выпуска провод 2 был присоединен к левому, а провод 15 к правому зажиму коробки КК.

2. Провод 18 для щитковой лампы Л иногда берется от правого зажима амперметра.



## 2. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-М-1

Номинальное напряжение . . . . .	6 в
Полярность . . . . .	С массой соединен плюс
Предохранители . . . . .	Плавкий, один в цепи освещения
Замок . . . . .	На выключателе зажигания; остальные выключатели и кнопки не запираются
Лампы . . . . .	В фарах: фланцевые 32 + 21 свеча, в заднем фонаре 21 + 3 свечи, габаритные 3 свечи, плафон 15 свечей

### Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 6 в, 84 а-ч . . . . .	3-СТ-84	Реле сигналов . . . . .	ЦБ-68
Генератор 6 в, 100 вт . . . . .	ГМ-71	Кнопка сигналов . . . . .	КГ-4503
Реле . . . . .	ЦБ-4118	Переключатель света ручной (ПС) . . . . .	—
Стартер 6 в, 0,8 л. с. . . . .	МАФ-4006	Переключатель света ножной (НП) . . . . .	—
Выключатель статора . . . . .	СВВ-1724	Выключатель стоп-сигнала (В) . . . . .	—
Распределитель . . . . .	ИМ-91	Закуриватель (З) . . . . .	—
Катушка зажигания . . . . .	КМ-75	Плафон (П) . . . . .	—
Свечи . . . . .	М-15/15	Бензиномер (УБ) . . . . .	—
Замок зажигания (ВК) . . . . .	—	Реостат бензиномера . . . . .	—
Щитковая лампа (Л) . . . . .	—		
Сигнал низкого тона . . . . .	СБ-4661		
Сигнал высокого тона . . . . .	СБ-4662		

#### Переключатели света

Ручной переключатель:

1. Вдвинут до отказа — всё выключено
2. Выдвинут наполовину — провод 19 соединен с проводами 3, 4 и 13
3. Выдвинут до отказа — провод 19 соединен с проводами 13 и 6 и добавочное сопротивление R (в шунтовой цепи генератора) замкнуто накоротку

Ножной переключатель:

Соединяет провод 6 с проводами 9 и 10 или с проводами 7 и 8

#### Расцветка проводов

- |                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| 1, 12, 16, 17, 19 — желтый      | с             |
|                                 | красной       |
|                                 | ниткой        |
| 2 — желтый                      | с             |
|                                 | черной ниткой |
| 3, 4, 15 — красный              |               |
| 5, 7, 8, 21, 22 — желтый        |               |
| 6 — красный                     | с             |
|                                 | черной ниткой |
| 9, 10, 11, 14, 20 — зеленый     |               |
| 13, 18, 23, 24, 25, 26 — черный |               |

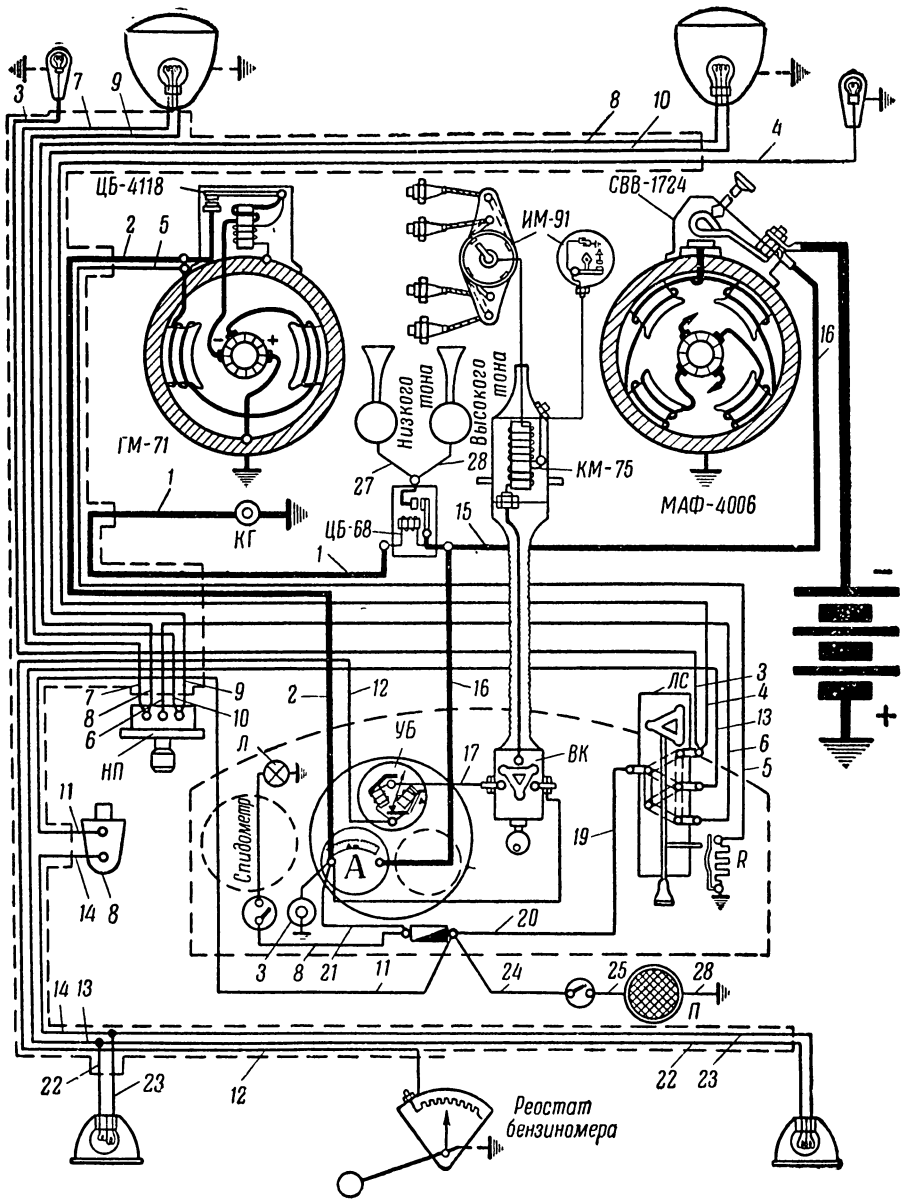


Рис. 135. Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-М-1

### 3. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ ГАЗ-67

Номинальное напряжение . . . . .	6 в
Полярность . . . . .	С массой соединен плюс
Предохранители . . . . .	Один на 15 а в цепи освещения и стоп-сигнала
Замок . . . . .	На выключателе зажигания; переключатель освещения, кнопка сигнала и выключатель стартера не запираются
Лампы . . . . .	В фарах: главные — фланцевые 32 + + 21 свечи, стояночные 3 свечи, стоп-сигнал и задний фонарь 21 + 3 свечи, щитковая 3 свечи

#### Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 6 в, 70 или 84 а-ч . . . . .	3-СТ-70 или 3-СТ-84	Переключатель света ручной (ПС) . . . . .	—
Генератор 6 в, 100 вт . . . . .	ГМ-71-Т	Переключатель света ножной (НП) . . . . .	—
Реле . . . . .	ЦБ-4118	Выключатель стоп-сигнала (В) . . . . .	—
Стартер 6 в, 0,8 л. с. . . . .	МАФ-4006	Предохранитель (П) . . . . .	—
Выключатель стартера . . . . .	СВВ-4001	Штепсельная розетка (ШТ) . . . . .	—
Распределитель . . . . .	ИМ-91 или Р-15	Амперметр (А) . . . . .	—
Катушка зажигания . . . . .	ИГ-4085	Щитковая лампа (Л) . . . . .	—
Свечи . . . . .	М-15/15	Фары (Ф) . . . . .	—
Замок зажигания <sup>1</sup> . . . . .	ЗФ-4514	Задний фонарь (комбинированный) (ЗФ) . . . . .	—
Сигнал безрупорный . . . . .	С-53		
Кнопка сигнала . . . . .	КГ-4503		

#### Переключатели света

Ручной:

- I. Вдвинут до отказа — всё выключено
- II. Выдвинут наполовину — провод 12 соединен с проводами 4, 5 и 11 (включены стояночные лампы фар и задний красный свет)
- III. Выдвинут до отказа — провод 12 соединен с проводами 6 и 11 (включены главные лампы фар и задний красный свет); добавочное сопротивление R закорочено

Ножной:

Провод 6 соединяется с проводами 7, 8 или с проводами 9 и 10

#### Расцветка проводов

Не нормирована

<sup>1</sup> Ставится без бронирующего шланга.



#### 4. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ЗИС-5

Номинальное напряжение . . . . .	6 в
Полярность . . . . .	С массой соединен плюс
Предохранители . . . . .	Плавкие, 2 шт., на 6 а в распределительном щитке
Замок . . . . .	На распределительном щитке; запирается всё, кроме кнопки стартера
Лампы . . . . .	В фарах: „малый сван“ 21 свеча, стояночные 3 свечи, „стоп“ 21 свеча, в заднем фонаре и щитковая 3 свечи (на автомобилях более позднего выпуска в фарах и заднем фонаре лампы 21 + 3 свечи)

#### Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 6 в, 98 а-ч . . . . .	3-СТ-98	Центральный переключатель . . . . .	КП-2 <sup>2</sup>
Генератор 6 в, 80 вт . . . . .	ГБФ-4600	Сигнал <sup>3</sup> . . . . .	—
Реле . . . . .	ЦБ-4118	Кнопка сигнала . . . . .	КГА-4507
Стартер 6 в, 0,8 л. с. . . . .	МАФ-4007	Выключатель стоп-сигнала (ВС) . . . . .	—
Включатель стартера . . . . .	СВВ-4001	Щитковая лампа (Л) . . . . .	—
Распределитель . . . . .	ИГЦ-4221 <sup>1</sup>	Задний фонарь . . . . .	—
Катушка зажигания . . . . .	ИГ-4085		
Свечи . . . . .	М-12/15		

#### Позиции центрального переключателя

Позиция	Соединены между собой клеммы										
	3	3	Б	6	7	8	9	10	11	15	5
0	■	■									
1	■	■	●					●	●	●	●
2	■	■	●	●	●	●		●	●	●	●
3	■	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●

#### Расцветка проводов

2	— белый
5, 7	— желтый
8	— черный
6	— синий
9	— красный
10, 12	— зеленый
13	— коричневый

Примечания: 1. Квадратиком обозначены токоподводящие зажимы, точкой — токоотводящие.

2. При вынутом ключе рукоятка переключателя запирается.

<sup>1</sup> На автомобилях выпуска последних лет — Р-16 и Р-33.

<sup>2</sup> С 1946 года ползунковый — П-2.

<sup>3</sup> С 1946 года — типа С-20.





## 5. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЯ „МОСКВИЧ“

Номинальное напряжение . . . . .	6 в
Полярность . . . . .	С массой соединен плюс
Предохранители . . . . .	Плавкие, 4 шт. в блоке предохранителей (на 40 а в цепи сигнала и по 15 а в цепях заднего фонаря и дальнего света правой и левой фар) и 1 шт. на 5 а в обмотке возбуждения генератора
Замок . . . . .	На выключателе зажигания . . . . .
Лампы . . . . .	В фарах — фланцевые 32+21 свеча и стояночные — сван-миньон 1 свеча, „стоп“ 21 свеча, задний фонарь 3 свечи, контрольная лампа генератора и плафон — сван-миньон 1 свеча, освещение приборов и контрольная лампа дальнего света — сван-миньон 2 свечи

### Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 6 в, 60 а-ч . . . . .	3-СТ-60	Фары . . . . .	ФГ-5
Генератор 6 в, 17 а, 100 вт . . . . .	Г-28	Задний фонарь и стоп . . . . .	ФП-5
Комбинация приборов . . . . .	КП-8	Переключатель света ножной . . . . .	П-23
Реостат бензиномера . . . . .	БМ-24	Контрольная лампа дальнего света (в спидометре — КЛ) . . . . .	—
Блок предохранителей . . . . .	ПР-11	Щитковая лампа (Л) . . . . .	—
Переключатель света ручной . . . . .	П-8	Плафон . . . . .	ПК-5
Реле обратного тока . . . . .	РС-28	Переключатель освещения . . . . .	П-20
Стартер 6 в, 0,6 л. с. . . . .	СТ-28	Контрольная лампа генератора . . . . .	ПД-20
Выключатель стартера . . . . .	ВК-28	Выключатель „стоп“ гидравлический . . . . .	ВК-12
Распределитель . . . . .	Р-28	Штепсельные контакты для переносной лампы (ШТ) . . . . .	—
Катушка зажигания . . . . .	Б-28		
Свечи . . . . .	НА-11/10-А		
Замок зажигания (ЗЖ) . . . . .	—		
Звуковой сигнал . . . . .	С-1		
Кнопка сигнала (КГ) . . . . .	—		

#### Переключатели света

<p><b>Ручной</b> Позиция I — свет выключен</p> <p>Позиция II — провод 3 соединен с проводами 16, 18, 19 (включены малые лампы фар и задний фонарь)</p> <p>Позиция III — провод 3 соединен с проводами 16 и 20 (включены фары и задний фонарь)</p> <p><b>Ножной</b> Соединяет провод 20 с проводами 22, 23 или с проводом 21</p>	
---	--

#### Расцветка проводов

<p>1, 3, 21, 26 6, 24, 25</p> <p>4А, 5А, 18, 19 20</p> <p>2, 9, 10, 11, 12, 13 4, 5, 15</p> <p>7, 8, 14 16, 17, 22, 23</p>	<p>— красный</p> <p>— красный с черной ниткой</p> <p>— желтый</p> <p>— желтый с красной ниткой</p> <p>— зеленый</p> <p>— коричневый</p> <p>— белый</p> <p>— черный</p>
--	--

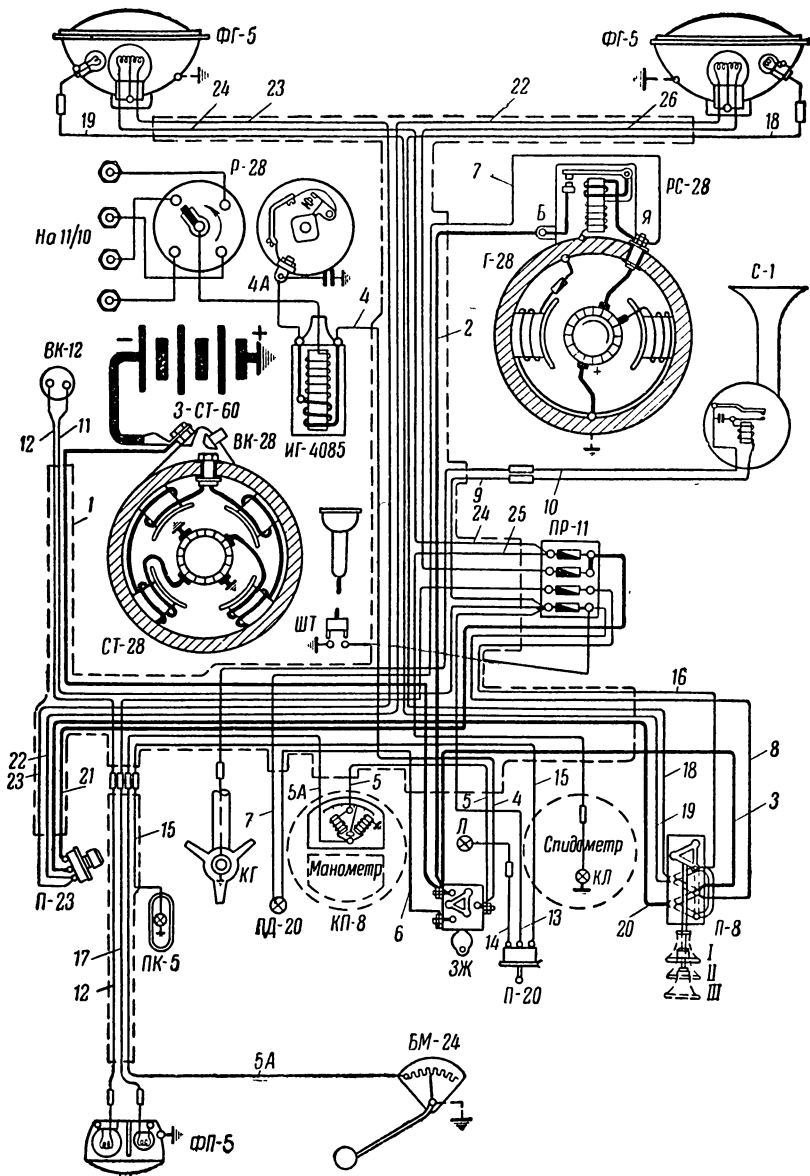


Рис. 138. Схема электрооборудования автомобиля „Москвич“

6. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ  
ГАЗ-М-20 („ПОБЕДА“)

Номинальное напряжение . . . . .	12 в
Полярность . . . . .	С массой соединен плюс
Предохранители . . . . .	Плавкие, 3 шт., в блоке предохранителей: в цепях приборов и заднего фонаря по 10 а, в цепи звуковых сигналов 20 а; термореле на 20 а на переключателе освещения; плавкий 1 шт. на 10 а в проводе к стеклоочистителю
Замок . . . . .	На выключателе зажигания
Лампы . . . . .	В фарах — фланцевые 50+21 св, габаритные передние и задние 21+6 св, номерная, плафон и подкапотная 3 св, стоп-сигнал 21 св, щитковые и контрольная — сван-мильон 1,5 св.

Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 12 в, 54 а-ч . . . . .	6-СТ-54	Щитковые лампы (освещения приборов, спидометра и часов — Л) . . . . .	—
Генератор 12 в, 18 а, 220 вт . . . . .	Г-20	Переключатель освещения приборов . . . . .	П-24
Реле-регулятор . . . . .	РР-12-А	Датчик температуры . . . . .	ТМ-2
Стартер 12 в, 1,7 л. с. . . . .	СТ-20	Датчик манометра . . . . .	ММ-4
Выключатель стартера . . . . .	ВК-14	Реостат бензиномера . . . . .	БМ-20
Распределитель . . . . .	Р-23	Переключатель сигналов поворота (ПП) . . . . .	—
Катушка зажигания . . . . .	Б-21 <sup>1</sup>	Прерыватель сигналов поворота (ПР <sup>1</sup> ) . . . . .	—
Свечи . . . . .	НМ-12/10-А	Контрольные лампы сигналов поворота (в щитке приборов К) . . . . .	—
Замок зажигания (ЗЖ) . . . . .	—	Стеклоочиститель . . . . .	СЛ-18-А
Сигнал низкого тона . . . . .	С-6	Выключатель стеклоочистителя . . . . .	—
Сигнал высокого тона . . . . .	С-7	Закуриватель . . . . .	ПТ-2
Реле сигналов . . . . .	РС-3	Подкапотная лампа . . . . .	ПД-2
Кнопка сигналов (КС) . . . . .	—	Штепсельная розетка для переносной лампы (ШТ) . . . . .	—
Переключатель света ручной . . . . .	П-6	Плафон кузова . . . . .	ПК-2
Переключатель света ножной (НП) . . . . .	—	Выключатель плафона ручной . . . . .	ВК-24
Блок предохранителей . . . . .	ПР-12	Выключатели плафона дверные <sup>1</sup> . . . . .	ВК-2
Фары . . . . .	ФГ-3	Выключатель стоп-сигнала . . . . .	ВК-10
Габаритные фонари передние (подфарники) . . . . .	ПФ-2		
Габаритные фонари задние (скомбинированные с сигналом поворота) . . . . .	ФП-2		
Комбинированный номерной фонарь и стоп-сигнал . . . . .	ФП-3		
Щиток приборов . . . . .	КП-7		
Контрольная лампа дальнего света (в спидометре — КЛ) . . . . .	—		

Переключатели света

Ручной	Положение I. Свет выключен
	Положение II. Ток поступает в провода 23, 24, 44 — включены подфарники, задние фонари, номерной фонарь и освещение приборов
	Положение III. Ток поступает в провода 20, 24, 44 — включены фары, задние фонари, номерной фонарь и освещение приборов.
Ножной	Соединяет токоподводящий зажим Б с зажимами ДС (дальний свет) или БС (ближний свет)

Расцветка проводов

2, 7, 49, 50	Красный
1, 3, 6, 8, 19, 21, 21А	Красный с черной ниткой
4, 18, 32, 33А, 33Б, 34, 34А, 34Б, 37, 37А, 38, 39, 44, 45, 46, 48	Желтый
10, 11, 22, 32А, 40, 40А, 40Б, 41, 42, 43	Желтый с черной ниткой
16, 20, 33, 35, 36	Белый
5, 9, 24, 25, 26, 26А, 26Б	Черный
12, 13, 14, 15, 27, 28, 29, 30	Зеленый
17, 23, 31, 47	Коричневый

<sup>1</sup> На автомобилях ГАЗ-М-20 первого выпуска:  
а) вместо катушки Б-21 ставится катушка Б-18, у которой зажим Р расположен на той же стороне, что и зажимы ВК и ВК-Б;  
б) отсутствуют прерыватель сигналов поворота и дверной выключатель ВК-2 правой двери.

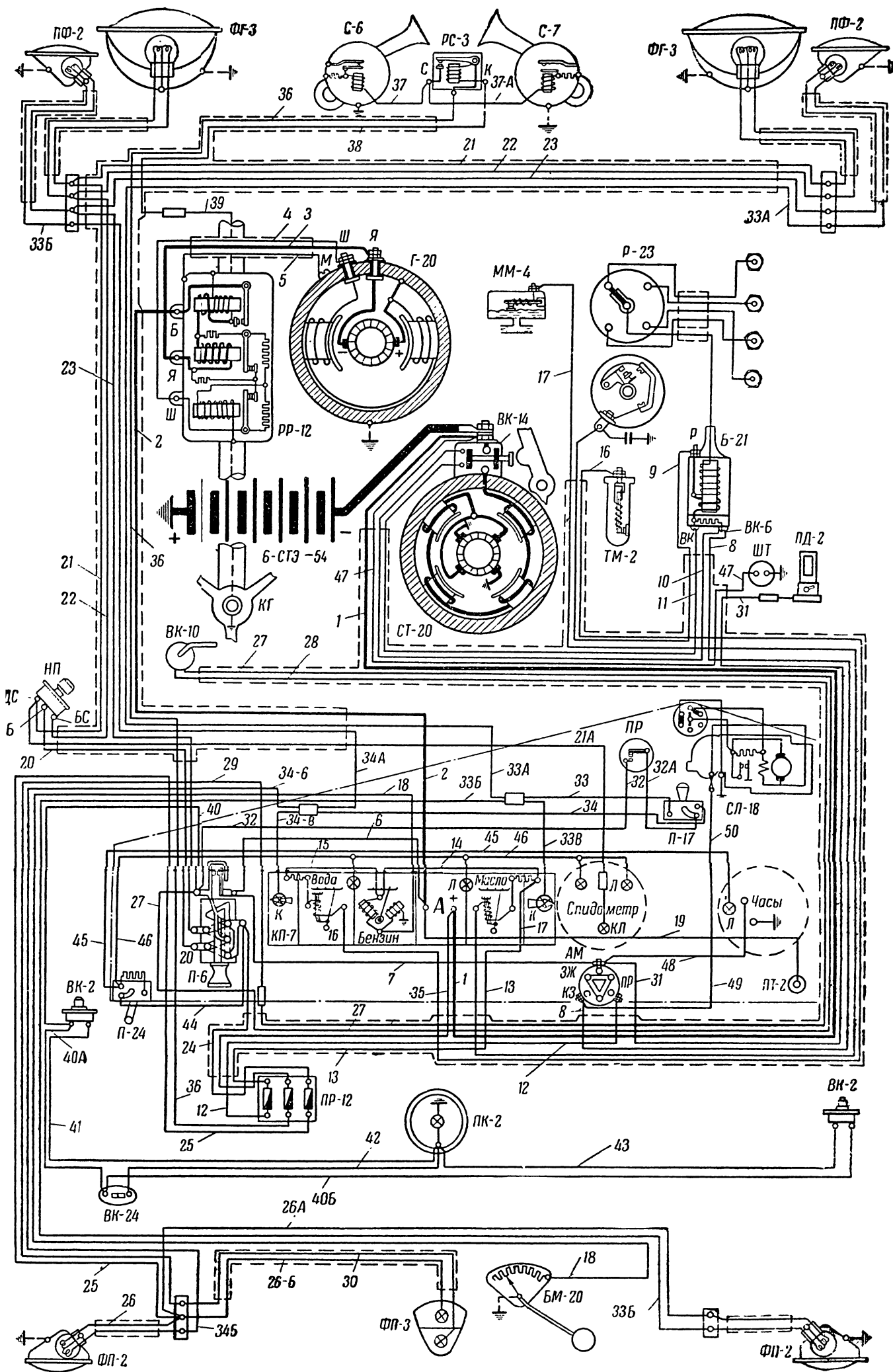


Рис. 139. Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-М-20 („Победа“)



## 7. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗ-51 и ГАЗ-63

Номинальное напряжение . . . . . 12 в  
 Полярность . . . . . С массой соединен плюс  
 Предохранители . . . . . Плавкие на 10 а, 3 шт., в блоке предохранителей и термореле на 20 а на переключателе освещения.  
 Замок . . . . . На выключателе зажигания  
 Лампы . . . . . В фарах — фланцевые 50+21 св, стоп и задний фонарь 21+6 св, габаритные 3 св, щитковые и контрольная — сван-миньон 1,5 св, подкапотная 3 св.

### Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 12 в, 65 а-ч . . . . .	6-СТ-65 <sup>1</sup>	Контрольная лампа дальнего света (в щитке приборов КЛ)	—
Генератор 12 в, 18 а, 220 в . . . . .	Г-21	Щитковые лампы (в щитке приборов Л)	—
Реле-регулятор . . . . .	РР-12А	Датчик температуры . . . . .	ТМ-2
Стартер 12 в, 1,7 л. с. . . . .	СТ-08	Датчик манометра . . . . .	ММ-4
Выключатель стартера . . . . .	ВК-14	Реостат бензиномера <sup>3</sup> . . . . .	БМ-20
Распределитель . . . . .	Р-20	Подкапотная лампа . . . . .	ПД-1
Катушка зажигания . . . . .	Б-21 <sup>1</sup>	Фары . . . . .	ГФ-2
Свечи . . . . .	НМ-12/10-А	Габаритные фонари (подфарники) . . . . .	ПФ-1
Замок зажигания (ЗЖ) . . . . .	—	Комбинированный задний фонарь . . . . .	ФП-1
Звуковой сигнал . . . . .	ВГ-4	Выключатель стоп-сигнала . . . . .	ВК-10
Кнопка сигнала . . . . .	—	Выключатель освещения щитка . . . . .	ВК-5
Переключатель света ручной . . . . .	П-3	Штепсельная розетка для переносной лампы (ШТ) . . . . .	47-К
Ножной переключатель света (НП) . . . . .	—		
Блок предохранителей . . . . .	ПР-10		
Щиток приборов . . . . .	КП-5		

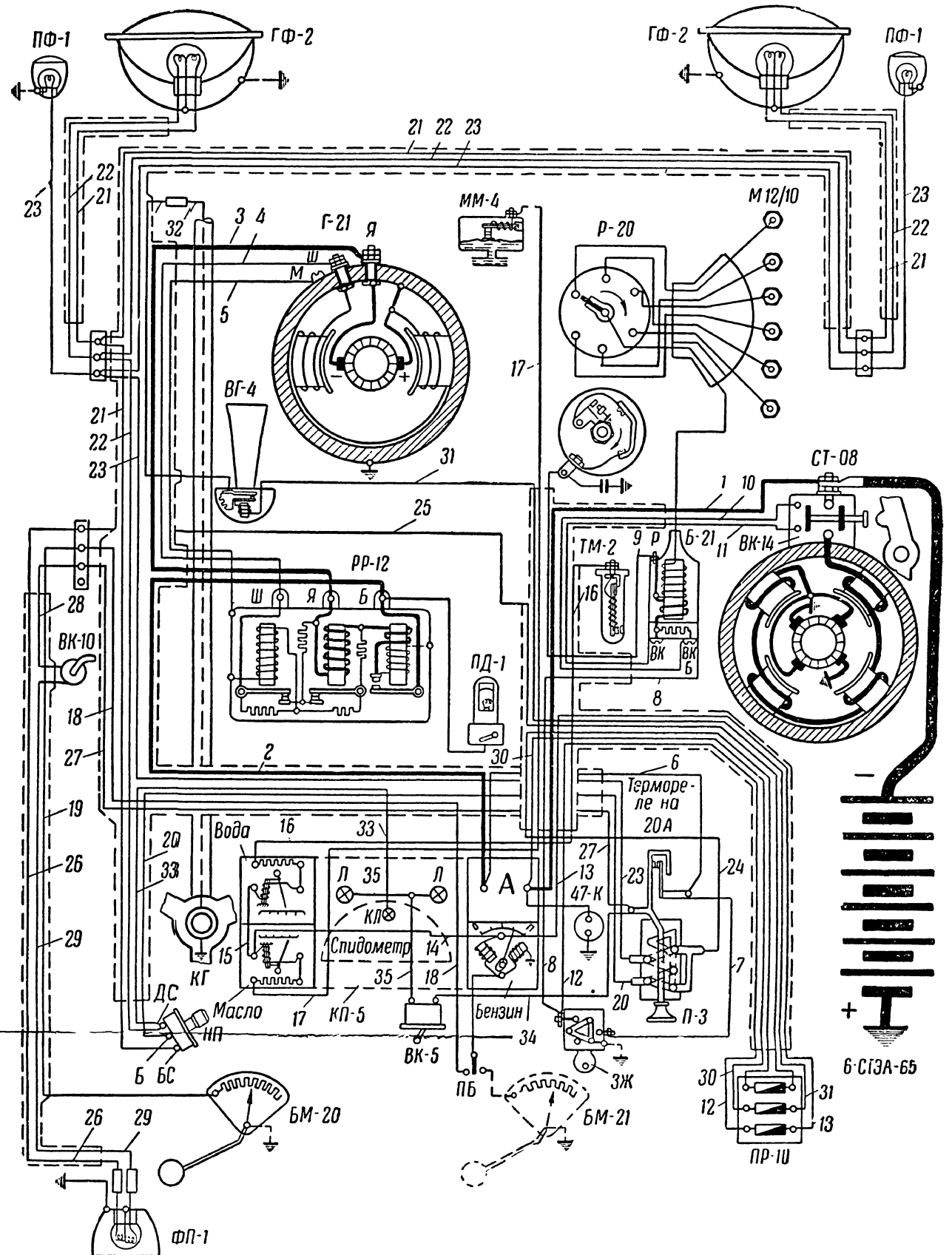
### Переключатели света

**Ручной**  
 Положение I. Свет выключен  
 Положение II. Ток поступает в провода 23 и 24 — включены подфарники и задний фонарь  
 Положение III. Ток поступает на провода 20 и 24 — включены фары и задний фонарь.  
**Ножной**  
 Соединяет токоподводящий зажим Б с зажимом ДС (дальний свет) или БС (ближний свет)

### Расцветка проводов

2, 7, 18, 19	Красный
1, 3, 6, 22, 33	Красный с черной ниткой
8	Красный с желтой ниткой
4, 30, 31, 32	Желтый
10, 11, 21, 34	Желтый с черной ниткой
16, 20	Белый
9, 24, 25, 26	Черный
12, 13, 14, 15, 27, 28, 29	Зеленый
17, 23	Коричневый

Расцветка остальных проводов не нормирована



<sup>1</sup> В автомобилях ГАЗ-51 первого выпуска ставятся: две батареи 6 в 3-СТ-84, соединенные последовательно, а также катушка зажигания Б-18, у которой зажим Р помещен на той же стороне, что и зажимы ВК и ВК-Б.  
<sup>2</sup> В случае необходимости могут применяться свечи: зимой — НМ-12/12-А, летом при тяжелых условиях эксплуатации — М-12/8.  
<sup>3</sup> На военных автомобилях, имеющих дополнительный бензобак, ставится второй реостат бензиномера БМ-21 и переключатель ПБ.

Рис. 140. Схема электрооборудования автомобилей ГАЗ-51 и ГАЗ-63



### 8. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ЗИМ

Номинальное напряжение . . . . . 12 в  
 Полярность . . . . . С массой соединен плюс  
 Предохранители . . . . . Плавкие, 3 шт., в блоке предохранителей: в цепи приборов и сигналов поворота 10 а, в цепи звуковых сигналов 20 а, в цепи радиоприемника и моторов вентиляторов отопителя и обдува переднего стекла — 10 а; термореле с кнопкой включения 2 шт., по 20 а в цепях закуривателей и освещения; термо-реле с кнопкой включения в корпусе часов; термо-реле на корпусе стеклоочистителя; плавкий 4 а на агрегате питания радиоприемника

Замок . . . . . На выключателе зажигания  
 Лампы . . . . . В фарах: фланцевые 50+40 св (или неразборный оптический элемент), габаритные передние и задние 21+6 св; стоп-сигнал 21 св; номерная, освещение багажника, подкапотная 3 св; плафон 6 св; освещение приборов, спидометра, часов и сигнальная дальнего света 1,5 св; сигнальных указателей поворота 1 св.

#### Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 12, в 68 а-ч . . . . .	6-СТ-68	Выключатель плафона кузова ручной . . . . .	ВК-24
Генератор 12, в 18 а, 220 вт . . . . .	Г-20	Выключатели плафона кузова дверные (4 шт.) . . . . .	ВК-2-А
Реле-регулятор . . . . .	РР-12-Б	Подкапотная лампа . . . . .	ПД-1
Стартер 12 в, 1,7 л. с. . . . .	СТ-20	Штепсельная розетка для переносной лампы . . . . .	47-К
Выключатель стартера . . . . .	ВК-14	Термореле с кнопочным включением на 20 а (2 шт.) . . . . .	ТР-2
Распределитель . . . . .	Р-20	Щиток приборов . . . . .	КП-10
Катушка зажигания . . . . .	Б-21-А	Лампы освещения приборов, спидометра и часов (Л) . . . . .	—
Свечи 14 мм . . . . .	НА-12-15-АГ	Лампа освещения орнамента (ЛО) . . . . .	—
Блок предохранителей фары . . . . .	ПР-12-Б	Контрольная лампа дальнего света (в спидометре — КД) . . . . .	—
Габаритные фонари передние . . . . .	ФГ-4	Контрольные лампы указателей поворота (в спидометре — КП) . . . . .	—
Габаритные фонари задние . . . . .	ФП-4	Контрольная лампа температуры воды в радиаторе (зеленая КР) . . . . .	—
Номерной фонарь . . . . .	ФП-10	Спидометр . . . . .	СП-21
Стоп-сигнал . . . . .	ФП-4	Часы . . . . .	АЧ-3
Выключатель стоп-сигнала . . . . .	ВК-12	Закуриватели . . . . .	ПТ-2
Переключатель сигналов поворота с автоматическим выключением (на рулевой колонке) . . . . .	П-36	Стеклоочиститель . . . . .	СЛ-24
Прерыватель сигналов поворота . . . . .	РС-55	Электромоторы отопителя и обдува переднего стекла (2 шт.) . . . . .	МЭ-6-Б
Замок зажигания (ЗЖ) . . . . .	—	Выключатель электромоторов отопителя и обдува стекла с реостатом (2 шт.) . . . . .	П-21-Б
Комплект звуковых сигналов высокого и низкого тона . . . . .	С-45	Агрегат питания радиоприемника . . . . .	—
Реле сигналов . . . . .	РС-3	Радиоприемник . . . . .	А-4
Кольцо сигналов (КС) . . . . .	—	Датчик термометра . . . . .	ТМ-2
Переключатель света ручной . . . . .	П-9	Датчик манометра . . . . .	ММ-4
Переключатель света ножной . . . . .	П-33	Датчик предельной температуры воды в радиаторе (ДР) . . . . .	—
Контрольная лампа ручного тормоза (красная КТ) . . . . .	ПД-20-Б	Реостат бензиномера . . . . .	БМ-20
Выключатель контрольной лампы ручного тормоза . . . . .	ВК-2-А		
Плафон кузова . . . . .	ПК-4		
Фонарь освещения багажника . . . . .	ФП-12		

#### Переключатели света

Ручной  
 Положение I. Свет выключен  
 Положение II. Ток поступает в провода 31, 32, 35 — включены передние и задние габаритные и номерной фонари и фонари освещения багажника, орнамента и приборов

Положение III. Ток поступает в провода 31, 32, 39 — включены фары, задние габаритные и номерной фонари и освещение багажника, орнамента и приборов

В положениях II и III поворотом рукоятки регулируется освещенность шкал приборов.

Ножной  
 Соединяет гокоподводящий зажим Б с зажимами ДС (дальний свет) или БС (ближний свет)

#### Расцветки проводов

3, 12, 13, 14, 48, 82  
 1, 9, 10, 44, 45, 46, 47, 51  
 4, 11, 49, 61, 65, 66, 68, 70, 72, 74, 83  
 40, 41, 42, 43, 53, 54, 64, 67  
 2, 5, 16, 23, 25, 27, 29, 30, 32, 33, 52, 77, 78, 80, 81, 85  
 8, 39, 62, 69, 71, 73, 75  
 6, 7, 60  
 15, 21, 22, 24, 26, 28, 50, 76  
 31, 55  
 17, 18, 19, 20, 56, 57, 58, 59  
 34, 35, 36, 37, 38, 63, 84  
 79

Красный  
 Красный с черной ниткой  
 Желтый  
 Желтый с черной ниткой  
 Черный  
 Белый  
 Белый с красной ниткой  
 Белый с черной ниткой  
 Белый с зеленой ниткой  
 Зеленый  
 Коричневый  
 Экранированный

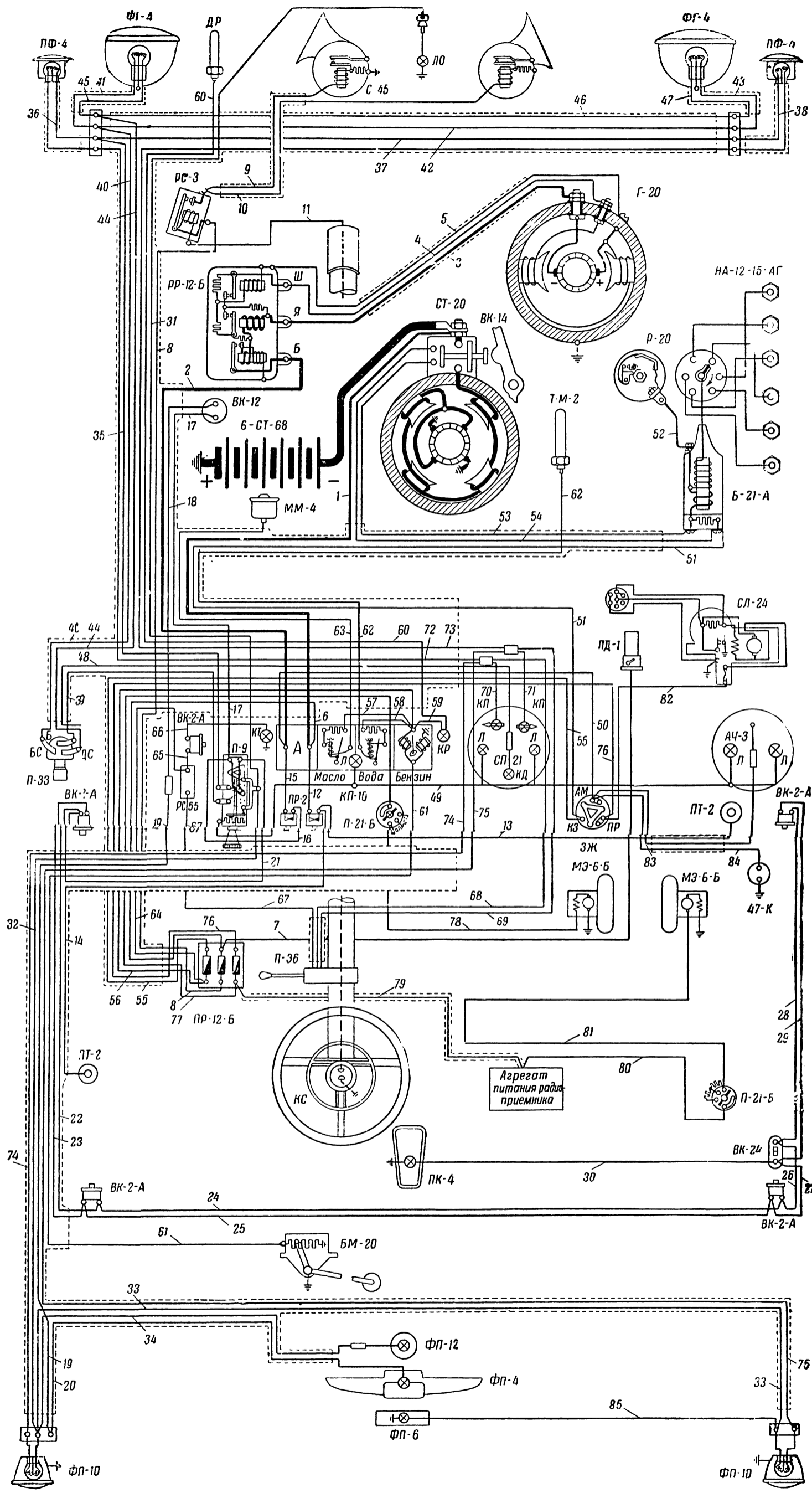


Рис. 141. Схема электрооборудования автомобиля ЗИМ





**9. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ЗИС-150 и ЗИС-151**

Номинальное напряжение . . . . . 12 в  
 Полярность . . . . . С массой соединен плюс  
 Предохранители . . . . . Термореле 15 а и в цепи звукового сигнала; термореле на 20 а, на переключателе света  
 Замок . . . . . На выключателе зажигания  
 Лампы . . . . . В фарах фланцевые 50+21 св, в подфарниках — 3 св, в заднем фонаре 21+6 св, щитковые и контрольная — сван-миньон — 1,5 св.

**Спецификация основных агрегатов**

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторная батарея 12 в, 84 а-ч . . . . .	6-СТЭА-84 <sup>1</sup>	Переключатель света ручной . . . . .	П-3
Генератор 12 в, 18 а, 220 вт . . . . .	Г-15-Б <sup>1</sup>	Переключатель света ножной . . . . .	П-13
Реле-регулятор . . . . .	РР-15	Выключатель „стоп“ . . . . .	ВК-10
Стартер 12 в, 1,7 л. с. . . . .	СТ-15	Щитс <sup>2</sup> приборов . . . . .	КП-5
Кнопка стартера . . . . .	ВК-4	Контрольная лампа дальнего света (в щитке приборов — КЛ) . . . . .	—
Распределитель . . . . .	Р-21	Лампы освещения приборов (в щитке приборов и манометра воздушного тормоза — Л) . . . . .	—
Катушка зажигания . . . . .	Б-21	Датчик температуры . . . . .	ТМ-2
Свечи . . . . .	НА-11/14А	Датчик манометра . . . . .	ММ-4
Замок зажигания (ЗЖ) . . . . .	—	Реостат бензинометра <sup>2</sup> . . . . .	БМ-22
Звуковой сигнал . . . . .	С-21	Штепсельная розетка для переносной лампы (ШП) . . . . .	—
Кнопка сигнала (КС) . . . . .	—		
Фары . . . . .	ФГ-1		
Габаритные фонари (подфарники) . . . . .	ПФ-3		
Комбинированный задний фонарь . . . . .	ФП-1		
Штепсельная розетка прицепа (ШП) . . . . .	—		

**Переключатели света**

Ручной	Положение I. Освещение выключено
Положение II. Ток поступает в провода 11, 12 и 17 (включены подфарники, освещение приборов и задний фонарь)	Положение III. Ток поступает в провода 12, 13 и 17 (включены фары, освещение приборов в задний фонарь).
Ножной	Соединяет токоподводящий зажим Б с зажимом ДС (дальний свет) или БС (ближний свет)

**Расцветка проводов**

1, 4	Красный
2, 4В, 9, 9А	Красный с белой ниткой
14, 14В, 14С, 14Д, 14Е	Красный с черной ниткой
2А, 3, 4А, 10, 12, 12А, 12В, 12С, 12Д, 19	Черный
11, 11В, 11С, 11Д	Черный с красной ниткой
17	Черный с белой ниткой
4С	Желтый
15, 15В, 15С, 15Д	Желтый с черной ниткой
16, 16А, 16В, 16С, 16Д, 16Е, 21	Зеленый
7	Синий
8	Синий с белой ниткой
13	Белый
5, 5А, 5В, 22, 23	Белый с черной ниткой
6, 6А	Белый с красной ниткой
20В	Коричневый
20	Коричневый с белой ниткой
20А	Коричневый с черной ниткой

<sup>1</sup> На автомобилях ЗИС-150 первого выпуска ставятся две батареи 6 в типа 3-СТЭ-98, соединенные последовательно, а также генератор Г-15 (12 в, 13 а, 150 вт).

<sup>2</sup> На военных автомобилях, имеющих дополнительный бензобак, ставится второй реостат бензинометра БМ-23 и переключатель ПБ.

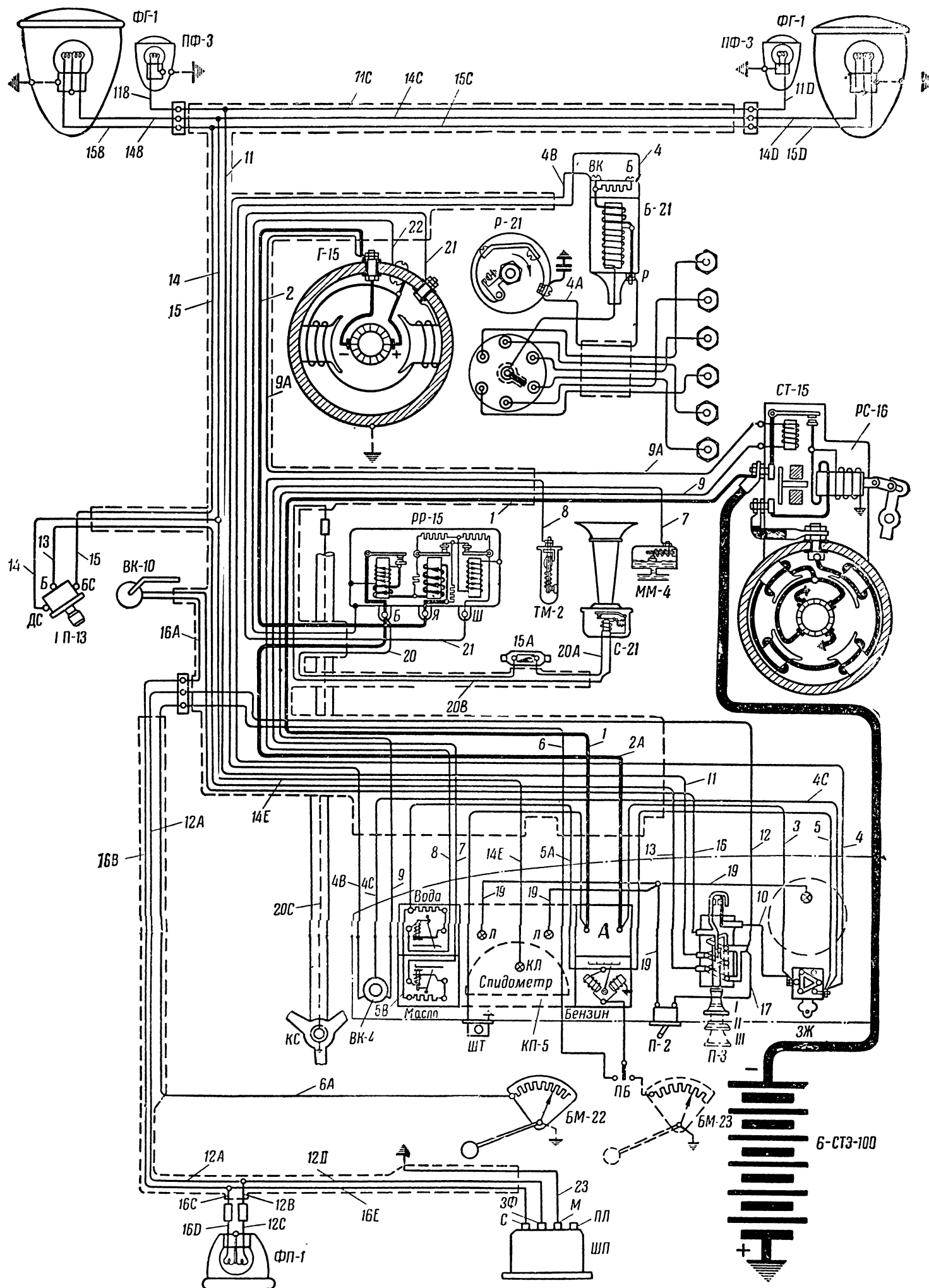


Рис. 142. Схема электрооборудования автомобилей ЗИС-150 и ЗИС-151



### 10. СХЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ЯАЗ-200 и МАЗ-200

Номинальное напряжение . . . . . 12 в  
 Полярность . . . . . С массой соединен плюс  
 Предохранители . . . . . Плавкие 3 шт. в блоке предохранителей: в главной цепи генератор — батарея 20 а, в цепи звукового сигнала, приборов, пускового обогревателя и датчика аварийного давления масла — по 10 а; термореле на переключателе света в цепи освещения и стоп-сигнала, на 20 а.

Замок . . . . . Нет  
 Лампы . . . . . В фарах фланцевые 50+21 св, в передних габаритных фонарях 3 св, в заднем фонаре 21+6 св, освещения приборов и сигнальные 1,5 св; плафон 15 св.

#### Спецификация основных агрегатов

Наименование	Тип	Наименование	Тип
Аккумуляторные батареи 12 в, 112 <sup>а</sup> -ч (2 шт.)	6-СТЭ-128	или 1 шт. . . . .	С-21
Генератор 12 в, 20 а, 250 вт . . . . .	Г-25	Реле звуковых сигналов . . . . .	РС-3
Реле-регулятор . . . . .	РР-25	Кнопка звуковых сигналов . . . . .	—
Стартер 24 в, 8 л. с. . . . .	СТ-25	Переключатель света ручной . . . . .	П-7
Включатель стартера ножной . . . . .	ВК-25	Переключатель света ножной . . . . .	П-34
Катушка зажигания пускового обогревателя	Б-17	Фары . . . . .	ФГ-1
Включатель пускового обогревателя	ВК-1	Габаритные фонари передние . . . . .	ПФ-3
Свеча пускового обогревателя . . . . .	СР-43	Задний фонарь (скомбинированный со стоп-сигналом) . . . . .	ФП-1-Б
Переключатель освещения приборов . . . . .	П-20	Выключатель стоп-сигнала (пневматический) . . . . .	ВК-13
Лампы освещения приборов (Л) с патронами	ПП-8-Б	Комбинация приборов . . . . .	КП-9
Контрольная лампа (КТ) торможения (в воздушном манометре) . . . . .	—	Включатель приборов . . . . .	ВК-26
Контрольная лампа пускового подогрева (в рукоятке включателя пускового обогревателя ВК-1) . . . . .	—	Манометр давления масла . . . . .	МД-5
Сигнальная лампа аварийного давления масла . . . . .	ПД-20	Воздушный манометр . . . . .	МД-1
Контрольная лампа (КД) дальнего света (в спидометре) . . . . .	—	Тахометр . . . . .	ТХ-1
Блок предохранителей . . . . .	ПР-13	Датчик термометра . . . . .	ТМ-2
Звуковой сигнал (комплект 2 шт.) <sup>2</sup> . . . . .	С-18	Датчик аварийного давления масла . . . . .	ММ-6-А
		Реостат бензиномера . . . . .	БМ-18
		Штепсельная розетка прицепа (ШП) . . . . .	—
		Штепсельная розетка переносной лампы (ШЛ) . . . . .	—
		Плафон . . . . .	ПК-2-Б

#### Переключатели света

Ручной  
 Положение I. Свет выключен  
 Положение II. Ток поступает в провода 10 и 11 — включены подфарники и задний фонарь  
 Положение III. Ток поступает в провода 10 и 12 — включены фары и задний фонарь.

Ножной  
 Соединяет токоподводящий зажим Б с зажимами ДС (дальний свет) или БС (ближний свет)

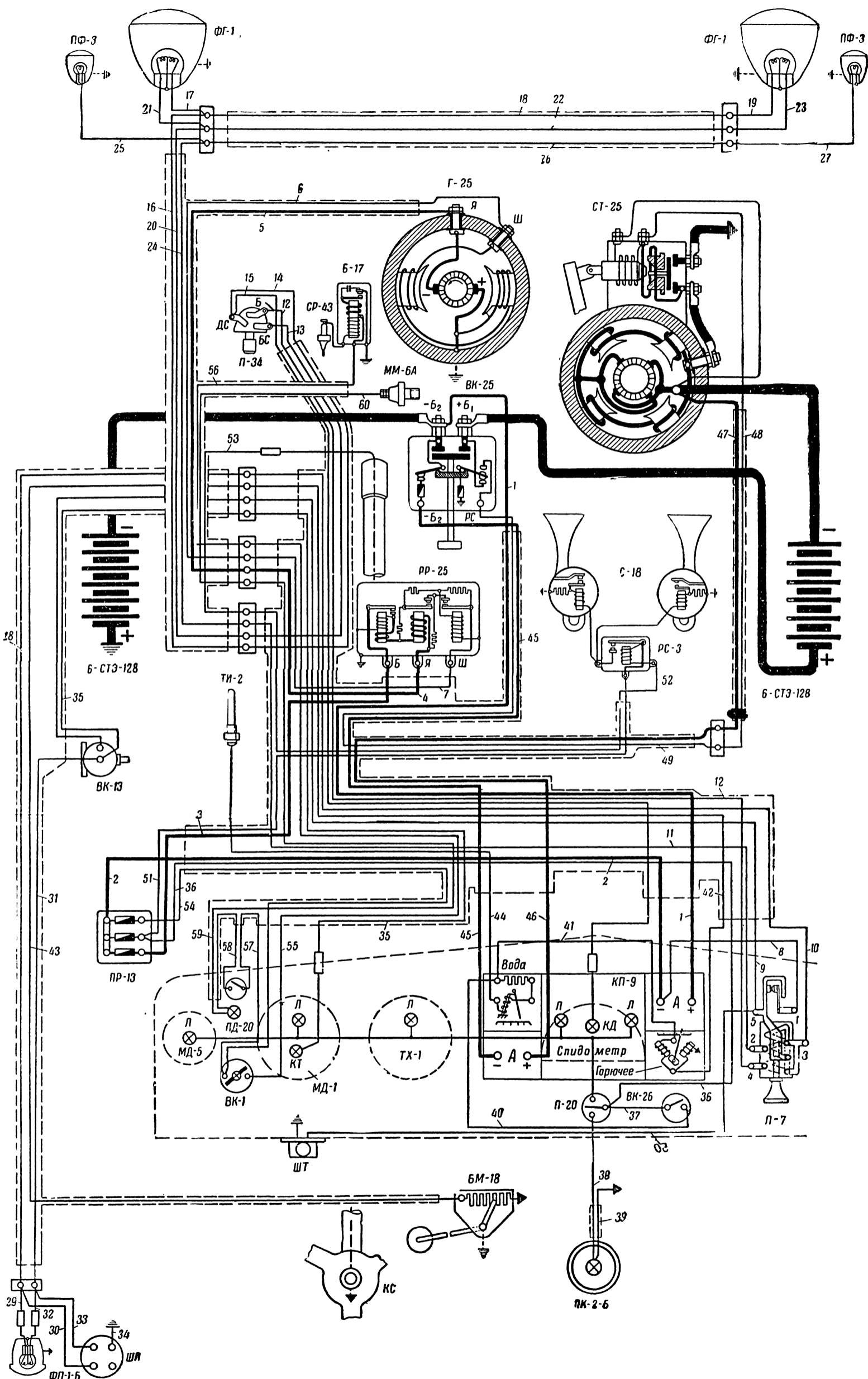
#### Расцветка проводов<sup>3</sup>

2, 4, 5, 8  
 9, 14, 15, 16, 17, 18, 19  
 6, 7, 11, 24, 25, 26, 27, 42, 43, 54, 57, 13, 20, 21, 22, 23, 59, 60  
 1, 3, 12, 58

36, 37, 48, 49, 55, 56

10, 28, 29, 30, 40, 44, 46, 47, 51, 31, 32, 33, 38, 41, 45, 52, 53, 34, 35, 39, 50

Красный  
 Красный с черной ниткой  
 Желтый  
 Желтый с черной ниткой  
 Белый (светло-желтый)  
 Белый (светло-желтый) с черной ниткой  
 Черный  
 Зеленый  
 Коричневый



<sup>1</sup> Емкость при десятичасовой разрядке.

<sup>2</sup> На автомобилях ЯАЗ-200 ставится один звуковой сигнал С-21, на автомобилях МАЗ-200 — комплект С-18 из двух сигналов с реле сигналов РС-3.

<sup>3</sup> Расцветка проводов указана для автомобиля ЯАЗ-200. В автомобиле МАЗ-200 расцветка проводов частично отличается от указанной.





## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5
<b>Глава I. Аккумуляторные батареи . . . . .</b>	<b>7</b>
1. Устройство и работа аккумулятора . . . . .	—
2. Характеристики свинцового аккумулятора . . . . .	9
3. Саморазряд и сульфатация свинцовых аккумуляторных батарей . . . . .	17
4. Технические нормы на стартерные аккумуляторные батареи . . . . .	22
5. Конструкция и типы стартерных аккумуляторных батарей . . . . .	23
6. Эксплуатация стартерных аккумуляторных батарей . . . . .	28
7. Зарядка аккумуляторных батарей . . . . .	34
<b>Глава II. Генераторы . . . . .</b>	<b>40</b>
8. Способы регулирования напряжения автомобильных генераторов . . . . .	40
9. Электромагнитный вибрационный регулятор напряжения . . . . .	41
10. Трехщеточный генератор . . . . .	62
11. Сравнение генераторов, имеющих регулятор напряжения, с трехщеточными генераторами . . . . .	71
12. Реле обратного тока и контроль зарядки аккумуляторной батареи . . . . .	75
13. Описание различных систем автомобильных генераторов . . . . .	79
14. Эксплуатация и регулировка автомобильных генераторов . . . . .	91
<b>Глава III. Свечи . . . . .</b>	<b>98</b>
15. Воспламенение смеси электрической искрой . . . . .	—
16. Устройство свечи и условия ее работы на двигателе . . . . .	100
17. Классификация свечей по материалу изоляторов . . . . .	102
18. Тепловая характеристика свечи . . . . .	104
19. Конструкция свечей . . . . .	106
20. Эксплуатация свечей . . . . .	112
<b>Глава IV. Батарейное зажигание . . . . .</b>	<b>117</b>
21. Принцип работы батарейного зажигания . . . . .	—
22. Характеристики батарейного зажигания . . . . .	120
23. Схемы батарейного зажигания для многоцилиндровых двигателей . . . . .	126
24. Регулирование опережения зажигания в распределителях . . . . .	130
25. Конструкция и описание систем батарейного зажигания . . . . .	134
<b>Глава V. Магнето . . . . .</b>	<b>150</b>
26. Принцип работы и основные типы магнето . . . . .	—
27. Характеристики магнето . . . . .	159
28. Конструкция и типы магнето . . . . .	163







