

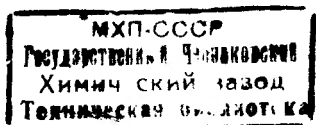
Б. С. ЗОТОВ, Н. М. ИЛЬИН

629.11
3-88

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

*Допущено Управлением учебных заведений
Министерства автомобильного транспорта
и шоссейных дорог СССР
в качестве учебника
для автомобильно-дорожных техникумов*

9105



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1956

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
46 99	5 снизу Рис. 32, подрисовочная подпись	его окиси обмоток возбуждения	гидрат его закиси обмотки статора
165	5 сверху	$C = \frac{I 10^6}{2\pi f U} \text{ мкф,}$	$C = \frac{I 10^6}{2\pi f J} \text{ мкф,}$
195	21 сверху	зажим 3 тягового реле — зажим реле включения 23 (C) — контакты 31—	зажим 33 (B) — блокирующий выключатель — выключатель зажигания

В книге рассматриваются устройство, работа, неисправности, регулировка приборов электрооборудования автомобилей ГАЗ-51, М-20, М-21, ЗИЛ-150, МАЗ-200 и тракторов С-80 и ДТ-54, а также генераторных установок автобусов ЗИЛ-155 и ЗИЛ-127.

Книга предназначена в качестве учебника для учащихся автомобильно-дорожных техникумов по специальности «Эксплуатация и ремонт автотранспорта» и соответствует программе этих техникумов.

Учебник рассчитан на учащихся, знающих основы электротехники, общее устройство и принципы работы приборов электрооборудования автомобилей и тракторов, изложенные в курсах «Общая электротехника» и «Устройство автомобилей и тракторов».

ВВЕДЕНИЕ

Создание новых конструкций автомобилей и тракторов тесно связано с непрерывным совершенствованием и освоением производства новых образцов приборов и аппаратов системы зажигания, пуска двигателя, сигнализации, освещения, приборов контроля давления масла и температуры охлаждающей жидкости в двигателе и др.

Повысились требования и к новым образцам приборов электрооборудования. Уменьшение веса при одновременном увеличении мощности электрических машин и приборов, увеличение надежности их работы и срока службы, обеспечение максимальной взаимозаменяемости деталей аналогичных приборов и машин, а также широкая унификация приборов и аппаратов системы электрооборудования — таковы основные требования массового производства. Особое внимание уделяется технологии производства деталей и узлов электрических машин и приборов.

Советские ученые и инженеры создают все более совершенные новые образцы отечественного электрооборудования автомобилей и тракторов.

Увеличение количества, а также и мощности потребителей электрической энергии на автомобилях (электродвигатели отопителя кабины и стеклоочистителя, большая мощность ламп фар, два задних фонаря, радиоприемник и др.) требует повышения мощности генераторов. Повышение мощности вместе с уменьшением габаритов генераторов будет достигнуто применением усиленного охлаждения обмоток и коллектора, увеличением скорости вращения якоря, применением провода обмотки якоря с венифлексовой изоляцией, допускающей большую рабочую температуру и не требующей хлопчатобумажной оплетки, увеличением тока возбуждения и другими конструктивными изменениями.

На тракторах все больше стали применяться дешевые, простые по конструкции и надежные в работе генераторы переменного тока с постоянными магнитами. Срок службы этих генераторов зависит в основном только от износа шариковых подшипников.

Синхронные генераторы переменного тока с электромагнитным возбуждением, применяемые на автобусах ЗИЛ-155 и ЗИЛ-127, в ближайшее время будут также устанавливаться и на грузовых, в первую очередь дизельных автомобилях. Небольшие габариты и вес, малый износ деталей, обеспечение заряда аккумуляторной батареи даже на малых оборотах холостого хода двигателя, боль-

ной срок службы (до 200 000 км пробега) являются основными достоинствами этого типа генераторов.

Реле-регуляторы новых конструкций отличаются малыми габаритами и весом и повышенной стабильностью поддерживаемого напряжения.

Разрабатываются новые малогабаритные, надежно действующие конструкции реле-регуляторов, обеспечивающих увеличение тока возбуждения, а следовательно, и мощности генераторов. Внедрение более совершенной магнитной системы регулятора, замена угольных сопротивлений проволочными и другие усовершенствования обеспечат стабильность регулируемого напряжения генератора при изменении нагрузки и оборотов генератора, а также увеличение срока службы регуляторов.

Установка на автомобили щелочных стартерных железо-никелевых аккумуляторных батарей, обладающих большим сроком службы и меньшими неисправностями по сравнению со свинцовыми батареями, обеспечит большую надежность электрооборудования.

Увеличение срока службы и повышение пусковой емкости свинцовых аккумуляторных батарей при пониженной температуре электролита будет и в дальнейшем достигаться уменьшением толщины пластин при одновременном увеличении их количества, уменьшением толщины и улучшением качества сепараторов, применением новых пластмасс для баков и другими усовершенствованиями.

Подготавливаются к выпуску новые конструкции прерывателей-распределителей, у которых автоматическое регулирование опережения зажигания будет осуществляться только одним вакуумным автоматом при изменении числа оборотов вала и нагрузки двигателя. В этих прерывателях-распределителях кулачок прерывателя является частью валика привода, что уменьшает разброс в угле опережения зажигания. Кроме того, такие прерыватели-распределители имеют меньшие габариты и вес. Для увеличения срока службы ротора и крышки распределителя, часто выходящих из строя, стали применять пластмассу со слюдяным наполнителем вместо древесной муки, что повысило электрическую прочность этих деталей.

Внедрено в производство изготовление малогабаритных, полностью герметизированных конденсаторов, у которых электродами служит тонкий слой металла, напыленный с обеих сторон бумажного диэлектрика. При пробое металлизированного диэлектрика конденсаторов не происходит замыкание его электродов вследствие разрушения металла электрической искрой, и конденсатор самовосстанавливается.

Подготовлена к производству наполненная маслом катушка зажигания, что обеспечит повышение надежности работы и prolongation срока службы ее за счет улучшения изоляционных свойств обмоток и других конструктивных изменений.

Для повышения экономичности двигателей предусмотрено увеличение зазора между электродами свечей зажигания до 1 мм. При этом для обеспечения надежности работы двигателя потребуются новые конструкции катушек зажигания, вторичное напряжение которых должно быть увеличено, примерно, на 25% по сравнению с напряжением, развиваемым во вторичной цепи выпускаемых в данное время катушек.

В разрабатываемых конструкциях стартеров в целях снижения потребляемого тока и оборотов при наибольшей мощности будет увеличено число пазов сердечника якоря и уменьшено сечение провода, что позволит применять аккумуляторные батареи меньшей емкости. Одновременно внедряется привод с принудительным перемещением шестерни по спиральным пазам вала, что обеспечит безударное зацепление ее с венцом маховика. При такой системе привода уменьшаются габариты тягового реле стартера.

Для повышения силы света фар при одновременном уменьшении ослепления водителей встречного транспорта намечено изменить оптическую систему фар путем применения других форм рассеивателя, отражателя и спиралей накаливания. Применение стеклянных, полностью герметизированных фар на легковых автомобилях увеличится.

В целях обеспечения большей безопасности движения автомобиля путем уменьшения ослепления водителей встречного транспорта разрабатывается система поляризованного освещения. При этой системе в центре рассеивателей фар и в ветровых стеклах крепятся тонкие пленки, имеющие микроскопические, одинаково ориентированные кристаллы поляроида. При такой системе свет встречного автомобиля почти полностью поглощается и будет виден водителем в виде слабо светящихся пятен.

Для повышения экономичности внутреннего освещения автобусов будут применяться люминесцентные лампы вместо ламп накаливания, что позволит снизить мощность генераторов.

Большое внимание уделяется разработке более надежных в работе, малогабаритных контрольно-измерительных и сигнализационных приборов, выключателей и переключателей света и других приборов электрооборудования.

Средний срок службы приборов электрооборудования автомобилей стандартного типа колеблется в пределах 40 000—75 000 км пробега.

Перед заводами автотракторного электрооборудования поставлена задача выпуска в ближайшее время более совершенных, малогабаритных, износостойких, надежно действующих приборов и электрических машин электрооборудования автомобилей, срок службы которых до капитального ремонта был бы не менее 100 000 км пробега.

Большое количество разнообразных по конструкции и принципу работы приборов и аппаратов электрооборудования автомобилей и тракторов требует от техника глубоких знаний и практических навыков, обеспечивающих поддержание автомобильного

и тракторного парка в постоянной технической готовности и увеличение межремонтных пробегов машин.

Известно, что 20—30% всех неисправностей автомобилей и тракторов вызывается системой электрооборудования. Для предупреждения и устранения этих неисправностей необходимо глубоко знать теорию и конструкцию приборов электрооборудования, уметь определять и устранять неисправности, а для их предупреждения своевременно и тщательно производить техническое обслуживание этих приборов. Только при соблюдении этих условий возможно снизить простои машин и тем облегчить выполнение основной задачи — повысить производительность и улучшить использование автомобильного и тракторного парка в народном хозяйстве СССР.

Глава I

СТАРТЕРНЫЕ АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ

§ 1. Требования, предъявляемые к стартерным аккумуляторным батареям

Аккумуляторная батарея на автомобиле служит для питания всех потребителей электрической энергии при неработающем двигателе (стартер, освещение и т. д.) и при работе его на малых оборотах, а также для питания потребителей совместно с генератором, когда потребляемый ими ток превышает допустимую для генератора величину.

Аккумуляторные батареи, устанавливаемые на автомобилях, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

1) выдерживать резкие колебания разрядного тока при незначительном короблении пластин и снижении емкости;

2) обладать большой емкостью и малым внутренним сопротивлением при малом размере и весе;

3) кратковременно отдавать большой ток при малом внутреннем падении напряжения, чтобы обеспечить нормальную работу стартера при пуске двигателя;

4) иметь большую механическую прочность баков, пластин и сепараторов, что обеспечит увеличение срока службы батареи;

5) обладать незначительным саморазрядом.

Технические требования к аккумуляторным батареям установлены ГОСТ 959—51.

§ 2. Химические процессы в свинцовом аккумуляторе при разряде

В заряженном аккумуляторе активная масса положительных пластин состоит из перекиси свинца (PbO_2) темнокоричневого цвета, а активная масса отрицательных пластин — из губчатого свинца (Pb) серого цвета. При этом удельный вес (плотность) электролита в зависимости от времени года и района эксплуатации колеблется в пределах $1,24 \div 1,31$, а э. д. с. аккумулятора, находящегося в покое (отключенного от цепи), будет соответственно равна $2,08 \div 2,15$ в.

Электродвижущая сила покоя аккумулятора E_0 изменяется в зависимости от удельного веса электролита, находящегося в порах пластин, и определяется по эмпирической формуле:

$$E_0 = 0,84 + \gamma,$$

где: γ — удельный вес электролита при $15^\circ C$.

Изменение удельного веса электролита в порах пластин вызывает изменение э. д. с. покоя аккумулятора.

Химические процессы на отрицательных пластинах при разряде аккумулятора. Часть серной кислоты H_2SO_4 в электролите всегда диссоциирована на положительные ионы водорода $2H^+$ и отрицательные ионы кислотного остатка SO_4^{--} (рис. 1).

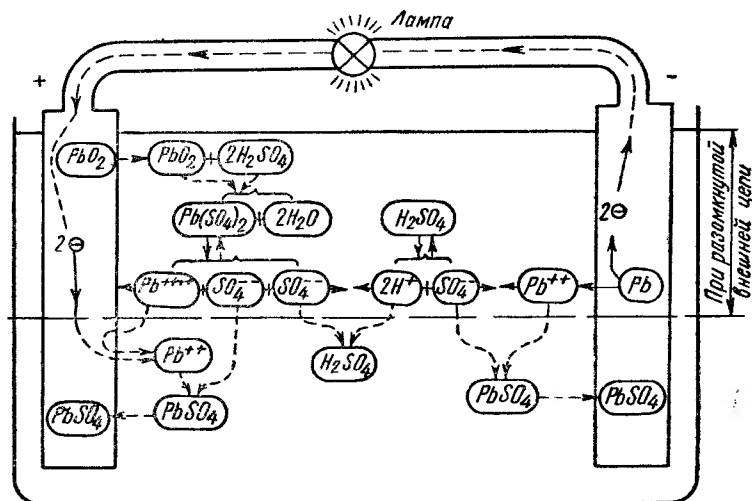
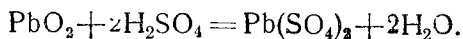


Рис. 1. Схема химических процессов в свинцовом аккумуляторе при разряде

При разряде аккумулятора свинец Pb активной массы отрицательных пластин, частично растворяясь в электролите, выделяет в него положительные ионы двухвалентного свинца Pb^{++} ; при этом на свинцовых пластинах остаются избыточные электроны, что и обеспечивает этим пластинам отрицательный потенциал.

Перекись свинца PbO_2 активной массы положительных пластин растворяется в электролите в меньшем количестве, чем свинец отрицательных пластин. PbO_2 , вступая в химическую реакцию с серной кислотой H_2SO_4 , образует сульфат четырехвалентного свинца $Pb(SO_4)_2$ и воду $2H_2O$:



При этом $Pb(SO_4)_2$ диссоциирует на положительные ионы четырехвалентного свинца Pb^{++++} и отрицательные ионы кислотного остатка $2SO_4^{--}$. Положительные ионы четырехвалентного свинца Pb^{++++} выделяются на пластинах, что и сообщает им положительный потенциал. При разомкнутой внешней цепи процесс на этом приостанавливается.

При замыкании зажимов аккумулятора под действием э. д. с. во внешней цепи устанавливается направленное движение свободных электронов от отрицательного зажима к положительному.

Положительные ионы свинца Pb^{++} , соединяясь у отрицательных пластин с отрицательными ионами кислотного остатка SO_4^- образуют сернокислый свинец $PbSO_4$ (сульфат свинца); который осаждается на поверхности активной массы отрицательных пластин в виде очень мелких кристаллов. По мере разряда аккумулятора активная масса отрицательных пластин преобразуется из губчатого свинца Pb в сернокислый свинец $PbSO_4$ с изменением серого цвета в светлосерый.

Химические процессы на положительных пластинах при разряде аккумулятора. Электроны, притекающие из внешней цепи к положительным пластинам, соединяются с положительными ионами четырехвалентного свинца Pb^{++++} (в активной массе пластин) и превращают их в двухвалентные ионы свинца Pb^{++} . Последние переходят в электролит и, соединяясь с отрицательными ионами кислотного остатка SO_4^{--} , образуют сернокислый свинец $PbSO_4$ (сульфат свинца), который осаждается на поверхности активной массы положительных пластин в виде очень мелких кристаллов. Следовательно, активная масса положительных пластин по мере разряда аккумулятора преобразуется из перекиси свинца PbO_2 в сернокислый свинец $PbSO_4$ с изменением ее цвета из темнокоричневого в коричневый.

Таким образом, в процессе разряда аккумулятора губчатый свинец Pb и перекись свинца PbO_2 активных масс отрицательных и положительных пластин преобразуются в сернокислый свинец $PbSO_4$.

В период разряда аккумулятора во внешней цепи непрерывно поддерживается направленное движение свободных электронов, а в электролите — направленное движение ионов.

Практически при допустимом разряде аккумулятора в химических реакциях участвует не более 20—25% активной массы пластин, так как к глубоким слоям активной массы вследствие недостаточной ее пористости электролит не проникает. Отложение кристаллов $PbSO_4$ на поверхности стенок пор активной массы также препятствует проникновению электролита к глубоким слоям ее.

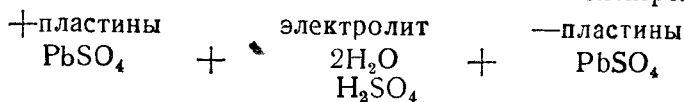
В процессе разряда вследствие затраты серной кислоты H_2SO_4 на образование сернокислого свинца $PbSO_4$ при одновременном выделении вместо нее воды H_2O удельный вес электролита уменьшается с $1,24 \div 1,31$ до $1,12 \div 1,19$.

Изменение удельного веса электролита является одним из основных показателей степени разряда аккумулятора.

Вследствие уменьшения удельного веса электролита по мере разряда аккумулятора его э. д. с. покоя снижается до $1,96 \div 2,03$ в.

В результате преобразования части активной массы пластин при разряде из PbO_2 и Pb в $PbSO_4$, а также уменьшения удельного веса электролита внутреннее сопротивление аккумулятора возрастает в несколько раз (см. § 4).

Состояние разряженного аккумулятора характеризуется следующим химическим составом пластин и составом электролита:



При этом удельный вес электролита $\gamma = 1,12 \div 1,19$, а э. д. с. покоя аккумулятора $E_0 = 1,96 \div 2,03$ в.

§ 3. Химические процессы в свинцовом аккумуляторе при заряде

Для обеспечения правильного заряда аккумулятора он должен быть включен параллельно в цепь источника постоянного тока (генератор, выпрямитель), напряжение которого должно превышать э. д. с. включаемого аккумулятора (или аккумуляторов).

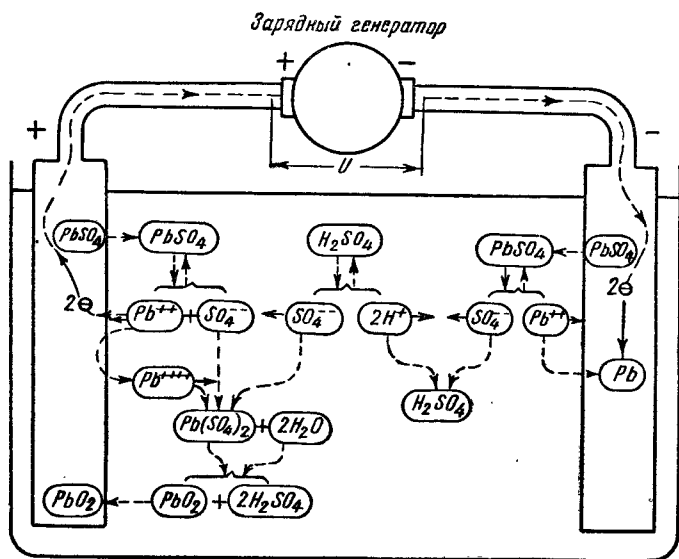


Рис. 2. Схема химических процессов в свинцовом аккумуляторе при заряде

При заряде аккумуляторов под влиянием избыточного напряжения источника тока устанавливается направленное движение электронов от заряжающего источника к отрицательным пластинам заряжающегося аккумулятора.

Небольшая часть сернокислого свинца PbSO_4 отрицательных и положительных пластин всегда диссоциирована в электролите на положительные ионы Pb^{++} и отрицательные ионы SO_4^{--} , а часть серной кислоты H_2SO_4 диссоциирована на положительные ионы 2H^+ и отрицательные ионы SO_4^{--} (рис. 2).

Химические процессы на отрицательных пластинах при заряде аккумулятора. При заряде аккумуля-

тора свободные электроны, притекающие от источника к отрицательным пластинам, притягивают к себе положительные ионы двухвалентного свинца Pb^{++} , который, присоединив к себе недостающее количество электронов, превращается в нейтральный атом металлического свинца.

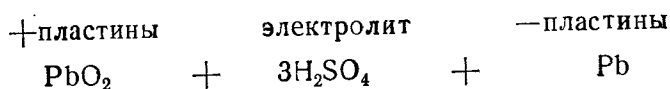
Отрицательные ионы кислотного остатка SO_4^{--} , соединяясь с положительными ионами водорода $2H^+$, образуют серную кислоту H_2SO_4 , которая выделяется в электролит.

В процессе заряда активная масса отрицательных пластин постепенно превращается из сернокислого свинца $PbSO_4$ в губчатый свинец Pb .

Химические процессы на положительных пластинах при заряде аккумулятора. При заряде аккумулятора положительные ионы двухвалентного свинца Pb^{++} (образовавшиеся в электролите в результате диссоциации в нем $PbSO_4$), выделяясь на положительных пластинах, отдают два электрона в цепь (что и обеспечивает поддержание тока в цепи) и преобразуются в четырехвалентные ионы свинца Pb^{++++} . Ионы четырехвалентного свинца, соединяясь с отрицательными ионами кислотного остатка $2SO_4^{--}$, образуют сульфат четырехвалентного свинца $Pb(SO_4)_2$, который вступает в реакцию с двумя молекулами воды $2H_2O$ и в процессе обмена ионами преобразуется в перекись свинца PbO_2 с выделением двух молекул серной кислоты $2H_2SO_4$. Следовательно, в процессе заряда активная масса положительных пластин превращается из $PbSO_4$ в PbO_2 (темнокоричневого цвета).

В аккумуляторе химические реакции протекают в электролите не только между пластинами, но и в порах активной массы каждой пластины.

Состояние заряженного аккумулятора характеризуется следующим химическим составом пластин и составом электролита:



При этом удельный вес электролита $\gamma = 1,24 \div 1,31$, а э. д. с. покоя аккумулятора $E_0 = 2,08 \div 2,15$ в.

Таким образом, в процессе заряда аккумулятора активная масса отрицательных пластин преобразуется из сернокислого свинца $PbSO_4$ в чистый губчатый свинец Pb , а активная масса положительных пластин преобразуется из $PbSO_4$ в перекись свинца PbO_2 ; удельный вес электролита увеличивается с $1,12 \div 1,19$ до $1,24 \div 1,31$.

Изменения химического состояния пластин, удельного веса электролита и э. д. с. покоя при разряде и заряде аккумулятора можно представить в виде схемы заряда-разряда.

Сплошными и пунктирными стрелками показаны изменения, соответственно протекающие при разряде и заряде аккумулятора.

Схема заряда-разряда аккумулятора

Состояние аккумулятора	Химический состав			Удельный вес электролита	Э. д. с. покоя
	положительных пластин	отрицательных пластин	электролита		
Разряжен ↑	PbSO ₄ ↑	PbSO ₄ ↑	2H ₂ O ↑	1,12 ÷ 1,19 ↑	1,96 ÷ 2,03 ↑
Заряжен ↓	PbO ₂ ↓	Pb ↓	2H ₂ SO ₄ ↓	1,24 ÷ 1,31 ↓	2,03 ÷ 2,15 ↓

Как только активная масса пластин преобразуется в PbO₂ и Pb, то при дальнейшем заряде аккумулятора удельный вес электролита и э. д. с. аккумулятора перестают повышаться, что служит признаком конца заряда аккумулятора. При дальнейшем заряде будет происходить только разложение воды на водород и кислород, которые, выделяясь из электролита в виде пузырьков газа, вызывают его «кипение».

Следует отметить, что в процессе заряда при большом зарядном токе внутри пор активной массы положительных пластин происходит бурное образование серной кислоты (так же, как в процессе разряда при большом разрядном токе происходит бурное образование воды), что требует интенсивной циркуляции электролита через поры активной массы, и для этого сепараторы ребристой стороной обращены к положительным пластинам.

Вследствие увеличения при заряде удельного веса электролита и изменения химического состояния активной массы положительных и отрицательных пластин э. д. с. аккумулятора увеличивается до 2,15 в.

В процессе заряда концентрация электролита в порах активной массы положительных пластин повышена, и это обстоятельство вызывает дополнительное увеличение э. д. с. аккумулятора.

В конце заряда, когда на пластинах и в порах активной массы будет выделяться большое количество ионов водорода и кислорода, э. д. с. аккумулятора еще дополнительно возрастет на 0,33 в и достигнет величины порядка 2,7 в.

§ 4. Внутреннее сопротивление аккумулятора

От величины внутреннего сопротивления аккумуляторов батареи зависит величина тока, потребляемого стартером и другими потребителями.

Внутреннее сопротивление заряженного аккумулятора, равное ~ 0,0015 ÷ 0,0001 ома, по мере его разряда увеличивается до 0,02 ома в результате уменьшения удельного веса электролита и увеличения количества PbSO₄ в активной массе пластин.

Внутреннее сопротивление аккумулятора уменьшается с увеличением количества пластин и их размера, с уменьшением расстояния между пластинами, при увеличении пористости сепараторов, с увеличением удельного веса электролита, с уменьшением количества кристаллов PbSO_4 в активной массе пластин и при увеличении температуры электролита.

Внутреннее сопротивление аккумулятора $r_{\text{акк}}$ определяется при его разряде по формуле:

$$r_{\text{акк}} = \frac{E_0 - U}{I_p},$$

где: E_0 — э. д. с. покоя аккумулятора;

U — напряжение на зажимах аккумулятора при разряде;

I_p — величина разрядного тока.

Внутреннее сопротивление полностью заряженного аккумулятора при температуре электролита $+20^\circ\text{C}$ с достаточной точностью можно определить по эмпирической формуле:

$$r_{\text{акк}} = \frac{0,1161}{Q_{\text{ном}}},$$

где $Q_{\text{ном}}$ — номинальная емкость аккумуляторной батареи.

§ 5. Характеристики разряда аккумулятора

При испытании аккумуляторной батареи с целью определения ее номинальной емкости разряжают полностью заряженную батарею током, соответствующим 0,1 ее номинальной емкости, при температуре электролита $+30 \pm 2^\circ\text{C}$ до конечного напряжения 1,7 в на зажимах отстающего аккумулятора. В процессе испытания с помощью реостата поддерживают постоянную величину разрядного тока и измеряют удельный вес электролита и напряжение на зажимах каждого аккумулятора. По полученным данным строят кривые (рис. 3) — характеристики разряда аккумуляторов.

Емкость аккумулятора определяется по формуле $Q_p = I_p \cdot t_p$ и представляет собой количество электричества в ампер-часах, которое отдает заряженный аккумулятор при его разряде до допустимого предела.

В начале разряда аккумулятора вследствие образования воды внутри пор активной массы положительных пластин удельный вес электролита в порах этих пластин быстро уменьшается, что вызывает уменьшение э. д. с. аккумулятора. За период всего времени разряда аккумулятора вследствие неодинакового удельного веса электролита внутри пор активной массы пластин и окружающего пластины происходит диффузия электролита внутрь пор пластин. Так как величина разрядного тока остается постоянной, количество серной кислоты, затрачиваемой на преобразование перекиси свинца в сернокислый свинец и образование воды внутри пор активной массы положительных пластин в единицу времени, будет также постоянным; поэтому удельный вес электро-

лита будет уменьшаться по закону прямой. За этот период времени разряда прямая, характеризующая снижение э. д. с. покоя аккумулятора E_0 , будет параллельна прямой снижения удельного веса электролита.

В конце разряда аккумулятора снижается скорость диффузии электролита в поры активной массы пластин, а следовательно, уменьшается удельный вес электролита внутри пор пластин, а вместе с этим резко снижается э. д. с. аккумулятора E .

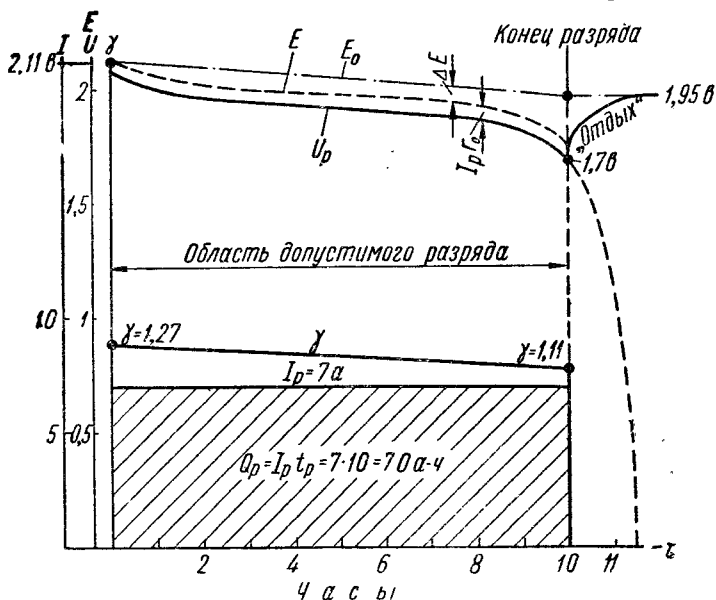


Рис. 3. Характеристики разряда аккумулятора

Причиной уменьшения скорости диффузии электролита является отложение кристаллов $PbSO_4$ на поверхности пор активной массы, а так как объем $PbSO_4$ больше объема PbO_2 и Pb , то поры постепенно сужаются и диффузия затрудняется.

Уменьшение пор происходит в первую очередь в поверхностных слоях активной массы, так как они вследствие лучших условий химического контакта с электролитом разряжаются быстрее внутренних слоев. При дальнейшем разряде, когда вступят в химическую реакцию внутренние слои активной массы, поры поверхностных слоев будут сужены, что затруднит доступ электролита к внутренним слоям активной массы; вследствие этого удельный вес электролита внутри пор резко уменьшится, а вместе с этим резко уменьшатся э. д. с. и напряжение аккумулятора.

При разряде напряжение на зажимах аккумулятора U_p меньше э. д. с. покоя E_0 на величину падения напряжения внутри аккумулятора $I_p r_0$ и на величину падения э. д. с. ΔE , зависящую

от величины уменьшения удельного веса электролита в порах активной массы пластин.

$$U_p = E_0 - I_p r_0 - \Delta E.$$

При падении напряжения до 1,7 в дальнейший разряд аккумулятора прекращают во избежание быстрой сульфатации пластин. Кроме того, при дальнейшем разряде аккумулятора вследствие малой величины неиспользованной емкости напряжение резко падает и от него можно получить лишь малое количество энергии.

При прекращении разряда напряжение аккумулятора увеличивается скачком на величину $I_p r_0$, достигая значения его э. д. с., а вследствие продолжающейся диффузии электролита в порах активной массы плотность электролита в порах пластин возрастает, поэтому постепенно возрастает и э. д. с. аккумулятора до значения э.д.с. покоя E_0 , равного 1,95 в. Это явление называется «отдыхом» аккумулятора.

§ 6. Характеристики заряда аккумулятора

Характеристики заряда снимаются в процессе заряда аккумулятора током постоянной величины (рис. 4). Для заряда аккумулятора напряжение источника должно превышать его э. д. с. Так как в процессе заряда током постоянной величины в порах активной массы пластин в единицу времени выделяется одинаковое количество серной кислоты, удельный вес электролита и э. д. с. покоя аккумулятора E_0 будут возрастать по закону прямой до предельной величины, после чего при дальнейшем заряде они изменяться не будут.

Как только активная масса положительных пластин преобразуется из $PbSO_4$ в PbO_2 , а активная масса отрицательных пластин — из $PbSO_4$ в Pb , дальнейший заряд аккумулятора будет бесполезен, так как электрическая энергия будет затрачиваться только на разложение воды на водород и кислород.

В процессе заряда часть газов водорода и кислорода, не вступая в химическую реакцию с активной массой пластин, выделяется в воздух. На образование этой части газов затрачивалась некоторая доля электрической энергии, поэтому на заряд аккумулятора приходится затрачивать количество электричества на 10—15% больше, чем он отдает при разряде.

При заряде на зажимах аккумулятора напряжение выше его э. д. с. покоя на величину падения напряжения $I_p r_0$.

Электродвижущая сила покоя аккумулятора по мере его заряда изменяется в зависимости от удельного веса электролита в порах активной массы пластин. Серная кислота, выделяющаяся в порах активной массы, вызывает увеличение удельного веса электролита в порах, и поэтому на зажимах аккумулятора э. д. с.

возрастает на величину ΔE . Таким образом, напряжение на зажимах аккумулятора при заряде определяется по формуле

$$U_z = E_0 + \Delta E + I_z r_0$$

В конце заряда аккумулятора, когда активная масса пластин превратится в PbO_2 и Pb , дальнейшее выделение ионов кислорода и водорода на пластинах перестанет химически изменять

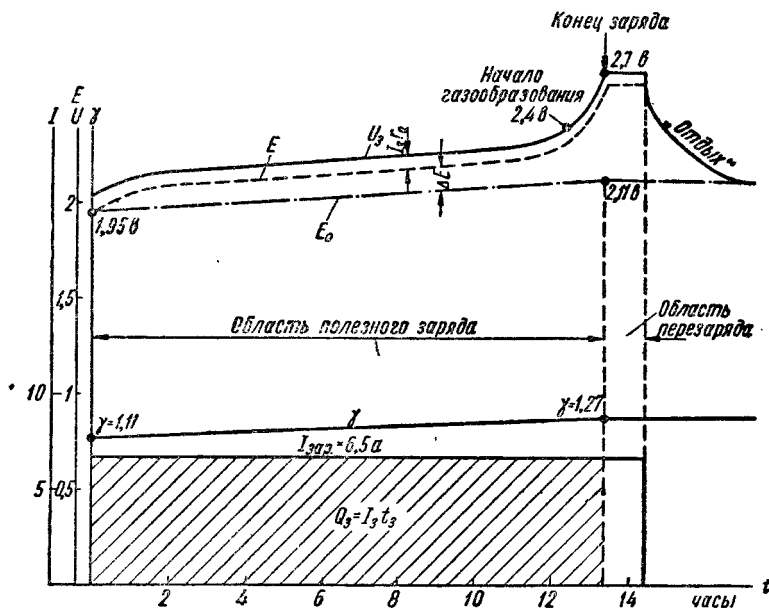


Рис. 4. Характеристики заряда аккумулятора

активную массу. После этого каждый положительный ион водорода, выделившийся на отрицательной пластине, присоединяет к себе недостающий электрон с некоторым запаздыванием во времени. Поэтому в конце заряда аккумулятора вокруг отрицательных пластин будет сосредотачиваться большое количество положительных ионов водорода, вследствие чего между отрицательными пластинами и электролитом возникнет разность потенциалов порядка 0,33 в, увеличивающая соответственно э.д.с. аккумулятора. Вместе с этим увеличивается и напряжение аккумулятора, достигающее в конце заряда 2,7 в.

При заряде поверхностные слои активной массы пластин быстрее преобразуются из $PbSO_4$ в PbO_2 и Pb , а химические изменения внутренних слоев запаздывают; поэтому часть ионов водорода и кислорода не успевает вступать в химическую реакцию с активной массой пластин, нейтрализуется и, выделяясь в воздух в виде пузырьков газов, вызывает «кипение» электролита, бурно возрастающее при напряжении на зажимах аккумуля-

тора примерно 2,4 в и продолжающееся до момента прекращения заряда.

Внутреннее сопротивление аккумулятора в процессе заряда снижается вследствие уменьшения количества $PbSO_4$ в активной массе пластин и увеличения удельного веса электролита.

После прекращения заряда напряжение на зажимах аккумулятора резко падает на величину $I_3 t_0$ до значения э. д. с. E , затем э. д. с. аккумулятора снижается на 0,33 в вследствие нейтрализации ионов водорода и кислорода и их выделения в воздух. В дальнейшем э. д. с. аккумулятора снижается несколько медленнее до значения E_0 по мере выравнивания удельного веса электролита, находящегося в порах пластин и между пластинами.

§ 7. Устройство аккумуляторных батарей

Баки 1 аккумуляторных батарей (рис. 5) изготовляют из эбонита или асфальто-пековой пластмассы с кислотостойкими (хлорвиниловыми) вставками 2 и 21 в стенках. На дне баков выполнены ребра 23, на которые опираются блоки пластин. В пространстве между ребрами 23 скапливается осыпавшаяся с течением времени активная масса пластин (шлам), что предупреждает на некоторое время замыкание шламом разноименных пластин. Крышки баков 6 изготовляются, как и баки, из эбонита или асфальто-пековой пластмассы. В крышках выполняются три отверстия: два крайних для выводных штырей 8 и 16 блока пластин, одно заливное отверстие, закрываемое резьбовой пробкой 10, имеющей резиновую прокладку 9 и резиновую втулку 11. В крышках аккумуляторов нового образца имеется четвертое отверстие 12, служащее для сообщения внутренней полости бака с атмосферой.

При изготовлении крышек в них закрепляются две свинцовые втулки 7 и 14, через которые проходят выводные штыри 8 и 16 блока пластин. При сварке штырей с межэлементными соединениями 13 втулки свариваются с ними, что обеспечивает надежное уплотнение стыка крышки со штырем.

Герметичность стыка крышек со стенками баков обеспечивается мастикой 5 и 15, которая обладает кислотостойкостью, водонепроницаемостью и теплостойкостью; последняя сохраняется при температуре от $+60^\circ$ до -35° . Мастика состоит примерно из 75% нефтяного битума, 14% машинного масла и 11% нефтяной сажи.

Решетки пластин 22 отливаются из сплава, содержащего 94% свинца и 6% сурьмы. Сурьма добавляется с целью увеличения жесткости решетки, а также улучшения литейных свойств сплава.

В целях увеличения емкости аккумулятора в ячейки решеток вмазывают активную массу — пасту, изготовленную из свинцового сурика Pb_3O_4 и свинцового глета PbO . Примерное содержание активной массы: для отрицательных пластин — 80% PbO , 15% Pb_3O_4 и до 5% очесов хлопка и нефтяной сажи; для поло-

жительных пластин 60—80% Pb_3O_4 и 20—40% PbO . В последние годы пасту изготавливают из свинцового порошка, который увеличивает пористость и прочность активной массы, а следовательно, повышает емкость и срок службы аккумулятора.

Свинцовый порошок получается при размоле свинца на шаровых мельницах; при этом свинец сильно окисляется. В пасту от-

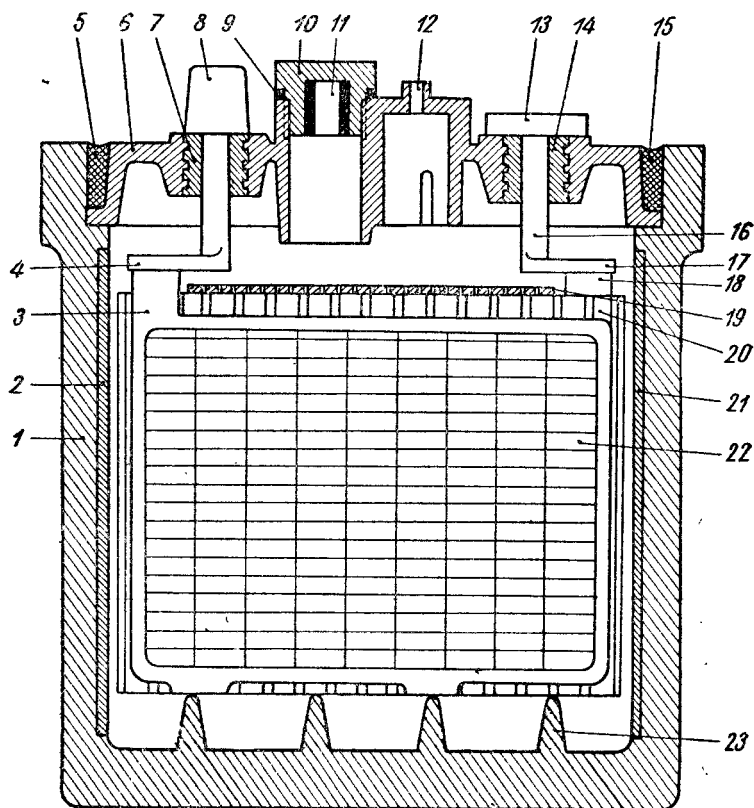


Рис. 5. Конструкция стартерного свинцового аккумулятора

рицательных пластин в период ее изготовления добавляют до 5% очесов хлопка, обугленных серной кислотой, и нефтяной сажи, которые препятствуют быстрому уплотнению активной массы, уменьшают сужение пор в период работы аккумулятора и тем самым обеспечивают необходимую пористость.

Паста готовится на водном растворе серной кислоты (удельный вес 1,1—1,2), вмазывается в решетки пластин с обеих сторон, после чего пластины прессуются, просушиваются, а затем формируются длительным зарядом. На формирование пластин затрачивается количество электричества, соответствующее примерно восьмикратной номинальной емкости аккумулятора. В конце

формирования активная масса положительных пластин почти полностью превращается в перекись свинца PbO_2 (темнокоричневого цвета), а отрицательных пластин — в губчатый свинец Pb (серого цвета). Формирование аккумулятора необходимо для приближения его емкости к номинальной.

Для увеличения срока службы положительные пластины, прочность которых в результате окисления решетки при заряде уменьшается, имеют большую толщину решетки, чем отрицательные пластины.

Для предупреждения коробления крайней положительной пластины в результате значительного изменения объема ее активной массы при превращении PbO_2 в $PbSO_4$ отрицательных пластин в блоке устанавливается на одну больше, чем положительных, благодаря чему обе стороны крайней положительной пластины подвергаются одинаковому изменению и, следовательно, она меньше коробится. Отрицательные пластины для экономии свинца имеют меньшую толщину, чем положительные, а крайние из них, работающие одной стороной, чаще всего бывают тоньше остальных. При превращении активной массы отрицательных пластин из Pb в $PbSO_4$ изменение объема ее незначительно, а поэтому коробление отрицательных пластин будет значительно меньше, нежели положительных.

Для увеличения емкости и уменьшения внутреннего сопротивления аккумулятора к бареткам 4 и 17 штырей 8 и 16 (см. рис. 5) приваривают несколько одноименных пластин, соединяемых в полублок параллельно. Сварка ушков 3 и 18 пластин с баретками производится водородным пламенем или электросваркой при помощи угольного электрода. Полублоки положительных и отрицательных пластин собираются в блок; при этом соприкосновение разноименных пластин предотвращается постановкой между ними сепараторов 20.

Сепараторы выполняют из различных материалов:

а) из дерева (ольха, кедр, сосна и др.) или из материалов, комбинированных с ним (хлорвинил, стекловолокно);

б) из микропористого эбонита, мипора, мипласта или из комбинированного с ними хлорвинила или стекловолокна.

Одна сторона сепараторов, изготовленных из дерева, мипора и мипласта, имеет ребра, которые обращены к положительным пластинам. При комбинированных сепараторах к положительным пластинам обращена та сторона сепаратора, которая изготовлена из стекловолокна или хлорвинила. При такой установке сепараторов (особенно изготовленных из дерева) обеспечивается лучший доступ электролита в поры положительных пластин, уменьшается уплотнение губчатого свинца отрицательных пластин и тем самым улучшаются эксплуатационные качества аккумулятора.

При комбинированных многослойных сепараторах к положительным пластинам устанавливают слой из стеклянного волокна, который, плотно прилегая к их поверхности, предохраняет активную массу от выкрашивания и оползания, за ним слой из перфо-

рированной пластмассы, а затем деревянный сепаратор. Аккумуляторные батареи с такими комбинированными сепараторами выдерживают на 50% больше циклов заряда-разряда, чем батареи с другими сепараторами.

Сепараторы из ножевой фанеры обязательно подвергаются выщелачиванию в 6-процентном растворе едкого натра с целью удаления вредных примесей в древесине, которые могли бы вызвать ускорение саморазряда и разрушение пластин аккумулятора. Кроме того, при выщелачивании сепараторов увеличивается их пористость, что снижает внутреннее сопротивление аккумулятора. Для предотвращения растрескивания и коробления сепараторов из древесины их хранят во влажном состоянии.

При повышении температуры и концентрации электролита обугливание древесины (особенно при температуре выше 40° С) происходит быстрее. Этими недостатками не обладают сепараторы из микропористого эбонита, мипласта, хлорвинила и стекловолокна.

Над сепараторами каждого аккумулятора устанавливается тонкая перфорированная пластина — предохранительный щиток 19 из хлорвинила или другого кислотостойкого материала для защиты кромок сепараторов от механических повреждений при замере удельного веса или проверке уровня электролита. Высота выводных штырей батарей равна 16 мм; диаметр верхней части положительного штыря $17,5 \pm 0,25$ мм, а отрицательного штыря $16 \pm 0,25$ мм; конусность штырей 1 : 9.

Для герметизации аккумуляторов с пробками, имеющими вентиляционное отверстие, заводом под каждой пробкой устанавливаются резиновые уплотнительные диски, а в аккумуляторах с вентиляционными отверстиями, выполненными в крышке, — заглушки из резины или другого материала. Батареи при испытании на герметичность должны выдерживать избыточное давление, равное 150 мм рт. ст., или разрежение, равное 610 мм рт. ст. Электролит не должен выливаться при наклоне батареи от нормального (рабочего) положения на угол 45°. Батареи выпускаются заводами с сухими и влажными сепараторами.

Батареи с сухими сепараторами из мипора, мипласта или из материалов, комбинированных с ними, выпускаются с влажными пластинами. Эти батареи имеют малый саморазряд, что дает возможность увеличить до двух лет срок их хранения до ввода в эксплуатацию.

Батареи с влажными сепараторами из дерева или материалов, комбинированных с деревом, имеют больший саморазряд; поэтому срок хранения этих батарей сокращается до одного года.

При более длительном хранении пластины вследствие саморазряда сульфатируются. Перед вводом в эксплуатацию таких батарей необходимо устранить сульфатацию пластин, что требует продолжительного времени.

Гарантийный срок службы батарей с сепараторами из дерева или из материалов, комбинированных с ним, установленных на

автомобиле, при их совместной работе с генератором, снабженным реле-регулятором, должен быть не менее 14 мес. при пробеге автомобиля не более 35 000 км.

Срок службы батарей с сепараторами из мипора, мипласта или из материалов, комбинированных с ними, при их совместной работе с генератором, имеющим реле-регулятор, должен быть не менее 18 мес. при пробеге автомобиля не более 40 000 км.

По ГОСТ 959—51 аккумуляторные батареи разделяются на следующие типы: ЗСТ-60, ЗСТ-70, ЗСТ-98, ЗСТ-112, ЗСТ-126, ЗСТ-135, 6СТ-54, 6СТ-68 и 6СТ-128.

Цифры «3» или «6» указывают число последовательно соединенных в батарее аккумуляторов, буквы «СТ» указывают, что батарея стартерная, а число после букв — номинальную емкость батарей в ампер-часах при десятичасовом непрерывном режиме разряда и средней температуре электролита 30°C.

На одном межэлементном соединении батареи наносятся: условное обозначение батарей, а также товарный знак завода-изготовителя, дата выпуска (месяц, год) и клеймо ОТК завода-изготовителя.

Маркировка батарей включает обозначение типа (ЗСТ-70 или 6СТ-68 и др.), а также условные обозначения: буквы «П» или «Э» характеризуют материал бака («П» — пластмасса асфальто-пековая, «Э» — эбонит), буквы «М» или «Д» — материал сепараторов («М» — мипор, мипласт или материал, комбинированный с ним, «Д» — дерево или материал, комбинированный с деревом); кроме этих обозначений, указывается номер государственного стандарта — ГОСТ 959—51. Если бак батареи изготовлен из асфальто-пековой пластмассы без кислотостойких вставок, в условном обозначении буквы «Э» или «П» заменяются буквой «В». Например, условное обозначение ЗСТ-70-ПМ ГОСТ 959—51 указывает, что батарея состоит из трех последовательно соединенных аккумуляторов; следовательно, ее номинальное напряжение равно 6 в, батарея предназначена для питания стартера, номинальная емкость батареи 70 а-ч, бак изготовлен из асфальто-пековой пластмассы с кислотостойкими вставками, а сепараторы — из мипласта. Батареи этого же типа, но с сепараторами из дерева обозначаются: ЗСТ-70-ПД ГОСТ 959—51.

§ 8. Приготовление электролита

Электролит готовят из аккумуляторной серной кислоты ГОСТ 667—53 и дистиллированной воды. Нельзя применять техническую серную кислоту и не дистиллированную воду, в противном случае ускоряется саморазряд аккумуляторов, уменьшается емкость аккумулятора и ускоряется разрушение пластин. В виде исключения разрешается применение дождевой или снеговой воды, которая должна собираться и храниться в стеклянной, керамической, эбонитовой или освинцованной посуде. Нельзя применять воду или снег, собранные с металлических крыш.

При составлении электролита в воду льют тонкой струйкой серную кислоту при одновременном помешивании раствора чистым стеклянным стержнем.

Нельзя лить воду в кислоту, так как при этом происходит выделение большого количества тепла в верхних слоях смеси и электролит будет разбрызгиваться из сосуда, что может вызвать ожоги тела. Оставлять электролит следует в стеклянной, эбонитовой, фарфоровой или оцинкованной посуде.

Количество серной кислоты, необходимое для составления электролита различного удельного веса, приведено в табл. 1.

Таблица 1

Удельный вес электролита при 15°C	Количество серной кислоты (удельный вес 1,83 при 15°C) на 1 л воды, см ³	Удельный вес электролита при 15°C	Количество серной кислоты (удельный вес 1,83 при 15°C) на 1 л воды см ³
1,10	91	1,255	305
1,12	112	1,27	345
1,14	133	1,28	365
1,15	142	2,285	375
1,16	155	1,300	405
1,17	167	1,31	425
1,19	191	1,32	450
1,21	245	1,34	495
1,24	295	1,400	650

Кислоту, попавшую на тело или одежду, нейтрализуют водным раствором нашатырного спирта или двууглекислой соды. Во избежание ожогов тела и разрушения ткани одежды при составлении электролита и при работах с аккумуляторными батареями следует применять резиновые перчатки, резиновые фартук и сапоги.

Для измерения удельного веса электролита применяют ареометр с ценой деления 0,005. Удельный вес электролита в аккумуляторах зависит не только от степени разряда аккумуляторов, но и от его температуры, поэтому при замере удельного веса нужно измерять температуру электролита. На каждый градус изменения температуры в показания ареометра следует вводить поправку, равную 0,0007. Если температура выше + 15° С, поправку к показаниям ареометра прибавляют, если ниже — вычитают.

В корпус кислотометров иногда помещают термометр, на котором нанесены две шкалы: шкала температуры в градусах и шкала поправок удельного веса электролита в зависимости от его температуры. Согласно ГОСТ 959—51 в зависимости от климатических условий, в которых работают аккумуляторные батареи, от времени года и от материала сепараторов аккумуляторные батареи заливают электролитом различного удельного веса (табл. 2).

Таблица 2

Время года	Батареи с деревянными сепараторами		Батареи с комбинированными сепараторами (хлорвинил, дерево)		Батареи с сепараторами из мипора или мипласта	
	Удельный вес электролита при 15°C					
	для заливки при первом заряде	в конце заряда	для заливки при первом заряде	в конце заряда	для заливки при первом заряде	в конце заряда

1. Крайние северные районы с температурой зимой ниже—35°C

Зима	1,340	1,310	1,285	1,285	$\frac{1,255}{1,280^*}$	$\frac{1,285}{1,310^*}$
Лето	1,300	1,270	1,270	1,270	1,240	1,270

2. Северные и центральные районы с температурой зимой до—35°C

Зима	1,310	1,285	1,270	1,270	$\frac{1,240}{1,255^*}$	$\frac{1,270}{1,285^*}$
Лето	1,300	1,270	1,270	1,270	1,240	1,270

3. Южные районы

Зима	1,300	1,270	1,270	1,270	1,240	1,270
Лето	1,270	1,240	1,240	1,240	1,210	1,240

* Первая величина удельного веса рекомендуется для батарей, устанавливаемых на автомобиле под капотом, вторая — для батарей, устанавливаемых снаружи.

При интенсивной эксплуатации автомобиля для увеличения срока службы аккумуляторов рекомендуется снижать значения удельного веса электролита, указанные в табл. 2, на 0,02, но не ниже 1,240.

Доводка удельного веса электролита до значения, приведенного в графах «в конце заряда» табл. 2, производится только в конце первого заряда, перед сдачей батареи в эксплуатацию, путем отбора электролита и доливки вместо него воды или электролита. Активное «кипение» электролита в конце заряда способствует его перемешиванию, и тем самым исключается возможность замерзания батарей, находящейся в эксплуатации.

Необходимо учесть, что повышение удельного веса и температуры электролита ускоряет разрушение сепараторов из древесины, увеличивает оползание активной массы пластин и ускоряет образование крупных кристаллов сернокислого свинца как на поверхности пластин, так и в порах их активной массы (явление сульфатации), что вызывает резкое снижение емкости аккумуляторов. Во избежание этих отрицательных явлений в летнее время удельный вес электролита в аккумуляторах уменьшают (отбором электролита и доливкой вместо него воды).

§ 9. Емкость аккумулятора и аккумуляторной батареи

Емкостью аккумулятора называют количество электричества в ампер-часах, которое отдает полностью заряженный аккумулятор при непрерывном разряде до допустимого предела. По ГОСТ 959—51 номинальная емкость стартерных батарей отечественного производства гарантируется при непрерывном десятичасовом разряде батареи до напряжения 1,7 в на отстающем аккумуляторе и средней температуре электролита $30 \pm 2^\circ \text{C}$. При последовательном соединении аккумуляторов емкость батареи равна емкости одного из аккумуляторов.

Разрядная емкость аккумуляторов батареи зависит от следующих факторов:

- 1) веса активной массы положительных и отрицательных пластин и ее пористости;
- 2) величины разрядного и зарядного тока;
- 3) температуры электролита;
- 4) удельного веса электролита;
- 5) химической чистоты серной кислоты, воды и материалов, из которых изготовлены решетки и активная масса пластин;
- 6) чистоты поверхности крышки бака аккумулятора;
- 7) длительности работы пластин.

Чтобы при одном и том же весе пластин увеличить емкость аккумулятора, стремятся увеличить количество пластин за счет уменьшения их толщины и добиваются увеличения пористости активной массы.

При большом количестве пластин, меньшей их толщине и при большой пористости активной массы повышается площадь контакта активной массы с электролитом, а следовательно, увеличивается количество активной массы, участвующей в химической реакции, и повышается емкость аккумулятора.

При большей пористости активной массы и меньшей толщине пластин облегчается проникновение электролита в глубокие слои активной массы, быстрее происходит замещение воды серной кислотой в порах активной массы положительных пластин, при разряде батарея отдает больший ток, обеспечивающий нормальную работу стартера.

Величина разрядного тока сильно влияет на емкость аккумуляторной батареи. При увеличении разрядного тока поверхностные слои активной массы пластин вследствие более интенсивного участия в химическом процессе быстрее разряжаются, и сернокислый свинец закупоривает поры активной массы; при этом затрудняется использование химической энергии, запасенной во внутренних слоях активной массы пластин, и ее преобразование в электрическую, что приводит к уменьшению разрядной емкости батареи. Этот фактор нужно учитывать при пуске двигателя стартером, особенно в зимнее время. В этих условиях перед пуском необходимо производить более тщательную подготовку двигателя (подогревать воду и масло, регулировать состав горючей смеси, изменять положение заслонок карбюратора и т. п.).

При непрерывном разряде аккумуляторной батареи, имеющей номинальную емкость $Q_n = 70$ а-ч, током I_p , равным 7 а, соответствующим $0,1 Q_n$, она отдает 100% номинальной емкости, а при разрядном токе, равном 210 а, соответствующем $3Q_n$ батареи, она отдает только 19,2 а-ч, что соответствует, примерно, 25% емкости (рис. 6).

При увеличении разрядного тока большее количество воды будет образовываться в порах активной массы пластин, что вызовет уменьшение удельного веса электролита в порах, а следовательно, уменьшение э.д.с. и напряжения аккумулятора. При большей величине разрядного тока на зажимах аккумулятора напряжение понизится также вследствие большего падения напряжения в аккумуляторе $I_p r_{акк}$.

Во избежание образования крупных кристаллов сернокислого свинца разряд аккумулятора прекращают при конечном напряжении 1,7 в при десятичасовом режиме разряда, 1,6 в — при часовом режиме и 1,5 в — при пятиминутном режиме разряда.

Чтобы увеличить разрядную емкость при разряде аккумуляторной батареи током большой величины, например, при пуске двигателя стартером, необходимо между включениями стартера делать паузу в 30—60 сек. Это необходимо для того, чтобы обеспечить проникновение электролита в поры глубоких слоев активной массы пластин; при этом условии улучшается обмен между серной кислотой и водой в порах глубоких слоев активной массы положительных пластин, и тогда большее количество активной массы будет участвовать в химической реакции; следовательно, при разряде аккумуляторной батареи емкость будет снижаться меньше.

При большом зарядном токе на поверхности пластин будет выделяться большее количество ионов кислорода и водорода, нежели в порах внутренних слоев активной массы, а поэтому поверхностные слои активной массы быстрее преобразуются из сернокислого свинца в перекись свинца у положительных пластин и в губчатый свинец у отрицательных пластин, что в дальнейшем затрудняет преобразование остальной части активной массы пластин в перекись свинца и губчатый свинец, а вследствие этого уменьшается разрядная емкость.

В целях лучшего преобразования $PbSO_4$ в PbO_2 и Pb желательно по мере заряда батареи снижать зарядный ток.

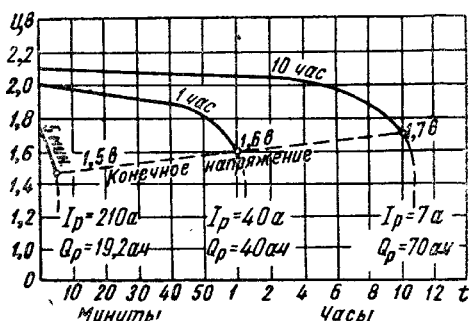


Рис. 6. Разрядные характеристики аккумулятора ЗСТ-70 при различных режимах разряда

Большое влияние на разрядную емкость оказывает температура электролита. Номинальная емкость гарантируется при температуре электролита $30 \pm 2^\circ\text{C}$. С понижением температуры увеличивается вязкость электролита, что вызывает замедление его диффузии в глубокие слои активной массы пластин; при этом поверхностные слои активной массы быстрее преобразуются в PbSO_4 и сульфатируются, химическая энергия, запасенная в глубоких слоях активной массы пластин, не используется и разрядная емкость батареи понижается. При понижении температуры электролита ниже 30°C емкость аккумуляторной батареи при разряде ее током, соответствующим примерно $0,1Q_n$ понижается на 1% на каждый градус Цельсия, а при большом разрядном токе — на 2%. При увеличении температуры электролита с 30 до 45°C емкость аккумуляторной батареи будет на 10—14% выше номинальной, но вместе с этим произойдет более быстрое обугливание сепараторов из дерева (особенно при увеличении температуры выше 45°C) и сильное коробление пластин. Поэтому для повышения разрядной емкости нецелесообразно повышать температуру электролита, а следовательно, эксплуатировать аккумуляторные батареи при температуре выше 45°C нерационально.

Влияние понижения температуры электролита на емкость аккумуляторной батареи сильно сказывается в зимнее время при пуске двигателя стартером. Так, например, ГОСТ предусмотрено, что при разряде батареи током 210 а , соответствующим $3 Q_n$ батареи при температуре электролита $30 \pm 2^\circ\text{C}$, разрядная емкость батареи равна $19,2\text{ а-ч}$, что соответствует приблизительно 25% номинальной, а при той же величине разрядного тока, но при температуре электролита — $18 \pm 2^\circ$ разрядная емкость будет равна $7\text{—}8\text{ а-ч}$, что составляет только 11% номинальной емкости батареи (рис. 7).

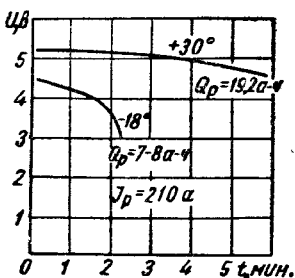


Рис. 7. Разрядные характеристики аккумуляторной батареи ЗСТ-70 при различной температуре электролита

Практика показывает, что при увеличении удельного веса электролита до 1,32 емкость аккумулятора несколько возрастает за счет ускорения диффузии в порах пластин, особенно при быстром разряде, что обеспечивает участие в химической реакции большего количества активной массы.

Чем больше разница в удельном весе электролита в порах активной массы и в баке, тем большая скорость диффузии электролита устанавливается в процессе работы аккумулятора.

Однако, несмотря на то, что при увеличении удельного веса электролита, кроме увеличения емкости, повышается э. д. с. и снижается сопротивление аккумулятора, увеличивать удельный вес электролита нецелесообразно вследствие ряда отрицательных явлений (ускорение обугливания сепараторов, оползание активной массы, ускорение сульфатации пластин и др.).

Таблица 3

Типы батарей, наименование		Номинальное напряжение, в	Разрядный ток при 10-часовом режиме разряда, а	Емкость при 10-часовом режиме разряда и средней температуре электролита, а-г	Стартерный режим разряда				Установлена на автомобиле	
новое	старое				разрядный ток, а	минимальная длительность разряда при начальной температуре электролита, мин.		емкость при начальной температуре электролита, а-г		
						+30 ± 2 °C	-18 ± 2 °C	+30 ± 2 °C		-18 ± 2 °C
3СТ-60	3СТЭ-65	6	6,0	60	180	5,5	2,25	16,5	6,7	Москвич, ГАЗ-51 и ГАЗ-33 (2 батареи)
3СТ-70	3СТП-80	6	7,0	70	210	5,5	2,25	19,2	7,8	ЗИЛ-150 и ЗИЛ-151 (2 батареи)
3СТ-84	3СТП-100	6	8,4	84	250	5,5	2,25	22,8	9,3	ЗИЛ-150 (4 батареи)
3СТ-98	3СТП-112	6	9,8	98	295	5,5	2,25	27,0	11,0	ЗИС-5
3СТ-112	3СТП-126	6	11,2	112	335	5,5	2,25	30,7	12,5	ЗИС-8
3СТ-126	3СТП-144	6	12,6	126	380	5,5	2,25	34,8	14,2	МАЗ-200 и МАЗ-205 (4 батареи)
3СТ-135	3СТЭ-150	6	13,5	135	405	5,5	2,25	37,1	15,1	ЗИЛ-110 и ЗИЛ-127 (4 батареи)
6СТ-54	6СТЭ-60	12	5,4	54	160	5,5	2,25	14,6	6,0	М-20, М-21 и ГАЗ-69
6СТ-68	6СТЭ-75	12	6,8	68	205	5,5	2,25	18,7	7,6	ЗИМ
6СТМ-128	6СТЭ-128	12	11,2	112	360	5,0	—	30,0	—	МАЗ-200 и МАЗ-205 (2 батареи)

В процессе работы и при бездействии батареи часть запасенной энергии в аккумуляторах расходуется в результате явления саморазряда, величина которого в зависимости от времени изменяется и нормально может достигать 1—2% емкости в сутки.

Емкость аккумуляторной батареи во время ее работы изменяется. Емкость новой батареи в процессе работы сначала растет вследствие увеличения количества активной массы пластин, преобразующейся в перекись свинца и в губчатый свинец, но по мере работы емкость батареи снижается из-за выпадения активной массы, ее отслаивания от решеток пластин, образования нерастворимого крупнокристаллического сернокислого свинца, уплотнения активной массы отрицательных пластин и по другим причинам.

Емкость батареи при последовательном соединении аккумуляторов, как указывалось выше, равна емкости одного аккумулятора, а э. д. с. батареи равна сумме э. д. с. аккумуляторов, входящих в батарею.

Последовательное соединение аккумуляторов в батарее применяется для повышения напряжения, необходимого для питания потребителей.

Соединять последовательно необходимо аккумуляторы одинаковой емкости, так как при различной емкости аккумуляторов емкость батареи будет ограничиваться величиной наименьшей емкости аккумулятора, входящего в батарею.

Разрядная емкость одного аккумулятора, а также аккумуляторной батареи подсчитывается по формуле $Q_{\text{бат}} = I_p t_p$.

При параллельном соединении аккумуляторов емкость батареи равна сумме емкостей всех аккумуляторов, а э. д. с. батареи равна э. д. с. одного аккумулятора.

В практике обычно параллельно соединяют 6- или 12-вольтовые батареи с целью увеличения емкости для обеспечения пуска двигателя стартером, потребляющим ток большой величины. Соединять параллельно можно только батареи, имеющие равные э. д. с., так как в противном случае батарея с большей э. д. с. разряжается через батарею с меньшей э. д. с. Электрические характеристики стартерных аккумуляторных батарей приведены в табл. 3.

Емкость аккумуляторных батарей гарантируется (ГОСТ 959—51) после четырех циклов зарядов-разрядов при плотности электролита $1,285 \pm 0,005$ и средней температуре электролита 30°C. Для батарей с активной массой, изготовленной из свинцового порошка, 100% емкости гарантируется на десятом цикле.

§ 10. Основные неисправности аккумуляторных батарей

Саморазряд. В процессе эксплуатации и при длительном хранении батарей каждый исправный аккумулятор постепенно разряжается и теряет свою емкость даже в том случае, если к нему не подключают никаких потребителей или измерительных приборов. Это явление называется саморазрядом.

По ГОСТ 959—51 среднесуточная потеря первоначальной емкости (саморазряд) аккумуляторной батареи при температуре $+20 \pm 5^\circ$ не должна превышать значений, указанных в табл. 4.

Снижение процента саморазряда при более длительном хранении батарей объясняется тем, что на поверхности отрицательных пластин часть активной массы переходит из Pb в PbSO₄ и слой сульфата как бы защищает остальную часть активной массы пластин от воздействия серной кислоты.

Для батарей, бывших в эксплуатации, саморазряд превосходит указанные ГОСТ нормы и достигает в сутки 3% и более.

В практике бывают случаи, когда полностью заряженные аккумуляторы саморазряжаются до предела за одни сутки. При хранении аккумуляторных батарей с электролитом их периодически (через 25—30 суток) подзаряжают, иначе вследствие саморазряда происходит сульфатация пластин, а при низкой температуре и замерзание электролита.

Причинами саморазряда являются:

1. Замыкание выводных штырей аккумуляторов грязью и электролитом, разлитым на поверхности крышек баков.
2. Замыкание разноименных пластин осыпающейся активной массой или при разрушении сепараторов.
3. Образование местных (паразитных) токов в активной массе пластин.

Местные токи появляются в результате возникновения э. д. с. между активной массой и металлическими примесями, попавшими в аккумулятор с электролитом или недистиллированной водой и т. д. Например, при образовании зазора между свинцовыми втулками крышек баков и выводными штырями крайних аккумуляторов батареи происходит выплескивание электролита на поверхность крышек; при этом электролит, попадая на наконечники проводов, окисляет их, а окиси сплава металлов наконечника (медь, цинк, олово и др.), попадая с электролитом в аккумуляторы, повышают саморазряд.

Металлы, попадающие в электролит, образуют с кислотой растворимую соль и во время заряда вследствие электролиза отлагаются на отрицательных пластинах. Между крупинками металлов и активной массой отрицательных пластин создается большое количество мельчайших короткозамкнутых первичных местных элементов (сторонний металл — электролит — губчатый свинец), где вкрапленные в активную массу металлы чаще всего будут

Таблица 4

Материал сепараторов	Среднесуточный саморазряд аккумулятора, %	
	при 15-суточном хранении	при 30-суточном хранении
Дерево или материал, комбинированный с ним	0,5	0,35
Мипор, мипласт или материал, комбинированный с ними	1,1	0,7

обладать положительным потенциалом по отношению к губчатому свинцу. Тогда в результате разности потенциалов в той части активной массы, где вкраплены сторонние металлы, возникнет большое количество местных «паразитных» токов. Эти токи вызывают преобразование губчатого свинца в серноокислый свинец, а в дальнейшем сульфатацию пластин. Кроме того, между перекистью свинца положительных пластин и свинцом решеток, между свинцом и сурьмой решеток также возникают местные токи, ускоряющие саморазряд аккумуляторов.

При саморазряде пластин аккумулятора местными токами положительные ионы водорода, выделяясь на поверхности стороннего металла и воспринимая недостающее количество электронов, нейтрализуются и, превращаясь в нейтральные молекулы водорода, выделяются в виде пузырьков газа через электролит в воздух, создавая «кипение» электролита. Это является одним из признаков саморазряда аккумуляторов.

4. Неодинаковый удельный вес электролита в аккумуляторе. При нахождении батареи в покое электролит отстаивается и удельный вес его нижних слоев будет больше, чем верхних. Удельный вес электролита может быть различным после доливания воды в аккумулятор, находящийся в покое.

При разной величине удельного веса электролита в нижней части пластин развивается бо́льшая э. д. с., чем в верхней. При этом возникает уравнительный местный ток, направленный от нижней части пластин к верхней, а затем через электролит снова к нижней части пластин.

Местные токи нельзя использовать для питания потребителей, и они, вызывая непроизводительный разряд, ускоряют сульфатацию пластин и резко снижают емкость аккумулятора и, следовательно, всей батареи. Если саморазряд аккумуляторов происходит вследствие загрязненности электролита, то такую батарею необходимо разрядить током 0,1 от номинальной емкости до напряжения 1,1—1,2 в на аккумулятор, чтобы сторонние металлы и их окислы, попавшие в аккумулятор с электролитом или грязью, перешли с активной массы отрицательных пластин в электролит, после чего вылить электролит, хорошо промыть аккумуляторы батареи дистиллированной водой (путем смены воды через каждые 3 часа), затем залить аккумуляторы свежим электролитом того же удельного веса, как и вылитый перед промывкой, и полностью зарядить.

Сульфатация. При разряде аккумулятора PbO_2 и Pb переходят в $PbSO_4$ (сульфат), который в виде микроскопических кристалликов насыщает поры поверхностных слоев активной массы пластин. При заряде нормально разряженного аккумулятора кристаллики $PbSO_4$, растворяясь в электролите и реагируя с ним, снова переходят в PbO_2 и Pb . Но в случае оставления аккумуляторной батареи в частично разряженном состоянии часть $PbSO_4$ растворяется в электролите до его насыщения; при повышении температуры электролита, увеличении его удельного веса и нали-

чий большого количества PbSO_4 на пластинах, что может быть при сильном разряде аккумулятора, в электролите растворяется большее количество кристалликов PbSO_4 , а в случае понижения температуры электролита часть PbSO_4 из электролита выпадает на пластинах, но уже в форме более крупных кристаллов. Это явление перекристаллизации PbSO_4 происходит непрерывно в аккумуляторах при любой степени их разряда. Даже у полностью заряженного аккумулятора в активной массе пластин содержится до 5% PbSO_4 .

При длительном хранении частично разряженного, а особенно сильно разряженного аккумулятора на поверхности и в порах активной массы положительных и отрицательных пластин в результате непрерывной перекристаллизации PbSO_4 образуется сплошной слой крупных кристаллов PbSO_4 , который как бы изолирует активную массу пластин от электролита и, закупоривая поры активной массы, препятствует проникновению электролита вглубь пластин.

Сульфатацией принято называть образование крупных кристаллов PbSO_4 (сульфата) белого цвета на поверхности и в порах активной массы положительных и отрицательных пластин. Крупные кристаллы сульфата также образуются при частых глубоких разрядах и при соприкосновении с воздухом частей пластин, не покрытых электролитом.

При понижении уровня электролита верхняя часть пластин, соприкасаясь с воздухом, преобразуется в гидроокись свинца $\text{Pb}(\text{OH})_2$. Эта реакция является необратимой, так как $\text{Pb}(\text{OH})_2$, соединяясь с серной кислотой, превращается в крупные кристаллы PbSO_4 .

Сульфатация пластин возрастает при увеличении удельного веса электролита, при наличии саморазряда пластин местными токами, при колебании температуры электролита и коротком замыкании пластин.

Крупные кристаллы PbSO_4 плохо растворяются в электролите и обладают большим сопротивлением. Поэтому сульфатированный аккумулятор имеет большое внутреннее сопротивление и малую емкость, так как слой кристаллов PbSO_4 изолирует активную массу пластин от электролита, препятствует ее химическому восстановлению в PbO_2 и Pb .

В процессе заряда сульфатированной батареи быстро повышается напряжение и температура аккумуляторов и начинается бурное газовыделение, в то время как удельный вес электролита повышается незначительно, поскольку часть серной кислоты остается связанной в сульфате PbSO_4 .

При разряде сульфатированной батареи она вследствие малой емкости быстро разряжается при резком падении напряжения, особенно при включении стартера.

При глубокой сульфатации пластин батарея становится непригодной к эксплуатации, так как толстый слой кристаллов PbSO_4 почти не будет растворяться в электролите и емкость батареи

будет очень мала. Кроме того, объем $PbSO_4$ больше объема, занимаемого PbO_2 и Pb , и поэтому при увеличении образования кристаллов $PbSO_4$ возникают чрезмерные механические напряжения, которые вызывают разрушение решеток пластин и особенно деревянных сепараторов.

Чтобы предупредить возникновение чрезмерной сульфатации пластин, необходимо:

а) поддерживать в аккумуляторах батареи нормальный уровень электролита;

б) не допускать хранения батарей с электролитом без периодического подзаряда и эксплуатации сильно разряженных батарей;

в) не увеличивать удельного веса электролита выше рекомендуемого инструкцией;

г) избегать сильного разряда батареи при пуске двигателя стартером;

д) не допускать быстрого саморазряда аккумуляторов батареи.

Исправление сульфатированных пластин аккумуляторов производят продолжительными зарядами током малой величины при малом удельном весе электролита. Сильно сульфатированные пластины не восстанавливают.

Короткое замыкание разноименных пластин в аккумуляторе. Эта неисправность происходит при разрушении сепараторов или при выпадении из пластин на дно бака большого количества активной массы (шлама).

Для удаления шлама и замены сепараторов необходимо разобрать аккумулятор. Учитывая, что пластины плотно входят в бак, а шлам на дне бака сильно уплотняется, удалить шлам со дна бака невозможно без предварительного удаления пластин.

Перед разборкой аккумулятора необходимо хотя бы один раз прополоскать пластины после слива электролита дистиллированной водой; в противном случае губчатый свинец активной массы отрицательных пластин, будучи смоченным электролитом, реагирует с кислородом воздуха и переходит в гидроксид свинца $Pb(OH)_2$ и при этом сильно уплотняется, что вызывает безвозвратную потерю емкости аккумулятора, достигающую 40% от номинальной.

Короткозамкнутый аккумулятор быстро разряжается и пластины его сульфатируются.

При полном коротком замыкании аккумулятор совсем не принимает заряда. При проверке э. д. с. вольтметр показывает нуль. При частичном коротком замыкании показания вольтметра меньше э. д. с. покоя ($E_0 = 0,84 + \gamma$).

При заряде аккумулятора с частичным коротким замыканием удельный вес электролита и напряжение повышаются очень медленно, а газовыделение очень слабое. При полном коротком замыкании одного аккумулятора э. д. с. батареи понизится на 2 в, и работа потребителей электрической энергии (особенно стартера) будет неудовлетворительной.

После пуска двигателя пусковой рукояткой при работе генератора увеличится зарядный ток (вследствие уменьшения э. д. с. батареи), и исправные аккумуляторы могут перезаряжаться.

Коробление и разрушение пластин. Коробление и разрушение пластин в аккумуляторах наступает при следующих отклонениях от правил технического обслуживания и эксплуатации батарей:

1. При перезаряде, т. е. когда в заряженную батарею продолжает поступать ток.

Так как у заряженного аккумулятора активная масса пластин преобразована в PbO_2 и Pb , дальнейшее течение зарядного тока вызовет только бесцельный электролиз воды в электролите на водород и кислород и ненужное окисление решеток положительных пластин. В порах активной массы пластин будет скапливаться большое количество газов, которые, повышая давление в порах, вызывают разрыхление активной массы и ее отрыв (опадание).

Вследствие меньшей прочности активной массы положительных пластин она при перезаряде батареи разрушается газами быстрее, чем активная масса отрицательных пластин. Аналогичное явление будет и при большом зарядном токе.

Во избежание разрушения газами активной массы положительных пластин и сильного окисления их решеток при заряде батареи необходимо предотвратить перезаряд ее путем автоматического снижения величины зарядного тока в конце заряда до нуля. Для этого при ТО-2 следует производить проверку величины напряжения генератора.

2. При повышении удельного веса и температуры электролита — в этих условиях активная масса пластин снижает свою прочность, а поэтому быстро выпадает из ячеек решеток.

В процессе эксплуатации батарей необходимо доливать аккумуляторы дистиллированной водой, систематически проверять удельный вес электролита и изменять его соответственно сезону эксплуатации.

3. При слабом креплении батареи или ее гнезда.

4. При замерзании электролита.

5. При температуре пластин выше $45^\circ C$.

При таком повышении температуры происходит неодинаковое увеличение объема активной массы и решеток пластин, а также неодинаковое объемное расширение активной массы по площади всей пластины, что вызывает коробление пластин. Коробление пластин увеличивается также при большой величине зарядного или разрядного тока, коротком замыкании, переплюсовке пластин, сульфатации, оголении части пластин от электролита, частом и продолжительном пользовании стартером.

Больше и чаще по этим причинам коробятся положительные пластины. Коробление пластин сопровождается образованием трещин в активной массе, которая в дальнейшем будет быстро выпадать из ячеек решеток пластин. Уменьшение же количества активной массы в пластинах уменьшает емкость аккумулятора и всей батареи в целом.

При установке аккумуляторной батареи под капотом двигателя в летнее время возможен перегрев ее и ускоренное разрушение пластин и сепараторов из древесины. Но это окупается лучшими условиями пуска холодного двигателя стартером в зимнее время, так как батарея, нагретая при работе двигателя, будет меньше остывать на стоянках. Кроме того, при установке батареи под капотом двигателя облегчается ее техническое обслуживание и уменьшается длина проводов к стартеру.

Уплотнение активной массы отрицательных пластин. При эксплуатации аккумуляторных батарей активная масса отрицательных пластин постепенно уплотняется, при этом пористость ее уменьшается и доступ электролита в глубокие слои активной массы будет затруднен, что приведет к снижению емкости батарей.

При соприкосновении смоченных электролитом заряженных пластин с кислородом воздуха, когда губчатый свинец активной массы переходит в гидроксид свинца $Pb(OH)_2$, уплотнение активной массы будет очень быстрым. При этом выделяется большое количество тепла и с пластин испаряется вода. Во избежание преобразования губчатого свинца в гидроксид свинца при всякой разборке аккумуляторов необходимо предварительно прополоскать пластины дистиллированной водой (двукратной сменой воды через 15—20 мин.).

Уплотнение активной массы сопровождается уменьшением ее объема; при этом происходит отслаивание активной массы от решеток и образование в ней трещин, что, в свою очередь, ведет к дальнейшему снижению емкости батарей.

Отрыв пластин. Отрыв пластин происходит в результате непрочного крепления батареи на автомобиле и дефектов при сварке пластин с баретками. При такой неисправности снижается емкость аккумулятора, а следовательно, и всей батареи.

Переполюсовка пластин. При снижении емкости одного из аккумуляторов батареи происходит его быстрый разряд до нуля, после чего при большом разрядном токе в цепи и длительном разряде произойдет изменение полярности пластин разряженного (слабого) аккумулятора. Это явление нежелательно для активной массы как положительных, так и отрицательных пластин, так как в процессе переполюсовки в активной массе пластин обеих полярностей образуется смесь перекиси свинца и губчатого свинца, пропитанных электролитом. При этом возникает большое количество элементов, создающих местные токи.

Кроме того, при переполюсовке сильно возрастает объем активной массы отрицательных пластин и происходит окисление их решеток, что вызывает отслаивание активной массы от решеток и ее разрушение.

Разрушение сепараторов из дерева. При повышенных температуре и удельном весе электролита ускоряются обугливание и другие химические разрушения сепараторов из дерева. Замерзание электролита и запущенная сульфатация пластин еще больше ускоряют разрушение таких сепараторов.

После пуска двигателя пусковой рукояткой при работе генератора увеличится зарядный ток (вследствие уменьшения э. д. с. батареи), и исправные аккумуляторы могут перезаряжаться.

Коробление и разрушение пластин. Коробление и разрушение пластин в аккумуляторах наступает при следующих отклонениях от правил технического обслуживания и эксплуатации батарей:

1. При перезаряде, т. е. когда в заряженную батарею продолжают поступать ток.

Так как у заряженного аккумулятора активная масса пластин преобразована в PbO_2 и Pb , дальнейшее течение зарядного тока вызовет только бесцельный электролиз воды в электролите на водород и кислород и ненужное окисление решеток положительных пластин. В порах активной массы пластин будет скапливаться большое количество газов, которые, повышая давление в порах, вызывают разрыхление активной массы и ее отрыв (опадание).

Вследствие меньшей прочности активной массы положительных пластин она при перезаряде батареи разрушается газами быстрее, чем активная масса отрицательных пластин. Аналогичное явление будет и при большом зарядном токе.

Во избежание разрушения газами активной массы положительных пластин и сильного окисления их решеток при заряде батареи необходимо предотвратить перезаряд ее путем автоматического снижения величины зарядного тока в конце заряда до нуля. Для этого при ТО-2 следует производить проверку величины напряжения генератора.

2. При повышении удельного веса и температуры электролита — в этих условиях активная масса пластин снижает свою прочность, а поэтому быстро выпадает из ячеек решеток.

В процессе эксплуатации батарей необходимо доливать аккумуляторы дистиллированной водой, систематически проверять удельный вес электролита и изменять его соответственно сезону эксплуатации.

3. При слабом креплении батареи или ее гнезда.

4. При замерзании электролита.

5. При температуре пластин выше $45^{\circ}C$.

При таком повышении температуры происходит неодинаковое увеличение объема активной массы и решеток пластин, а также неодинаковое объемное расширение активной массы по площади всей пластины, что вызывает коробление пластин. Коробление пластин увеличивается также при большой величине зарядного или разрядного тока, коротком замыкании, переполусовке пластин, сульфатации, оголении части пластин от электролита, частом и продолжительном пользовании стартером.

Больше и чаще по этим причинам коробятся положительные пластины. Коробление пластин сопровождается образованием трещин в активной массе, которая в дальнейшем будет быстро выпадать из ячеек решеток пластин. Уменьшение же количества активной массы в пластинах уменьшает емкость аккумулятора и всей батареи в целом.

При установке аккумуляторной батареи под капотом двигателя в летнее время возможен перегрев ее и ускоренное разрушение пластин и сепараторов из древесины. Но это окупается лучшими условиями пуска холодного двигателя стартером в зимнее время, так как батарея, нагретая при работе двигателя, будет меньше остывать на стоянках. Кроме того, при установке батареи под капотом двигателя облегчается ее техническое обслуживание и уменьшается длина проводов к стартеру.

Уплотнение активной массы отрицательных пластин. При эксплуатации аккумуляторных батарей активная масса отрицательных пластин постепенно уплотняется, при этом пористость ее уменьшается и доступ электролита в глубокие слои активной массы будет затруднен, что приведет к снижению емкости батареи.

При соприкосновении смоченных электролитом заряженных пластин с кислородом воздуха, когда губчатый свинец активной массы переходит в гидроксид свинца $Pb(OH)_2$, уплотнение активной массы будет очень быстрым. При этом выделяется большое количество тепла и с пластин испаряется вода. Во избежание преобразования губчатого свинца в гидроксид свинца при всякой разборке аккумуляторов необходимо предварительно прополоскать пластины дистиллированной водой (двукратной сменой воды через 15—20 мин.).

Уплотнение активной массы сопровождается уменьшением ее объема; при этом происходит отслаивание активной массы от решеток и образование в ней трещин, что, в свою очередь, ведет к дальнейшему снижению емкости батареи.

Отрыв пластин. Отрыв пластин происходит в результате непрочного крепления батареи на автомобиле и дефектов при сварке пластин с баретками. При такой неисправности снижается емкость аккумулятора, а следовательно, и всей батареи.

Переполюсовка пластин. При снижении емкости одного из аккумуляторов батареи происходит его быстрый разряд до нуля, после чего при большом разрядном токе в цепи и длительном разряде произойдет изменение полярности пластин разряженного (слабого) аккумулятора. Это явление нежелательно для активной массы как положительных, так и отрицательных пластин, так как в процессе переполюсовки в активной массе пластин обеих полярностей образуется смесь перекиси свинца и губчатого свинца, пропитанных электролитом. При этом возникает большое количество элементов, создающих местные токи.

Кроме того, при переполюсовке сильно возрастает объем активной массы отрицательных пластин и происходит окисление их решеток, что вызывает отслаивание активной массы от решеток и ее разрушение.

Разрушение сепараторов из дерева. При повышенных температуре и удельном весе электролита ускоряются обугливание и другие химические разрушения сепараторов из дерева. Замерзание электролита и запущенная сульфатация пластин еще больше ускоряют разрушение таких сепараторов.

После пуска двигателя пусковой рукояткой при работе генератора увеличится зарядный ток (вследствие уменьшения э. д. с. батареи), и исправные аккумуляторы могут перезаряжаться.

Коробление и разрушение пластин. Коробление и разрушение пластин в аккумуляторах наступает при следующих отклонениях от правил технического обслуживания и эксплуатации батарей:

1. При перезаряде, т. е. когда в заряженную батарею продолжает поступать ток.

Так как у заряженного аккумулятора активная масса пластин преобразована в PbO_2 и Pb , дальнейшее течение зарядного тока вызовет только бесцельный электролиз воды в электролите на водород и кислород и ненужное окисление решеток положительных пластин. В порах активной массы пластин будет скапливаться большое количество газов, которые, повышая давление в порах, вызывают разрыхление активной массы и ее отрыв (опадание).

Вследствие меньшей прочности активной массы положительных пластин она при перезаряде батареи разрушается газами быстрее, чем активная масса отрицательных пластин. Аналогичное явление будет и при большом зарядном токе.

Во избежание разрушения газами активной массы положительных пластин и сильного окисления их решеток при заряде батареи необходимо предотвратить перезаряд ее путем автоматического снижения величины зарядного тока в конце заряда до нуля. Для этого при ТО-2 следует производить проверку величины напряжения генератора.

2. При повышении удельного веса и температуры электролита — в этих условиях активная масса пластин снижает свою прочность, а поэтому быстро выпадает из ячеек решеток.

В процессе эксплуатации батарей необходимо доливать аккумуляторы дистиллированной водой, систематически проверять удельный вес электролита и изменять его соответственно сезону эксплуатации.

3. При слабом креплении батареи или ее гнезда.

4. При замерзании электролита.

5. При температуре пластин выше $45^{\circ}C$.

При таком повышении температуры происходит неодинаковое увеличение объема активной массы и решеток пластин, а также неодинаковое объемное расширение активной массы по площади всей пластины, что вызывает коробление пластин. Коробление пластин увеличивается также при большой величине зарядного или разрядного тока, коротком замыкании, переполюсовке пластин, сульфатации, оголении части пластин от электролита, частом и продолжительном пользовании стартером.

Больше и чаще по этим причинам коробятся положительные пластины. Коробление пластин сопровождается образованием трещин в активной массе, которая в дальнейшем будет быстро выпадать из ячеек решеток пластин. Уменьшение же количества активной массы в пластинах уменьшает емкость аккумулятора и всей батареи в целом.

При установке аккумуляторной батареи под капотом двигателя в летнее время возможен перегрев ее и ускоренное разрушение пластин и сепараторов из древесины. Но это окупается лучшими условиями пуска холодного двигателя стартером в зимнее время, так как батарея, нагретая при работе двигателя, будет меньше остывать на стоянках. Кроме того, при установке батареи под капотом двигателя облегчается ее техническое обслуживание и уменьшается длина проводов к стартеру.

Уплотнение активной массы отрицательных пластин. При эксплуатации аккумуляторных батарей активная масса отрицательных пластин постепенно уплотняется, при этом пористость ее уменьшается и доступ электролита в глубокие слои активной массы будет затруднен, что приведет к снижению емкости батарей.

При соприкосновении смоченных электролитом заряженных пластин с кислородом воздуха, когда губчатый свинец активной массы переходит в гидроокись свинца $Pb(OH)_2$, уплотнение активной массы будет очень быстрым. При этом выделяется большое количество тепла и с пластин испаряется вода. Во избежание преобразования губчатого свинца в гидроокись свинца при всякой разборке аккумуляторов необходимо предварительно прополоскать пластины дистиллированной водой (двукратной сменой воды через 15—20 мин.).

Уплотнение активной массы сопровождается уменьшением ее объема; при этом происходит отслаивание активной массы от решеток и образование в ней трещин, что, в свою очередь, ведет к дальнейшему снижению емкости батарей.

Отрыв пластин. Отрыв пластин происходит в результате непрочного крепления батареи на автомобиле и дефектов при сварке пластин с баретками. При такой неисправности снижается емкость аккумулятора, а следовательно, и всей батареи.

Переполюсовка пластин. При снижении емкости одного из аккумуляторов батареи происходит его быстрый разряд до нуля, после чего при большом разрядном токе в цепи и длительном разряде произойдет изменение полярности пластин разряженного (слабого) аккумулятора. Это явление нежелательно для активной массы как положительных, так и отрицательных пластин, так как в процессе переполюсовки в активной массе пластин обеих полярностей образуется смесь перекиси свинца и губчатого свинца, пропитанных электролитом. При этом возникает большое количество элементов, создающих местные токи.

Кроме того, при переполюсовке сильно возрастает объем активной массы отрицательных пластин и происходит окисление их решеток, что вызывает отслаивание активной массы от решеток и ее разрушение.

Разрушение сепараторов из дерева. При повышенных температуре и удельном весе электролита ускоряются обугливание и другие химические разрушения сепараторов из дерева. Замерзание электролита и запущенная сульфатация пластин еще больше ускоряют разрушение таких сепараторов.

туру электролита и, если она будет выше или ниже 15°C, в показание ареометра вводить поправку.

Одновременно с проверкой удельного веса производят проверку уровня электролита в каждом аккумуляторе при помощи стеклянной трубки или чистой деревянной палочки.

По величине удельного веса электролита в аккумуляторах батареи можно определить степень ее разряда. Для этого необходимо знать удельный вес электролита заряженной батареи и измеренную величину удельного веса электролита, приведенную к 15°C. С достаточной для практики точностью можно считать, что уменьшение удельного веса на 0,01 соответствует разряду аккумуляторной батареи на 6%.

2. Измерять э.д.с. аккумуляторов батареи вольтметром при отключенной внешней цепи. В этом случае замеряется э.д.с. аккумулятора, которая зависит только от удельного веса электролита и не зависит от степени его разряда. Поэтому по величине замеренной э.д.с. нельзя судить о степени разряда, а следовательно, и о работоспособности аккумуляторов батареи. Однако, сравнивая величину измеренной э.д.с. с величиной э.д.с. покоя, получаемой расчетным путем ($E_0 = 0,84 + \gamma$, где γ — измеренная плотность), можно установить наличие короткого замыкания, так как в этом случае измеренная э.д.с. будет меньше полученной расчетным путем.

3. Измерять напряжения на зажимах каждого аккумулятора нагрузочной вилкой, создающей нагрузку, близкую к стартерной. Это испытание позволяет судить о падении напряжения под нагрузкой, а следовательно, и о работоспособности аккумуляторов батареи.

Величина нагрузочного сопротивления вилки ВН-2 составляет примерно 0,012 ом, а потребляемый ею ток примерно равен 100 а. Для того чтобы величина сопротивления мало изменялась при изменении температуры, его выполняют из константана. Параллельно сопротивлению к штырям вилки подключен вольтметр. Включать нагрузочную вилку следует, плотно прижимая острия штырей вилки к выводным штырям испытуемого аккумулятора в течение 5 сек.

В зависимости от степени разряда напряжение исправного аккумулятора под нагрузкой устойчиво держится в течение 5 сек. в пределах:

1,7 — 1,8 в	при полном заряде
1,6 — 1,7 «	при разряде на 25 %
1,5 — 1,6 «	« « 50 %
1,4 — 1,5 «	« « 75 %
1,3 — 1,4 «	« « 100 %

Напряжение на зажимах аккумулятора под нагрузкой будет тем выше, чем меньше внутреннее сопротивление аккумулятора, т. е. чем больше емкость аккумулятора.

При определении процента разряда для аккумуляторов разных емкостей необходимо руководствоваться указаниями заводской ин-

струкции по правилам пользования данной вилкой, так как нагрузочные вилки разных конструкций отличаются величиной нагрузочного сопротивления и его материалом.

Если при испытании аккумуляторов батареи обнаруживается, что напряжение одного из аккумуляторов будет отличаться от напряжения других аккумуляторов более чем на 0,1 в или при достаточном удельном весе электролита напряжение в течение испытания нагрузочной вилкой быстро падает, то батарея сильно разряжена или имеет дефекты, требующие исправления (сульфатация, малая емкость и т. д.).

Работоспособность батареи может быть проверена без снятия ее с автомобиля. Для этого включают стартер на время не больше 5 сек., и если он развивает достаточную мощность, можно утверждать, что батарея под стартерной нагрузкой снижает напряжение в допустимых пределах.

Лучшим методом испытания аккумуляторной батареи является измерение начального разрядного напряжения заряженной батареи при стартерном режиме разряда и начальной температуре электролита минус $18 \pm 2^\circ\text{C}$. При этом методе испытания разрядный ток имеет величину, соответствующую трем номинальным емкостям батареи, и устанавливается угольным реостатом. Это испытание является основным, так как дает возможность установить работоспособность аккумуляторной батареи в наиболее тяжелых условиях, соответствующих пуску двигателя стартером в зимнее время.

При этом методе испытания величина напряжения, замеряемого через 5 сек. после начала разряда, должна быть не ниже указанной в табл. 6.

Таблица 6

Материал сепараторов батарей	Номинальное напряжение, в	Начальное разрядное напряжение, в
Дерево или материал, комбинированный с ним	6	3,85
	12	7,7
Мипор, мипласт или материалы, комбинированные с ними	6	4,1
	12	8,2

§ 14. Методы заряда аккумуляторных батарей

В практике применяются два наиболее распространенных метода заряда аккумуляторных батарей: заряд при постоянном напряжении и заряд при постоянной величине зарядного тока.

Заряд при постоянном напряжении обеспечивается от источников постоянного тока с неизменным напряжением 7,5 в для заряда 6-вольтовых батарей и 15 в для заряда 12-вольтовых батарей (или 6-вольтовых батарей, соединенных последовательно по две бата-

реи в каждой группе ветви). Принципиальная схема зарядной цепи для заряда батарей при постоянном напряжении приведена на рис. 8, а.

Мощность генератора или выпрямителя определяет величину максимального тока источника, а по ней определяют количество батарей, включаемых на заряд.

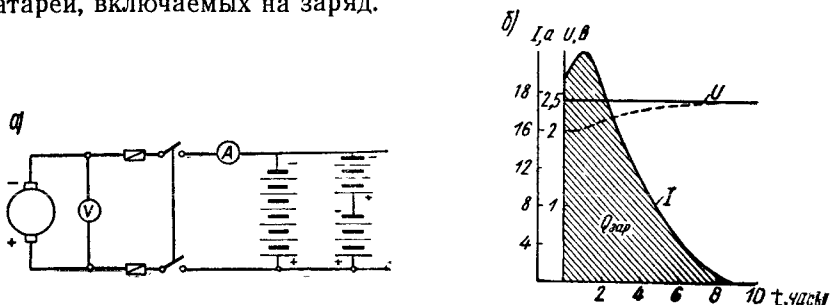


Рис. 8. Принципиальная схема зарядной цепи для заряда батарей при постоянном напряжении (а) и характеристика заряда аккумулятора (б)

Пример. Зарядным источником служит автомобильный 12-вольтный генератор, номинальный ток которого 18 а. Требуется определить количество батарей 6СТ-68, одновременно включаемых на заряд.

Ток нормального заряда для батарей типа 6СТ-68 принят 6 а; следовательно, при номинальном токе генератора 18 а можно подключить параллельно друг другу три батареи.

При включении на заряд разряженной батареи зарядный ток, равный $I_z = \frac{U_r - E_6}{r_6}$, в начале заряда будет большим вследствие большей разности между напряжением генератора и э.д.с. батареи, а по мере заряда батареи возрастет ее э.д.с. и уменьшится разность между U_r и E_6 . Зарядный ток снизится почти до нуля (рис. 8, б). Так как в начале заряда устанавливается большая величина зарядного тока, то в течение первых 4—5 час. батарея зарядится на 90—95% своей емкости.

Основные достоинства заряда батарей при постоянном напряжении следующие:

1) по мере заряда батарей зарядный ток постепенно уменьшается почти до нуля, что улучшает преобразование $PbSO_4$ в PbO_2 и Pb в глубоких слоях активной массы пластин, и не возникает перезаряда батареи;

2) вследствие автоматического снижения зарядного тока отпадает необходимость в регулировочных реостатах, а поэтому увеличивается к.п.д. установки; кроме того, газообразование в конце заряда будет меньше, что предупреждает разрушение активной массы пластин;

3) на заряд можно включать батареи различной емкости; зарядный ток при этом устанавливается автоматически: большей вели-

чины — для батарей с большей емкостью (вследствие меньшего внутреннего сопротивления батарей) и для сильно разряженных (вследствие меньшей э.д.с. батарей);

4) короткое время заряда: за 4—5 час. батарея заряжается на 90—95% емкости.

Основной недостаток этого метода заряда заключается в том, что при отсутствии регулировочных реостатов в цепи заряда нельзя регулировать зарядный ток, а поэтому невозможно одновременно проводить заряд батарей необходимой величиной тока при первом и последующем (нормальном) зарядах или исправлять сульфатацию и формировать пластины новых аккумуляторов.

Во избежание перегрузки источника при токе большей величины в цепь заряжаемых батарей в начале заряда иногда включают балластные сопротивления, которые через 2—3 часа заряда выключают. При выключении сопротивления напряжение, подводимое к заряжаемым батареям в этой ветви, повышается и тем самым обеспечивается более быстрый заряд батарей.

Заряд при постоянной величине зарядного тока обеспечивается при заряде от источников с напряжением 100—200 в.

Принципиальная схема зарядной цепи для заряда батарей при постоянной величине зарядного тока приведена на рис. 9, а.

В каждую ветвь зарядной цепи может быть включено последовательно не более определенного числа ($n_{\text{акк}}$) аккумуляторов,

определяемого из соотношения $n_{\text{акк}} = \frac{U_c}{2,7}$,

где: U_c — напряжение сети, в;

2,7 — э.д.с. полностью заряженного аккумулятора, в.

Все батареи ветви независимо от их номинального напряжения включаются последовательно друг другу.

Для заряда батарей током необходимой величины следует собирать каждую ветвь зарядной цепи из батарей соответствующей емкости и степени разряда.

Для батарей большой емкости и сильно разряженных требуется зарядный ток большей величины и наоборот; поэтому число необходимых параллельных ветвей в зарядной цепи устанавливается с учетом емкости батарей и степени их разряда.

В каждой ветви зарядной цепи устанавливается ток, равный

$$I_3 = \frac{U_c - E \cdot n_{\text{акк}}}{r \cdot n_{\text{акк}}}.$$

Так как напряжение сети может быть намного большим э.д.с. всех аккумуляторов ($E \cdot n_{\text{акк}}$), а сопротивление аккумуляторов ($r \cdot n_{\text{акк}}$) незначительно, зарядный ток I_3 может стать недопустимо большой величины. Поэтому для установления необходимой величины тока в каждую ветвь включают реостат (ламповый, проволочный, угольный).

В процессе заряда аккумуляторов повышается их э.д.с. и снижается зарядный ток, вследствие чего для поддержания необходи-

мой величины тока уменьшают сопротивление реостата, включенного в ветвь заряжаемых аккумуляторов.

При данном методе заряда в начале газовыделения (когда напряжение на зажимах аккумулятора достигает 2,4 в) при помощи реостата уменьшают величину зарядного тока до 50 % от первоначальной, при которой и заканчивают заряд (рис. 9, б).

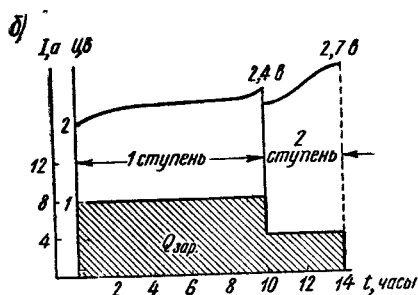
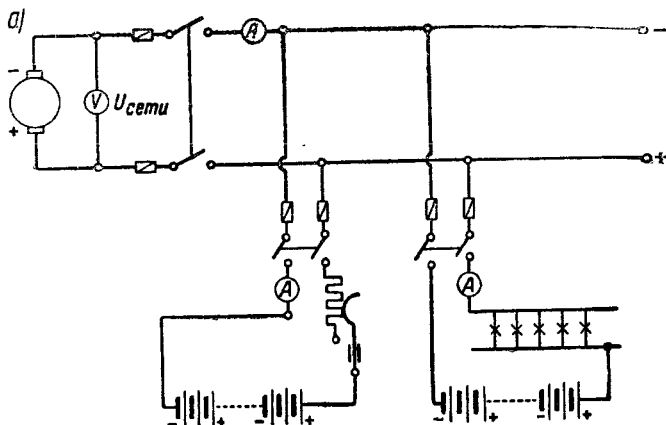


Рис. 9. Принципиальная схема зарядной цепи для заряда батарей при постоянной величине зарядного тока (а) и характеристика заряда (б)

Величина зарядного тока для батарей различных типов указана в табл. 5.

В случае последовательного включения в одну ветвь аккумуляторных батарей с разной емкостью необходимую величину зарядного тока устанавливают по батарее наименьшей емкости, в результате чего заряд батарей большей емкости будет очень продолжительным. Чтобы не уменьшать зарядного тока для батарей с большей емкостью, параллельно батарее с меньшей емкостью подключают другую батарею с емкостью, по величине равной или близкой к ней. Аналогично подключают и большее количество батарей параллельно такому же количеству батарей другой параллельной ветви (рис. 10).

По номинальной величине тока источника и величине зарядного тока для батарей, требующих заряда, подсчитывают и количество параллельных ветвей аккумуляторных батарей, включаемых на заряд в данной установке. При подсчете необходимо помнить, что

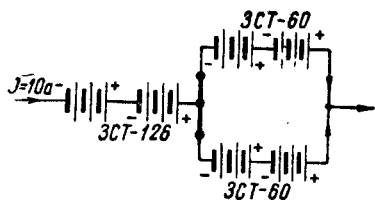


Рис. 10. Схема включения в цепь заряда аккумуляторных батарей различной емкости

общий ток в ветвях не должен превышать номинальный ток источника.

Основные достоинства заряда батарей при постоянной величине зарядного тока следующие:

- 1) возможность устанавливать зарядный ток необходимой величины и регулировать его в процессе заряда, что особенно важно при формировании и исправлении сульфатированных аккумуляторов;
- 2) можно контролировать величину зарядного тока в процессе всего заряда.

Основные недостатки этого метода заряда следующие:

- 1) продолжительное время заряда батарей;
- 2) потеря энергии в реостатах;
- 3) необходимость наблюдения за величиной зарядного тока и его регулирование в процессе всего заряда батарей.

§ 15. Стартерные щелочные железо-никелевые аккумуляторные батареи

Нашей промышленностью в настоящее время выпускаются два типа стартерных железо-никелевых аккумуляторных батарей: 9СЖН-70 и 9СЖН-50, или $3 \times 3СЖН-70$ и $3 \times 3СЖН-50$. Каждая батарея имеет напряжение 12 в и состоит из трех последовательно соединенных батарейных секций 3СЖН-70 или 3СЖН-50.

При этих условных обозначениях секция батареи называется так: «Стартерная железо-никелевая батарея с тремя последовательно соединенными аккумуляторами номинальной емкостью 70 (или 50) а-ч». В железном никелированном корпусе 23 (рис. 11) каждого аккумулятора СЖН-50 и СЖН-70 установлен блок из двенадцати положительных 20 и тринадцати отрицательных 7 пластин. Толщина положительной пластины 1,7—1,8 мм; отрицательной пластины 1,63—1,75 мм. Разноименные пластины изолированы друг от друга вертикально расположенными эбонитовыми палочками 19 диаметром 1,9—2,0 мм. Зазор между пластинами 1,5 мм. От стенок корпуса пластины изолированы листовым винипластом 1 и 17. На ребрах всех положительных пластин установлены винипластовые прокладки 4 и 22. Отверстие в крышке 9 корпуса закрывается металлической или резиновой пробкой 8, имеющей газоотводное отверстие. Каждая пластина состоит из нескольких горизонтально расположенных железных пакетов (ламелей) 21, соединенных по краям с обеих вертикальных сто-

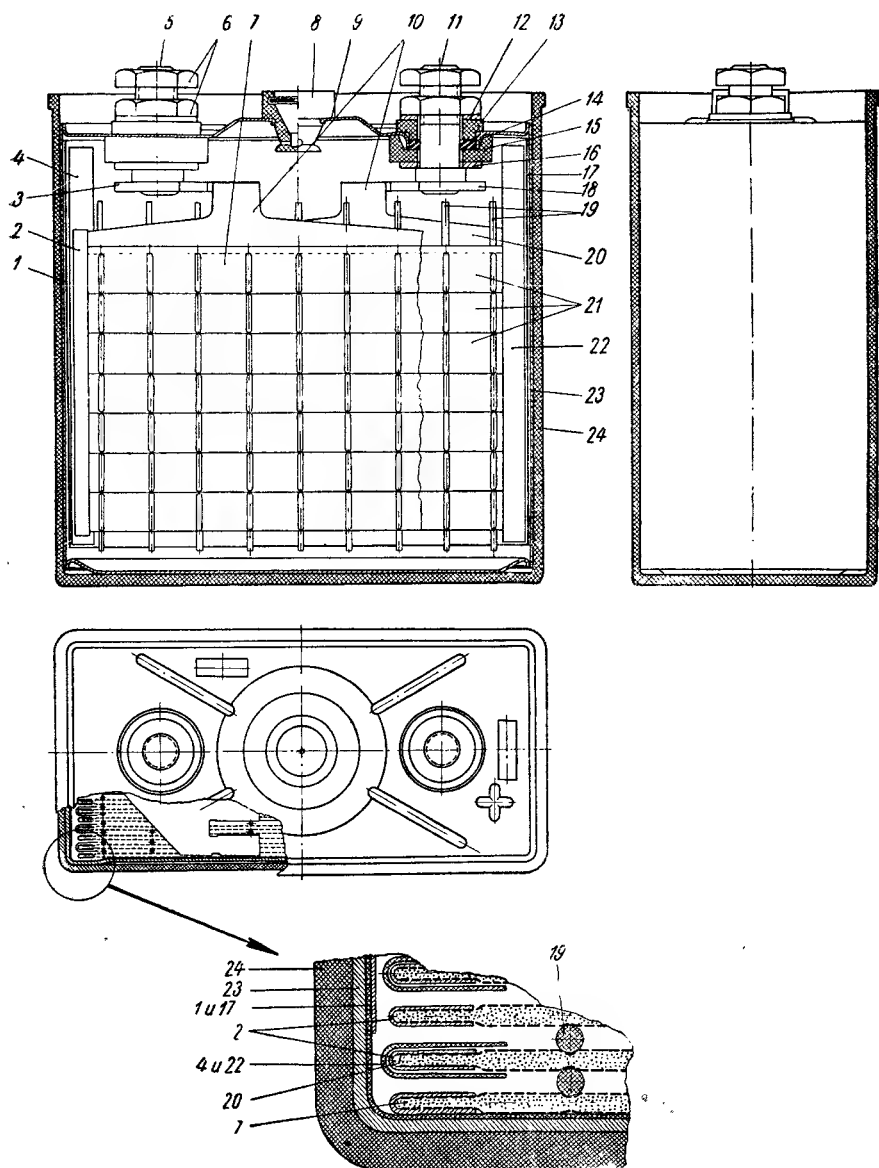


Рис. 11. Конструкция стартерного железо-никелевого аккумулятора СЖН-50

рон посредством точечной сварки двумя железными ребрами 2. В аккумуляторе СЖН-70 в каждой пластине установлено 9 ламелей, а в аккумуляторе СЖН-50 — 7 ламелей. Каждая ламель пластины состоит из перфорированной железной ленты толщиной 0,1 мм. Внутри ламели закладывается активная масса, после чего производится прессование ламели. Активная масса положительных пластин состоит в основном из смеси гидрата окиси никеля $\text{Ni}(\text{OH})_3$ и графита, а отрицательных пластин — из специально приготовленного железного порошка Fe.

Оба ребра каждой пластины приварены к основанию 10, которое, в свою очередь, приварено к железному мосту 3 или 18. Каждый мост (в свинцовых аккумуляторах — баретка) имеет полюсный зажим 5 или 11. Полюсные зажимы с гайками 6 изолированы от крышки 9 пластмассовыми втулками 13 и колпачками 15. Уплотнение выводов зажимов обеспечивается резиновыми шайбами 14. Стальные шайбы 12 и 16 предохраняют пластмассовые втулки и колпачки от разрушения при креплении блоков пластин к крышке сосуда. Пластины не опираются на дно сосуда.

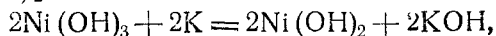
Корпусы всех аккумуляторов изолированы между собой листовым винипластом. Аккумуляторы при помощи цапф подвешены к стенкам деревянного ящика. На цапфы надеты эбонитовые втулки, закрепленные в деревянном ящике. Аккумуляторы также устанавливаются и в пластмассовые ящики 24 (см. рис. 11); в этом случае они не подвешиваются к стенкам.

Электролитом служит водный раствор едкого кали различного удельного веса: 1,20 (при 15°C) — для летней эксплуатации в центральных районах; 1,23 — для летней эксплуатации в северных районах и зимней эксплуатации в центральных районах и 1,27 — для зимней эксплуатации в северных районах.

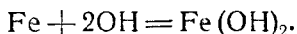
Приготовление электролита производится в железной посуде, в которую после заливки дистиллированной воды небольшими порциями кладется едкий кали. При этом во избежание ожогов тела брать едкий кали необходимо щипцами. Для приготовления из 1 кг твердого едкого кали электролита удельного веса 1,23 необходимо 2,5 л воды, а для приготовления электролита удельного веса 1,27 — 2 л воды.

После 12—24-часового отстоя прозрачную часть электролита сливают в бутылки и плотно закрывают притертыми пробками.

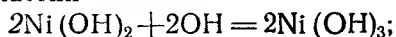
При разряде аккумулятора гидрат окиси никеля $\text{Ni}(\text{OH})_3$ активной массы положительных пластин переходит в гидрат закиси никеля $\text{Ni}(\text{OH})_2$.



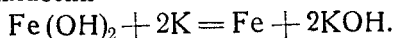
а железо Fe активной массы отрицательных пластин переходит в его окиси $\text{Fe}(\text{OH})_2$:



При заряде аккумулятора происходит обратный процесс: у положительных пластин



у отрицательных пластин



Как видно из уравнений реакций, при разряде и заряде удельный вес электролита не изменяется; э. д. с. аккумулятора почти не зависит от удельного веса электролита и определяется в основном химическим состоянием активной массы пластин. У полностью заряженного аккумулятора э.д.с. достигает 1,7—1,85 в. При разряде током нормального режима (7 а для батарей обоих типов) напряжение под нагрузкой составляет примерно 1,25 в и падает в конце разряда до 1,1 в. Внутреннее сопротивление стартерных железо-никелевых аккумуляторных батарей при температуре электролита от —20 до +40°С примерно равно сопротивлению стартерных свинцовых батарей той же емкости.

При температуре +40°С внутреннее сопротивление заряженной батареи 9СЖН-70 составляет 0,011 ома, а батареи 6СТ-70 — 0,01 ома; при —20°С внутреннее сопротивление батареи 9СЖН-70 — 0,0175 ома, а 6СТ-70 — 0,0190 ома.

Для приведения новой батареи в рабочее состояние рекомендуется следующая последовательность операций:

1) замеряют э. д. с. каждого аккумулятора, которая должна быть около 0,7 в (пластины аккумулятора остаются смоченными электролитом);

2) заливают в аккумуляторы электролит удельного веса 1,23, через 2 часа проверяют его уровень и в случае необходимости доводят его до нормального (на 5 мм выше пластин);

3) подтягивают гайки межэлементных соединений;

4) батареи, в которых большинство аккумуляторов имеет э. д. с. 0,7 в и выше, подвергают трем тренировочным циклам заряда-разряда; батареи, аккумуляторы которых имеют напряжение менее 0,7 в, подвергаются пяти тренировочным циклам.

При тренировочном цикле заряд батарей типа 3 × 3СЖН-70 и 3 × 3СЖН-50 производят током 40 а в течение 2 час., а затем током 20 а — в течение 4 час.; разряд производят током 20 а в течение 3,5 часа для батареи 3 × 3СЖН-70 и 2,5 часа для батареи 3 × 3СЖН-50. Разряд следует прекратить, если напряжение хотя бы одного отстающего аккумулятора снизится до 1,1 в.

В процессе разряда при каждом тренировочном цикле замеряют разрядную емкость батарей, и если она будет равна или выше номинальной, то производят контрольный цикл заряда-разряда. При контрольном цикле заряд батарей обоих типов производят током 40 а в течение 2 час., а затем током 20 а в течение 3 час.; разряд батареи 3 × 3СЖН-70 производят током 20 а, а батареи 3 × 3СЖН-50 — током 15 а и прекращают его, когда напряжение на отстающем аккумуляторе снизится до 1,1 в. Если при контрольном цикле разрядная емкость батареи будет не менее 90% от номинальной, то батарея считается приведенной в рабочее состояние.

При эксплуатации железо-никелевых аккумуляторных батарей выполняют следующие работы:

1) для предупреждения потери емкости целесообразно при заряде батареи как на автомобиле, так и на зарядной станции допускать перезаряд ее;

2) поддерживать нормальный уровень электролита (на 15 мм выше верхнего края пластин) доливкой в аккумуляторы только дистиллированной воды;

3) во избежание потери емкости аккумулятора не допускать возрастания удельного веса электролита выше 1,23 летом и 1,27 зимой и температуры электролита выше 40° С;

4) для контроля емкости батареи два раза в год производить контрольный цикл заряда-разряда;

5) один раз в год производить смену электролита с целью удаления карбонатов и уголекислоты, поглощаемой электролитом из воздуха; перед сменой электролита батарею разряжают током 20 а до напряжения 1,1 в на зажимах отстающего аккумулятора, затем производят двукратную промывку пластин дистиллированной водой и тут же во избежание ржавления пластин заливают в аккумуляторы свежий электролит; после этого производят тренировочный цикл заряда-разряда;

6) после длительного бездействия батареи, особенно при повышенной температуре, необходимо произвести усиленный перезаряд батареи на зарядной станции или автомобиле; потеря емкости при нормальном саморазряде составляет около 1—1,5% в сутки, при увеличении температуры электролита саморазряд увеличивается;

7) следует избегать хранения щелочных аккумуляторов вместе с кислотными; при попадании в щелочные аккумуляторы даже нескольких миллиграммов серной кислоты аккумулятор резко снижает емкость и разрушается.

Допускается хранение аккумуляторных батарей в разряженном состоянии с электролитом до 1 года, после чего их приводят в рабочее состояние так же, как и новые. При хранении аккумуляторных батарей более 1 года их предварительно разряжают током 20 а до напряжения 1,1 в на зажимах отстающего аккумулятора, затем выливают электролит и, не промывая аккумуляторов, плотно закрывают пробки и закупоривают их отверстия.

Основными преимуществами стартерных железо-никелевых аккумуляторов перед свинцовыми являются:

1) большой срок службы, обеспечивающий нормальную работу батареи на автомобиле в пределах 150 000 км пробега (свинцовых — 30 000 км пробега);

2) высокая прочность сосуда и пластин;

3) отсутствие явления сульфатации;

4) большая надежность работы;

5) способность выдерживать значительную величину зарядного тока;

6) нечувствительность к коротким замыканиям.

К недостаткам стартерных железо-никелевых аккумуляторов относятся:

- 1) меньшая величина рабочего напряжения;
- 2) потеря емкости при попадании в аккумулятор серной кислоты;
- 3) большой объем и вес;
- 4) меньший коэффициент отдачи: по емкости примерно на 30%, а по энергии — на 38%.

§ 16. Зарядное оборудование

Двигатель-генератор. В небольших автохозяйствах часто применяют метод заряда батарей при постоянном напряжении. В этом случае обычно используют твердые или газотронные выпрямители или двухщеточный автомобильный генератор, снабженный реле-регулятором.

При заряде батарей постоянной величиной зарядного тока чаще всего используют генераторы постоянного тока с параллельным или смешанным возбуждением напряжением 115—320 в мощностью от 1 кВт и больше. Привод якоря генератора осуществляется от асинхронного трехфазного электродвигателя с помощью ременной передачи или упругой муфты и реже — от двигателя внутреннего сгорания.

Электродвигатели-генераторы, смонтированные в одном агрегате и выпускаемые отечественной промышленностью как зарядные устройства, имеют следующие данные (табл. 7).

Таблица 7

Тип электродвигателя	Мощность, кВт	Напряжение, в	Тип генератора	Мощность, кВт	Напряжение, в
А-41-4	1,7	127/220/380	ПН-28,5	1,5	115/160/230/320
А-42-4	2,8	127/220/380	ПН-45	2,6	115/160/230/320
А-51-4	4,5	127/220/380	ПН-68	4,1	115/160/230/320

Газотронный выпрямитель. Преобразование переменного тока в постоянный чаще всего производится трехэлектродной выпрямительной лампой, включенной в сеть переменного тока через понижающий трансформатор. Газотронные выпрямители для заряда аккумуляторных батарей обычно изготавливаются на 6, 12 и 24 в при зарядном токе 6—8 а.

Газотронный выпрямитель 503-1. Газотронный выпрямитель типа 503-1 предназначен для заряда аккумуляторных батарей 6, 12 и 24 в при максимальной величине зарядного тока 6 а. Схема выпрямителя приводится на рис. 12, а.

Выпрямитель питается от однофазной сети переменного тока напряжением 110, 127 и 220 в. В схеме зажимы панели 3 автотрансформатора 2 соединены перемычками для включения агрегата в сеть 127 в. Для присоединения выпрямителя к сети напряжением 110 или 220 в необходимо переставить перемычки на зажимах панели 3 автотрансформатора в соответствии со схемой.

приведенными на рис. 12, б. В металлическом корпусе выпрямителя монтируются двуханодный газовый выпрямитель 1 типа ВГ-176, силовой трансформатор 2 и дроссель 6. Выключатели цепи переменного тока 8 и цепи постоянного тока 7, переключатель выпрям-

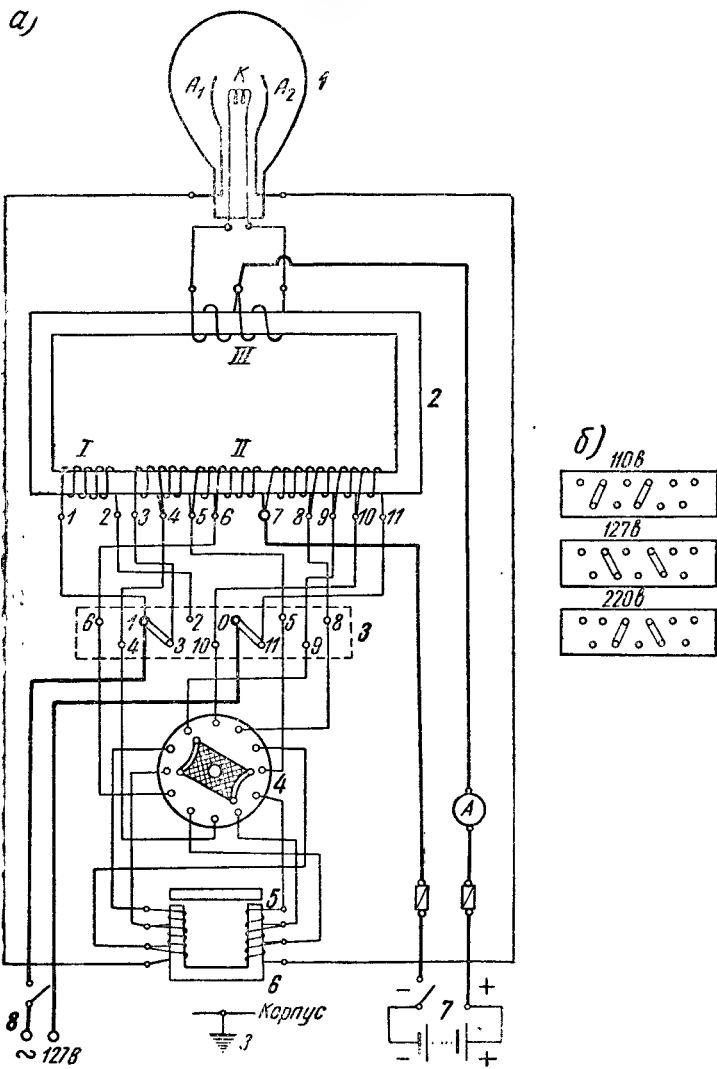


Рис. 12. Схема газотронного выпрямителя 503-1

ленного напряжения 4, амперметр и зажимы цепей постоянного и переменного тока монтируются на лицевой стороне корпуса. Корпус выпрямителя заземляется.

Стеклянный баллон газового выпрямителя 1 заполнен инертным газом (аргон, неон) или парами ртути при давлении 10^{-3} мм рт. ст.

Катод K лампы изготовлен из молибдена, а аноды лампы A_1 и A_2 — из никеля.

Автотрансформатор 2 служит для питания газового выпрямителя 1. На сердечнике автотрансформатора намотаны три обмотки.

Обмотка III служит для питания молибденового катода выпрямителя; средняя точка этой обмотки является положительным полюсом.

Сетевая обмотка I подключается последовательно к сетевой обмотке II при помощи перемычки, соединяющей зажимы 2 и 3, в случае включения выпрямителя в сеть переменного тока напряжением 220 в.

Сетевая обмотка II состоит из нескольких секций. Секционирование обмотки выполнено с той целью, чтобы в случае падения напряжения в сети переменного тока компенсировать это падение включением в сеть большего числа витков и сохранить нужное напряжение накала нити катода K газового выпрямителя и его отдачу. При напряжении в сети меньше чем 127 в соединительные перемычки ставятся на зажимах панели 3 в положение 110 в (см. рис. 12, б). В этом случае часть витков обмотки II будет выключена. Средняя точка обмотки II является отрицательным полюсом.

Дроссель 6 служит для автоматической регулировки напряжения и величины зарядного тока в период заряда аккумуляторной батареи. Обе катушки дросселя секционированы, что позволяет изменять величину выпрямленного напряжения (6, 12 или 24 в) путем перестановки в другое положение ротора переключателя напряжения 4. По одному концу катушки дросселя соединены с анодами газотронного выпрямителя.

При изменении напряжения в сети переменного тока будет также меняться величина зарядного тока. В случае необходимости величину зарядного тока можно регулировать путем изменения воздушного зазора между шунтом 5 и магнитопроводом дросселя 6. Для увеличения тока зазор увеличивают и наоборот.

При включении выключателем 8 автотрансформатора в сеть переменного тока обмотка III питает катод K выпрямителя, который, нагреваясь, излучает электроны. При замыкании выключателем 7 цепи постоянного тока включается анодное напряжение, и выпрямитель обеспечивает выпрямление обоих полупериодов переменного тока. При этом электроны и отрицательные ионы газа направляются к тому аноду, который в данный момент имеет положительный потенциал.

Цепь зарядного тока (по направлению потока электронов): катод K газотронного выпрямителя — анод A_2 — правая секция (по рисунку) дросселя 6 — переключатель напряжения 4 — зажимы 5 автотрансформатора — обмотка автотрансформатора — зажим 7 автотрансформатора — плавкий предохранитель — выключатель 7 — аккумуляторная батарея — плавкий предохранитель — амперметр — нулевая точка обмотки III автотрансформа-

тора — катод K выпрямителя. За другой полупериод переменного тока электроны с катода K будут перемещаться на анод A_1 и дальше по схеме, приведенной выше.

Срок службы газотронного выпрямителя — около 1000 час. работы; к. п. д. выпрямителя при токе 6 а составляет около 0,5; потребляемая мощность до 320 в $\cdot$ а. Выпрямитель типа 503-1 может работать без заметного снижения величины выпрямленного тока и напряжения при температуре от -50 до $+50^\circ\text{C}$.

Правила эксплуатации газотронного выпрямителя. В процессе эксплуатации выпрямитель требует проверки крепления соединений проводов на зажимах и чистки от пыли. Запрещается устанавливать выпрямитель в помещении для заряда аккумуляторных батарей. Нельзя допускать перегрузку выпрямителя.

Включение к выпрямителю заряжаемых аккумуляторных батарей необходимо производить в следующей последовательности:

- 1) соединить провода от зажимов аккумуляторных батарей к зажимам (+) и (—) выпрямителя;
- 2) проверить надежность заземления корпуса выпрямителя;
- 3) включить выпрямитель в сеть переменного тока;
- 4) установить переключатель выпрямленного напряжения в положение 6, 12 или 24 в соответственно числу заряжаемых батарей;
- 5) включить цепь постоянного тока и проверить по амперметру величину зарядного тока.

В случае необходимости изменить величину зарядного тока путем перемещения магнитного шунта 5 относительно магнитопровода дросселя 6.

Для выключения выпрямителя следует сначала отключить заряжаемые батареи с помощью выключателя 7, а затем выключателем 8 отсоединить выпрямитель от сети.

Ртутный выпрямитель ВАР-6. Выпрямительный агрегат типа ВАР-6 предназначен для заряда 12-вольтовых или 24-вольтовых аккумуляторных батарей при максимальной величине зарядного тока 20 а.

В процессе заряда, по мере роста напряжения заряжаемой батареи, зарядный ток автоматически уменьшается, достигая в конце заряда 9—10 а.

Выпрямительный агрегат питается от однофазной сети переменного тока напряжением 127 или 220 в.

В схеме (рис. 13) перемычки автотрансформатора 1 соединены для включения агрегата в сеть 220 в и для заряда 12-вольтовых аккумуляторных батарей. Для присоединения выпрямителя к сети напряжением 127 в необходимо переставить у автотрансформатора верхнюю часть средних перемычек с зажимов 220 в на зажимы 127 в. Для заряда группы аккумуляторных батарей напряжением 24 в необходимо две крайние перемычки на зажимах у автотрансформатора переставить с зажимов 12 в на зажимы 24 в.

Выпрямительный агрегат смонтирован в металлическом корпусе, который обязательно должен заземляться посредством провода, присоединяемого к зажиму 3.

Внутри каркаса выпрямительного агрегата расположены стеклянная ртутная колба 2 выпрямителя типа 2В-20, автотрансформатор 1, дроссель 3 и реактивная катушка 4. На передней лицевой стенке корпуса смонтированы амперметр на 30 а, служащий для измерения величины зарядного тока; двухполюсный выключатель, подсоединяющий автотрансформатор к сети переменного тока; кнопка зажигания КЗ, служащая для включения цепи зажигания при покачивании выпрямителя; рукоятка колбодержателя; два

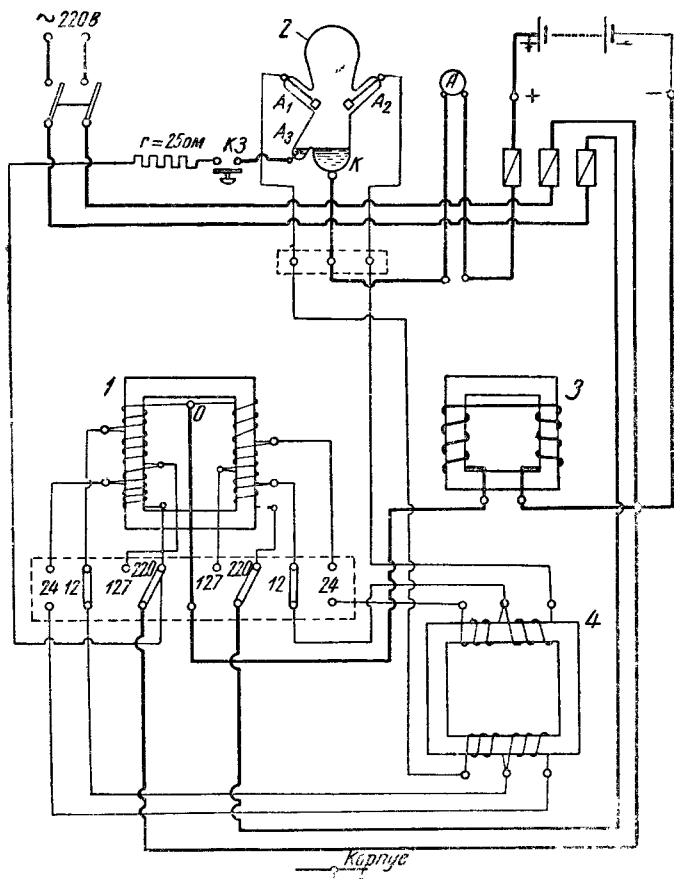


Рис 13. Схема ртутного однофазного выпрямителя ВАР-6

плавких предохранителя в цепи переменного тока и один предохранитель в цепи постоянного тока. Сопротивление 25 ом включено в цепь зажигания для ограничения величины пускового тока при замыкании ртутью катода К и анода зажигания А₃.

В стеклянной колбе 2 создан вакуум до 0,0001 мм рт. ст. Аноды А₁ и А₂ изготовлены из графита или железа, впаяны в рукава колбы и соединены с концами обмотки реактивной катушки 4. Катодом К колбы является ртуть, находящаяся в нижней части кол-

бы. Анодом зажигания A_3 является небольшое количество ртути, находящейся в нижнем рукаве колбы.

Колба выпрямителя подвешивается на пружинах и соединена с рукояткой, смонтированной на лицевой стенке корпуса.

Обмотка автотрансформатора 1 при помощи двухполюсного рубильника включается в сеть переменного тока.

Переменный ток пониженного напряжения от обмоток автотрансформатора подводится через секции реактивной катушки 4 к анодам A_1 — A_2 колбы 2 выпрямителя.

Реактивная катушка, обладая большой индуктивностью, обеспечивает сохранение электрической дуги между катодом K и анодом в момент изменения полярности анодов. Без реактивной катушки в момент уменьшения напряжения между катодом и анодом ниже 15—20 в ток в цепи будет прерываться, а дуга гаснуть.

Дроссель 3, включенный в цепь выпрямленного тока, так же как и реактивная катушка, поддерживает непрерывную дугу между катодом и анодами в момент изменения полярности анодов.

Цепь зарядного тока (по направлению потока электронов). При зажигании колбы 2 ртутный катод K испускает электроны, которые вместе с отрицательными ионами газа направляются к тому аноду, который в данный момент имеет положительный потенциал. Электроны с катода K идут в цепи: анод A_1 — нижняя секция (по рисунку) реактивной катушки 4 — левый зажим 12 автотрансформатора 1 — обмотка автотрансформатора — нулевая точка (0) обмотки автотрансформатора — обмотка дросселя 3 — аккумуляторная батарея — плавкий предохранитель — амперметр — катод K колбы 2.

Срок службы колбы — около 1000 час. работы; к.п.д. выпрямителя при токе 20 а — 50%. Более мощные ртутные выпрямители имеют к. п. д. до 99%. Потребляемая мощность при максимальном токе 1,42 ква. Выпрямитель ВАР-6 предназначен для работы в сухих помещениях с температурой окружающей среды от +10° до +35°С.

Правила эксплуатации ртутного выпрямителя. Включение к выпрямителю заряжаемых аккумуляторных батарей необходимо производить в следующей последовательности:

- 1) соединить провода от зажимов аккумуляторных батарей к зажимам (+) и (—) выпрямителя;
- 2) проверить надежность заземления корпуса выпрямителя;
- 3) включить двухполюсный рубильник;
- 4) нажать кнопку зажигания КЗ, одновременно покачивать колбу при помощи рукоятки; нормально, при температуре +10°С, дуга в колбе должна загореться после нескольких качаний; после зажигания дуги кнопку нужно отпустить.

Для прекращения заряда аккумуляторных батарей необходимо сначала, выключив рубильник, отсоединить выпрямитель от сети переменного тока, а затем отсоединить аккумуляторные батареи.

При эксплуатации выпрямителя нельзя допускать длительную работу агрегата при нагрузке в цепи выпрямленного тока свыше 20 а.

Основные данные по ртутным выпрямителям, применяемым для заряда аккумуляторных батарей, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Тип	Сторона переменного тока			Сторона выпрямленного тока		Габариты (длина, ширина, высота), мм
	система тока	напря- жение, в	потреб- ляемая мощ- ность, кВа	напря- жение, в	величина тока, а	
ВАР-6	Однофазная	127/220	1,42	12/24	10/20	520×420×975
ВАР-8	"	127/220	4,0	80	20	525×540×1270
ВАР-9	"	220/380	5,3	120	20	525×540×1270
ВАР-14	Трехфазная	220/380	8,9	120	30	525×540×1270
ВАР-16	"	220/380	2,5/1,6	24,80*	6/6	525×520×1270

* Каждая цепь выпрямленного тока выпрямителя ВАР-16 может работать независимо от другой.

Селеновый выпрямитель ВСА-111. Селеновый выпрямитель ВСА-111 предназначен для заряда аккумуляторных батарей с напряжением до 80 в и зарядным током 8 а. Выпрямитель рассчитан на питание от сети переменного тока напряжением 127—220 в. Схема двухполупериодного селенового выпрямителя приведена на рис. 14.

Выпрямитель (рис. 14, а) состоит из следующих основных частей: селеновых выпрямительных столбов 10; регулятора напряжения (трансформатора), включающего в себя стальной сердечник 7, первичную обмотку из двух секций 6 и 8, вторичную обмотку 9 и дополнительную обмотку 16; сигнальной лампы 14; переключателя 11 ступеней заряда; трехполусного выключателя 1; плавких предохранителей 2, 3, 4 и 5 сети переменного тока; плавкого предохранителя 15 дополнительной обмотки и плавкого предохранителя 17 зарядной цепи.

Секция 6 и 8 первичной обмотки через два верхних (по рисунку) ножа трехполусного выключателя 1 и плавкие предохранители 4 и 5 включаются в сеть переменного тока напряжением 127 в. В случае необходимости включения выпрямителя в сеть переменного тока напряжением 220 в необходимо переставить плавкие вставки из зажимов предохранителей 4 и 5 в зажимы предохранителей 2 и 3; при этом все витки обеих секций 6 и 8 первичной обмотки будут соединены между собой последовательно.

Переменный ток со вторичной обмотки 9 регулятора напряжения подводится к двухполупериодному селеновому выпрямителю 10. Выпрямленный ток от выпрямителя подводится через нижний (по рисунку) нож трехполусного выключателя 1, плавкий



Рис. 14. Схема селенового выпрямителя ВСА-111

предохранитель 17 и амперметр на зажимы (+) и (—), к которым подключаются заряжаемые аккумуляторные батареи.

Напряжение на зажимах вторичной обмотки 9, а следовательно, и величина зарядного тока регулируются с помощью магнитного шунта в магнитопроводе регулятора напряжения.

Кроме того, при помощи переключателя 11 ступеней заряда и дополнительной обмотки 16 также можно регулировать величину напряжения на выходе выпрямителя — на зажимах (+) и (—), а следовательно, и величину зарядного тока.

Схема регулятора напряжения показана на рис. 14, б. Магнитный шунт МШ с помощью винта, имеющего рукоятку Р, можно плавно перемещать в направлении, перпендикулярном к плоскости окна магнитопровода 7 (сердечник).

При введении магнитного шунта в сердечник значительная часть магнитного потока, создаваемого первичной обмоткой 6 и 8 замыкается через шунт. При этом магнитный поток, действующий на вторичную обмотку 9, уменьшается, а следовательно, уменьшается напряжение вторичной обмотки.

При выведении магнитного шунта из сердечника через магнитный шунт будет замыкаться меньшая часть магнитного потока, создаваемого первичной обмоткой, и тогда на витки вторичной обмотки будет действовать магнитный поток большей величины, что вызовет увеличение напряжения во вторичной обмотке, а следовательно, и величины зарядного тока.

При положении переключателя 11 на контакте 12 дополнительная обмотка 16 выключается из цепи вторичной обмотки 9, и тогда на зажимах (+) и (—) напряжение достигает 80 в, что соответствует зарядному току 1,5—8 а. Если нож переключателя 11 соединен с контактом 13, то вторичная и дополнительная обмотки соединяются последовательно. Так как напряжение дополнительной обмотки 16 противодействует напряжению вторичной обмотки 9, то напряжение на зажимах (+) и (—) снизится до 26 в, а поэтому зарядный ток будет снижен до 0,25—1,5 а. Следовательно, переключателем 11 и дополнительной обмоткой обеспечивается двухступенчатое регулирование зарядного тока. При включении выпрямителя в сеть переменного тока накаливается сигнальная лампа 14, присоединенная к части витков дополнительной обмотки. Напряжение на зажимах (+) и (—) выпрямителя и напряжение на зажимах аккумуляторных батарей, подключенных к выпрямителю измеряется с помощью вольтметра. Величина зарядного тока измеряется амперметром, установленным на щите выпрямителя. Корпус выпрямителя должен быть заземлен. Селеновый выпрямитель состоит из стальных дисков, на поверхность которых путем напыливания нанесен слой селена толщиной около 0,1 мм, который служит одним электродом. На селен напыливается слой сплава олова, кадмия и висмута, являющийся вторым электродом. Между селеном и слоем сплава металлов после соответствующего формирования переменным током создается непроводящий, «запирающий» слой толщиной порядка 0,001 микрона. Селен является полу-

проводником, и концентрация свободных электронов в нем меньше, чем в проводнике слоя сплава металлов; запирающий же слой не содержит свободных электронов.

При подведении к электроду-проводнику отрицательного потенциала, а к электроду-полупроводнику (селену) положительного потенциала свободные электроны из проводника (под действием сил электрического поля) будут свободно проходить через «запирающий» слой в полупроводник.

Напряжение на одном диске не должно превышать 18 в, в противном случае происходит пробой «запирающего» слоя и оба электрода свариваются в месте пробоя.

Плотность тока не должна превышать $0,15 \text{ а/см}^2$ площади контакта проводника и полупроводника, а допустимая температура нагрева 70—75°C.

Цепь зарядного тока (по направлению потока электронов) за один из полупериодов переменного тока: вторичная обмотка 9 трансформатора — двухполупериодный выпрямитель 10 — выключатель 1 (нижний нож по рисунку) — плавкий предохранитель 17 — амперметр — аккумуляторная батарея — другое плечо выпрямителя 10 — переключатель ступеней заряда 11, а затем (в зависимости от положения переключателя) — зажим 12 — вторичная обмотка 9 (или зажим 13 — дополнительная обмотка 16 — вторичная обмотка 9).

Коэффициент полезного действия выпрямителя при максимальной нагрузке (8а при 80 в) — 50%. Потребляемая мощность при максимальном токе — 1,6 ква. Селеновые выпрямители допускают работу при колебании температуры окружающей среды в пределах от минус 40 до плюс 35°C.

Правила эксплуатации селенового выпрямителя. Для обеспечения нормальной работы выпрямителя необходимо избегать расположения его близко к нагревательным приборам и в одном помещении с аккумуляторами. Помещение должно быть сухим и иметь хорошую вентиляцию. При повышении температуры окружающей среды от 35 до 50°C необходимо снизить нагрузку до 50%, чтобы предотвратить нагрев селеновых шайб выпрямителя выше 75°C, так как в этом случае выпрямитель выходит из строя. Периодически столбы выпрямителя необходимо продувать сжатым воздухом.

Подключение к выпрямителю заряжаемых аккумуляторных батарей необходимо производить в следующей последовательности:

- 1) соединить провода от зажимов аккумуляторных батарей с зажимами (+) и (—) выпрямителя и по отклонению стрелки вольтметра проверить правильность подключения и напряжение подключенных батарей;

- 2) проверить надежность заземления корпуса выпрямителя;

- 3) установить регулятор на минимальное напряжение, для чего рукоятку регулятора вращать против часовой стрелки; при этом магнитный шунт регулятора будет полностью введен в его сердечник;

4) в зависимости от требуемой величины зарядного тока установить переключатель ступеней заряда в положение 1,5 *a* или в положение 1,5—8 *a*;

5) трехполюсным выключателем включить выпрямитель в сеть;

6) отрегулировать величину зарядного тока поворотом рукоятки регулятора по направлению часовой стрелки.

Выключение выпрямителя необходимо производить в следующей последовательности:

1) снизить зарядный ток до минимальной величины поворотом рукоятки регулятора до отказа против часовой стрелки;

2) выключить выпрямитель и зарядную цепь при помощи трехполюсного выключателя;

3) отсоединить аккумуляторные батареи.

Основные данные селеновых выпрямителей, применяемых для заряда аккумуляторных батарей, приведены в табл. 9.

Таблица 9

Тип	Напряжение однофазного переменного тока, <i>в</i>	Потребная мощность, <i>квa</i>	Сторона выпрямленного тока		Габариты (длина, ширина, высота), <i>мм</i>	Вес, <i>кг</i>
			напряжение, <i>в</i>	величина тока, <i>a</i>		
BCA-3M	127/220	1,6	80	8	460×320×680	75
BCA-5	127/220	—	64	12	560×350×550	57
BCA-6M	127/220	1,5	22/24	12/24	560×350×550	53
BCA-111	127/220	1,6	26/80	0,25/8	470×340×440	55

Глава II

ГЕНЕРАТОРЫ

§ 17. Требования, предъявляемые к автомобильным и тракторным генераторам

К автомобильным и тракторным генераторам предъявляются следующие основные требования:

1. Высокая мощность при малых габаритах и допустимом нагреве деталей. Для этого в автомобильных генераторах применяют принудительное охлаждение воздухом обмоток и коллектора. Нагнетание воздуха в генератор и его циркуляция обеспечиваются крыльчаткой, отлитой вместе со шкивом привода генератора.

2. Постоянство напряжения при изменении оборотов и предохранение от перегрузки. Обеспечение постоянства напряжения при изменении оборотов вала генератора осуществляется регулятором напряжения, а величина тока нагрузки автомобильных генераторов ограничивается при помощи ограничителя тока.

3. Высокая износостойкость коллектора и щеток.

4. Простота конструкции. Этому требованию удовлетворяют генераторы постоянного тока с параллельным включением обмотки возбуждения, и генераторы переменного тока с вращающимся магнитом или электромагнитом.

§ 18. Устройство автомобильных и тракторных генераторов

На тракторах генератор предназначен для питания ламп источников освещения, а на автомобилях — для питания всех потребителей электрической энергии и заряда аккумуляторной батареи при работе двигателя на средних и больших оборотах коленчатого вала.

Конструкция, типичная для автомобильного генератора постоянного тока, показана на рис. 15, продольный разрез этого генератора — на рис. 16.

Корпус 5 генератора постоянного тока изготавливают из малоуглеродистой стали. Намагничивание стали корпуса для самовозбуждения генератора создается включением постоянного тока в обмотку возбуждения генератора после его сборки. Полусные сердечники 22 изготавливают из малоуглеродистой стали или набирают из листов трансформаторной стали, изолированных друг от друга окалиной для уменьшения потерь энергии на вихревые то-

ки. На полюсные сердечники надевают катушки 23 обмотки возбуждения из покрытого эмалью медного провода марки ПЭ, иногда применяют провода марки ПЭЛ, которые поверх эмали дополнительно покрыты лаком.

Катушки обмотки возбуждения наматывают на шаблонах, оплетают хлопчатобумажной лентой с последующей пропиткой оплетки изоляционным лаком. Катушки соединены между собой последовательно и при прохождении по ним тока усиливают намагничивание полюсных сердечников. В четырехполюсных генераторах полярность полюсных сердечников чередуется.

Обмотка возбуждения служит для усиления и изменения магнитного потока возбуждения в результате изменения величины тока в ней, что необходимо для поддержания постоянства напряжения при работе генератора и ограничения отдаваемого им тока. Обмотка возбуждения включена параллельно внешней цепи. В автомобильных генераторах один конец 18 обмотки соединен с положительной щеткой 8, а другой — с изолированным от массы зажимом Ш.

Якорь генератора состоит из вала 21, сердечника 20, обмотки 19 и коллектора 17. Сердечник набирают из листов трансформаторной стали, изолированных между собой окалиной для уменьшения потерь энергии на вихревые токи. Пластины сердечника крепятся на валу 21 и удерживаются от проворачивания неглубокими треугольными шлицами или шпонкой. Сердечник якоря служит для уменьшения сопротивления магнитному потоку возбуждения, пронизывающему обмотку якоря, и для крепления обмотки. Скошенные пазы сердечника якоря некоторых конструкций генераторов (Г-12 и Г-66) способствуют уменьшению шума при работе генератора; с этой же целью устанавливают вентиляторы

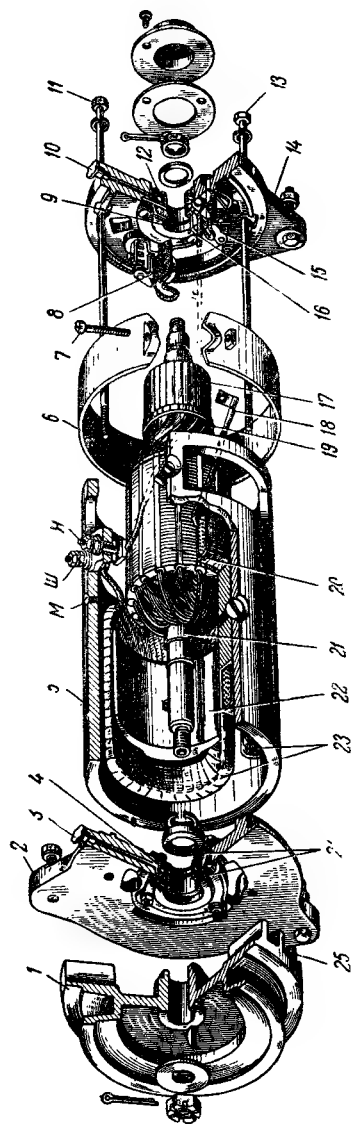


Рис. 15. Генератор

с наклоненными лопатками. В полузакрытые пазы сердечника закладывают обмотку якоря, обычно выполненную в виде отдельных секций, концы которых соединены с пластинами коллектора. Для предупреждения замыкания обмотки якоря на массу при разрушении изоляции провода в пазы сердечника перед намоткой обмотки вставляют картонные прокладки (прессшпан), предварительно пропитанные лаком и согнутые по форме паза. С торцов сердечника устанавливают изоляционные шайбы (фибра, прессшпан, пластмасса и др.) по форме пластин сердечника, а на вал якоря с обеих сторон сердечника наматывают два-три витка из бумаги или полотна.

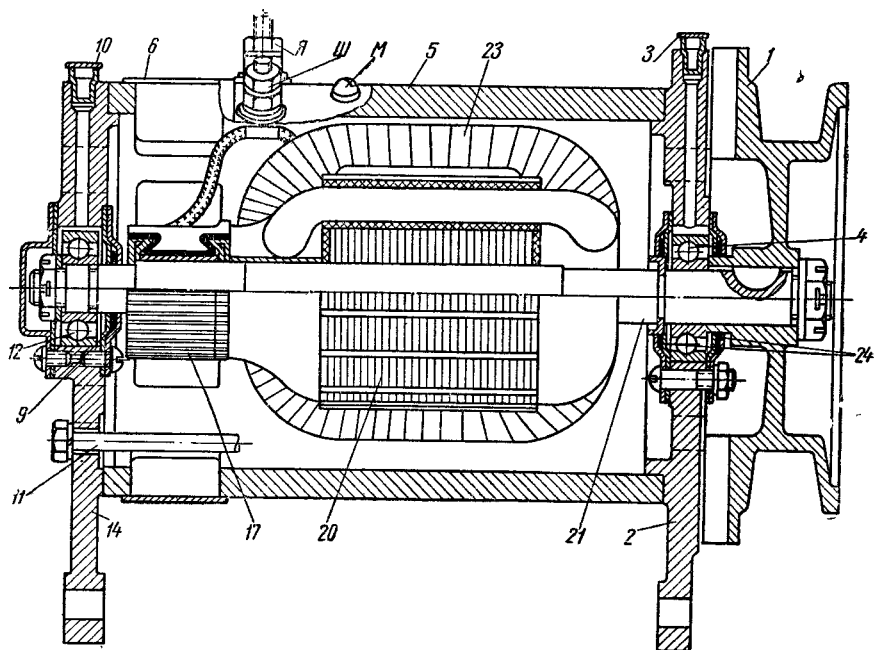


Рис. 16. Продольный разрез генератора

Обмотка якоря генераторов постоянного тока автомобилей и тракторов состоит из большого количества секций. Каждая секция обмотки якоря состоит из 3—6 витков, что необходимо для увеличения наводимой в ней э. д. с. Увеличение числа секций обмотки якоря необходимо для сглаживания пульсации э. д. с. и тока. Обмотку якоря выполняют из следующих основных марок провода:

- ПБД — провод медный с бумажной двойной оплеткой;
- ПЭБО — провод медный с эмалевой изоляцией, поверх которой намотана одинарная бумажная оплетка;
- ПЭБД — провод медный с эмалевой изоляцией, поверх которой намотана двойная бумажная оплетка;
- ПЭЛБД — провод медный с эмалевой изоляцией, с последующим покрытием лаком, а затем бумажной двойной оплеткой;
- ПЭВ — провод медный с эмалевой изоляцией, с последующим покрытием венифлексовой изоляцией.

В пазы сердечника поверх проводников обмотки вставляют клинья (дерево, прессшпан и др.), удерживающие провода обмотки якоря в пазах сердечника при вращении якоря.

Обмотка якоря служит для наведения в ней э.д.с. при вращении якоря в магнитном потоке.

К о л л е к т о р генератора (рис. 17) служит для выпрямления переменного тока, протекающего по обмотке якоря, в ток постоянный и отвода его через щетки во внешнюю цепь.

Коллектор состоит из стальной втулки 2, двух фасонных шайб 3, слюдяной или micaнитовой изоляции 4, наклеенной на втулке и на внутренней поверхности двух фасонных шайб, медных пластин 1, имеющих форму «ласточкина хвоста», и слюдяной или micaнитовой изоляции между медными пластинами. Число коллекторных пластин равно числу секций обмотки якоря или меньше на единицу. Например, у генератора Г-66 одна из секций обмотки якоря к пластинам коллектора не присоединена.

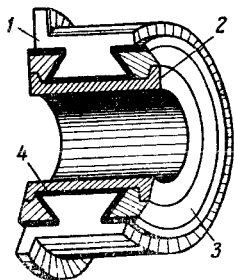


Рис. 17. Коллектор в разрезе

Такая секция называется «мертвой», или «балластной», и служит только для уравнивания якоря с целью уменьшить его вибрацию при вращении. Стальная втулка 2 после установки коллекторных пластин и двух фасонных шайб 3 развальцовывается и плотно крепит шайбы и пластины. Коллектор напрессован на шлицы вала якоря.

Для того чтобы в секции обмотки якоря индуктировалась наибольшая э. д. с., стороны каждой секции укладывают в пазы, отстоящие друг от друга на расстоянии, приблизительно равном расстоянию между серединами двух смежных полюсов: у двухполюсных генераторов — под углом 180° , а у четырехполюсных — под углом 90° .

В генераторах Г-20, Г-21, Г-15Б, Г-25, Г-16 и Г-12 применяется петлевая обмотка якоря, а в четырехполюсных генераторах Г-66 — волновая обмотка.

Схема петлевой обмотки якоря показана на рис. 18, а схема волновой обмотки якоря — на рис. 19. При волновой обмотке якоря независимо от числа полюсов генератора на коллекторе можно устанавливать только две щетки, что упрощает конструкцию генератора и облегчает наблюдение за состоянием щеток.

Двухполюсный генератор Г-16, а также другие двухполюсные генераторы имеют петлевую обмотку якоря, стороны каждой секции которой укладываются в диаметрально противоположные пазы. В приведенной на рис. 18 развернутой схеме петлевой обмотки якоря генератора Г-16 при 14 пазах в сердечнике якоря петля первой секции 1 укладывается в пазы 1 и 7. При этом шаг обмотки якоря по пазам равен 1—7; при таком шаге число зубцов сердечника между начальным и конечным пазами секции равно 6. Все

остальные секции обмотки имеют такой же шаг обмотки по пазам сердечника. Концы каждой секции присоединены к двум соседним пластинам коллектора. При этом шаг обмотки по коллектору ра-

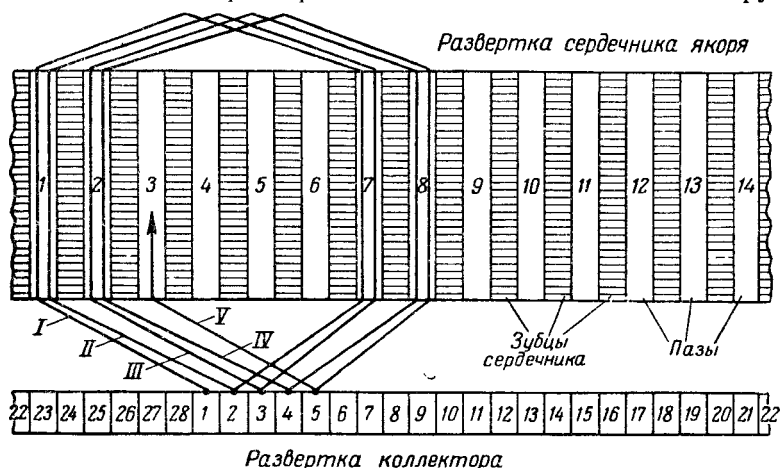


Рис. 18. Схема петлевой обмотки якоря генератора Г-16

вен 1—2; при таком шаге по коллектору число изолирующих промежутков между коллекторными пластинами, к которым присоединены концы каждой секции, равно единице.

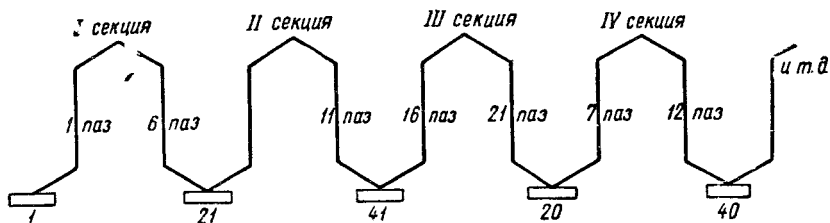


Рис. 19. Схема волновой обмотки якоря генератора Г-66: 1, 20, 21, 40 и 41 — коллекторные пластины

Все секции обмотки якоря соединены между собой на пластинах коллектора. Каждая последующая секция является продолжением предыдущей. Так, например, конец первой секции I (см. рис. 18) присоединен к пластине 2 коллектора; к ней же присоединено начало второй секции II, второй конец которой присоединен к третьей пластине 3 коллектора; к ней присоединено начало третьей секции III и т. д. Следовательно, к каждой пластине коллектора присоединены конец предыдущей секции и начало последующей. В каждую пару пазов одновременно укладывают две секции, например, в пазы 1 и 7 уложены секции I и II.

Для большей наглядности пояснения принципа и последовательности укладывания секций обмотки якоря в пазы сердечника на 64

рис. 18 изображены только четыре секции. Все остальные секции укладываются в пазы согласно данным, приведенным в табл. 10.

Таблица 10

Номер секции обмотки якоря	Номер пазов сердечника якоря, в которые укладывают секции	Номер пластин коллектора, к которым припаивают концы секций	Номер секции обмотки якоря	Номер пазов сердечника якоря, в которые укладывают секции	Номер пластин коллектора, к которым припаивают концы секций
I	1—7	1 2	XV	8—14	15—16
II	1—7	2—3	XVI	8—14	16—17
III	2—8	3—4	XVII	9—1	17—18
IV	2—8	4—5	XVIII	9—1	18—19
V	3—9	5—6	XIX	10—2	19—20
VI	3—9	6—7	XX	10—2	20—21
VII	4—10	7—8	XXI	11—3	21—22
VIII	4—10	8—9	XXII	11—3	22—23
IX	5—11	9—10	XXIII	12—4	23—24
X	5—11	10—11	XXIV	12—4	24—25
XI	6—12	11—12	XXV	13—5	25—26
XII	6—12	12—13	XXVI	13—5	26—27
XIII	7—13	13—14	XXVII	14—6	27—28
XIV	7—13	14—15	XXVIII	14—6	28—1

Конец секции XXVIII соединяется с началом секции I. Таким образом, обмотка якоря генератора Г-16 при 14 пазах в сердечнике якоря имеет 28 секций, шаг обмотки по пазам 1—7 и шаг обмотки по коллектору 1—2. Число пластин коллектора этого генератора равно 28.

При выполнении волновой обмотки якоря в четырехполосном генераторе Г-66 каждая секция укладывается в пазы, отстоящие друг от друга на угол, приблизительно равный 90°.

Из развернутой схемы обмотки якоря генератора Г-66, приведенной на рис. 19, видно, что шаг обмотки по пазам равен 1—6; число зубцов сердечника между начальным и конечным пазами секции равно 5. Все остальные секции имеют такой же шаг обмотки в пазах сердечника. Концы первой секции присоединяют к пластинам 1 и 21 коллектора, следовательно, шаг обмотки по коллектору равен 1—21; число изолирующих промежутков между коллекторными пластинами, к которым присоединены концы одной секции обмотки, равно 20. Все секции обмотки якоря соединены между собой пластинами коллектора. Каждая последующая секция является продолжением предыдущей.

В паз 21 сердечника якоря укладывают 42 секции обмотки якоря, из которых одна секция, не присоединенная к пластинам коллектора, имеющего 41 пластину, и является балластной.

Щеткодержатели и щетки. В генераторах автомобилей чаще всего применяют щеткодержатели реактивного типа (рис. 20, а). Щеткодержатель положительной щетки (см. рис. 15)

соединен с массой на крышке, к нему крепятся провод положительной щетки и один конец обмотки возбуждения. Щеткодержатель 15 отрицательной щетки 16 изолирован от массы крышки изоляционной прокладкой; к нему крепятся провод отрицательной щетки и провод от выводного, изолированного от массы, зажима Я.

В тракторном генераторе Г-66 применяются щеткодержатели коробчатого типа (см. рис. 20, б).

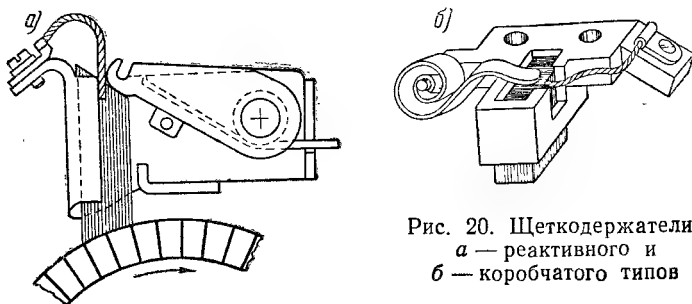


Рис. 20. Щеткодержатели:
а — реактивного и
б — коробчатого типов

Щеткодержатель реактивного типа имеет три стенки и упор, благодаря чему обеспечивается подвижность щетки и уменьшается возможность ее заедания в щеткодержателе. Такое устройство щеткодержателя позволяет щетке самоустанавливаться, следуя за неровностями коллектора, и вибрация ее наблюдается только на больших оборотах якоря. Вибрация щеток нежелательна, так как при ее появлении увеличивается переходное сопротивление между щеткой и коллектором и резко возрастает искрение под щетками, что ускоряет окисление коллектора и вызывает его перегрев.

Чтобы уменьшить вибрацию щеток при больших оборотах якоря и тряске автомобиля, приходится увеличивать упругость пружин щеткодержателей, прижимающих щетки к коллектору, до 1500 г на щетку.

Щетки изготавливаются из графита или смеси 85% графита и 15% меди. Примесь меди необходима для уменьшения удельного сопротивления и износа щетки.

Для уменьшения переходного сопротивления и искрения между щетками и коллектором производят подгонку рабочей поверхности щеток по коллектору стеклянной шкуркой № 00 или № 000.

Подшипники, привод и вентиляция генератора. В крышках 2 и 14 (см. рис. 15 и 16) генераторов новых моделей автомобилей и тракторов устанавливаются шариковые подшипники 4 и 12, защищенные с обеих сторон сальниками 9 и 24, уплотнительными прокладками, а также отражательными шайбами, препятствующими вытеканию масла из подшипника и попаданию в него пыли.

При попадании масла изоляция обмоток разрушается. В обеих крышках установлены масленки 3 и 10, через которые по каналам в крышках подводится масло к подшипникам.

Таблица II

Характеризующие данные	Т и п г е н е р а т о р а							
	Г-20 Г-20А	Г-21	Г-15Б	Г-25	Г-12	Г-16	Г-66	Г30- А2*
Установлен на автомобиле (тракторе)	М-20	ЗИМ ГАЗ-51 ГАЗ-63	ЗИЛ-150 ЗИЛ-151	МАЗ-200 МАЗ-205	„Волга“	ЗИЛ-110	С-80	ДТ-54
Мощность генератора, <i>вт</i>	220	220	220	275	220	210	250	60
Номинальное напряжение, <i>в</i>	12	12	12	12	12	6	12	6
Максимальный ток нагрузки, <i>а</i>	18	18	18	20	18	35	20	3,5 на секцию
Скорость вращения якоря, при которой генератор в нагретом состоянии развивает номинальную мощность, <i>об/мин</i>	1450	1450	1450	1600	1600	1800	950	2300
Марка щеток	ЭГ-13	ЭГ-13	ЭГ-13	ЭГ-13	ЭГ-13	Трехслойная	М-20	—
Давление пружины на щет- ку, <i>з</i>	1350—1500	1350—1500	1350—1500	1350—1500	1350—1500	1250—1600	600—700	—
Привод генератора	Ременный							
Ток холостого хода при работе электродвигате- лем, <i>а</i>	5	5	5	6	5	6	Шестерен- чатый	Ремен- ный

* Генератор переменного тока.

Привод якоря генератора в автомобилях осуществляется от коленчатого вала преимущественно клиновидным ремнем, который одновременно приводит в действие водяной насос и вентилятор. У тракторного генератора Г-66 привод якоря осуществляется от распределительного вала двигателя при помощи шестерен.

Шкив 1 (см. рис. 15 и 16) или шестерня привода якоря крепится на валу якоря генератора посредством шпонки и гайки. Обе крышки крепятся к корпусу при помощи стяжных болтов 11 и 13. Для осмотра щеток и коллектора в корпусе 5 имеются окна, закрываемые защитной лентой 6, концы которой стягиваются винтом 7.

Для получения от генератора большей мощности при малых габаритах и весе применяют принудительную вентиляцию. При этом воздух проходит через корпус генератора и охлаждает его обмотки, коллектор и щетки.

Для осуществления принудительной вентиляции на шкиве 1 привода якоря выполнены ребра 25, образующие крыльчатку, а в крышках — прорези.

В тракторных генераторах постоянного тока из-за опасности сильного загрязнения коллектора и других частей генератора принудительную вентиляцию не применяют. При этом габариты и вес такого генератора получаются на 40—50% больше, чем автомобильного генератора той же мощности.

Таблица 12

Параметры обмотки	Тип генератора					
	Г-16	Г-15Б Г-20 Г-21 Г-20А	Г-25	Г-12	Г-29	Г-66
Число полюсов	2	2	2	2	2	4
• втсков в одной катушке возбуждения . . .	284	314	314	314	247	250
Марка провода	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭ
Диаметр провода без изоляции, мм	1,04	0,83	0,83	0,8	0,93	1,08
Сопротивление обмотки возбуждения, ом	4,0	7,0	7,0	7,0	3,52	8,0
Число пазов в сердечнике якоря	14	22	22	20	15	21
Число пластин коллектора	28	44	44	40	30	41
Тип обмотки якоря			Петлевая			Волновая
Шаг обмотки по пазам . . .	1-7	1-11	1-11	1-10	1-8	1-6
Шаг обмотки по коллектору . . .	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-21
Число секций	28	44	44	40	30	42*
• втсков в секции	3	4	4	4	4	3
Марка провода	ПЭЛБД	ПБДили ПЭЛБД	ПЭЛБД	ПЭВ	ПЭЛБД	ПБД
Диаметр провода без изоляции, мм	1,56	1,16	1,45	1,16	1,16	1,45×2

* Одна из них балластная (не присоединена к пластинам коллектора).

Основные данные генераторов автомобилей и тракторов приведены в табл. 11. Обмоточные данные генераторов автомобилей и тракторов приведены в табл. 12.

§ 19. Регулирование напряжения автомобильных и тракторных генераторов

На автомобилях и тракторах применяются генераторы постоянного тока с параллельным возбуждением (шунтовые). Обмотка возбуждения в них включена параллельно потребителям электрической энергии и питается от самого генератора. Такие генераторы называются генераторами с самовозбуждением.

Рассмотрим процесс возбуждения такого генератора. В начале вращения якоря, когда его обороты малы, обмотка якоря пересекает магнитный поток, величина которого определяется остаточным магнетизмом стального корпуса и полюсных сердечников, и в секциях обмотки якоря индуцируется э. д. с., не превышающая 1—2 в. Индуцируемая э. д. с. создает ток в цепи обмотки возбуждения, благодаря чему намагничивание корпуса и полюсных сердечников усиливается и э. д. с. в обмотке якоря повышается. При 600—800 об/мин якоря генератора э. д. с. 12-вольтовых генераторов достигает примерно 13—15 в, а э. д. с. 6-вольтовых генераторов 6,5—7,5 в. При этом замыкаются контакты реле обратного тока, включая внешнюю цепь, после чего ток с положительной щетки генератора поступает не только в его обмотку возбуждения, но и ко всем включенным потребителям электрической энергии, в том числе и в аккумуляторную батарею, заряжая ее.

Величина э. д. с., индуцируемой в секциях обмотки якоря E_r , пропорциональна магнитному потоку возбуждения $\Phi_{\text{возб}}$ и скорости вращения якоря $n_{\text{як}}$:

$$E_r = k \Phi_{\text{возб}} n_{\text{як}},$$

где k — постоянный коэффициент для данного генератора;

$$k = \frac{NP}{a60},$$

где: N — число проводников якоря;

P — число пар полюсов магнитной цепи;

a — число пар параллельных ветвей обмотки якоря.

Магнитный поток в генераторе усиливается в начале работы и изменяется в процессе работы вследствие изменения величины тока в обмотке возбуждения.

Одним из условий правильной работы генератора на автомобиле и тракторе является сохранение постоянства напряжения при изменении оборотов якоря и нагрузки генератора.

При отключенной внешней цепи (разомкнутых контактах реле обратного тока) вследствие незначительной величины тока в обмотке якоря величина потери напряжения $I_a r_a$ также будет мала; поэтому напряжение генератора можно приближенно считать равным величине его э. д. с.:

$$U_r \approx E_r = k \Phi_{\text{возб}} n_{\text{як}}.$$

Обороты якоря генератора зависят от оборотов коленчатого вала двигателя и изменяются в широких пределах. Следовательно, для поддержания постоянной величины напряжения генератора необходимо при изменении оборотов якоря автоматически изменить величину магнитного потока возбуждения генератора $\Phi_{\text{возб}}$ обратно пропорционально числу оборотов.

Из общего курса электротехники известно, что при неизменном числе оборотов якоря напряжение генератора с увеличением нагрузки генератора снижается вследствие:

- 1) увеличения падения напряжения в обмотке якоря $I_{\text{я}} r_{\text{я}}$;
- 2) реакции якоря, вызывающей уменьшение магнитного потока возбуждения, а следовательно, и снижение э. д. с. в обмотке якоря;

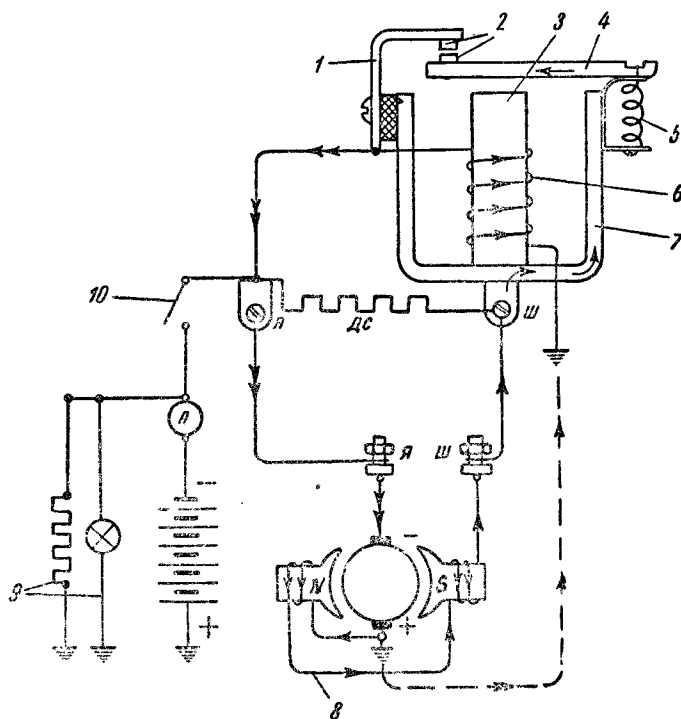


Рис. 21. Схема электромагнитного одноступенчатого вибрационного регулятора напряжения

- 3) уменьшения величины тока возбуждения из-за снижения напряжения на щетках генератора.

В автомобильных и тракторных генераторах постоянного тока изменение величины магнитного потока возбуждения при изменении оборотов якоря достигается автоматически изменением величины тока возбуждения с помощью регулятора напряжения.

Схема электромагнитного одноступенчатого вибрационного регулятора напряжения приведена на рис. 21. Регулятор напряже-

ния служит для поддержания постоянства напряжения генератора при изменении оборотов якоря генератора. Сердечник 3, якореk 4 и ярмо 7 изготовлены из малоуглеродистой стали и являются магнитопроводом. Обмотка 6 включена параллельно якорию генератора и находится под полным напряжением генератора. Якорек 4 оттягивается вверх пружиной 5, удерживая контакты в замкнутом состоянии. Вольфрамовые контакты 2 регулятора (через якореk и ярмо) включены последовательно в цепь обмотки возбуждения 8 генератора; один из контактов закреплен на якорьке 4, а другой на неподвижной пластине 1. Параллельно контактам включено дополнительное сопротивление ДС.

Работа регулятора напряжения. По мере увеличения оборотов якоря напряжение и ток возбуждения растут до определенной величины.

При напряжении генератора менее нормальной величины (у автомобильных генераторов 13,2—15,0 в) контакты 2 регулятора удерживаются пружиной 5 якорька 4 в замкнутом состоянии. При этом ток в цепи обмотки возбуждения будет течь через замкнутые контакты, минуя дополнительное сопротивление.

Цепь тока возбуждения будет следующая: положительная щетка генератора — обмотка возбуждения 8 — зажим III генератора — зажим III регулятора — ярмо 7 — якорек 4 — контакты 2 — пластина 1 неподвижного контакта — зажим Я регулятора — зажим Я генератора — отрицательная щетка генератора.

Одновременно ток от генератора поступает в обмотку 6 регулятора, в результате чего происходит намагничивание сердечника 3. При увеличении напряжения генератора увеличивается ток в обмотке регулятора, что усиливает намагничивание сердечника, и в момент, когда сила магнитного притяжения сердечником 3 якорька 4 будет становиться больше упругой силы пружины, произойдет размыкание контактов. При разомкнутых контактах в цепь обмотки возбуждения 8 генератора включается последовательно дополнительное сопротивление ДС, что вызывает резкое уменьшение величины тока в обмотке возбуждения генератора. Уменьшение тока возбуждения вызовет уменьшение магнитного потока возбуждения, что, в свою очередь, уменьшит величину индуктируемой э. д. с. в обмотке якоря, и напряжение генератора снизится. При уменьшении напряжения генератора уменьшится ток в обмотке регулятора напряжения, поэтому намагничивание сердечника ослабнет и усилием пружины якорька контакты регулятора замкнутся.

Дополнительное сопротивление ДС будет закорочено контактами, что вызовет увеличение тока в обмотке возбуждения генератора, а следовательно, увеличение магнитного потока возбуждения; поэтому напряжение генератора возрастет. При увеличении напряжения генератора увеличится величина тока в обмотке регулятора напряжения, что вызовет усиление намагничивания сердечника, который, притягивая якореk, снова вызовет размыкание контактов и т. д.

Таким образом, при работе регулятора напряжения его контакты периодически размыкаются и замыкаются, что обеспечивает регулирование тока возбуждения, и тем самым достигается поддержание постоянства напряжения генератора. При включении выключателя 10 (на автомобиле таким выключателем является реле обратного тока) к генератору подключается нагрузка — аккумуляторная батарея и потребители 9 (лампы накаливания, первичная обмотка катушки зажигания и др.).

Чтобы уменьшить колебание напряжения генератора при работе регулятора напряжения, необходимо, чтобы число размыканий и замыканий контактов было не менее 30 в 1 секунду. При этом колебания напряжения генератора будут незначительны и работа потребителей электрической энергии будет нормальной.

Выше было указано, что при замыкании контактов регулятора напряжение генератора возрастает, а при размыкании — уменьшается. Разберем явления, способствующие и препятствующие изменению напряжения генератора при замыкании и размыкании контактов регулятора напряжения.

При замыкании контактов регулятора уменьшается сопротивление цепи возбуждения генератора, что является причиной увеличения тока в обмотке возбуждения. При этом увеличивается магнитный поток возбуждения, который индуцирует в витках катушек обмотки возбуждения э. д. с. самоиндукции, действующую против тока (правило Ленца) и замедляющую его нарастание. Следовательно, магнитный поток возбуждения генератора после замыкания контактов регулятора нарастает с замедлением; этому способствует также явление гистерезиса стали. Таким образом, при замыкании контактов регулятора напряжения при данных оборотах якоря э. д. с. и напряжение генератора не могут возрастать мгновенно до максимального значения, соответствующего величинам $\Phi_{\text{возб}}$ и $n_{\text{як}}$.

При малых оборотах якоря величина э. д. с. и напряжения генератора будет меньше, чем при больших оборотах. Кроме того, при малых оборотах якоря нарастание э. д. с. и напряжения генератора будет более медленным, чем при больших оборотах.

Если при разомкнутой цепи возбуждения генератора установить какое-либо число оборотов, а затем замкнуть цепь возбуждения и по показанию вольтметра наблюдать за скоростью нарастания э. д. с. и напряжения генератора до максимальной величины, соответствующей данным оборотам, мы заметим, что при больших оборотах — n_{max} (рис. 22) вследствие большой скорости вращения якоря э. д. с. и напряжение генератора нарастают быстрее (т. е. за меньшее время), чем при меньших оборотах — $n_{\text{ср}}$ и n_{min} .

При размыкании контактов регулятора вследствие уменьшения тока возбуждения происходит уменьшение величины магнитного потока возбуждения, который, пронизывая витки катушек обмотки возбуждения, индуцирует в них э. д. с. самоиндукции, совпадающую с направлением убывающего тока (правило Ленца). При этом э. д. с. самоиндукции препятствует уменьшению величины тока

в цепи возбуждения, а следовательно, убывание магнитного потока, а вместе с ним убывание э. д. с. и напряжения генератора замедляется; этому также способствует явление гистерезиса стали.

Если размыкать контакты при больших оборотах якоря, вследствие большей скорости вращения напряжение генератора будет уменьшаться медленнее, чем при малых оборотах. При увеличении оборотов якоря вследствие более медленного уменьшения напряжения генератора увеличивается время разомкнутого состояния контактов. Кроме того, при разомкнутых контактах регулятора величина напряжения генератора будет при больших оборотах больше, чем при малых оборотах якоря (см. рис. 22).

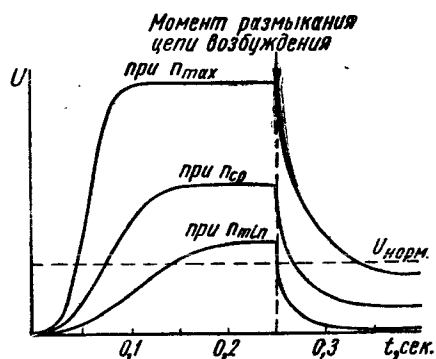


Рис. 22. Кривые нарастания и убывания напряжения генератора при разном числе оборотов якоря

Время замкнутого ($t_{\text{зам}}$) и разомкнутого ($t_{\text{разм}}$) состояния контактов (рис. 23) и форма зубчатой кривой изменения напряжения генератора U_r и тока возбуждения i_v при замыкании и размыка-

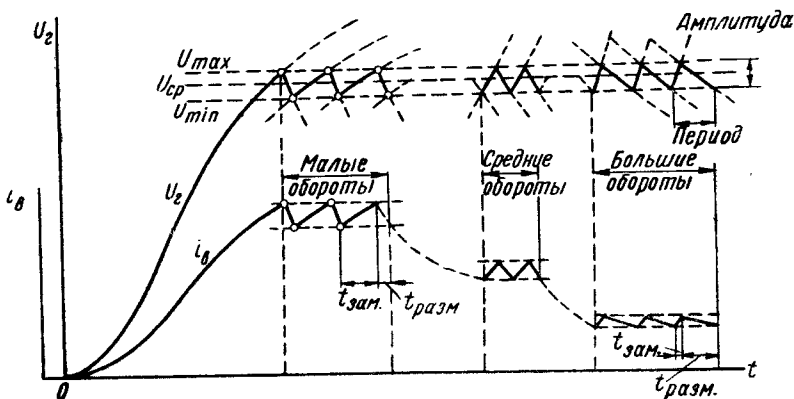


Рис. 23. Кривые изменения напряжения генератора U_r и тока возбуждения i_v при разном числе оборотов якоря

нии контактов регулятора зависят от числа оборотов якоря, но максимальные и минимальные значения напряжения генератора U_r остаются неизменными, а следовательно, среднее значение напряжения генератора, замеряемое вольтметром, будет постоянным. Так как при увеличении оборотов якоря при разомкнутых контактах регулятора напряжение генератора будет уменьшаться замедленно, время разомкнутого состояния контактов $t_{\text{разм}}$

будет с увеличением оборотов увеличиваться, а следовательно, в цепь обмотки возбуждения генератора дополнительное сопротивление будет включаться на большее время (сравните по рис. 23 $t_{зам}$ и $t_{разм}$ при малых и больших оборотах), что и является основной причиной уменьшения тока возбуждения $i_{возб}$ при увеличении оборотов якоря после включения внешней цепи генератора (рис. 24). Уменьшение тока возбуждения сопровождается уменьшением магнитного потока возбуждения, а поэтому при увеличении оборотов якоря напряжение генератора остается постоянным, так как

$$U_r \approx E_r = k\Phi_{возб} n_{як}.$$

При работе регулятора упругость пружины якорька остается практически неизменной; следовательно, для притяжения якорька и размыкания контактов регулятора необходимо иметь по-

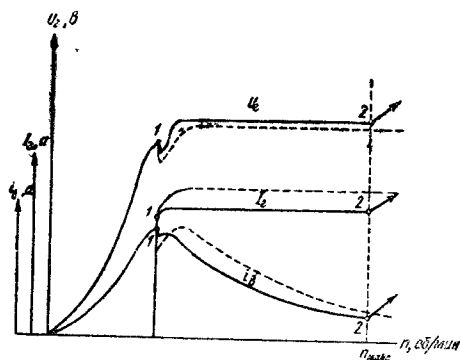


Рис. 24. Кривые изменения напряжения генератора U_r , тока возбуждения $i_{в}$ и тока нагрузки I_r при изменении числа оборотов якоря генератора

стоянную величину магнитного потока сердечника.

Магнитный поток сердечника создается током в витках основной обмотки, а так как число витков ее при работе регулятора остается постоянным, то для поддержания определенной величины магнитного потока, необходимого для размыкания контактов, требуется постоянная величина тока в витках обмотки.

Чтобы обеспечить это требование, необходимо добиться такого положения, при котором сопротивление основной обмотки при изменении ее температуры могло оставаться постоянным. С этой целью последовательно основной обмотке регулятора включают сопротивление температурной компенсации из нихрома, температурный коэффициент сопротивления которого весьма незначителен по сравнению с медью.

Если же при увеличении температуры сопротивление основной обмотки будет возрастать, ток в основной обмотке будет уменьшаться и намагничивание сердечника ослабнет, а поэтому при напряжении генератора, на которое отрегулирована пружина якорька, контакты размыкаться не будут.

Следовательно, контакты регулятора будут размыкаться при повышенном напряжении генератора, когда ток в основной обмотке возрастет настолько, что намагничивание сердечника достигнет той же величины, которая необходима для притяжения якорька.

На рис. 24 приведена скоростная характеристика генератора, работающего с регулятором напряжения на аккумуляторную батарею (сплошные линии) и на аккумуляторную батарею и другие

потребители (пунктирные линии). Она представляет собой кривые изменения напряжения генератора U_r , тока возбуждения i_v и тока нагрузки генератора I_r в зависимости от числа оборотов вала якоря. При увеличении оборотов якоря напряжение и ток возбуждения увеличиваются до момента включения внешней цепи генератора, т. е. до момента замыкания контактов реле обратного тока. При включении внешней цепи устанавливается ток нагрузки и напряжение генератора несколько снизится (см. точку 1 «момент замыкания контактов» на кривой U_r) вследствие падения напряжения в обмотке якоря и явления реакции якоря, вызывающей уменьшение потока возбуждения, а следовательно, и уменьшение напряжения генератора. При этом несколько уменьшится и ток возбуждения. Дальнейшее увеличение оборотов якоря вызовет увеличение напряжения генератора и тока возбуждения, вместе с тем и тока нагрузки генератора до момента начала работы регулятора напряжения. С момента начала работы регулятора напряжение генератора и ток нагрузки остаются неизменными, а ток возбуждения по мере увеличения оборотов якоря снижается, что и обеспечивает поддержание постоянства напряжения генератора. В автомобильных генераторах с регуляторами напряжения ток возбуждения изменяется в пределах 0,2 — 1,8 а.

При увеличении нагрузки генератора возрастает ток во внешней цепи, а следовательно, и в обмотке якоря, что вызовет большую реакцию якоря. При этом уменьшается магнитный поток возбуждения генератора и поэтому снижается напряжение генератора. Кроме того, при увеличении нагрузки генератора увеличивается падение напряжения в обмотке якоря. Таким образом, при увеличении нагрузки напряжение генератора уменьшится (см. пунктирную линию) по сравнению с величиной напряжения при малой нагрузке; при этом уменьшится и напряжение на зажимах основной обмотки регулятора напряжения, что и будет являться основной причиной снижения частоты вибрации контактов регулятора. С уменьшением частоты вибрации контактов увеличивается продолжительность времени замкнутого состояния их, вследствие чего увеличится ток в цепи возбуждения (см. пунктирную кривую); возрастание тока возбуждения обеспечит увеличение магнитного потока возбуждения, вследствие чего увеличится индуцируемая э. д. с. в обмотке якоря и резкого снижения напряжения генератора при увеличении нагрузки не происходит.

Дополнительное сопротивление. Искрение между контактами регулятора напряжения зависит от величины дополнительного сопротивления, включаемого в цепь возбуждения при размыкании контактов регулятора. В период размыкания контактов искрение между ними будет больше при увеличении напряжения самоиндукции на контактах в момент их размыкания и будет достигать наибольшей величины 120—150 в при малых оборотах якоря, когда ток возбуждения велик.

При включении дополнительного сопротивления большей величины в момент размыкания контактов ток в цепи возбуждения ге-

нератора уменьшается до меньшего значения, чем при меньшей величине дополнительного сопротивления, а поэтому будет возрастать э. д. с. самоиндукции, индуктируемая в цепи возбуждения генератора, и вместе с этим возрастает искрение между контактами регулятора напряжения.

При установке дополнительного сопротивления меньшей величины уменьшается э. д. с. самоиндукции в цепи возбуждения генератора, а следовательно, уменьшается искрение между контактами регулятора напряжения. Но уменьшать величину дополнительного сопротивления ниже определенного предела нельзя, так как при увеличении оборотов якоря растет индуктируемая э. д. с. в его обмотке, и при относительно небольшом числе оборотов якоря может наступить такое положение, когда при разомкнутых контактах регулятора напряжения, т. е. при малой величине тока возбуждения, равной

$$i_{\text{возб}} = \frac{U_r}{r_{\text{обм. возб.}} + r_{\text{доб. сопр.}}},$$

напряжение генератора будет высоким, контакты регулятора все время разомкнуты, а при дальнейшем увеличении оборотов якоря напряжение генератора будет чрезмерно расти (см. точку 2 на кривой U_r), что вызовет увеличение тока в цепях потребителей. При этом произойдет перегрев обмоток генератора и приборов, перегорание спиралей ламп и другие нежелательные явления.

§ 20. Реле-регулятор РР-12А

На панели из изоляционного материала укреплены три самостоятельно действующих прибора — реле обратного тока *РОТ*, ограничитель тока *ОТ* и регулятор напряжения *РН* (рис. 25).

Устройство регулятора напряжения. Электромагнитный одноступенчатый вибрационный регулятор напряжения обеспечивает поддержание постоянства напряжения генератора в пределах от $13,2 \pm 0,2$ до $15 \pm 0,2$ в в зависимости от марки автомобиля, времени года, климатических условий и места установки батареи на автомобиле — под капотом двигателя или снаружи (см. табл. 14).

Основными деталями регулятора напряжения являются: ярмо, сердечник, якорек, кронштейн подвески якорька с пружиной и регулировочным устройством, два вольфрамовых контакта, ограничитель подъема якорька с упором для пластины верхнего контакта, магнитный шунт *МШ*, обмотка, дополнительное сопротивление *ДС* (80 ом), сопротивление температурной компенсации *СТК* (15 ом), являющееся также ускоряющим сопротивлением *УС*, выравнивающее сопротивление *ВС* (1 ом).

Один конец обмотки присоединен при помощи винта к корпусу реле-регулятора (на массу), а другой конец — к кронштейну подвески сопротивлений 80 и 15 ом. Для повышения частоты вибрации контактов обмотка регулятора напряжения включена по схеме ускоряющего сопротивления. При таком соединении обмотка

приобретает одновременно свойства основной, обеспечивающей намагничивание сердечника с целью размыкания контактов регулятора при напряжении генератора выше нормы, и ускоряющей, обеспечивающей ускорение размагничивания сердечника при разомкнутых контактах.

В этом регуляторе ускоряющее сопротивление выполнено из константана или нихрома, которые обладают малым температур-

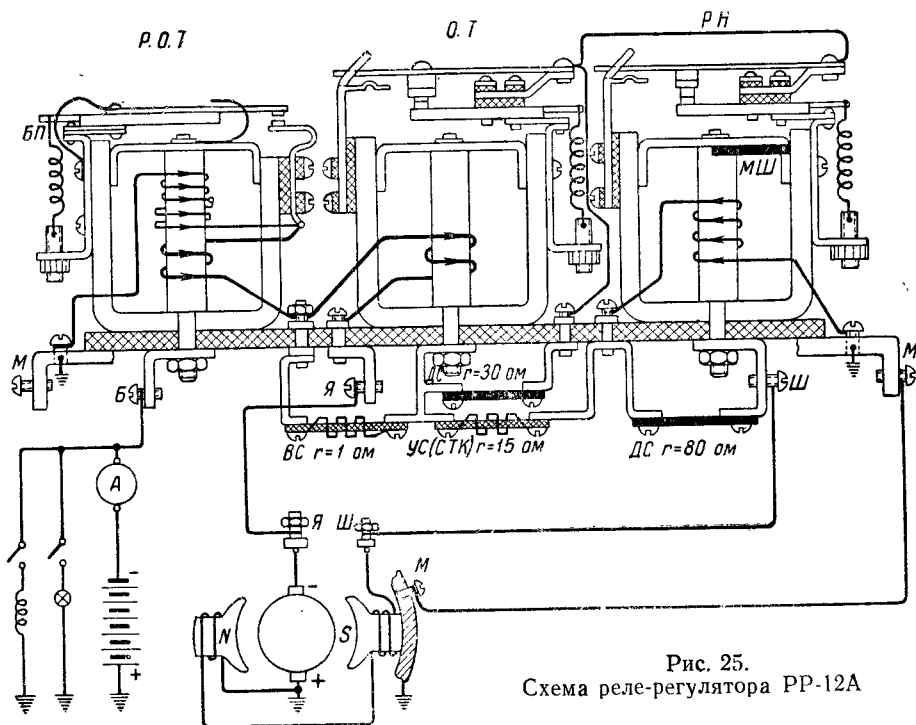


Рис. 25.
Схема реле-регулятора РР-12А

ным коэффициентом и благодаря этому уменьшает изменение сопротивления основной обмотки при изменении температуры и тем самым обеспечивает поддержание постоянства напряжения генератора при изменении температуры.

Работа регулятора напряжения. При неработающем генераторе и при его работе, когда напряжение генератора меньше 14,2 в (средняя величина), контакты регулятора напряжения замкнуты усилием пружины якорька. При работе генератора в обмотку регулятора напряжения всегда течет ток и она при замкнутых контактах намагничивает сердечник.

Цепь тока в обмотку регулятора напряжения: положительная щетка генератора—массовый провод (соединяющий корпус генератора с корпусом реле-регулятора)—обмотка РН—сопротивление температурной компенсации СТК (15 Ом)—выравнивающее сопротивление ВС (1 Ом)—обмотка ОТ—зажим Я реле-регулятора—зажим Я генератора—отрицательная щетка.

При работе генератора, когда контакты РН и ОТ замкнуты, добавочные сопротивления ДС и СТК закорочены; при этом ток возбуждения гене-

ратора имеет следующую цепь: положительная щетка генератора — обмотка возбуждения — зажим *Ш* генератора — зажим *Ш* реле-регулятора — ярмо — якореk — контакты *РН* — соединительный провод — контакты *ОТ* — якореk — ярмо *ОТ* — выравнивающее сопротивление *ВС* (1 ом) — обмотка *ОТ* — зажим *Я* реле-регулятора — зажим *Я* генератора — отрицательная щетка генератора.

По мере увеличения оборотов якоря растет напряжение генератора, и когда оно достигнет предельной величины (см. табл. 15), то за счет увеличения тока в обмотке *РН* намагничивание сердечника усилится, якореk притянется к сердечнику, и контакты *РН* разомкнутся. В момент размыкания контактов *РН* в цепь возбуждения генератора включаются последовательно дополнительные сопротивления *ДС* и *СТК* (80 ом + 15 ом).

При этом цепь тока возбуждения будет следующая: положительная щетка генератора — обмотка возбуждения — зажим *Ш* генератора — зажим *Ш* реле-регулятора — дополнительное сопротивление *ДС* (80 ом) — сопротивление температурной компенсации *СТК* (15 ом) — выравнивающее сопротивление *ВС* (1 ом) — обмотка *ОТ* — зажим *Я* реле-регулятора — зажим *Я* генератора — отрицательная щетка генератора.

Вследствие увеличения сопротивления в цепи возбуждения уменьшается ток, а следовательно, и магнитный поток возбуждения, а поэтому э.д.с. и напряжения генератора будут уменьшаться. Уменьшение напряжения генератора вызовет уменьшение тока в обмотке *РН*, намагничивание сердечника *РН* ослабнет, и пружина якореk вызовет быстрое замыкание контактов.

Ускоряющее сопротивление. При замкнутых контактах регулятора напряжения через ускоряющее сопротивление 15 ом (оно же сопротивление температурной компенсации) течет ток только основной обмотки регулятора. При размыкании контактов через ускоряющее сопротивление течет ток не только основной обмотки регулятора, но и ток возбуждения генератора. В этом случае увеличивается падение напряжения на зажимах ускоряющего сопротивления, а следовательно, резко уменьшается напряжение на зажимах основной обмотки регулятора $U_{орн}$, то есть:

$$U_{орн} = U_r - U_{ус} - U_{вс}.$$

Таким образом, напряжение на зажимах обмотки регулятора $U_{орн}$ определяется разностью между напряжением генератора U_r и потерями напряжения в ускоряющем сопротивлении $U_{ус}$ и в выравнивающем сопротивлении $U_{вс}$.

При этом снижении напряжения на зажимах основной обмотки резко снижается ток в ней, а следовательно, уменьшается и величина магнитного потока сердечника, что обеспечивает более быстрое замыкание контактов, а вместе с этим обеспечивает увеличение частоты их вибрации.

Выравнивающее сопротивление. При увеличении оборотов якоря генератора увеличивается время разомкнутого состояния контактов *РН*, а поэтому на больший отрезок времени в цепь возбуждения генератора включаются дополнительные сопротивления 80 и 15 ом, что вызывает большее падение напряже-

ния на зажимах дополнительного сопротивления 80 ом. При отсутствии выравнивающего сопротивления на зажимах обмотки *РН* снижается напряжение и, следовательно, снижается величина тока в этой обмотке и уменьшается магнитный поток сердечника. Так как при увеличении оборотов якоря уменьшается магнитный поток сердечника *РН* (вследствие увеличения времени разомкнутого состояния контактов), то после замыкания контактов сердечник, будучи сильнее размагничен, будет медленнее намагничиваться до величины, необходимой для притяжения якорька, а за это время напряжение генератора станет выше регулируемого.

Следовательно, включение основной обмотки *РН* по схеме «ускоряющего сопротивления», необходимое для повышения частоты размыкания и замыкания контактов регулятора, вызывает при увеличении оборотов якоря нежелательное повышение напряжения генератора, что ведет к перезаряду аккумуляторной батареи, увеличению нагрева и сокращению срока службы ламп освещения.

Для предупреждения повышения напряжения генератора выше номинального по мере увеличения оборотов якоря в цепь возбуждения генератора включено выравнивающее сопротивление 1 ом.

При малых оборотах якоря в цепи возбуждения генератора и через выравнивающее сопротивление будет течь ток относительно большой величины, поэтому на зажимах выравнивающего сопротивления будет большое падение напряжения, а следовательно, и на зажимах обмотки регулятора напряжение будет понижено. Цепь, состоящая из обмотки регулятора напряжения, сопротивления температурной компенсации и выравнивающего сопротивления, составляет одну из параллельных ветвей внешней цепи генератора, при этом:

$$U_{\text{ген}} = U_{\text{орн}} + U_{\text{стк}} + U_{\text{вс}},$$

откуда

$$U_{\text{орн}} = U_{\text{ген}} - U_{\text{стк}} - U_{\text{вс}}.$$

Таким образом, напряжение на зажимах обмотки регулятора $U_{\text{орн}}$ определяется разностью между напряжением генератора $U_{\text{ген}}$ и потерями напряжения в сопротивлении температурной компенсации $U_{\text{стк}}$ и в выравнивающем сопротивлении $U_{\text{вс}}$.

При увеличении оборотов понижается величина тока возбуждения, а вместе с этим падает напряжение на зажимах выравнивающего сопротивления $U_{\text{вс}} = I r_{\text{в}}$, и тогда напряжение на зажимах обмотки регулятора увеличивается, поэтому увеличивается ток в его обмотке и возрастает намагничивание сердечника. Следовательно, притяжение якорька к сердечнику и размыкание контактов будет происходить несколько раньше, чем при малых оборотах, что и препятствует росту напряжения генератора при увеличении оборотов.

При малых оборотах повышение напряжения до номинальной величины желательно, так как ускоряется заряд аккумуляторной батареи, особенно после пуска двигателя стартером.

Магнитный шунт. Магнитный шунт *МШ* (рис. 26) представляет собой пластинку из сплава никеля с железом и алюминием (64,5% железа, 34% никеля, 1,5% алюминия), замыкающую сердечник и одну сторону ярма в регуляторах напряжения автомобильных генераторов (рис. 26, а).

С помощью магнитного шунта обеспечивается температурное корректирование напряжения генератора, т. е. при понижении температуры окружающей среды напряжение генератора повышается, а при повышении температуры — понижается, что и обеспечивает необходимый режим заряда аккумуляторной батареи.

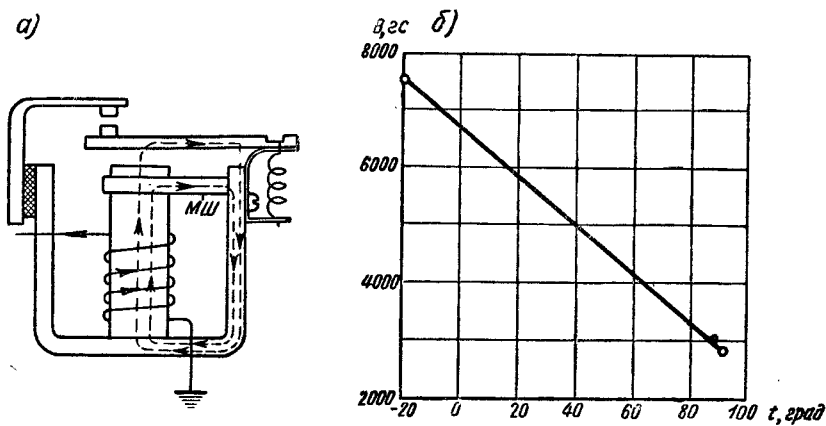


Рис. 26. Магнитный шунт: а — схема магнитной цепи регулятора напряжения с магнитным шунтом; б — зависимость магнитной индукции B от температуры для железо-никель-алюминиевого сплава при напряженности магнитного поля 100 эрст

Магнитное сопротивление шунта изменяется при изменении его температуры: чем выше температура сплава, тем выше его магнитное сопротивление и наоборот.

На рис. 26, б показана зависимость магнитной индукции B (в гауссах) от температуры для железо-никель-алюминиевого сплава при напряженности магнитного поля $H = 100$ эрст.

При работе регулятора напряжения магнитный поток сердечника замыкается на ярмо в основном через стальной яркорек и частично через магнитный шунт.

При понижении температуры воздуха снижается температура реле-регулятора и одновременно температура магнитного шунта. При этом магнитное сопротивление шунта становится меньше и замыкающаяся через него часть магнитного потока возрастает, а замыкающаяся часть магнитного потока через яркорек уменьшается. В результате притяжение яркорька к сердечнику ослабнет, а поэтому возрастет время замкнутого состояния контактов, что вызовет увеличение тока возбуждения, и размыкание контактов регулятора произойдет при большем напряжении генератора. В зимнее время увеличение напряжения генератора на не-

сколько десятых вольта (0,2—0,3 в) обеспечивает (особенно после пуска двигателя стартером) более полный и быстрый заряд батареи. Кроме того, в зимнее время при полном заряде батареи зарядный ток не будет снижаться в конце заряда до нуля, а будет равным 1—2 а, а поэтому температура электролита в аккумуляторах будет выше температуры окружающего воздуха, что способствует повышению разрядной емкости батареи и предупреждает замерзание электролита.

В летнее время вследствие повышения температуры воздуха, а следовательно, и магнитного шунта регулятора напряжение генератора снижается, а вместе с этим снижается и величина зарядного тока.

Ограничитель тока. Обмотка якоря генератора рассчитана на нагрев при длительной работе генератора током определенной величины. В случае увеличения тока нагрузки генератора происходит перегрев обмотки якоря и порча ее изоляции (обугливание бумажной оплетки, плавление эмали и лака).

Допустимый нагрев обмотки якоря и коллектора не должен превышать 120°C и обмотки возбуждения 90°C.

Ограничитель тока препятствует возрастанию тока, отдаваемого генератором, выше определенной величины и тем самым предохраняет его от перегрева.

Основными деталями ограничителя тока (см. рис. 25) являются: ярмо, сердечник, якорек, кронштейн подвески якорька с пружиной и регулировочным устройством, один вольфрамовый и один серебряный контакты, ограничитель подъема якорька с упором для пластины верхнего контакта, обмотка, дополнительное сопротивление 30 ом, дополнительные сопротивления 80 и 15 ом.

Один конец обмотки присоединен к зажиму *Я* реле-регулятора, а другой — к последовательной обмотке *РОТ*. Таким образом, обмотка *ОТ* включена последовательно между генератором и всеми потребителями электрической энергии генератора. При таком включении обмотки по ней проходит весь ток, отдаваемый генератором.

Работа ограничителя тока. При неработающем генераторе и при его работе, когда по обмотке ограничителя течет ток менее 18 ± 1 а, контакты ограничителя тока удерживаются в замкнутом состоянии усилием пружины якорька. При этом контакты ограничителя закорачивают дополнительное сопротивление 30 ом.

Цепь тока нагрузки (заряд аккумуляторной батареи и питание других потребителей): положительная щетка генератора — масса — положительный зажим батареи — отрицательный зажим батареи — амперметр (одновременно ток с положительной щетки через массу течет на включенные потребители, а затем на зажим амперметра) — зажим *Б* реле-регулятора — ярмо реле обратного тока — жгутики проводов — якорек — замкнутые контакты *РОТ* — последовательная обмотка *РОТ* — обмотка *ОТ* — зажим *Я* реле-регулятора — зажим *Я* генератора — отрицательная щетка генератора.

Ток, протекающий по обмотке ограничителя тока, вызывает намагничивание его сердечника.

Когда величина тока, отдаваемого генератором, достигнет 18 ± 1 а, сила притяжения якорька сердечником возрастет, и якорек, притягиваясь к сердечнику, разомкнет контакты. При этом в цепь обмотки возбуждения включатся две параллельные группы дополнительных сопротивлений: 1) 80 ом + 15 ом; 2) 30 ом (общее сопротивление обеих групп сопротивлений равно 22,8 ом), что вызовет уменьшение тока в цепи обмотки возбуждения генератора и, следовательно, понижение его напряжения.

Вследствие уменьшения напряжения генератора при разомкнутом состоянии контактов ограничителя тока контакты регулятора напряжения будут находиться в замкнутом состоянии.

Цепь тока возбуждения при разомкнутом состоянии контактов ограничителя тока и замкнутых контактах регулятора напряжения: положительная щетка генератора — обмотка возбуждения — зажим III генератора — зажим III реле-регулятора, а затем цепь тока разветвляется на две ветви:

а) дополнительное сопротивление 80 ом — ускоряющее сопротивление 15 ом — выравнивающее сопротивление 1 ом;

б) ярмо РН — якорек — контакты РН — соединительный провод — дополнительное сопротивление 30 ом — выравнивающее сопротивление 1 ом — обмотка ОТ — зажим Я реле-регулятора — зажим Я генератора — отрицательная щетка генератора.

Вследствие увеличения сопротивления цепи возбуждения уменьшается ток возбуждения, что вызывает ослабление магнитного потока возбуждения, а поэтому снижается напряжение, ограничивая ток нагрузки генератора. При этом уменьшится намагничивание сердечника ограничителя тока и под действием пружины якорька его контакты замкнутся. После этого ток возбуждения возрастет, напряжение генератора повысится, а вместе с этим снова увеличится ток в обмотке ограничителя, опять произойдет размыкание контактов ОТ и т. д. Если же нагрузка генератора будет меньше 18 ± 1 а, то электромагнитная сила притяжения якорька сердечником ослабнет и усилием пружины якорька контакты будут находиться все время в замкнутом состоянии.

При размыкании контактов ограничителя тока в цепь возбуждения генератора включается меньшее дополнительное сопротивление, нежели при размыкании контактов регулятора напряжения, а следовательно, снижение тока возбуждения будет меньшим и э.д.с. самоиндукции, индуцируемая в обмотке возбуждения, уменьшится. По этой причине искрение между контактами ограничителя тока будет меньшим, чем между контактами регулятора напряжения.

Реле обратного тока. Реле обратного тока РОТ служит для автоматического размыкания электрической цепи между генератором и аккумуляторной батареей, когда напряжение батареи будет больше напряжения генератора, что предупредит разряд батареи через генератор.

Основные детали реле обратного тока: ярмо, сердечник, якорек, кронштейн подвески якорька с пружиной и регулировочным устройством, биметаллическая пластина БП подвески якорька

к кронштейну, два гибких медных провода, шунтирующие биметаллическую пластину подвески якорька, две пары серебряных контактов, ограничитель подъема якорька, основная (параллельная) обмотка и последовательная обмотка.

Один конец параллельной обмотки соединен с корпусом реле-регулятора (массой), а другой — с неподвижными контактами.

Последовательная обмотка одним концом (вместе с параллельной обмоткой) присоединена к зажиму неподвижных контактов *РОТ*, а другой конец ее через соединительный зажим на панели соединен с концом обмотки *ОТ*. Обе обмотки *РОТ* намотаны в одном направлении.

Работа реле обратного тока. При неработающем генераторе и при работе генератора, когда напряжение его меньше $11,9 \div 13,5$ в (см. табл. 14), контакты *РОТ* удерживаются в разомкнутом состоянии усилием пружины якорька.

При работе генератора в параллельную обмотку *РОТ* от генератора течет ток, и она все время намагничивает сердечник.

Цепь тока в параллельную обмотку *РОТ* (см. рис. 25) следующая: положительная щетка генератора — массовый провод, замыкающий корпус генератора с корпусом реле-регулятора — параллельная обмотка *РОТ* — последовательная обмотка *РОТ* — обмотка *ОТ* — зажим *Я* реле-регулятора — зажим *Я* генератора — отрицательная щетка генератора.

По мере увеличения напряжения генератора увеличивается ток в параллельной обмотке *РОТ*, и намагничивание сердечника усиливается. Намагничиванию сердечника способствует и последовательная обмотка, так как ее магнитный поток складывается с магнитным потоком параллельной обмотки. При напряжении генератора порядка $13 \pm 0,5$ в магнитный поток сердечника преодолевает упругую силу пружины, притягивает якорек к сердечнику, и контакты реле замыкаются.

После замыкания контактов по последовательной обмотке будет течь ток нагрузки генератора, идущий на заряд батареи и на питание потребителей электрической энергии. При этом магнитный поток последовательной обмотки еще больше усиливает намагничивание сердечника, что обеспечивает более плотное замыкание контактов *РОТ*.

Цепь зарядного тока: положительная щетка генератора — масса — положительный зажим батареи — отрицательный зажим батареи — амперметр — зажим *Б* реле-регулятора — ярмо *РОТ* — жгутики проводов — якорек — замкнутые контакты *РОТ* — последовательная обмотка *РОТ* — обмотка *ОТ* — зажим *Я* реле-регулятора — зажим *Я* генератора — отрицательная щетка генератора.

При уменьшении оборотов якоря генератора, когда напряжение генератора и э.д.с. аккумуляторной батареи будут равны, контакты *РОТ* остаются замкнутыми, так как по параллельной и последовательной обмоткам продолжает течь ток.

Несмотря на то, что в этот момент величина напряжения генератора меньше, чем перед замыканием контактов, и пружина стремится отвести якорек от сердечника, якорек остается притя-

нутым к сердечнику и контакты будут замкнуты. Такое состояние контактов объясняется тем, что при притяжении якорька к сердечнику уменьшается воздушный зазор между ними, и притяжение якорька к сердечнику соответственно увеличивается. Но как только напряжение генератора станет меньше э.д.с. батареи, ток из аккумуляторной батареи в течение 3—5 сек. начнет поступать в генератор, проходя через последовательную обмотку реле обратного тока в обратном направлении, в то время как направление тока в параллельной обмотке сохранится, в результате чего магнитный поток сердечника резко уменьшится и контакты реле под действием пружины разомкнутся. Величина обратного тока в последовательной обмотке реле колеблется в пределах $0,5 \div 6$ а.

Цепь тока через параллельную обмотку реле обратного тока: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — параллельная обмотка *ROT* — контакты — якорек — жгуты проводов — ярмо — зажим *Б* реле-регулятора — амперметр — отрицательный зажим батареи.

Цепь обратного тока через последовательную обмотку: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — положительная щетка генератора — коллектор — обмотка якоря — коллектор — отрицательная щетка — зажим *Я* генератора — зажим *Я* реле-регулятора — обмотка *OT* — последовательная обмотка *ROT* — контакты — якорек — жгуты проводов — ярмо — зажим *Б* реле-регулятора — амперметр — отрицательный зажим батареи.

Если при увеличении температуры параллельной обмотки сопротивление ее будет увеличиваться, то одновременно ток в обмотке будет уменьшаться, магнитный поток сердечника станет меньше и контакты реле замкнутся при большем напряжении генератора, т. е. при больших оборотах якоря, а следовательно, время заряда батареи уменьшится и она может недозарядиться.

Для уменьшения изменения сопротивления параллельной обмотки при изменении ее температуры, а следовательно, и влияния температуры на работу реле обратного тока предусмотрена температурная компенсация. Для этого часть витков этой обмотки выполнена из константановой проволоки, которая по сравнению с медной меняет свое сопротивление очень мало.

Выше указывалось, что магнитный шунт регулятора напряжения зимой повышает, а летом понижает напряжение генератора (температурная коррекция работы регулятора напряжения). Вследствие уменьшения напряжения генератора в летнее время контакты *ROT* будут замыкаться только при повышенных оборотах вала двигателя.

Чтобы контакты *ROT* замыкались летом при меньших оборотах генератора по сравнению с зимним временем, в *ROT* предусмотрено автоматическое изменение упругости плоской пружины подвески якорька (температурная коррекция работы *ROT*). Для этой цели эта пружина (см. БП на рис. 25) выполнена из биметалла. Латунь (верхний слой пружины) имеет больший температурный коэффициент расширения, чем инвар (нижний слой пружины). При повышении температуры биметаллической пружины подвески якорька происходит деформирование ее в сторону инвара (по рисунку вниз), что уменьшает упругость этой

пружины, а поэтому замыкание контактов будет происходить при меньшем магнитном потоке сердечника, т. е. при меньшем токе в обмотке, а следовательно, и при меньшем напряжении генератора.

При понижении температуры биметаллической пружины подвески якорька, наоборот, контакты реле обратного тока будут замыкаться при большем напряжении генератора.

Для предупреждения нарушения упругости биметаллической плоской пружины при нагреве током ее шунтируют одним или двумя гибкими медными проводами.

Латунная пластина, на которой закреплены два подвижных контакта *POT*, после замыкания контактов при дальнейшем притяжении якорька к сердечнику деформируется (до момента упора якорька в латунную вставку в сердечнике); поэтому усилие латунной пластины, отводящее якорек вверх, суммируясь с усилием основной пружины, обеспечит размыкание контактов при меньшей величине обратного тока.

Уменьшение величины обратного тока в момент размыкания контактов уменьшает искрение между контактами. Чтобы еще больше уменьшить искрение между контактами в момент их размыкания, а следовательно, и их окисление, выполняют две пары контактов. Контакты *POT* выполнены из серебра, так как окись серебра обладает меньшим сопротивлением, чем окиси других металлов.

§ 21. Особенности устройства реле-регуляторов РР-12Б, РР-12В, РР-25, РР-20, РР-24 и РР-11

Реле-регулятор РР-12Б имеет такую же конструкцию и схему, как и РР-12А, и отличается от него регулировкой регулятора напряжения (см. табл. 14). Реле-регулятор РР-12В несколько отличается от РР-12А только креплением. Реле-регулятор РР-25 отличается от РР-12А регулировкой ограничителя тока, который отрегулирован на максимальный ток нагрузки генератора 20 а. С 1955 г. на грузовых и легковых автомобилях устанавливают реле-регуляторы РР-20, РР-20А, РР-20Б и РР-20В. Реле-регуляторы типа РР-20 по схеме аналогичны РР-12А, за исключением следующих особенностей: 1) их габариты и вес уменьшены примерно в два раза; 2) ограничитель тока, кроме последовательной обмотки, имеет другую, ускоряющую обмотку *У*, по которой проходит ток возбуждения генератора (рис. 27). Магнитное поле ускоряющей обмотки согласовано с магнитным полем последовательной обмотки.

В реле-регуляторе РР-20В ограничитель тока отрегулирован на 20 а.

Ток возбуждения генератора при замкнутых контактах *РН* и *ОТ* имеет следующую цель: положительная щетка генератора — обмотка возбуждения — зажим *Ш* генератора — зажим *Ш* реле-регулятора — ярмо — якорек — контакты *РН* — соединительный провод — ускоряющая обмотка *ОТ* — контак-

ты *ОТ* — якореk *ОТ* — ярмо — выравнивающее сопротивление 1 *ом* — последовательная обмотка *ОТ* — зажим *Я* реле-регулятора — зажим *Я* генератора — отрицательная щетка генератора.

При размыкании контактов ограничителя тока вследствие включения в цепь обмотки возбуждения генератора дополнительных сопротивлений ток в ускоряющей обмотке резко снижается, что вызывает более быстрое размагничивание сердечника, а следовательно, и увеличение частоты вибрации контактов. Кроме того, при наличии данной обмотки на малых оборотах величина тока нагрузки генератора ограничивается на 2—3 *а* меньше номинальной величины, что уменьшает возможность перегрева генератора при длительной работе под большой нагрузкой на малых оборотах якоря.

Основные данные реле-регуляторов РР-20 и РР-20А приведены в табл. 14, а их схема показана на рис. 27.

На автомобиле М-21 устанавливается малогабаритный реле-регулятор РР-24, схема которого приведена на рис. 28, а основные данные — в табл. 14.

Электрическая схема РР-24 такая же, как и у РР-12А, за исключением следующих основных особенностей:

1. Выравнивающее сопротивление 1 *ом* (состоящее из пяти витков) расположено на сердечнике регулятора напряжения. Магнитный поток витков выравнивающего сопротивления противодействует магнитному потоку основной обмотки, а поэтому это сопротивление можно рассматривать не только как выравнивающее сопротивление, но и как выравнивающую обмотку.

Рассмотрим действие выравнивающей обмотки. Она включена последовательно в цепь обмотки возбуждения генератора.

При увеличении оборотов якоря генератора увеличивается время разомкнутого состояния контактов регулятора напряжения, а поэтому на больший отрезок времени в цепь возбуждения генератора включаются дополнительные сопротивления 80 и 15 *ом*, что вызывает большое падение напряжения на зажимах ускоряющего сопротивления 15 *ом*. При этом на зажимах основной обмотки регулятора снижается напряжение; следовательно, снижается и величина тока в этой обмотке и магнитный поток сердечника уменьшается.

Таким образом, магнитный поток сердечника регулятора напряжения уменьшается по мере увеличения оборотов якоря, и после замыкания контактов сердечник, будучи сильнее размагниченным, будет медленнее намагничиваться до величины, необходимой для притяжения якорька, а за это время напряжение генератора станет выше нормального (примерно на 0,2 *в*).

Следовательно, включение основной обмотки регулятора напряжения по схеме «ускоряющего сопротивления», необходимое для повышения частоты размыкания и замыкания контактов регулятора, вызывает при увеличении оборотов якоря нежелательное повышение напряжения генератора, что ведет к перезаряду аккумуляторной батареи и увеличению нагрева спиралей накаливания ламп.

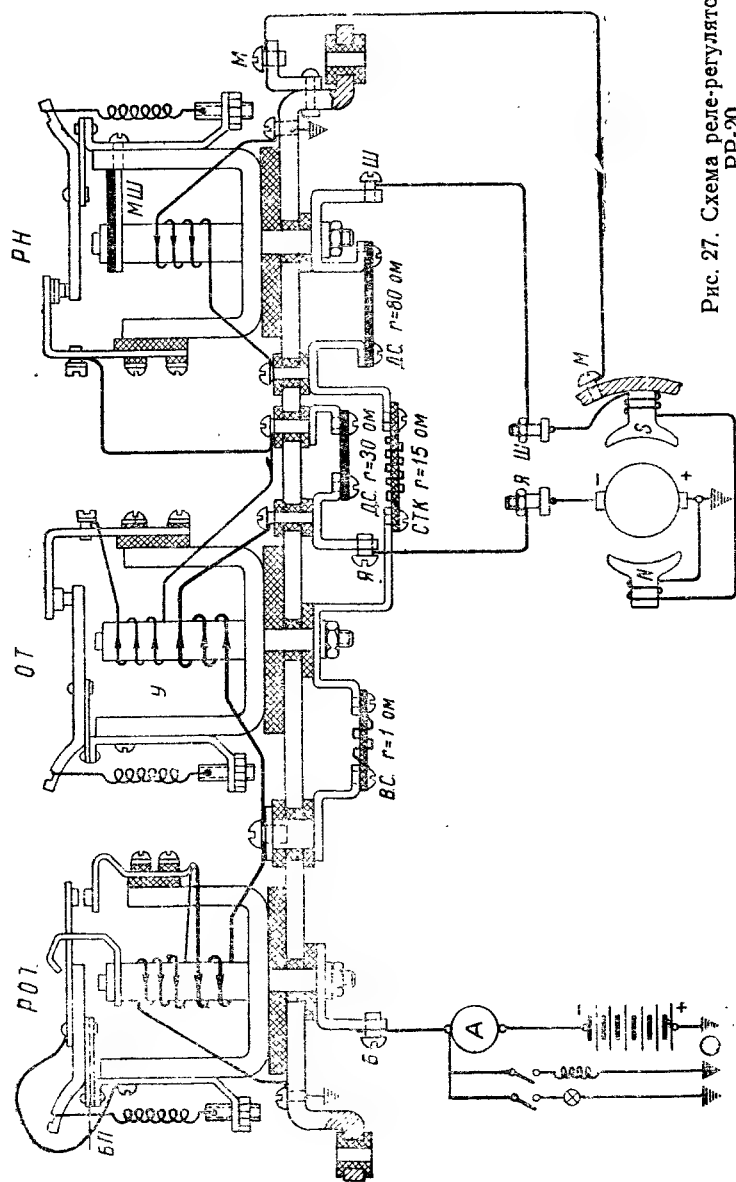


Рис. 27. Схема реле-регулятора
РР-20

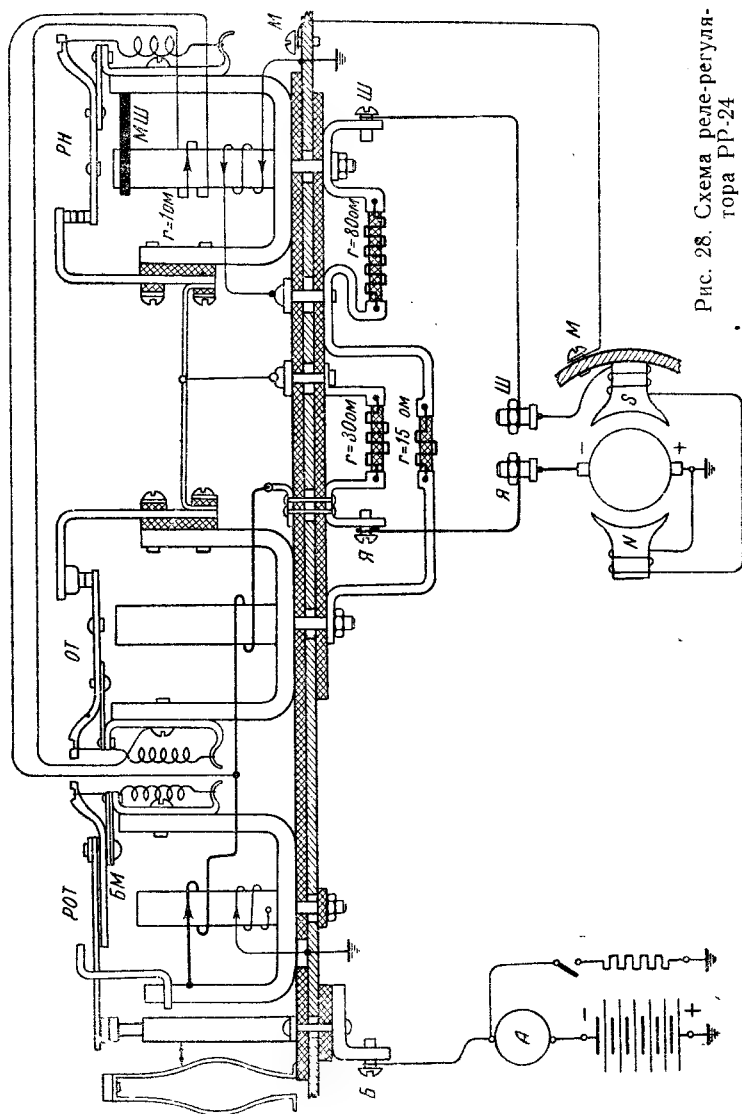


Рис. 28. Схема реле-регулятора РР-24

Для повышения напряжения генератора до номинальной величины на малых оборотах якоря и предупреждения повышения роста напряжения выше номинального по мере увеличения оборотов якоря на сердечник регулятора наматывают выравнивающую обмотку (в направлении, обратном основной), магнитный поток которой вызывает размагничивание сердечника.

Так как при увеличении оборотов якоря снижается ток в обмотке возбуждения генератора, то, следовательно, он будет снижаться и в выравнивающей обмотке (как последовательно включенной), а поэтому размагничивающее действие выравнивающей обмотки будет сильнее на малых оборотах, что вызовет повышение напряжения генератора до номинальной величины, а при увеличении оборотов размагничивающее действие выравнивающей обмотки снижается и напряжение генератора не будет превышать номинальное.

2. Изменена конструкция стойки неподвижного контакта *POT* и серьги подвески якорька у всех приборов.

3. Параллельная обмотка *POT* и основная обмотка *PH* соединены на массу для лучшего контакта с помощью бескислотной пайки.

4. Все дополнительные сопротивления выполнены из нихрома (сплав из 60% никеля, 15% хрома, 25% железа) и намотаны на шнур из стекловолокна. После намотки сопротивления пропитываются кремнеорганическим лаком.

Угольные сопротивления ввиду нестабильности величины их сопротивления при изменении влажности воздуха и значительного снижения сопротивления при длительной работе все больше и больше вытесняются сопротивлениями из константана, нихрома и других сплавов.

Схема и конструкция реле-регулятора РР-11, устанавливаемого на автомобиле ЗИЛ-110, отличаются от РР-12А следующими особенностями:

1) реле-регулятор РР-11 предназначен для работы с 6-вольтным генератором Г-16;

2) ограничитель тока, кроме последовательной обмотки, имеет другую, ускоряющую обмотку, последовательно включенную в цепь возбуждения генератора; назначение и действие ускоряющей обмотки аналогично назначению и действию такой же обмотки у ограничителя тока РР-20; основные данные реле-регулятора РР-11 приведены в табл. 14.

Обмоточные данные регуляторов напряжения, ограничителей тока и реле обратного тока приведены в табл. 13, а их основные регулировочные данные — в табл. 14.

Таблица 13

Тип реле-регулятора или регулятора напряжения	Наименование обмотки	Марка провода	Диаметр провода без изоляции, мм	Число витков	Сопротивление, Ом
Реле-регулятор РР-12А, РР-12Б, РР-12В, РР-25	Обмотка регулятора напряжения	ПЭЛ	0,47	1990	15,5
	Обмотка ограничителя тока	ПБД	2,44	42	Очень мало
	Параллельная обмотка реле обратного тока	ПЭЛ	0,23	1870	40,0
	Последовательная обмотка реле обратного тока	ПЭБОК	0,3	50	21,5
	Последовательная обмотка реле обратного тока	ПБД	2,44	30	Очень мало
Реле-регулятор РР-20, РР-20А, РР-20Б; РР-20В	Обмотка регулятора напряжения	ПЭЛ	0,35	1440	15
	Последовательная обмотка ограничителя тока	ПЭВ	2,44	26	Очень мало
	Ускоряющая обмотка ограничителя тока	ПЭЛ	1,00	40	То же
	Параллельная обмотка реле обратного тока	ПЭЛ	0,25	1800	32,5
	Последовательная обмотка реле обратного тока	ПЭК	0,35	110	32,5
	Последовательная обмотка реле обратного тока	ПЭВ	2,44	20	Очень мало
	Основная обмотка регулятора напряжения	ПЭЛ	0,29	1300	17,5
Реле-регулятор РР-24	Выравнивающая обмотка (выравнивающее сопротивление)	ПЭК	0,25	5	1,0
	Последовательная обмотка ограничителя тока	ПЭВ	2,44	22,5	Очень мало
	Параллельная обмотка реле обратного тока	ПЭЛ	0,17	1420	38
	Последовательная обмотка реле обратного тока	ПЭК	0,25	75	30
	Последовательная обмотка реле обратного тока	ПЭВ	2,44	13,5	Очень мало
Регулятор напряжения генератора Г-66	Основная обмотка	ПЭ	0,35	1840	20
	Ускоряющая обмотка	ПКЭБО	0,29	62	40
	Выравнивающая обмотка	ПЭ	0,23	930	40
	Дополнительное сопротивление	ПКЭБО	0,34	64	81
	Выравнивающая обмотка	ПЭ	1,0	40	0,1
	Дополнительное сопротивление	ПК	—	—	70

Марки проводов: ПЭЛ — провод медный с эмалевой изоляцией, покрытой лаком; ПБД — провод медный с бумажной двухслойной оплеткой; ПЭБОК и ПКЭБО — провод константовый с эмалевой изоляцией и бумажной оплеткой; ПЭК — провод константовый с эмалевой изоляцией; ПЭВ — провод медный с эмалевой изоляцией, покрытой венифлексовой изоляцией; ПЭ — провод медный с эмалевой изоляцией; ПК — провод константовый.

Таблица 14

Характеризующие показатели	Тип реле-регулятора							
	РР-12А РР-12Б РР-12В	РР-25	РР-20 РР-20А	РР-24	РР-11	регулятор напряже- ния гене- ратора Г 65	РР-2	РР-3
Регулятор напряжения								
Зазор между якорьком и сердечником при замкнутых контактах, мм	1,3—1,5	1,3—1,5	1,4—1,5	1,4—1,5	1,3—1,5	1,8—2,0	1,0—1,2	1,8—2,0
Регулируемое напряжение при температуре регулятора и окружающей среды 20°С, в	14,0±0,2 (РР-12А) 13,5±0,2 (РР-12Б) 14,0±0,2 (РР-12В)	14,0±0,2	13,8—14,8 (РР-20) 13,7—14,5 (РР-20А)			12—12,5	12,5	12,5
Величина тока нагрузки, при которой проверяется регулируемое напряжение, а	10	10	10	10	17,5	10	60	160
Скорость вращения якоря генератора, при котором проверяется регулятор напряжения, об/мин.	3000	3000	3000	3000	3000	2000	1700	2200

Характеризующие показатели	Тип реле-регулятора						
	РР-12А РР-12Б РР-12В	РР-25	РР-20 РР-20А	РР-24	РР-11	регулятор напряже- ния гене- ратора Г-66	РР-2 РР-3
Ограничитель тока							
Зазор между якорьком и сердечником при замкнутых контактах, мм	1,3—1,5	1,3—1,5	1,4—1,5	1,4—1,5	1,3—1,5	—	1,4—1,5 1,8—2,0
Величина тока нагрузки, ограничиваемая ограничителем тока, а	17—19	19—21	17—19	17—19	34—36	—	57—63 157—163
Реле обратного тока							
Зазор между якорьком и сердечником при разомкнутых контактах, мм	1,3—1,6	1,3—1,6	1,3—1,6	1,4—1,5	1,3—1,5	—	1,4—1,6
Зазор между контактами, мм	0,4—0,6	0,4—0,6	0,7—0,9	0,6—0,8	0,4—0,6	—	0,8—1,0
Напряжение замыкания контактов реле, в	11,9—12,2* 12,0—12,5 12,5—13,0***	12,5—13,5	12,2—13,2**	12,2—13,2	5,8—6,1* 6,0—6,4**	—	7—8
Обратный ток размыкания контактов реле, а	0,5—6	0,5—6	0,5—6	0,5—6	0,5—6	—	—

* При летней регулировке для южных районов.

** При летней и зимней регулировке для всех климатических районов (кроме летней для южных районов).

*** При зимней регулировке для северных районов.

§ 22. Электромагнитный одноступенчатый вибрационный регулятор напряжения генератора Г-66

Регулятор напряжения служит для поддержания постоянства напряжения генератора при изменении оборотов якоря и нагрузки генератора. На рис. 29 приведена схема регулятора напряжения генератора Г-66.

Устройство регулятора напряжения. Ярмо 1 вместе с сердечником соединены с массой. На сердечник намотаны три обмотки: основная — $ОО$, ускоряющая — $УО$ и выравнивающая — $ВО$, а также дополнительное сопротивление — $ДС$. Основная обмотка

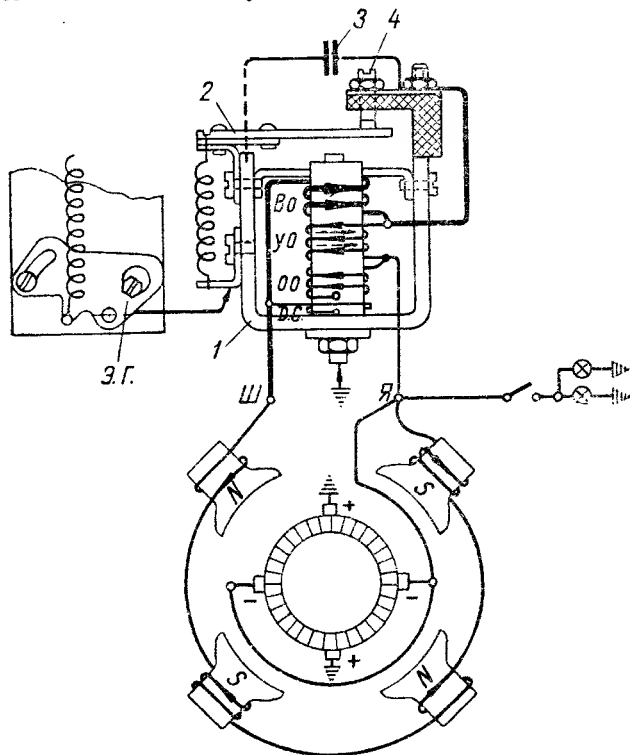


Рис. 29. Схема регулятора напряжения генератора Г-66

соединена со щетками генератора: один конец обмотки соединен через сердечник регулятора с массой, к которой присоединены положительные щетки, а другой присоединяется (вместе с одним концом ускоряющей обмотки) к зажиму Я, т. е. к отрицательным щеткам. Ускоряющая обмотка $УО$ намотана на сердечник в одну сторону с основной и ее концы соединены с концами основной и выравнивающей обмоток. Выравнивающая обмотка $ВО$ намотана в сторону, противоположную двум остальным обмоткам. Выравнивающая обмотка включена последовательно обмотке возбуждения генератора: один конец ее присоединен к зажиму Ш, а дру-

гой — к неподвижному контакту регулятора. Дополнительное сопротивление ДС соединено одним концом с сердечником регулятора, и через него с массой, а другим — с зажимом III генератора.

Обмоточные данные регулятора напряжения генератора Г-66 приведены в табл. 13.

Стальной якореk 2 подвешен на упругой пластине. Контакты регулятора выполнены из вольфрама. Контактный винт 4 укреплен на изоляционной пластине и соединен с выравнивающей и ускоряющей обмотками и конденсатором 3. Конденсатор емкостью 0,14—0,25 мкф включен параллельно контактам регулятора. Якореk регулятора оттягивается вверх пружиной, удерживая контакты в замкнутом состоянии при напряжении генератора меньше номинального (12 в). Вращением контактного винта 4 после ослабления его контргайки регулируют зазор между якореком и сердечником. Нормальный зазор должен быть в пределах 1,8—2,0 мм.

Работа регулятора напряжения. При напряжении генератора менее 12—12,5 в контакты регулятора удерживаются пружиной якорека в замкнутом состоянии. При замкнутых контактах при работе генератора в его обмотку возбуждения и в обмотки регулятора поступает ток.

Пути тока в цепях обмоток будут следующие:

1. Цепь тока возбуждения генератора: положительные щетки — масса — ярмо регулятора I — якореk 2 — контакты — выравнивающая обмотка ВО — зажим III генератора — обмотка возбуждения — отрицательные щетки.

2. Цепь тока ускоряющей обмотки: положительные щетки — масса — ярмо — якореk — контакты — ускоряющая обмотка — зажим Я генератора — отрицательные щетки.

3. Цепь тока основной обмотки: положительные щетки — масса — основная обмотка — зажим Я генератора — отрицательные щетки.

Рассматривая электрические цепи, можно заметить, что выравнивающая обмотка включена последовательно обмотке возбуждения генератора, а ускоряющая обмотка включена параллельно обмотке возбуждения генератора.

При замкнутых контактах в основной и ускоряющей обмотках ток движется в одном направлении (см. рис. 29), а в выравнивающей обмотке — в противоположном направлении. При этом магнитный поток выравнивающей обмотки равен по величине, но противоположен по направлению магнитному потоку, создаваемому ускоряющей обмоткой. Таким образом, при замкнутых контактах сердечник регулятора напряжения будет намагничиваться только одной основной обмоткой.

Основная обмотка регулятора служит для намагничивания сердечника с целью размыкания контактов, когда напряжение генератора достигает 12—12,5 в. При увеличении напряжения генератора увеличивается ток в основной обмотке, что усиливает намагничивание сердечника; и в момент, когда сила магнитного притяжения сердечником якорека будет становиться больше упругой силы пружины, произойдет размыкание контактов. При разомкнутых контактах в цепь обмотки возбуждения

генератора включается последовательно дополнительное сопротивление $ДС = 70 \text{ ом}$, что вызывает резкое уменьшение величины тока в обмотке возбуждения генератора.

При разомкнутых контактах регулятора напряжения щетки — масса — дополнительное сопротивление $ДС$ — зажим III генератора — обмотка возбуждения — отрицательные щетки.

Уменьшение тока возбуждения вызовет уменьшение магнитного потока возбуждения, что, в свою очередь, уменьшит величину индуцируемой э.д.с. в обмотке якоря, и напряжение генератора снизится на $0,7—1,4 \text{ в}$. При уменьшении напряжения генератора уменьшится ток в основной обмотке регулятора напряжения, поэтому намагничивание сердечника ослабнет и усилием пружины якорька контакты регулятора замкнутся.

Дополнительное сопротивление $ДС$ будет закорочено контактами, что вызовет увеличение тока в обмотке возбуждения, а следовательно, увеличение магнитного потока возбуждения; поэтому э.д.с. и напряжение генератора возрастут. При увеличении напряжения генератора до $12—12,5 \text{ в}$ увеличится ток в основной обмотке регулятора напряжения, что вызовет усиление намагничивания сердечника, который, притягивая якорек, снова вызовет размыкание контактов и т. д.

Таким образом, при работе регулятора напряжения его контакты периодически размыкаются и замыкаются, что обеспечивает регулирование тока возбуждения генератора, а следовательно, и поддержание величины напряжения генератора в пределах $12—12,5 \text{ в}$.

Ускоряющая обмотка. Чтобы обеспечить поддержание постоянной величины напряжения генератора при помощи регулятора напряжения, необходимо иметь частоту замыкания и размыкания контактов регулятора не менее 30 пер/сек .

При таком условии амплитуда максимальных и минимальных величин напряжения генератора при замкнутом и разомкнутом состоянии контактов будет порядка $0,7—1,4 \text{ в}$ (см. рис. 23).

Большая частота и малые пределы изменения напряжения при его колебании не будут отражаться на работе потребителей электрической энергии. Чтобы уменьшить колебания напряжения генератора, необходимо повысить частоту колебания якорька регулятора напряжения. С этой целью стремятся уменьшить вес якорька, а также ускорить размагничивание сердечника при размыкании контактов регулятора, что уменьшит время разомкнутого состояния контактов, и вследствие этого уменьшится период работы контактов. Вместе с этим увеличится частота замыкания и размыкания контактов и уменьшится разность величины напряжения генератора при замкнутом и разомкнутом состоянии контактов.

Для ускорения размагничивания сердечника при размыкании контактов в регуляторе напряжения Г-66 на сердечник наматы-

вают, кроме основной обмотки, другую, ускоряющую обмотку УО. При размыкании контактов регулятора вследствие уменьшения напряжения генератора уменьшается ток в основной обмотке регулятора, а следовательно, будет уменьшаться магнитный поток его сердечника. Но скорость размагничивания сердечника из-за явления гистерезиса стали всегда отстает от скорости изменения тока в основной обмотке. Кроме того, вследствие индуктирования э.д.с. самоиндукции в основной обмотке регулятора напряжения при размыкании контактов замедляется убывание тока в обмотке, что препятствует размагничиванию сердечника.

В схеме регулятора напряжения генератора Г-66 (см. рис. 29) ускоряющая обмотка включена параллельно обмотке возбуждения генератора.

Известно, что при размыкании контактов регулятора последовательно обмотке возбуждения генератора включается дополнительное сопротивление. При этом снижается величина тока в обмотке возбуждения, а вместе с ней уменьшается по величине и магнитный поток возбуждения. Убывающий по величине магнитный поток возбуждения, пронизывая витки катушек обмотки возбуждения, индуктирует в них э.д.с. самоиндукции, которая направлена в сторону убывающего тока и создает ток самоиндукции этого же направления.

Цепь тока самоиндукции при разомкнутых контактах (см. рис. 29) будет следующей: обмотка возбуждения — зажим Я генератора — ускоряющая обмотка (по ней будет двигаться ток в обратном направлении в сравнении с направлением тока при замкнутых контактах; см. пунктирные стрелки) — выравнивающая обмотка — зажим Ш генератора — обмотка возбуждения генератора.

Другие цепи тока самоиндукции не описаны, так как они никакого существенного влияния на работу регулятора не оказывают.

Ток самоиндукции, двигаясь по ускоряющей обмотке при размыкании контактов в обратном направлении, обеспечивает более быстрое размагничивание сердечника, а следовательно, уменьшается время разомкнутого состояния контактов регулятора. При этом увеличивается частота замыкания и размыкания контактов и колебания напряжения генератора будут меньшими.

Выравнивающая обмотка. Если бы на сердечнике регулятора напряжения не было выравнивающей обмотки, то при замкнутых контактах регулятора ускоряющая обмотка совместно с основной обмоткой намагничивала бы сердечник (при отсутствии выравнивающей обмотки зажим Ш генератора должен быть соединен с неподвижным контактом регулятора напряжения).

Если на сердечник регулятора намотаны только основная и ускоряющая обмотки, то по мере увеличения оборотов якоря напряжение генератора будет расти, а это обстоятельство вызовет более сильный накал нитей лампы, перегрев обмоток приборов и другие нежелательные явления.

Повышение напряжения генератора при возрастании числа оборотов якоря происходит по следующей причине.

Ускоряющая обмотка включена параллельно обмотке возбуждения генератора, а так как в обмотке возбуждения при увеличении оборотов якоря ток уменьшается, то он будет уменьшаться и в ускоряющей обмотке (рис. 30).

Уменьшение величины магнитного потока, создаваемого ускоряющей обмоткой, снижает намагничивание сердечника. Поэтому контакты регулятора при том же натяжении пружины якорька будут размыкаться уже при возросшем напряжении генератора.

Чтобы препятствовать росту напряжения генератора при увеличении оборотов якоря, на сердечник регулятора наматывают в направлении, обратном ускоряющей обмотке, другую, дополнительную обмотку, называемую выравнивающей.

Число ампервитков выравнивающей обмотки равно числу ампервитков ускоряющей обмотки, а их магнитные потоки противоположны по направлению, и результирующий магнитный поток этих обмоток при замкнутых контактах равен нулю.

Выравнивающая обмотка включена последовательно обмотке возбуждения генератора; поэтому при увеличении оборотов якоря, когда ток в обмотке возбуждения генератора уменьшается, он также будет уменьшаться в выравнивающей обмотке и в параллельно включенной ей ускоряющей обмотке. Поэтому магнитные потоки ускоряющей и выравнивающей обмоток при замкнутых контактах регулятора всегда равны и противоположно направлены и, уничтожая друг друга, не оказывают никакого воздействия на намагничивание сердечника основной обмоткой. Таким образом, сердечник будет намагничиваться только одной основной обмоткой, а поэтому момент размыкания контактов будет происходить при одном и том же напряжении генератора, независимо от оборотов якоря, в результате этого напряжение генератора будет поддерживаться постоянным при изменении оборотов якоря.

При разомкнутых контактах выравнивающая обмотка способствует более быстрому размагничиванию сердечника, а следовательно, и увеличению частоты размыкания и замыкания контактов, так как в ней, как и в ускоряющей обмотке, ток движется в обратном направлении по сравнению с направлением тока в витках основной обмотки.

Конденсатор. При размыкании контактов регулятора напряжения в обмотке возбуждения генератора индуцируется э. д. с.

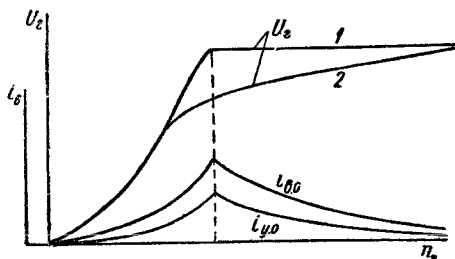


Рис. 30. Изменение напряжения генератора U_g , тока возбуждения i_b , тока в ускоряющей обмотке i_{yo} и тока в выравнивающей обмотке i_{bo} при изменении числа оборотов якоря:

1 — при регуляторе с выравнивающей и ускоряющей обмотками; 2 — при регуляторе с ускоряющей обмоткой

самоиндукции, которая в начальный момент размыкания контактов создает искру между ними, что вызывает окисление контактов, перенос металла с контакта якорька на неподвижный контакт и замедляет уменьшение тока в обмотках, тем самым препятствуя быстрому снижению напряжения генератора.

При окислении контактов повышается сопротивление цепи возбуждения генератора, поэтому уменьшается ток в обмотке, возбуждения и напряжение генератора снижается и достигает нормальной величины только при повышенных оборотах. В этом случае нормальный накал нитей ламп фар будет только при увеличенных оборотах.

Чтобы уменьшить искрение между контактами, в регуляторе напряжения Г-66 параллельно им включен конденсатор емкостью 0,14—0,25 мкф. В начале размыкания контактов конденсатор заряжается током самоиндукции, что уменьшает искрение между контактами. Разряд конденсатора происходит при разомкнутых контактах через выравнивающую обмотку и добавочное сопротивление, а также через другие цепи.

§ 23. Генератор ГЗО-А2

Генератор ГЗО-А2 переменного тока устанавливается на тракторе ДТ-54. Главными преимуществами этого генератора является простота конструкции (отсутствие коллектора, щеток и реле-регулятора).

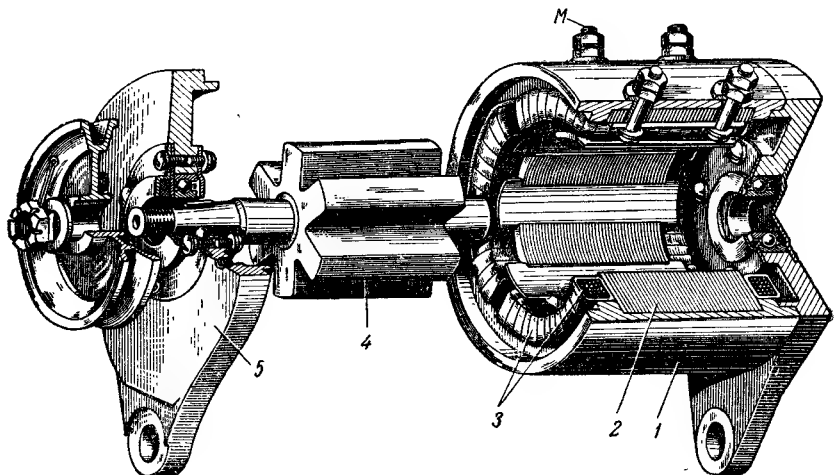


Рис. 31. Генератор ГЗО-А2

В алюминиевом корпусе 1 (рис. 31) закреплен сердечник 2, набранный из листов трансформаторной стали в виде дисков с шестью выступами. При сборке дисков их выступы образуют шесть пазов, в которые входят катушки 3 обмотки статора.

В каждой катушке 63 витка; обмотка катушек выполнена из провода ПЭ диаметром 0,93 мм.

Две соседние катушки соединяются между собой последовательно, образуя три фазы обмотки якоря. Корпус генератора закрывается с двух сторон крышками 5, в которых крепится ротор 4.

Один конец всех трех фаз соединен с изолированным от корпуса зажимом М (см. рис. 31), который при помощи выключателя соединяется с массой. Начало каждой фазы выведено на отдель-

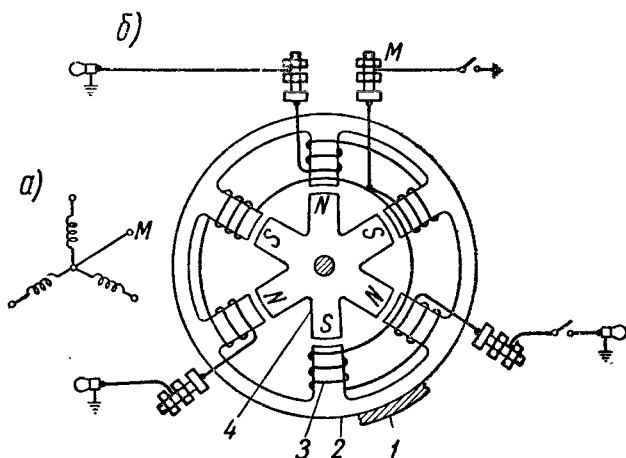


Рис. 32. Генератор ГЗО-А2: а — схема включения фаз обмоток возбуждения, б — схема генератора (цифровые обозначения те же, что на рис. 31)

ный, изолированный от корпуса зажим, и каждый из них соединяется проводом с лампами фар. Таким образом, фазы обмотки статора соединены между собой звездой (рис. 32, а).

Ротор 4 генератора представляет собой шестиполюсный магнит, изготовленный из никель-алюминиевого сплава, обладающего хорошими магнитными свойствами. Полярность полюсов ротора чередуется, т. е. каждые два соседних полюса — разноименные. Подшипники вала ротора — шариковые. Привод вала ротора производится трапецевидным ремнем. Охлаждение генератора осуществляется путем обдува его корпуса снаружи.

При вращении ротора магнитный поток полюсов, пронизывая катушки обмотки статора, индуцирует в каждой фазе (паре катушек) э. д. с. E_{ϕ} , величина которой определяется по формуле

$$E_{\phi} = k\Phi n,$$

где: k — величина, зависящая в основном от числа витков в фазовой обмотке статора и числа пар полюсов;

Φ — величина магнитного потока (ротора), пронизывающего две катушки обмотки статора;

n — число оборотов ротора.

Номинальная величина э.д.с. в каждой фазе обмотки статора равна 8 в.

При работе генератора номинальное напряжение (при включенных трех лампах мощностью 20 вт каждая) на зажимах каждой фазы равно 6 в.

Каждая фаза обмотки статора является источником переменного тока, частота которого при работе генератора пропорциональна оборотам ротора (магнита):

$$f = \frac{nP}{60} \text{ пер/сек},$$

где: f — частота переменного тока, пер/сек;

n — число оборотов ротора в минуту;

P — число пар полюсов.

При шестиполюсном роторе $P = 3$.

При $n = 1000$ об/мин

$$f = \frac{nP}{60} = \frac{1000 \times 3}{60} = 50 \text{ пер/сек.}$$

При $n = 2000$ об/мин

$$f = \frac{nP}{60} = \frac{2000 \times 3}{60} = 100 \text{ пер/сек.}$$

Таким образом, частота тока зависит от числа оборотов ротора.

При работе генератора частота переменного тока колеблется в пределах 50—100 пер/сек, что до некоторой степени способствует сохранению постоянной величины тока в каждой фазе при изменении числа оборотов магнита.

При увеличении числа оборотов ротора э. д. с., наводимая в катушках обмотки статора, растет пропорционально оборотам ротора:

$$E_{\Phi} = k\Phi n.$$

Ток в каждой фазе устанавливается по закону Ома:

$$I_{\Phi} = \frac{E_{\Phi}}{z_{\Phi}} = \frac{E_{\Phi}}{\sqrt{r^2 + x_L^2}},$$

где: I_{Φ} — ток в фазе;

E_{Φ} — э. д. с., индуцируемая в фазе обмотки статора;

z_{Φ} — полное (кажущееся) сопротивление фазы обмотки;

r — активное сопротивление фазы;

x_L — реактивное (индуктивное) сопротивление фазы.

При увеличении оборотов магнита растет частота тока:

$$f = \frac{Pn}{60},$$

а вместе с этим растет и реактивное сопротивление катушек, так как

$$x_L = 2\pi fL,$$

где: f — частота тока;

L — индуктивность фазы.

Сопротивление нитей ламп фар можно считать активным сопротивлением r вследствие ничтожно малой их индуктивности L .

Рост реактивного сопротивления обмоток фазы X_L увеличивает ее полное сопротивление z_ϕ , так как

$$z_\phi = \sqrt{r^2 + x_L^2}.$$

Поэтому при увеличении оборотов магнита, когда в каждой фазе повышается индуктируемая э. д. с., повышается и полное сопротивление фазы, вследствие чего величина тока в каждой фазе будет автоматически поддерживаться в пределах номинальной величины — порядка 3,5 а.

Активная мощность фазы подсчитывается по формуле

$$P_\phi = I^2 r,$$

которая при 2300 об/мин ротора и включении в фазу лампы в 21 свечу равна 20 вт.

Мощность генератора равна мощности всех трех фаз:

$$P_r = 3P_\phi = 3 \times 20 \text{ вт} = 60 \text{ вт}.$$

§ 24. Генераторы переменного тока Г-2 и Г-3

Увеличение мощности и количества потребителей электрической энергии на автобусах привело к необходимости применения синхронных генераторов переменного тока, которые при тех же габаритах и весе имеют большую мощность, чем генераторы постоянного тока, и отличаются высокой надежностью. Необходимое для совместной работы такого генератора с аккумуляторными батареями выпрямление тока осуществляется селеновыми выпрямителями; напряжение выпрямленного тока регулируется электромагнитным вибрационным или контактно-дрессельным регулятором напряжения; защита генератора от перегрузки производится ограничителем тока.

Синхронные генераторы переменного тока имеют следующие основные преимущества:

1. Более высокую надежность благодаря простому и хорошо работающему щеточному устройству и меньшей возможности повреждения вращающейся обмотки.

2. Меньшие начальные обороты, при которых начинается питание потребителей, благодаря чему уменьшается расход энергии аккумуляторных батарей.

3. Меньшие (в 3—3,5 раза) габариты и вес, чем в генераторах постоянного тока, что значительно повышает использование материалов. Основными недостатками генераторной установки переменного тока является необходимость применения дорогостоящих селеновых выпрямителей, требующих в эксплуатации интенсивного охлаждения чистым воздухом, усложнение схемы соединения генератора, выпрямителя и реле-регулятора и более низкий к. п. д. (0,5 вместо 0,6 у генератора постоянного тока).

Синхронные генераторы переменного тока применяются в системе электрооборудования автобусов. На автобусе ЗИЛ-155 установлен генератор Г-2 мощностью 750 *вт*, а на автобусе ЗИЛ-127 — генератор Г-3 мощностью 2000 *вт*.

Устройство генераторов Г-2 и Г-3 показано на рис. 33 и 34; на обоих рисунках одноименные детали имеют одинаковые обозначения. Генераторы Г-2 и Г-3 — трехфазные, синхронные, с электромагнитным возбуждением. Статор 17 (рис. 33 и 34) генератора для уменьшения потерь на вихревые токи набирается из тонких листов электротехнической стали, изолированных друг от друга тонким слоем нитроэмали. На внутренней цилиндрической поверхности статора имеется 18 пазов, в которые укладывается обмотка 16 статора, которая состоит из 18 катушек, соединенных между собой по трехфазной системе — звездой (см. рис. 36, 37). В каждую фазу обмотки статора включены параллельно шесть катушек. Начала всех катушек соединены вместе, а концы катушек трех фаз присоединены к трем изолированным от корпуса зажимам 31 (см. рис. 35).

Все катушки каждой фазы действуют согласованно. В каждой катушке обмотки статора генератора Г-2 укладывается по 40 витков провода ПЭЛ диаметром 1,07 *мм*; у генератора Г-3 — по 18,5 витка провода ПЭВ диаметром 1,88 *мм*. Каждая катушка оплетена хлопчатобумажной тафтяной лентой.

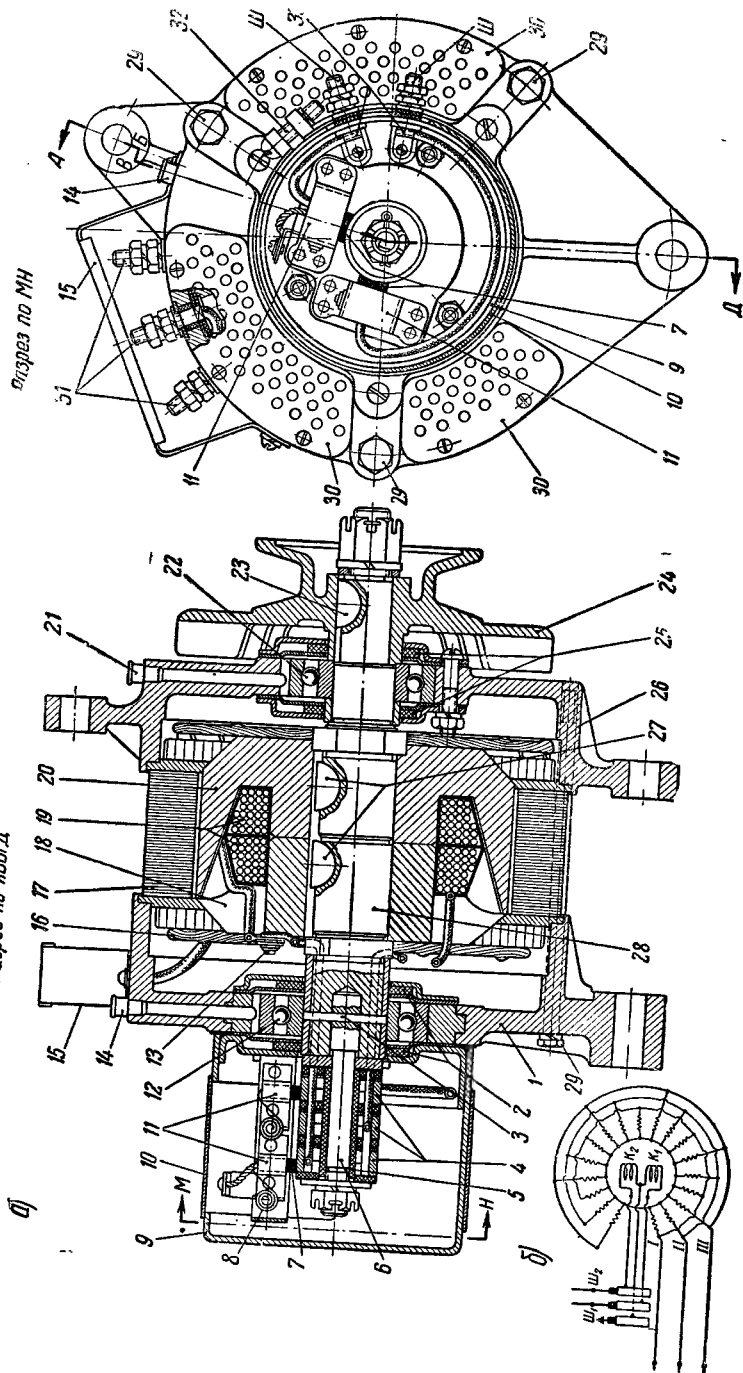
Ротор генератора состоит из двух шестиполусных клювообразных сердечников 18 и 20 (рис. 33 и 34), изготовленных из малоуглеродистой стали, закрепленных на валу 28 шпонками 27. Выступы одного сердечника входят в прорезы второго. Во внутренней полости, расположенной между сердечниками 18 и 20, находится обмотка возбуждения 19, питаемая постоянным током. При этом полюсные сердечники получают разноименную полярность.

Обмотка возбуждения 19 генератора Г-2 (см. схему на рис. 33, б) состоит из двух параллельно включенных катушек, магнитные потоки которых согласованы. Начала обеих катушек выведены на зажим 13 и через контактное кольцо 4 и щетку, соединены с массой. Концы обеих катушек через зажимы 13 соединены с контактными кольцами 4, изолированными от массы. Каждый зажим 13 изолирован от массы текстолитовыми шайбами. Три контактных кольца 4 изолированы друг от друга текстолитовыми шайбами, а от металла вала 6 блока контактных колец — изоляционной втулкой 5.

Обмотка возбуждения ОВ (см. рис. 37) генератора Г-3 имеет одну катушку. Один конец катушки соединен через кольцо и щетку с массой, а другой выведен на кольцо, соединенное с зажимом III. Вал 6 (рис. 34) блока контактных колец соединен шпилькой 3 с валом 28 ротора.

Обмотка возбуждения 19 генератора Г-2 состоит из двух катушек, каждая из которых имеет 575 витков (провод ПЭЛ, диаметр 0,69 *мм*, сопротивление катушки 6,5 *ом*); обмотка катушки генератора Г-3 имеет 630 витков (провод ПЭЛ, диаметр 1,08 *мм*, сопротивление 3,8 *ом*). Щетки 7 обоих генераторов (марки М1А)

Разрез по АБВГД



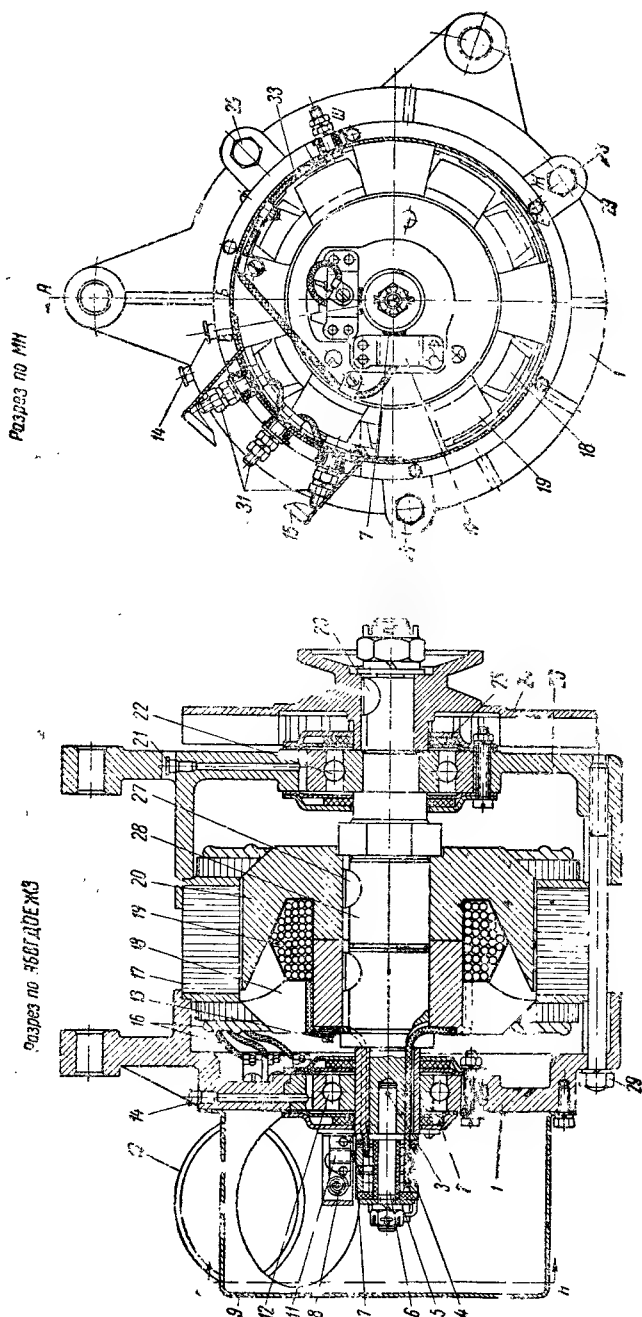


Рис. 34. Генератор Г-3 в разрезе (цифровые обозначения на рис. 34 те же, что на рис. 33)

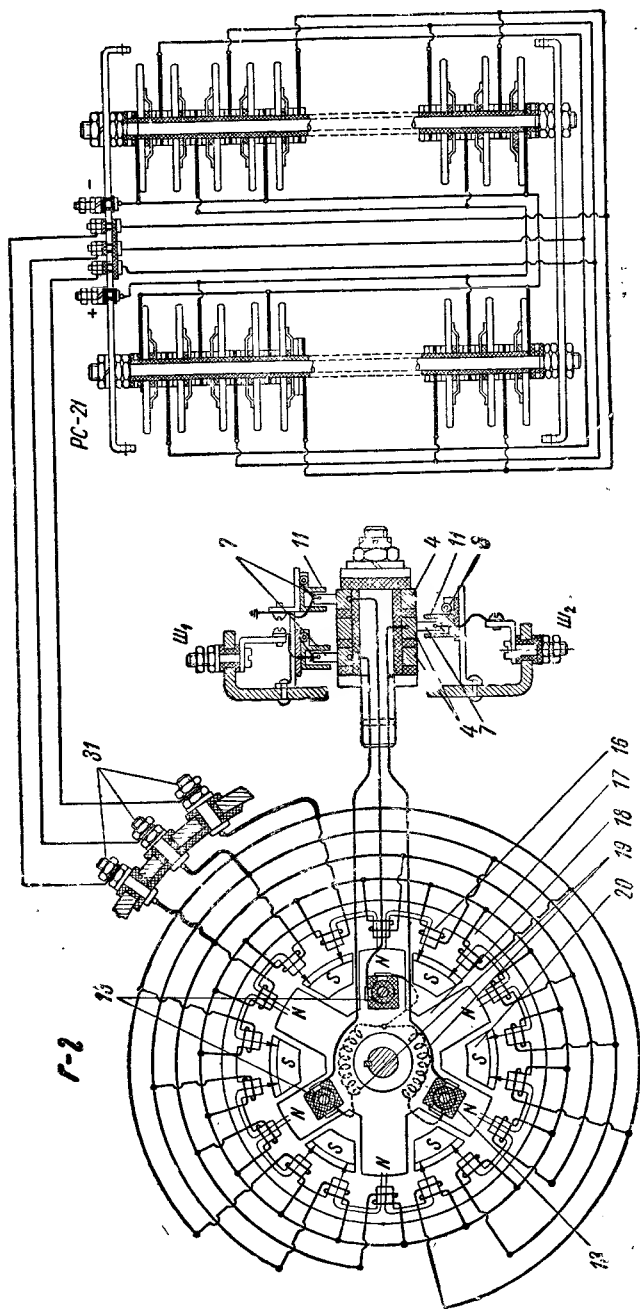


Рис. 35. Схема генератора Г-2 с подключенным выпрямителем РС-21 (цифровые обозначения на рис. 35 те же, что на рисунках 33 и 34)

стержнях и изолированы от них втулками. Стержень каждого столба имеет 24 шайбы. Шайбы обоих выпрямительных столбов соединены проводниками и образуют шесть плечей, по 8 параллельно включенных шайб в каждом. На каждую фазу приходится два плеча. Принципиальные схемы выпрямителей приведены на рис. 36 и 37.

В генераторной установке с генератором Г-3 имеются два параллельно включенных выпрямителя РС-21 (см. рис. 37).

Шайбы изготавливаются из стали или алюминия. Стальные шайбы имеют форму круга диаметром 100 мм; алюминиевые — форму квадрата с размером стороны 100 мм.

На одну сторону шайбы, изготовленной из стали или алюминия, наносится полупроводящий слой селена толщиной 0,1 мм; на селен напыливается тонкий слой покровного металла, состоящего из сплава селена, кадмия и висмута. Между селеном и слоем сплава металлов после соответствующего формирования переменным током создается непроводящий, «запирающий» слой толщиной около 0,001 микрона. Ток со стороны покровного металла снимается упругой лепестковой латунной шайбой, а с другой стороны — обычной шайбой. С помощью латунных шинок все выпрямительные шайбы присоединены к проводникам, припаянным к пяти зажимам панели. Два крайних, больших по размеру, зажима имеют знаки (+) и (—) (см. рис. 35). Три средних зажима соединяются с зажимами 31 обмотки статора генератора. Во избежание коррозии шайбы окрашены эмалевой краской. Выпрямитель защищен от попадания грязи специальным кожухом, имеющим с двух сторон (по ходу потока воздуха) жалюзи для регулирования интенсивности охлаждения выпрямительных шайб.

Характеристика выпрямителя РС-21. Выпрямитель РС-21 предназначен для работы при выпрямленных напряжениях 14,5 в и токе 60 а. Во избежание чрезмерной перегрузки выпрямителей РС-21 при их работе с генератором Г-3 в установке предусмотрено усиленное охлаждение.

Обратный ток в каждом плече выпрямителя не должен быть выше 2 а (при обратном напряжении 14 в).

Падение напряжения в каждом плече выпрямителя при токе 25 а не должно превышать 2 в.

Возбуждение генераторов Г-2 и Г-3. При работе генератора обмотка возбуждения питается постоянным током и создает магнитный поток, благодаря которому при вращении ротора в обмотке статора индуцируется э.д.с., изменяющаяся по величине и направлению.

В начале работы генератора Г-2, когда скорость вращения ротора, а следовательно, и напряжение генератора малы, обмотка возбуждения ротора при включенном выключателе зажигания (см. рис. 36) и замкнутых контактах реле включения РВ питается от аккумуляторной батареи. По мере увеличения скорости вращения генератора, когда его напряжение станет выше напряжения батареи, обмотка возбуждения питается от выпрямителя.

В генераторе Г-3 обмотка возбуждения ротора при любой скорости вращения питается постоянным током, выпрямленным специальным выпрямителем (см. рис. 37), включенным в дроссельный регулятор напряжения.

Концы фазовых обмоток генератора соединены с трехфазным выпрямителем (см. рис. 37). Подводимый к выпрямителю переменный ток генератора выпрямляется и от зажимов (+) и (—) выпря-

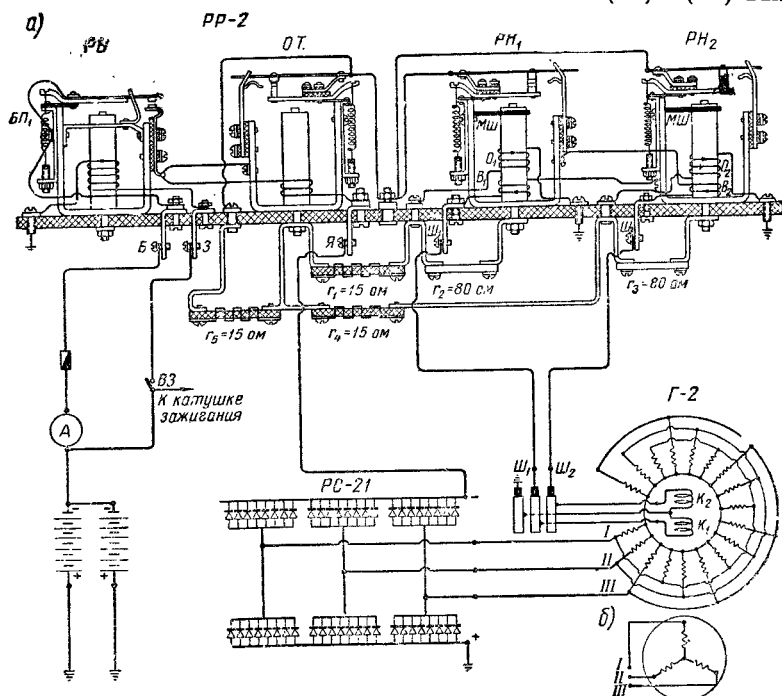


Рис. 36. Генераторная установка автобуса ЗИЛ-155: а — схема генераторной установки; б — принципиальная схема соединения трех фаз обмотки статора генератора Г-2

мителя поступает ко всем потребителям электрической энергии генератора.

Частота переменного тока в обмотках статора при шести парах полюсов ротора генераторов Г-2 и Г-3 колеблется в зависимости от числа оборотов коленчатого вала в пределах 50 — 500 пер/сек.

При достаточно большой частоте переменного тока пульсации выпрямленного тока малы и на работу потребителей электрической энергии не влияют.

§ 25. Реле-регулятор РР-2 генератора Г-2

Реле-регулятор РР-2 состоит из четырех самостоятельно действующих приборов: реле включения РВ, ограничителя тока ОТ и двух регуляторов напряжения РН₁ и РН₂, установленных на об-

щей панели из изоляционного материала. На рис. 36, *а* приведена схема генераторной установки автобуса ЗИЛ-155, состоящей из генератора Г-2, выпрямителя РС-21 и реле-регулятора РР-2, а на рис. 36, *б* — упрощенная схема соединения обмотки статора генератора. Разберем устройство и работу каждого прибора реле-регулятора.

Реле включения *РВ* служит для соединения аккумуляторных батарей с выпрямителем и обмоткой возбуждения генератора. Магнитная система реле включения такая же, как в реле обратного тока РР-12А.

На сердечнике реле включения расположена только одна обмотка, состоящая из 1884 витков провода ПЭЛ диаметром 0,4 мм с сопротивлением 17,3 ом и 31 витка провода ПЭК диаметром 0,35 мм с сопротивлением 12,7 ом; общее сопротивление обмотки — 30 ом.

Реле включения имеет четыре пары серебряных контактов, благодаря чему уменьшается плотность тока, а следовательно, повышается срок службы контактов. Биметаллическая пластина *БП* реле включения шунтирована гибким медным проводом. Один конец обмотки реле соединен винтом с корпусом реле-регулятора (массой), а другой конец — с зажимом 3, а затем через выключатель зажигания *ВЗ* с отрицательным зажимом аккумуляторных батарей. При включении зажигания ток в обмотку реле включения будет поступать по следующему пути: положительные зажимы аккумуляторных батарей — масса — обмотка реле — зажим 3 реле-регулятора — выключатель зажигания *ВЗ* — зажим амперметра — отрицательные зажимы батарей. При прохождении тока по обмотке контакты реле замыкаются. Напряжение включения реле колеблется в пределах 6—7 в. При замыкании контактов *РВ* генератор подключается к аккумуляторным батареям. Путь тока в зарядной цепи будет следующим: положительный зажим выпрямителя тока — масса — положительные зажимы батарей — отрицательные зажимы батарей — амперметр — плавкий предохранитель — зажим *Б* реле-регулятора — соединительный провод — ярмо реле включения — якорек — контакты — обмотка ограничителя тока *ОТ* — зажим *Я* реле-регулятора — отрицательный зажим выпрямителя тока.

При выключении зажигания обмотка реле включения отключается, сердечник реле размагничивается и его контакты размыкаются усилием пружины. При этом размыкается цепь возбуждения генератора, а также цепь выпрямитель — аккумуляторные батареи.

Регуляторы напряжения *РН₁* и *РН₂* автоматически изменяют ток в ветвях обмотки возбуждения генератора и тем самым поддерживают напряжение генератора в заданных пределах. Обмотка возбуждения генератора разделена на две параллельные ветви и в каждую из них включен отдельный регулятор напряжения, благодаря чему представляется возможным несколько уменьшить искрение между контактами и тем самым продлить срок их службы.

Основные обмотки обоих регуляторов напряжения включены по схеме ускоряющего сопротивления. Основная обмотка RH_1 и RH_2 состоит из 1750 витков провода ПЭЛ диаметром 0,47 мм (сопротивление обмотки 14 ом). Один конец основной обмотки каждого регулятора соединен с массой на корпусе реле-регулятора, а другие концы основных обмоток присоединены к кронштейнам подвески сопротивлений 80 и 15 ом. Сопротивления r_1 и r_4 (по 15 ом каждое) являются ускоряющими сопротивлениями и сопротивлениями температурной компенсации, для обеспечения которой они выполнены из хромоникелевого сплава. На сердечник каждого регулятора намотана выравнивающая обмотка, состоящая из 50 витков провода ПЭЛ диаметром 1 мм. Выравнивающая обмотка B_2 одним концом соединена с зажимом $Ш_2$ реле-регулятора, а другим концом — с ярмом RH_1 . Выравнивающая обмотка B_1 одним концом соединена с зажимом $Ш_1$ реле-регулятора, а другим концом — с ярмом RH_2 .

Рассмотрим путь тока в параллельных ветвях обмотки возбуждения при замкнутых контактах регуляторов:

Ветвь K_1 . Положительные зажимы батарей — масса — массовая щетка генератора — контактное кольцо — катушка обмотки возбуждения K_1 — контактное кольцо — изолированная щетка — зажим $Ш_1$ генератора — зажим $Ш_1$ реле-регулятора — выравнивающая обмотка B_1 реле-регулятора RH_1 — ярмо RH_2 — якорец — контакты RH_2 — соединительный провод — контакты OT — якорец — ярмо OT — контакты реле включения PB — якорец — ярмо — соединительный провод — зажим $Б$ реле-регулятора — плавкий предохранитель — амперметр — отрицательные зажимы батарей.

Ветвь K_2 . Положительные зажимы батарей — масса — массовая щетка генератора — контактное кольцо — катушка обмотки возбуждения K_2 — контактное кольцо — изолированная щетка — зажим $Ш_2$ генератора — зажим $Ш_2$ реле-регулятора — выравнивающая обмотка B_2 реле-регулятора RH_2 — ярмо RH_1 — якорец — контакты RH_1 — соединительный провод — контакты OT — якорец — ярмо OT — контакты реле включения PB — якорец — ярмо — соединительный провод — зажим $Б$ реле-регулятора — плавкий предохранитель — амперметр — отрицательные зажимы батарей.

При работе генератора по основной обмотке регулятора напряжения всегда течет ток, что обеспечивает намагничивание сердечника. Путь тока в цепи основных обмоток регуляторов напряжения: положительный зажим выпрямителя — масса — основная обмотка регулятора — ускоряющее сопротивление 15 ом (r_1 в цепи RH_1 и r_4 в цепи RH_2) — ярмо OT — соединительный провод — обмотка OT — зажим $Я$ реле-регулятора — отрицательный зажим выпрямителя.

Когда напряжение генератора достигнет предельной величины, сердечник регулятора намагнитится настолько, что притянет якорец и разомкнет контакты. При этом в каждую ветвь возбуждения включаются дополнительные сопротивления 80 ом + 15 ом,

что снижает ток возбуждения, а следовательно, и напряжение генератора. При понижении напряжения генератора контакты регуляторов замкнутся и процесс будет повторяться снова.

Выравнивающая обмотка B_1 включена последовательно контактам PH_2 , а выравнивающая обмотка B_2 — последовательно контактам PH_1 и действуют встречно основным обмоткам. При такой схеме включения выравнивающих обмоток при размыкании контактов одного из регуляторов происходит размыкание контактов другого регулятора, а следовательно, более равномерно распределяется ток возбуждения в обеих параллельных ветвях.

Такое размыкание контактов обоих регуляторов напряжения обеспечивается следующим образом. Допустим, например, что контакты регулятора PH_2 разомкнулись. При этом резко уменьшается встречное действие тока выравнивающей обмотки B_1 , находящейся на сердечнике регулятора PH_1 , а следовательно, магнитный поток сердечника резко возрастает и контакты регулятора PH_1 разомкнутся. Если же сначала будут размыкаться контакты регулятора PH_1 , то вследствие резкого снижения тока в выравнивающей обмотке B_2 произойдет размыкание контактов PH_2 .

Выравнивающие обмотки обоих регуляторов напряжения, кроме того, выполняют свои обычные функции — препятствуют повышению напряжения генератора при увеличении оборотов.

Контакты регуляторов напряжения — вольфрамовые. Оба регулятора напряжения имеют магнитные шунты $МШ$ и регулировочные устройства, аналогичные реле-регулятору РР-12А.

Особое внимание необходимо уделять точности регулировки обоих регуляторов, чтобы обеспечить равенство токов возбуждения в обеих ветвях.

Регуляторы напряжения поддерживают напряжение выпрямленного тока на зажимах выпрямителя 14—15 в при нагрузке 30 а, скорости вращения ротора генератора 3000 об/мин и температуре окружающей среды и реле-регулятора +20°C; при горячем состоянии регулируемое напряжение снижается до 13,5—14,8 в.

Ограничитель тока ограничивает ток генератора в пределах 57—63 а и тем самым предохраняет генератор от перегрузки. Конструктивно ограничитель тока аналогичен ограничителю тока РР-12А. Обмотка $ОТ$ состоит из 17 витков провода ПБД диаметром 3,8 мм. Контакты $ОТ$ — один серебряный, а другой вольфрамовый. Параллельно контактам $ОТ$ включено дополнительное сопротивление $r_5 = 15$ ом. При разомкнутых контактах $ОТ$ в ветви возбуждения включаются дополнительные сопротивления 80 ом + + 15 ом и параллельно им для обеих ветвей дополнительное сопротивление ограничителя $r_5 = 15$ ом. Работа ограничителя тока РР-2 протекает аналогично работе ограничителя тока РР-12А.

§ 26. Реле-регулятор РР-3 генератора Г-3

На автобусе ЗИЛ-127 генераторная установка состоит из генератора Г-3, двух параллельно включенных выпрямителей РС-21 и контактно-дроссельного регулятора напряжения РР-3 (рис. 37).

Контактно-дроссельный регулятор состоит из двух электрически соединенных регуляторов: реле-регулятора РР-3В, состоящего из вибрационных электромагнитных регулятора напряжения РН и ограничителя тока ОТ, и реле-регулятора РР-3Б, состоя-

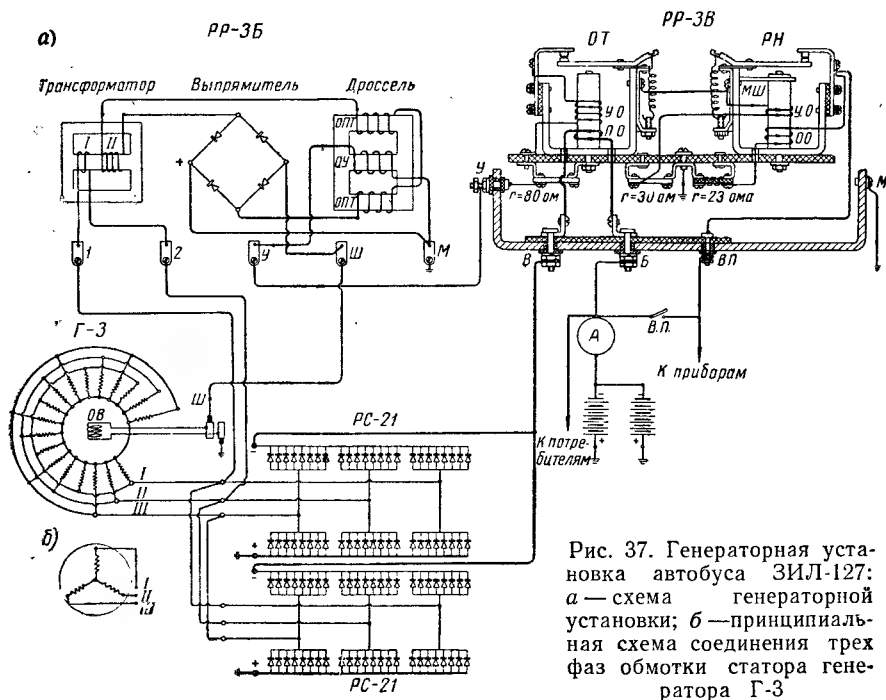


Рис. 37. Генераторная установка автобуса ЗИЛ-127: а — схема генераторной установки; б — принципиальная схема соединения трех фаз обмотки статора генератора Г-3

щего из дросселя повышающего трансформатора и выпрямителя тока возбуждения генератора.

Реле-регулятор РР-3В, действуя на дроссель реле-регулятора РР-3Б, автоматически изменяет ток возбуждения и тем самым поддерживает напряжение во внешней цепи выпрямленного тока генератора в пределах 14,8 в при холостом ходе и 12,5 в при номинальном токе нагрузки 160 а.

Устройство реле-регулятора РР-3В. Основная обмотка ОО регулятора напряжения состоит из 1200 витков провода ПЭЛ диаметром 0,35 мм с сопротивлением 12,3 ом. Один конец обмотки присоединен к латунной планке неподвижного контакта. Другой конец обмотки через сопротивление температурной компенсации $r = 23 \text{ ом}$, выполненное из провода, состоящего из 20 % хрома и 80 % никеля, соединен с массой. Ускоряющая обмотка УО регулятора напряжения состоит из 450 витков провода ПЭЛ, диаметром 0,35 мм с сопротивлением 1,7 ом. Один конец ускоряющей обмотки соединен с ярмом регулятора, а другой через угольное сопротивление температурной компенсации $r = 30 \text{ ом}$ — с массой. Магнитные потоки обеих обмоток при замкнутых контактах РН

согласованы. Магнитный шунт *МШ* регулятора изготовлен из сплава, содержащего 31% никеля и 69% железа. При повышении температуры магнитного шунта с 20 до 70°C напряжение генератора снижается примерно на 0,2 — 0,3 в. Контакты регулятора напряжения — вольфрамовые.

Ограничитель тока, действуя на дроссель реле-регулятора РР-ЗБ, ограничивает максимальную величину выпрямленного тока генератора в пределах 160 а. Последовательная обмотка *ПО* ограничителя тока состоит из трех витков провода ПБД размером 6,4 × 5,5 мм. Ускоряющая обмотка *УО* ограничителя тока состоит из 40 витков провода ПЭЛ диаметром 1 мм с сопротивлением 0,037 ом. Магнитные потоки обеих обмоток при замкнутых контактах *ОТ* согласованы. Ярмо *ОТ* и ярмо *РН* соединены проводом. неподвижный контакт *ОТ* изготовлен из серебра, а контакт на якорьке — из вольфрама. Дополнительное сопротивление $r=80$ ом выполнено из угля.

Устройство дроссельного реле-регулятора РР-ЗБ. Повышающий трансформатор служит для увеличения тока в цепи возбуждения генератора. На сердечнике, набранном из тонких пластин трансформаторной стали, намотаны первичная *I* и вторичная *II* обмотки. Первичная обмотка имеет 50 витков провода ПБД диаметром 1,81 мм. Вторичная обмотка состоит из 200 витков провода ПЭЛ диаметром 1,08 мм. Концы первичной обмотки *I* трансформатора присоединены через зажимы 1 и 2 дроссельного регулятора к зажимам двух фаз обмотки статора генератора и будут находиться под линейным напряжением обмотки статора. Вторичная обмотка *II* трансформатора присоединена через последовательно ей включенную обмотку переменного тока *ОПТ* дросселя к зажимам выпрямителя тока цепи возбуждения генератора. При работе генератора трансформатор повышает напряжение примерно в четыре раза. Максимальная величина напряжения на зажимах вторичной обмотки достигает 50 в.

Выпрямитель тока цепи возбуждения типа ТВС-34-100 обеспечивает питание выпрямленным током цепь возбуждения генератора. Выпрямитель состоит из четырех селеновых шайб на алюминиевой основе размером 100 × 100 мм. Все выпрямительные шайбы собраны на одном стержне и изолированы от него. Шайбы соединены между собой латунными шинками по схеме двухполупериодного моста. Выпрямитель работает на активно-индуктивную нагрузку (обмотка возбуждения генератора, обмотка переменного тока дросселя и вторичная обмотка трансформатора). К зажимам выпрямителя подводится переменное напряжение до 40 в от вторичной обмотки трансформатора. Выпрямленный ток от выпрямителя подводится к зажимам *Ш* и *М* дроссельного регулятора. Максимальная величина выпрямленного напряжения не превышает 22 в, а максимальная величина выпрямленного тока достигает 5 а.

Дроссель при воздействии на него регулятора напряжения или ограничителя тока автоматически изменяет величину тока возбуждения в зависимости от оборотов и нагрузки генератора, что обеспечивает поддержание необходимой величины напряжения и ограничение тока генератора. На сердечнике, набранном из тонких пластин трансформаторной стали, намотана обмотка переменного тока *ОПТ*, состоящая из двух последовательно включенных катушек. Магнитные потоки обеих катушек равны и действуют встречно. Вследствие этого при изменении величины или направления тока в обмотке *ОПТ*, э.д.с. в обмотке управления *ОУ* наводиться не будет. В каждой катушке *ОПТ* 155 витков провода ПЭЛ диаметром 0,83 мм с сопротивлением 0,42 ом. Обмотка переменного тока *ОПТ* включена последовательно вторичной обмотке *II* трансформатора и присоединена к зажимам выпрямителя тока цепи возбуждения генератора. На среднем стержне сердечника намотана обмотка управления *ОУ*, состоящая из 1500 витков провода ПЭЛ диаметром 0,51 мм (сопротивление — 11,85 ом). Концы обмотки управления присоединены к зажимам *У* и *М* дроссельного регулятора. Обмотка управления дросселя через ускоряющую обмотку *УО* ограничителя тока, контакты *ОТ* и *РН* и выключатель приборов *ВП* соединена с аккумуляторной батареей и через обмотку *ПО* ограничителя тока с силовыми выпрямителями РС-21.

Работа контактно-дроссельного регулятора напряжения. При неработающем генераторе контакты ограничителя тока *ОТ* и регулятора напряжения *РН* замкнуты. При вращении ротора магнитный поток остаточного магнетизма сердечников индуцирует в обмотке статора э.д.с., переменную по величине и направлению. Индуцируемая э.д.с. создает ток в первичной обмотке *I* трансформатора. Напряжение вторичной обмотки *II* через обмотку переменного тока *ОПТ* дросселя подводится к зажимам выпрямителя тока цепи возбуждения генератора.

Путь тока в цепи возбуждения генератора: зажим (+) выпрямителя — зажим *М* дроссельного регулятора — масса — массовая щетка генератора — контактное кольцо — обмотка возбуждения генератора *ОВ* — контактное кольцо — изолированная щетка — зажим *III* генератора — зажим *III* дроссельного регулятора — отрицательный зажим выпрямителя. Эта цепь тока возбуждения генератора сохраняется при любых оборотах и нагрузке генератора.

Переменный ток генератора выпрямляется двумя параллельно включенными силовыми выпрямителями РС-21, и от зажимов (+) и (—) обоих выпрямителей питаются потребители.

При замкнутых контактах регулятора напряжения *РН* от выпрямителей РС-21 ток поступает в основную *ОО* и ускоряющую *УО* обмотки регулятора.

Путь тока в цепи основной обмотки регулятора напряжения: положительные зажимы выпрямителей РС-21 — масса — сопро-

тивление температурной компенсации $r = 23 \text{ ом}$ — основная обмотка *ОО* регулятора напряжения — зажим планки неподвижного контакта — зажим *ВП* — выключатель приборов *ВП* — зажим *Б* регулятора — последовательная обмотка *ПО* ограничителя тока — зажим *В* регулятора — отрицательные зажимы выпрямителей.

Путь тока в цепи ускоряющей обмотки регулятора напряжения: положительные зажимы выпрямителей РС-21 — масса — сопротивление температурной компенсации $r = 30 \text{ ом}$ — ускоряющая обмотка *УО* регулятора напряжения — ярмо — якорек — замкнутые контакты *РН* — зажим планки неподвижного контакта — зажим *ВП* — выключатель приборов *ВП* — зажим *Б* регулятора — последовательная обмотка *ПО* ограничителя тока — зажим *В* регулятора — отрицательные зажимы выпрямителей. Основная и ускоряющая обмотки *РН* при замкнутых контактах действуют согласованно. Одновременно от силовых выпрямителей РС-21 ток поступает в обмотку управления *УО* дросселя. Путь тока в цепи обмотки управления дросселя: положительные зажимы выпрямителей — масса — зажим *М* дроссельного регулятора — обмотка управления *ОУ* дросселя — зажим *У* дроссельного регулятора — зажим *У* контактного регулятора — ускоряющая обмотка *УО* ограничителя тока — зажим планки неподвижного контакта — контакты — якорек — ярмо ограничителя тока — соединительный провод — ярмо регулятора напряжения — якорек — контакты — соединительный провод — зажим *ВП* регулятора — выключатель приборов *ВП* — зажим *Б* регулятора — последовательная обмотка *ПО* ограничителя тока — зажим *В* регулятора — отрицательные зажимы выпрямителей.

При увеличении напряжения выпрямленного тока увеличится намагничивание сердечника контактного регулятора напряжения основной и ускоряющей обмотками, и если напряжение выпрямленного тока генератора превысит 13,5—14,5 в, то сердечник сильнее притягивает якорек и контакты регулятора размыкаются. При разомкнутых контактах *РН* обмотка управления *ОУ* дросселя отключается от источников, магнитный поток ее резко уменьшается и в ней индуцируется э.д.с. самоиндукции, направление которой совпадает с уменьшающимся током. Электродвижущая сила самоиндукции создает ток в ускоряющей обмотке *РН* обратного направления и тем самым ускоряет размагничивание сердечника, что способствует более быстрому замыканию контактов регулятора, а следовательно, увеличению частоты вибрации его контактов. Частота вибрации контактов этого регулятора напряжения колеблется в пределах 100—900 пер/сек.

Путь тока самоиндукции: обмотка управления — зажимы *У* регуляторов — ускоряющая обмотка *УО* ограничителя тока — контакты — якорек — ярмо ограничителя тока — соединительный провод — ярмо *РН* — ускоряющая обмотка *РН* — сопротивление $r = 30 \text{ ом}$ — масса — зажим *М* дроссельного регулятора — обмотка управления.

При размыкании контактов регулятора напряжения ток возбуждения генератора уменьшается. Снижение величины тока возбуждения происходит по следующей причине. В момент замыкания контактов *РН* цепь: выпрямитель РС-21 — обмотка управления дросселя размыкается. При этом уменьшается ток в обмотке управления, а следовательно, уменьшается ее магнитный поток, который, пересекая витки обмотки переменного тока *ОПТ* дросселя, индуцирует в них э.д.с. самоиндукции. Индуцируемая э.д.с. самоиндукции направлена против напряжения вторичной обмотки трансформатора, а поэтому к зажимам выпрямителя цепи возбуждения будет подводиться напряжение меньшей величины и ток возбуждения понизится. При увеличении оборотов генератора напряжение выпрямленного тока несколько возрастет, в результате чего увеличится время разомкнутого состояния контактов регулятора, а поэтому будет уменьшаться величина тока в обмотке управления дросселя. При этом ослабевает магнитный поток обмотки управления дросселя, а следовательно, уменьшается степень магнитного насыщения его сердечника, вследствие чего возрастает индуктивность L обмотки переменного тока, а вместе с этим возрастает индуктивное сопротивление ее $x_L = 2\pi fL$. При увеличении оборотов ротора генератора индуктивное сопротивление будет возрастать также в результате повышения частоты f переменного тока.

Возрастание индуктивного сопротивления вызовет уменьшение тока в цепи выпрямителя тока возбуждения, а следовательно, и тока в цепи возбуждения генератора.

Рабочие характеристики генераторов Г-2 и Г-3 аналогичны рабочим характеристикам генератора постоянного тока, работающего с вибрационным электромагнитным регулятором напряжения (см. рис. 24).

Когда ток в последовательной обмотке *ПО* ограничителя тока достигнет предельной величины 160 а, намагничивание сердечника возрастет настолько, что контакты *ОТ* разомкнутся. При этом в цепь обмотки управления дроссельного регулятора включится дополнительное сопротивление $r = 80$ ом, что уменьшит ток в обмотке управления, а ее уменьшающийся магнитный поток будет индуцировать в обмотке переменного тока дросселя э.д.с., действующую против напряжения вторичной обмотки. В этот момент к зажимам выпрямителя цепи возбуждения будет подводиться меньшая величина напряжения и ток возбуждения уменьшится. При размыкании контактов ограничителя тока прервется ток в его ускоряющей обмотке, что вызовет более быстрое размагничивание сердечника, вследствие чего повысится частота вибрации контактов.

Применение контактно-дроссельного регулятора позволяет значительно уменьшить ток в цепи контактов *РН* и *ОТ*, в результате чего искрение на контактах будет незначительным. Поэтому при схеме контактно-дроссельного регулятора возможно увели-

чить ток возбуждения генератора, что обеспечивает повышение напряжения генератора до номинальной величины при меньших оборотах ротора, а следовательно, уменьшает расход энергии аккумуляторных батарей.

§ 27. Проверка генераторов, регулировка и проверка регуляторов напряжения, ограничителей тока и реле обратного тока

Проверка генератора. Проверка работы генератора производится непосредственно на автомобиле, тракторе или на контрольно-испытательном стенде путем измерения напряжения на его зажимах и величины тока, отдаваемого генератором.

При проверке генератора без снятия его с автомобиля или автобуса необходимо отъединить провод от зажима *Б* реле-регулятора и присоединить к зажиму *Б* через амперметр один зажим нагрузочного реостата; другой зажим реостата соединить проводом с массой.

При испытании генератора Г-66 (трактор С-80) включение амперметра, последовательно соединенного с реостатом, производят через зажим *Я*. Другой зажим реостата соединяется с массой.

Вольтметр включают параллельно (один зажим соединяют с клеммой *Б*, другой — с массой). В соответствии с характеристикой генератора (см. табл. 11 и 15) устанавливают необходимое число оборотов якоря¹, при котором генератор развивает номинальную мощность, и при помощи реостата регулируют величину тока нагрузки, доводя ее до максимально возможной (т. е. до момента вступления в работу ограничителя тока). Если же генератор не развивает при этих оборотах номинальной мощности, необходимо временно соединить зажимы *Я* и *Ш* для генераторов постоянного тока. Если при этом напряжение и ток генератора повысятся, то регулятор или ограничитель тока неисправны.

На автомобиле скорость вращения якоря генератора регулируется изменением открытия дросселя карбюратора, на тракторе — изменением подачи топлива, на контрольно-испытательных стендах — изменением скорости вращения ротора приводного электродвигателя или изменением скорости вращения вала привода генератора.

При замыкании зажима *Я* генератора через лампочку на массу ее спираль при исправном генераторе должна нормально накаливаться.

Для испытания снятого с автомобиля генератора постоянного тока с целью установления величины тока холостого хода при его работе электродвигателем соединяют между собой его зажимы *Я* и *Ш*. От положительного зажима аккумуляторной батареи через амперметр присоединяют один провод на корпус генера-

¹ Число оборотов якоря измеряют тахометром с противоположной стороны шкива, предварительно сняв защитную крышку подшипника.

тора, а другой провод от отрицательного зажима батареи присоединяют к замкнутым между собой зажимам *Я* и *Ш*.

У тракторного генератора Г-66 зажим *Ш* соединяют с массой. Провод от отрицательного зажима аккумуляторной батареи присоединяют к зажиму *Я* генератора, а провод от положительного зажима батареи — на корпус генератора. Исправный генератор потребляет ток не больше 5—6 *а* при равномерном вращении якоря. Генераторы переменного тока на тракторах проверяют измерением напряжения, включая один провод от вольтметра на зажим *М*, а другой — поочередно с одним из трех остальных зажимов обмотки якоря. Для измерения напряжения и тока тракторных генераторов переменного тока применяют вольтметры и амперметры электромагнитной или электродинамической системы, рассчитанные на ток стандартной частоты. Измерения производят при 2300 об/мин якоря.

Регулировку приборов реле-регуляторов автомобильных генераторов и регуляторов напряжения тракторных генераторов производят на контрольно-испытательных стендах, на автомобиле или тракторе.

На стенде реле-регулятор или регулятор напряжения закрепляют в положении, соответствующем его установке на автомобиле или тракторе.

С целью изменения напряжения и тока генератора при испытании регулируют число оборотов его якоря.

Один зажим вольтметра со шкалой на 15—20 *в* и ценой деления шкалы 0,1 *в* соединяют с массой, а другой — с зажимом *Я* или *Б* реле-регулятора.

Между зажимом *Б* реле-регулятора и потребителями тока включают контрольный амперметр магнитоэлектрической системы, допускающий измерение тока, превышающего максимальную величину тока генератора на 5—10 *а*, с ценой деления шкалы 0,5 *а*.

Регулировка и проверка регулятора напряжения. Для регулировки регулятора напряжения необходимо:

1. При неработающем генераторе проверить состояние контактов и в случае необходимости зачистить их стеклянной бумагой № 00 или № 000, а затем протереть замшей, смоченной чистым бензином или спиртом.

2. Проверить и в случае необходимости установить зазор между якорьком и сердечником в пределах, указанных в табл. 14. Для регулирования этого зазора в автомобильных реле-регуляторах следует ослабить два винта крепления ограничителя подъема якорька и, смещая ограничитель вверх или вниз, установить необходимый зазор. Для перемещения ограничителя подъема якорька в нем выполнены два удлиненных отверстия.

В регуляторе напряжения генератора Г-66 зазор между якорьком и сердечником регулируется вращением контактного винта после ослабления его контргайки.

3. Отсоединить от зажима *Б* реле-регулятора наконечник провода и изолировать его во избежание короткого замыкания аккумуляторной батареи. Зажим *Б* соединить через последовательно включенные амперметр и нагрузочный реостат с зажимом *М* генератора или реле-регулятора. Ввести в цепь все сопротивление реостата (при испытании генераторов с мощностью не свыше 250 *вт* нагрузочный реостат должен обладать сопротивлением не менее 1 *ом* и допускать длительную нагрузку не менее 25 *а*).

4. Включить вольтметр, соединив один его зажим с зажимом *Б* реле-регулятора, а другой — с массой генератора.

5. Пустить двигатель и установить обороты вала генератора, указанные в табл. 14.

6. Изменяя сопротивление реостата, установить ток, соответствующий проверяемому напряжению (см. табл. 14).

При отсутствии реостата необходимую нагрузку генератора можно создать включением других потребителей электрической энергии, например, ламп и т. п.

7. Если напряжение генератора будет больше указанного в табл. 16, необходимо ослабить натяжение пружины свинчиванием регулировочной гайки со шпильки крепления пружины и наоборот. В регуляторе напряжения генератора Г-66 натяжение пружины регулируется вращением эксцентриковой головки ЭГ планки (см. рис. 29), к которой крепится нижний конец пружины.

Величина регулируемого напряжения устанавливается соответственно времени года и месту установки аккумуляторной батареи на автомобиле и согласно данным, приведенным в табл. 16.

Таблица 16

Тип реле-регу- лятора	Установлен на автомо- биле	Место установки батарей	Напряжение при регулировке, <i>в</i>			
			летней		зимней	
			южные районы	централь- ные и се- верные районы	южные и централь- ные рай- оны	северные районы
РР-12А	ГАЗ-51	Снаружи	13,5±0,2	14,0±0,2	14,5±0,2	15,2±0,2
РР-12В	ГАЗ 63					
РР-25	ЗИЛ 150					
	ЗИЛ-151	Под капотом	13,2±0,2	13,5±0,2	14,0±0,2	14,5±0,2
	МАЗ-200					
РР-12Б	МАЗ-200					
	М-20, ЗИМ	Снаружи	6,8±0,2	7,1±0,2	7,4±0,2	7,6±0,2
РР-11	ЗИЛ-110					

Для проверки регулятора напряжения достаточно произвести операции 3—6.

После регулировки регулятора напряжения необходимо проверить напряжение замыкания контактов реле обратного тока и в случае необходимости (несоответствия данным, указанным в табл. 14) произвести регулировку реле обратного тока (см. ниже).

Регулировка и проверка ограничителя тока. Для регулировки ограничителя тока следует предварительно произвести операции 1—3, рекомендованные для регулировки регулятора напряжения, а затем пустить двигатель и установить обороты якоря генератора, соответствующие данным табл. 14, и перемещением движка уменьшить сопротивление реостата. Если ток генератора будет больше величины, указанной в табл. 14, необходимо ослабить натяжение пружины свинчиванием регулировочной гайки со шпильки крепления пружины и наоборот.

Для проверки работы ограничителя тока достаточно произвести операции, рекомендованные для регулировки ограничителя тока за исключением регулировки натяжения пружины, и, изменяя сопротивление реостата, установить ток, соответствующий данным табл. 14.

Регулировка и проверка реле обратного тока. Для регулировки реле обратного тока необходимо произвести следующие операции:

1. При неработающем генераторе проверить состояние контактов и в случае необходимости зачистить их стеклянной бумагой № 00 или № 000, а затем протереть замшей, смоченной чистым бензином или спиртом.

2. Проверить и в случае необходимости отрегулировать зазор между якорьком и сердечником в пределах, указанных в табл. 14; регулировку зазора производят путем подгибания ограничителя подъема якорька.

3. Проверить и в случае необходимости отрегулировать зазор между контактами путем подгибания кронштейнов неподвижных контактов; величина зазора должна находиться в пределах, указанных в табл. 14.

4. Подключить вольтметр к зажимам Я и М генератора.

5. Плавно изменяя обороты якоря, проверить, при каком напряжении генератора происходит замыкание контактов реле (см. табл. 14).

Напряжение включения реле обратного тока соответствует наибольшему отклонению стрелки вольтметра. В момент замыкания контактов показание вольтметра несколько уменьшается из-за падения напряжения в генераторе. Если замыкание контактов происходит при повышенном напряжении, необходимо уменьшить натяжение пружины якорька свинчиванием гайки со шпильки в кронштейне крепления пружины и наоборот, гайку навинчивают на шпильку для увеличения натяжения пружины в случае замыкания контактов при пониженном напряжении. При увеличении воздушного зазора между якорьком и сердечником при

разомкнутых контактах реле напряжение включения возрастает, а при уменьшении этого зазора уменьшается.

6. Проверить и в случае необходимости отрегулировать обратный ток размыкания контактов. С этой целью нужно, понижая обороты якоря генератора, наблюдать по амперметру, установленному на щитке приборов, за величиной обратного (разрядного) тока в момент размыкания контактов. Если обратный ток превышает допустимую величину (см. табл. 14), необходимо увеличить зазор между контактами путем подгибания кронштейнов неподвижных контактов. Чем больше этот зазор, тем сильнее натяжение пружины при притяжении якорька к сердечнику, тем меньше обратный ток.

Для проверки реле обратного тока достаточно произвести операции 4, 5 и 6, за исключением регулировок натяжения пружины якорька и величин зазоров.

Следует иметь в виду, что контакты исправного реле обратного тока не замыкаются, если напряжение, поддерживаемое регулятором напряжения, меньше напряжения включения реле.

§ 28. Основные неисправности генераторов, реле обратного тока, регуляторов напряжения и ограничителей тока. **Способы их определения и устранения**

Основные неисправности генераторов постоянного тока

1. Обрыв обмотки возбуждения. При этом в обмотке якоря индуцируется э.д.с. порядка 1—2 в, обусловленная остаточным магнетизмом.

Для определения обрыва необходимо отсоединить конец обмотки возбуждения от щетки, а затем к этому концу и к зажиму III генератора присоединить через лампу или вольтметр провода от аккумуляторной батареи.

В случае обрыва обмотки лампа накаливаться не будет, а стрелка вольтметра не будет отклоняться. Для нахождения катушки с обрывом обмотки провода от зажимов батареи надо подключать к концам каждой катушки. После этого осмотром тщательно проверить место пайки соединений и выводные концы катушек обмотки возбуждения. Обнаруженное место обрыва запаивают оловом или ПОС-61 с применением канифоли.

2. Витковое замыкание в катушках обмотки возбуждения вследствие разрушения изоляции провода или перегрева уменьшает сопротивление цепи возбуждения; в результате работа генератора нарушается. Кроме того, при работе генератора вследствие увеличения тока возбуждения повышается температура катушек обмотки возбуждения, что еще больше разрушает изоляцию проводов и увеличивает количество замкнутых витков.

Витковое замыкание в катушках определяется измерением их сопротивления и сопоставлением полученной величины сопротивления с сопротивлением исправной катушки.

При снятых катушках витковое замыкание в них можно определить на индукционном аппарате для проверки якостей генераторов и стартеров (рис. 38). С этой целью испытуемую катушку 1 с разомкнутыми выводными концами надевают на стальное ярмо 2, которое кладут на стальной сердечник 3 индукционного аппарата.

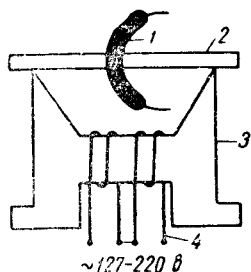


Рис. 38. Схема индукционного аппарата для проверки якостей генераторов и стартеров

При включении обмотки 4 в сеть переменного тока переменный по величине и направлению магнитный поток, пронизывая витки испытуемой катушки, индуцирует в них э.д.с. В случае виткового замыкания в замкнутых витках будет течь ток и катушка будет нагреваться.

3. Замыкание изолированной щетки на массу в результате нарушения изоляции щеткодержателя. При этой неисправности обмотка якоря будет закорочена и в обмотку возбуждения ток не потечет.

Вследствие малой величины э.д.с., индуцируемой за счет остаточного магнетизма в обмотке якоря, напряжение, замеряемое

вольтметром на зажимах генератора, будет равно нулю.

Для нахождения этой неисправности при разобранном генераторе нужно присоединить один провод от сети через лампу к крышке, а другой — к щеткодержателю изолированной щетки. При наличии короткого замыкания щеткодержателя загорится лампа. Для устранения замыкания необходимо установить под щеткодержатель новую изоляцию.

4. Обрыв провода от изолированной щетки к выводному зажиму Я вызывает разрыв цепи возбуждения. При этом генератор не возбуждается.

5. Замыкание обмотки якоря на массу. При вращении якоря генератора в обмотку возбуждения и во внешнюю цепь ток не течет, так как обмотка якоря через массу генератора и положительную щетку замыкается накоротко. Для проверки этой неисправности при разобранном генераторе нужно один провод от сети переменного тока присоединить через лампу к сердечнику или к валу якоря, а другой — к любой пластине коллектора. При неисправной обмотке лампа будет гореть.

6. Обрыв в обмотке якоря. Под щетками генератора будет сильное искрение, что вызовет обгорание двух соседних пластин коллектора, к которым припаяна оборванная секция. При одном обрыве обмотки якоря ее сопротивление увеличится в два раза и мощность генератора уменьшится. Чаще всего обрыв обмотки происходит в местах пайки концов секций к петушкам пластин коллектора.

Определение обрыва обмотки якоря можно произвести двумя способами.

Первый способ. Измерить вольтметром напряжение на коллекторных пластинах при питании обмотки якоря током от постороннего источника.

На рис. 39 приведена схема проверки обмотки якоря при этом способе.

При проверке якорь обычно устанавливают в центрах двух стоек, а на коллектор (под углом 180° для двухполюсных и 90° для четырехполюсных генераторов) накладывают две щетки, к которым подводят провода от аккумуляторной батареи (см. рис. 39). Для ограничения и регулирования тока в цепь включают реостат. Обычно при испытании ток в цепи устанавливают не выше номинального тока генератора, для чего в цепь включают амперметр.

Для нахождения обрыва в обмотке якоря провод от одного зажима вольтметра присоединяют к одной из щеток, а провод от другого зажима вольтметра поочередно присоединяют к пластинам коллектора, начиная от той щетки, к которой присоединен провод от первого зажима вольтметра. До нахождения обрыва в цепи вольтметра тока нет и стрелка его не отклоняется. Если же при наложении свободного конца провода от вольтметра на следующую пластину стрелка вольтметра отклонится, то с этой и предыдущей пластинами коллектора соединены концы оборванной секции. Вместо вольтметра можно включить лампочку мощностью 3—5 вт, горение которой покажет поврежденную секцию. Если же свободный конец проводника от вольтметра накладывать на пластины коллектора, к которым присоединены секции обмотки якоря, не имеющие обрыва, то по мере удаления свободного проводника от щетки показания вольтметра будут увеличиваться при включении каждой следующей секции на величину потери напряжения в секции:

$$U_c = I \cdot r_c.$$

Если накладывать концы проводников от вольтметра на каждые две смежные пластины коллектора, то при отсутствии обрыва в секциях обмотки якоря показания вольтметра будут одинаковы и напряжения равны потере напряжения в секции.

Стрелка вольтметра не будет отклоняться при наложении концов проводов на каждые две смежные пластины коллектора до момента включения проводников к той паре смежных пластин, к которым присоединена секция, имеющая обрыв; в последнем случае отклонение стрелки вольтметра будет максимальным.

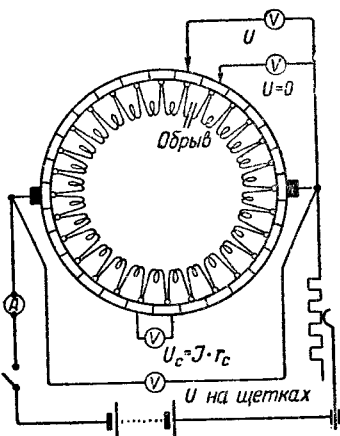


Рис. 39. Схема проверки обмотки якоря на обрыв вольтметром

Чаще всего обрыв секции обмотки происходит в местах пайки концов секции к петушкам пластин коллектора. Обычно эти пластины коллектора окислены сильнее других.

Плохой контакт концов секции с пластинами коллектора или обрыв провода обмотки, обнаруженный осмотром, устраняют пайкой. Если обрыв провода невидим, необходимо спаять между собой в петушки две соседние пластины коллектора или лучше всего перемотать обмотку.

Второй способ. Проверить обмотку якоря на индукционном аппарате.

Для определения обрыва обмотки кладут испытуемый якорь 4 на сердечник 5 индукционного аппарата (рис. 40), а затем выключателем 6 присоединяют обмотку аппарата к сети переменного тока. При напряжении в сети 127 в присоединяют к сети одну из секций (7 или 8) обмотки аппарата, при напряжении в сети 220 в соединяют обе секции прибора последовательно.

Переменный ток в обмотке аппарата вызовет индуктирование э.д.с. в секциях обмотки якоря. Если обмотка якоря исправна, то э.д.с., индуктируемые в секциях обмотки якоря, будут иметь одинаковую величину, но противоположное направление; поэтому тока в обмотке не будет.

При испытании обмотки якоря на обрыв концы проводов от зажимов милливольтметра 1 через реостат 2

присоединяют к двум смежным пластинам коллектора, тем самым замыкая испытуемую секцию 3 обмотки якоря.

Для упрощения схемы в пазах сердечника якоря изображена одна секция, состоящая из одного витка.

Милливольтметром замеряют величину э.д.с., индуцируемую в одной секции. Затем поворачивают якорь на угол, соответствующий одной пластине коллектора, а проводами от милливольтметра замыкают следующую секцию обмотки якоря и т. д., проверяя последовательно все секции обмотки якоря. При одинаковом количестве действующих витков (отсутствии замыкании витков) в испытуемых секциях величина э. д. с., замеренная на пластинах коллектора, для каждой отдельной секции будет одинакова.

Необходимо помнить, что замерять э.д.с. в секциях обмотки якоря нужно при одном, выбранном положении пластин коллектора для всех испытуемых секций; при этом концы проводов от милливольтметра должны оставаться неподвижными, а якорь необходимо поворачивать. В противном случае милливольтметр будет регистрировать разные величины э.д.с. при исправных секциях и отсутствии замыкания пластин коллектора.

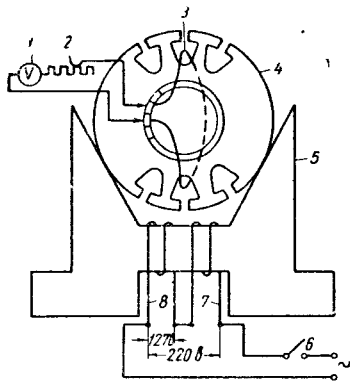


Рис. 40. Схема проверки обмотки якоря на индукционном аппарате

7. Витковое замыкание в секции обмотки якоря и замыкание двух смежных пластин коллектора. Индуцируемая э.д.с. в секции с витковым замыканием не будет создавать ток во внешней цепи генератора, что уменьшит полезную мощность генератора.

При замыкании двух смежных пластин коллектора во время работы генератора через замкнутые пластины будет течь ток большей величины, нежели через незамкнутые пластины, так как через замкнутые между собой пластины, кроме половины величины тока якоря, будет течь ток, созданный индуцируемой э.д.с. в короткозамкнутой секции. Короткозамкнутые пластины коллектора нагреваются больше других, а поэтому быстрее изнашиваются, что и является характерным признаком замыкания двух смежных пластин коллектора. При определении этой неисправности обмотки якоря на индукционном аппарате (см. рис. 40) милливольтметр будет регистрировать малую величину э. д. с. при его подключении к тем пластинам коллектора, к которым присоединена секция, имеющая витковое замыкание, или при коротком замыкании пластин коллектора.

В короткозамкнутых секциях индуцируемая э.д.с. создает переменный ток, который создает свое переменное магнитное поле, замыкающееся вокруг проводников в пазах (через зубцы сердечника якоря), где уложена короткозамкнутая секция.

Для обнаружения с помощью индукционного аппарата виткового замыкания в секциях обмотки якоря стальную пластину кладут вдоль оси якоря на любой паз сердечника. Если в данном пазу расположена секция, имеющая витковое замыкание, то переменный магнитный поток, замыкающийся через два соседние зубца сердечника, вызовет притяжение и дребезжание стальной пластины.

Для определения виткового замыкания в секциях обмотки якоря при питании обмотки от постороннего источника тока (см. рис. 39) вольтметр, присоединенный к пластинам коллектора, к которым присоединена секция, имеющая витковое замыкание, будет регистрировать напряжение меньшее, чем при его включении к исправным секциям. Замыкание пластин коллектора устраняется прочисткой канавки (удалением слюдяной изоляции) между смежными пластинами коллектора на глубину не более 0,8 мм.

Витковое замыкание в секциях обмотки устраняется пропиткой изоляции обмотки лаками или перемоткой.

8. Искрение под щетками. Увеличение искрения под щетками происходит при обрыве обмотки якоря, уменьшении упругости пружин щеткодержателей, сильном износе щеток, выступании изоляции между пластинами коллектора, выработке и замасливание коллектора и т. п. Увеличение искрения под щетками ускоряет окисление коллектора.

При окислении коллектора и плохом контакте между щетками и коллектором увеличивается сопротивление в цепи и генератор развивает недостаточную мощность.

Основные неисправности реле обратного тока

1. Контакты реле при нормальном напряжении генератора не замыкаются. Основные причины:

а) обрыв параллельной обмотки: при этой неисправности сердечник реле не будет намагничиваться и якорек не будет притягиваться к сердечнику; для определения обрыва обмотку включают через лампу 15—25 вт в сеть переменного тока, при наличии обрыва обмотки спираль лампы накаливаться не будет; чаще всего обрыв параллельной обмотки происходит в местах крепления или у выводных концов;

б) увеличение зазора между контактами (вследствие неправильной регулировки); при полном притяжении якорька к сердечнику контакты не касаются друг друга;

в) увеличение зазора между якорьком и сердечником (вследствие неправильной регулировки зазора) — уменьшает магнитный поток сердечника, что не обеспечивает притяжение якорька;

г) увеличение натяжения пружины якорька при неправильной регулировке.

2. Сильное окисление контактов. При этой неисправности вследствие резкого увеличения переходного сопротивления контактов зарядный ток уменьшается, а контакты перегреваются.

3. Контакты реле не размыкаются. Если контакты реле обратного тока не размыкаются, то при прекращении работы двигателя и выключенных потребителей амперметр показывает разрядный ток большой величины, который вследствие малого сопротивления обмотки якоря генератора может достигнуть 40—50 а. Это происходит по следующим причинам:

а) сварились контакты, что обычно бывает при малой площади соприкосновения контактов, когда плотность тока в точках соприкосновения достигает большой величины, а поэтому местный нагрев контактов будет высоким и достигнет температуры плавления серебра;

б) уменьшение упругости или обрыв пружины якорька; при уменьшении упругости или обрыве пружины якорька и жгутиковых мягких проводов, шунтирующих биметаллическую пластину подвески якорька, размыкание контактов будет происходить при большой величине разрядного тока, что также может служить причиной сваривания контактов.

Если при прекращении работы двигателя и выключенных потребителей амперметр показывает разрядный ток, необходимо немедленно отъединить провод от зажима Б реле-регулятора и, когда стрелка амперметра установится на нуль, осмотреть состояние реле обратного тока; если же амперметр продолжает показывать разрядный ток, то в цепи потребителя произошло короткое замыкание, что требует немедленного отъединения одного из проводов от штырей аккумуляторной батареи и последующего устранения короткого замыкания в цепи потребителей.

Основные неисправности регулятора напряжения

1. Искрение контактов. Искрение между контактами увеличивается вследствие недостаточно хорошего контакта в местах крепления дополнительных сопротивлений, обрывов в спиралах витков или образования трещин в угольных сопротивлениях, а в регуляторе напряжения генератора Г-66 — при пробое конденсатора или плохом контакте в местах его крепления. При искрении контакты регулятора сильно окисляются. При появлении увеличенного искрения между контактами необходимо зачистить их стеклянной бумагой № 000, после чего тщательно проверить состояние дополнительных сопротивлений в цепи возбуждения генератора и состояние конденсатора в регуляторе напряжения генератора Г-66, подтянуть крепление дополнительных сопротивлений и конденсатора.

2. Окисление контактов. При этой неисправности уменьшается ток в обмотке возбуждения генератора и напряжение его достигает нормальной величины при повышенных оборотах.

3. Обрыв основной обмотки. При этой неисправности контакты регулятора при работе генератора не размыкаются и напряжение генератора сильно увеличивается.

Вследствие увеличения напряжения автомобильного генератора зарядный ток увеличивается до максимально возможной величины, ограничиваемой ограничителем тока. При выключенной аккумуляторной батарее напряжение генератора увеличивается до 50—60 в, что вызывает повреждение приборов, обмотки возбуждения генератора, спиралей накаливания ламп и др.

4. Обрыв выравнивающей обмотки нарушает цепь обмотки возбуждения генератора и последний не возбуждается.

5. Обрыв ускоряющей обмотки в регуляторе напряжения генератора Г-66. В результате этой неисправности увеличивается напряжение генератора.

6. Нарушение регулировки регулятора. При этом происходит увеличение или уменьшение напряжения генератора. Напряжение генератора повышается при увеличении зазора между якорьком и сердечником и увеличении упругости пружины якорька, а при уменьшении этих величин напряжение генератора уменьшается.

7. Обрыв выравнивающего сопротивления в реле-регуляторах РР-12 (А, Б, В), РР-20, РР-24, РР-25. В этом случае прерывается цепь обмотки возбуждения генератора и генератор не возбуждается.

Обрыв обмоток и дополнительных сопротивлений проверяется при помощи лампы, последовательно включаемой в цепь или вольтметром, включаемом в цепь испытуемой обмотки или сопротивления. При наличии обрыва нить лампы не накаливается, а стрелка вольтметра не отклоняется.

8. Витковое замыкание в обмотках приборов. Эта неисправность определяется методом измерения сопротивления испытуемой обмотки и сопоставления полученных данных с заводскими.

9. Обугливание изоляции обмоток происходит при большой температуре их в период, когда напряжение генератора превышает нормальную величину.

10. Обрыв провода, замыкающего корпус генератора и корпус реле-регулятора. В этом случае нарушается электрическая цепь между генератором и параллельной обмоткой реле обратного тока, между генератором и основной обмоткой регулятора напряжения. При работе генератора контакты реле обратного тока будут все время оставаться в разомкнутом состоянии, а контакты регулятора напряжения в замкнутом состоянии. Следовательно, напряжение генератора не будет регулироваться, а поэтому в цепи обмотки возбуждения ток достигает большой величины и при длительной работе произойдет перегрев обмотки возбуждения генератора, а в РР-20, РР-24 и РР-12А — выравнивающего сопротивления и обмотки ограничителя тока.

Основные неисправности ограничителя тока

1. Увеличение искрения между контактами.

2. Окисление контактов.

Эти две неисправности вызывают последствия, аналогичные последствиям при таких же неисправностях регулятора напряжения.

3. Нарушение регулировки ограничителя тока.

При увеличении зазора между якорьком и сердечником и при большой упругости пружины якорька повышается величина тока, ограничиваемая ограничителем, а поэтому при большой нагрузке генератора происходит перегрев обмотки якоря, обмотки ограничителя тока, последовательной обмотки реле обратного тока, быстрее окисляется и изнашивается коллектор генератора и сильнее нагреваются контакты реле обратного тока, что может вызвать их сваривание.

При уменьшенном зазоре между якорьком и сердечником и при малой упругости пружины якорька снижается максимальная величина ограничиваемого тока, а поэтому при большой нагрузке генератора недозаряжается аккумуляторная батарея.

Глава III

БАТАРЕЙНОЕ ЗАЖИГАНИЕ

§ 29. Воспламенение рабочей смеси искровым разрядом

Воспламенение рабочей смеси в цилиндрах карбюраторных и газовых двигателей осуществляется электрической искрой, создаваемой между электродами свечи зажигания. Процесс образования искры состоит в ионизации объема газа и паров топлива между электродами свечи и в появлении в связи с этим потока отрицательных ионов и электронов, движущихся к положительному электроду, и положительных ионов, движущихся к отрицательному электроду.

При увеличении напряжения, подведенного к электродам свечи, скорость электронов и ионов увеличивается, и при столкновении их с нейтральными атомами и молекулами из их внешних орбит выбивается часть электронов, тем самым создавая новые электроны, отрицательные и положительные ионы, которые немедленно принимают участие в общем движении.

Процесс ударной ионизации продолжается до тех пор, пока электроны не окажутся соединенными сплошным потоком, состоящим из громадного количества движущихся навстречу друг другу электронов, отрицательных и положительных ионов, т. е. пока не наступит искровой разряд.

Сильное повышение температуры вдоль пути ионов, обусловленное ударами при столкновении ионов с нейтральными молекулами и между собой, вызывает разогрев газовой оболочки, окружающей путь ионов, и ее свечение, что воспринимается в виде искры; резкое расширение этой же газовой оболочки вследствие нагрева вызывает звуковую волну.

Таким образом, искра создает между электродами сильно нагретый и ионизированный «канал».

В действительности при работе двигателя в электрической дуге, кроме электронов и ионов газа и топлива, присутствуют пары металла электродов свечи зажигания вследствие его испарения с электродов. Опытами установлено, что воспламенение рабочей смеси вызывается не только тепловой энергией искрового разряда, но и непосредственно ионизацией молекул газа и топлива между электродами свечи зажигания.

Чем больше расстояние между электродами и чем выше давление газа, тем больше сопротивление между электродами, тем

выше должно быть напряжение, подводимое к электродам свечи, для создания искрового разряда.

При повышении температуры рабочей смеси величина указанного напряжения снижается вследствие улучшения условий ионизации газа.

Опыты показали, что при принятом на практике зазоре между электродами свечи (0,6—0,8 мм) и давлении в цилиндрах в конце сжатия (6—12 кг/см²) напряжение, необходимое для пробоя зазора между электродами свечи при пуске холодного двигателя, должно быть не менее 7000—8000 в. Однако для повышения надежности воспламенения рабочей смеси при работе двигателя напряжение, создаваемое катушкой зажигания, повышают до максимального значения 20 000—24 000 в.

Кроме того, повышение напряжения необходимо еще и потому, что изоляторы свечей зажигания часто покрываются слоем нагара, представляющим собой отложение несгоревших частиц углерода на поверхности изолятора. Этот слой нагара является проводником, включенным параллельно зазору между электродами свечи (шунтирующим сопротивлением $r_{ш}$), вследствие чего часть электрической энергии вторичной цепи теряется в данном шунтирующем сопротивлении во время, когда э. д. с. во вторичной обмотке катушки зажигания продолжает еще нарастать; поэтому напряжение на электродах свечи сильно падает, что может служить причиной прекращения образования искрового разряда между электродами свечи.

§ 30. Требования, предъявляемые к приборам зажигания

К приборам батарейного зажигания предъявляются следующие основные требования:

1. Обеспечение бесперебойного зажигания рабочей смеси при пуске и в любых условиях работы двигателя.
2. Обеспечение автоматического изменения опережения зажигания при изменении оборотов и нагрузки двигателя.
3. Простота конструкции, малые габариты и вес, удобство технического обслуживания.
4. Высокие изоляционные качества материалов (обмоток проводов и диэлектриков конденсаторов и свечей зажигания, крышки и ротора распределителя и других деталей).
5. Надежная герметичность катушки зажигания, конденсатора, распределителя, свечи зажигания.

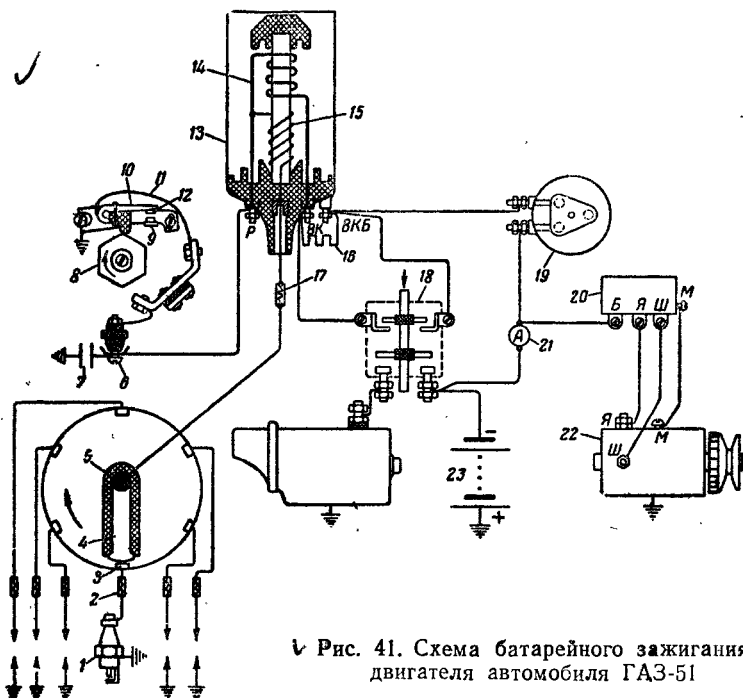
§ 31. Принцип работы приборов батарейного зажигания

В систему батарейного зажигания входят:

- 1) источники тока низкого напряжения: аккумуляторная батарея 23 (рис. 41) и генератор 22 с реле-регулятором 20;
- 2) катушка зажигания 13, преобразующая ток низкого напряжения (6—12 в) в ток высокого напряжения (10 000—24 000 в),

необходимый для образования искрового разряда между электродами свечей зажигания;

3) прерыватель-распределитель, состоящий из прерывателя, служащего для прерывания в нужный момент цепи тока низкого напряжения, и распределителя, распределяющего ток высокого напряжения по свечам в соответствии с порядком работы цилиндров двигателя;



✓ Рис. 41. Схема батарейного зажигания двигателя автомобиля ГАЗ-51

4) конденсатор 7, включенный параллельно контактам прерывателя, уменьшающий искрение между контактами, что необходимо для уменьшения окисления контактов и увеличения э.д.с., индуцируемой во вторичной обмотке;

5) свечи зажигания 1, служащие для подвода высокого напряжения в камеры сгорания цилиндров, что необходимо для образования электрической искры в цилиндрах двигателя;

6) выключатель зажигания 19;

7) провода низкого и высокого напряжения.

На рис. 41 изображена схема батарейного зажигания двигателя автомобиля ГАЗ-51 (схемы зажигания автомобилей ГАЗ-63, ЗИМ, ЗИЛ-150, М-20 и М-21 аналогичны).

При включенном положении выключателя зажигания и замкнутых контактах прерывателя в первичной цепи будет течь ток низкого напряжения.

Цепь тока низкого напряжения: положительный зажим аккумуляторной батареи 23 — масса — неподвижный контакт прерывателя 9 — подвижный

контакт 12 — рычажок 10 — пластинчатая пружина рычажка 11 — зажим прерывателя 6 — зажим Р катушки зажигания — первичная обмотка 14 — зажим ВК катушки — переменное добавочное сопротивление (вариатор) 16 — зажим ВКБ катушки — выключатель зажигания 19 — амперметр 21 — зажим выключателя стартера 18 — отрицательный зажим батареи 23.

Ток, проходящий по первичной обмотке катушки зажигания, создает магнитный поток, усиливающийся стальным сердечником и кольцевым магнитопроводом. В момент замыкания контактов нарастающий по величине магнитный поток, пронизывая витки первичной обмотки, индуцирует в них э.д.с. самоиндукции, на-

правленную против тока (правило Ленца) и, следовательно, замедляющую его нарастание.

Вследствие замедления нарастания тока (см. кривую 1 на рис. 42) магнитный поток также будет нарастать по своей величине относительно медленно, а поэтому скорость пересечения витков вторичной обмотки будет несколько и во вторичной обмотке будет индуцироваться э.д.с., не превышающая 2000 в. При такой величине э.д.с. электрическая искра между электродами свечи зажигания не может возникнуть.

Электродвижущая сила самоиндукции, индуцируемая в витках первичной обмотки катушки зажигания, будет больше при уве-

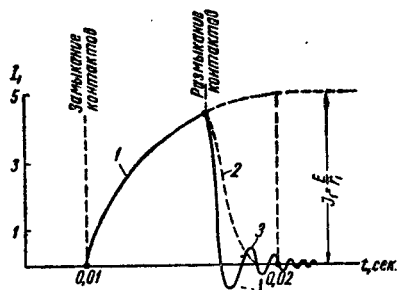


Рис. 42. График изменения тока в первичной цепи батарейного зажигания за один период работы прерывателя:

1 — кривая нарастания тока при замкнутых контактах; 2 — кривая убывания тока при разомкнутых контактах и при выключенном конденсаторе; 3 — кривая убывания тока при разомкнутых контактах с включенным конденсатором

личении скорости нарастания тока, а следовательно, и скорости нарастания магнитного потока и зависит от индуктивности первичной обмотки.

Для того чтобы в первичной цепи зажигания ток достиг максимальной величины $I = \frac{U}{r}$ (около 4 а), необходимо увеличить время замкнутого состояния контактов. Однако по мере увеличения оборотов вала двигателя увеличивается число замыканий и размыканий контактов прерывателя. При этом уменьшается время замкнутого состояния контактов прерывателя, и поэтому ток в первичной цепи не успевает нарасти до максимальной величины, т. е. по мере увеличения оборотов ток будет снижаться, что особенно заметно у многооборотных и многоцилиндровых двигателей (см. рис. 44).

Как было установлено выше, время замкнутого состояния контактов прерывателя в процессе работы двигателя сильно влияет на величину тока в первичной цепи зажигания. Время замкнутого состояния контактов прерывателя уменьшается при увеличении числа оборотов вала двигателя, увеличении зазора между контак-

тами, уменьшении упругости пружины рычажка прерывателя (при этом рычажок при ударе грани кулачковой шайбы о его подушечку, особенно при больших оборотах, отбрасывается). Время замкнутого состояния контактов также зависит от числа цилиндров двигателя и профиля граней кулачковой шайбы.

Уменьшение тока в первичной цепи нежелательно, так как при этом уменьшается магнитный поток первичной обмотки и в витках вторичной обмотки индуцируется меньшая э.д.с., что вызывает уменьшение напряжения на электродах свечи зажигания.

Ток в первичной обмотке катушки зажигания будет возрастать при увеличении э.д.с. источника, уменьшении сопротивления первичной обмотки, увеличении времени замкнутого состояния контактов прерывателя. Размыкание первичной цепи и индуктирование э.д.с. во вторичной обмотке катушки зажигания происходит следующим образом.

При вращении кулачка 8 прерывателя (см. рис. 41) его грани, набегая на рычажок 10 прерывателя, вызывают размыкание контактов, и ток низкого напряжения прерывается. Прерывание тока сопровождается резким уменьшением магнитного потока, который, пересекая витки первичной обмотки, наводит в них э.д.с. самоиндукции порядка 200—300 в, а во вторичной обмотке э.д.с. порядка 10 000—24 000 в.

Электродвижущая сила, индуктируемая во вторичной обмотке, создает искровой разряд между электродами свечи зажигания, при котором во вторичной цепи появится ток.

Цепь тока высокого напряжения (см. рис. 41): вторичная обмотка 15 катушки зажигания — подавительное сопротивление 17 — центральный электрод крышки распределителя 5 — электрод ротора 4 распределителя — искровой промежуток — боковой электрод 3 крышки — подавительное сопротивление 2 — центральный электрод свечи зажигания 1 — искровой зазор — боковой электрод — масса — положительный зажим аккумуляторной батареи 23 — зажим выключателя стартера 18 — амперметр 21 — выключатель зажигания 19 — зажим ВКБ катушки зажигания 13 — переменное добавочное сопротивление 16 — зажим ВК — первичная обмотка 14 — вторичная обмотка 15.

Кроме приведенной цепи тока высокого напряжения, будут и другие цепи между массой и зажимом выключателя зажигания, параллельно аккумуляторной батарее, через генератор и все включенные потребители.

Электродвижущая сила самоиндукции, индуктируемая в первичной обмотке при размыкании контактов прерывателя, направлена в ту же сторону, что и первичный ток (правило Ленца), и будет стремиться задержать его исчезновение. В момент размыкания контактов э.д.с. самоиндукции создает между ними искру (дугу), которая препятствует резкому уменьшению тока (см. кривую 2 на рис. 42), а следовательно, и магнитного потока первичной обмотки, в результате чего во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется э.д.с., не превышающая 4000—5000 в. Кроме того, вследствие сильного искрения между контактами прерывателя происходит сильное их окисление и перенос металла с одного контакта на другой.

С целью уменьшения искрения между контактами прерывателя параллельно им включают конденсатор, вследствие чего уменьшается окисление контактов и повышается э.д.с. во вторичной обмотке катушки зажигания. При наличии конденсатора ток самоиндукции при размыкании контактов заряжает конденсатор и искрение контактов уменьшается. При заряде на обкладках конденсатора появится постепенно возрастающая разность потенциалов. В это время энергия магнитного поля перейдет в энергию электрического поля заряженного конденсатора, за вычетом потерь на нагрев проводов и утечку через диэлектрик. При разомкнутых контактах заряженный конденсатор будет разряжаться в виде колебательного затухания его разряда (см. кривую 3 на рис. 42) через первичную обмотку катушки, создавая в начальный момент импульс тока обратного направления, что ускоряет исчезновение магнитного потока в первичной цепи, вследствие чего э.д.с., индуцируемая во вторичной обмотке катушки зажигания, значительно повышается (до 24 000 в).

Емкость конденсатора имеет существенное влияние на работу системы зажигания. Необходимая емкость конденсатора подбирается так, чтобы искрение между контактами прерывателя было наименьшим, а величина напряжения во вторичной цепи достигала наибольшей величины. В системе батарейного зажигания применяют конденсаторы емкостью 0,17—0,25 мкф.

При повышенной емкости конденсатора искрение между контактами будет очень малым, однако период заряда и разряда конденсатора увеличится, что замедлит размагничивание сердечника и уменьшит э.д.с., индуцируемую во вторичной обмотке, и искра на электродах свечи станет слабой, что может быть причиной перебоев при работе двигателя на больших оборотах.

При очень малой емкости конденсатора между контактами прерывателя появится сильное искрение, снижение первичного тока замедлится, уменьшится индуцируемая э.д.с. во вторичной обмотке и даже при малом числе оборотов вала двигателя система зажигания будет работать с перебоями. Кроме того, увеличатся окисление контактов и перенос металла с одного контакта на другой.

§ 32. Факторы, влияющие на величину э.д.с., индуцируемой во вторичной обмотке катушки зажигания

Индуцируемая э.д.с. во вторичной обмотке катушки зажигания возрастает при:

- 1) увеличении тока в первичной обмотке I_1 , так как при этом увеличивается магнитный поток, создаваемый первичной обмоткой;

- 2) большей скорости исчезновения тока в первичной цепи, а следовательно, большей скорости исчезновения магнитного потока; этот фактор зависит от быстроты размыкания контактов,

величины зазора между контактами прерывателя и величины емкости конденсатора в первичной цепи;

3) увеличении коэффициента трансформации, то есть отношения числа витков вторичной обмотки ω_2 к числу витков первичной обмотки ω_1 ;

4) увеличении индуктивности первичной обмотки L_1 , что достигается увеличением числа витков ω_1 первичной обмотки и длины сердечника;

5) уменьшении емкости конденсатора c_1 в первичной цепи до определенной величины и емкости вторичной цепи c_2 ;

6) включении в первичную цепь переменного добавочного сопротивления, что обеспечивает уменьшение сопротивления первичной цепи при увеличении оборотов вала двигателя.

В период пуска двигателя стартером переменное сопротивление закорачивается, что способствует увеличению тока в первичной цепи, а следовательно, увеличению э.д.с. во вторичной обмотке. При создании тока во вторичной цепи часть э.д.с. затрачивается на преодоление сопротивления вторичной обмотки катушки зажигания, искрового зазора в распределителе, подавительного сопротивления, нагара на изоляторе свечи, и поэтому на электродах свечи напряжение будет меньше э.д.с. С достаточной точностью максимальную величину напряжения $U_{2\max}$, подводимого к электродам свечи (при отсутствии нагара на изоляторе свечи), можно определить по формуле

$$U_{2\max} = I_1 \sqrt{\frac{L_1}{c_1 \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 + c_2}},$$

где: I_1 — ток в первичной цепи;

L_1 — индуктивность первичной обмотки;

c_1 — емкость конденсатора в первичной цепи;

ω_1 — число витков первичной обмотки;

ω_2 — число витков вторичной обмотки;

c_2 — емкость вторичной цепи.

§ 33. Характеристики батарейного зажигания

Зависимость напряжения во вторичной цепи зажигания от числа оборотов вала двигателя. Из изложенного выше известно, что вследствие самоиндукции ток в первичной обмотке катушки зажигания при замыкании контактов прерывателя нарастает постепенно. Поэтому при малых оборотах вала двигателя, когда кулачок прерывателя вращается медленно, время, в течение которого контакты прерывателя остаются в замкнутом состоянии, достаточно для того, чтобы ток в первичной обмотке катушки достиг достаточной величины.

Очевидно, что с увеличением оборотов вала двигателя размыкание контактов прерывателя будет происходить при меньшей величине тока I_1 (рис. 43) в первичной цепи.

Так как напряжение во вторичной цепи системы зажигания пропорционально току первичной цепи, то с увеличением числа оборотов это напряжение (U_2 на рис. 43) будет уменьшаться.

При уменьшении оборотов вала двигателя ниже 800—900 в минуту время замкнутого состояния контактов прерывателя увеличивается и ток в первичной цепи нарастает до большей величины. При этом магнитный поток первичной обмотки будет также большим, что является причиной повышения э.д.с. самоиндукции в первичной обмотке при размыкании контактов. Вследствие малой скорости размыкания контактов и повышения

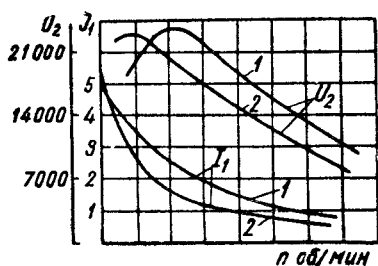


Рис. 43. Изменение тока в первичной цепи и напряжения во вторичной цепи батарейного зажигания:

1 — при включенном добавочном переменном сопротивлении; 2 — без добавочного переменного сопротивления

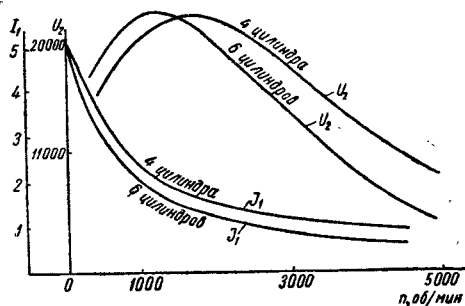


Рис. 44. Зависимость тока в первичной цепи и напряжения во вторичной цепи зажигания от числа оборотов коленчатого вала в четырех- и шестицилиндровых двигателях

э.д.с. самоиндукции между контактами создается большое искрение, что является причиной снижения индуцируемой э.д.с. во вторичной обмотке катушки, а следовательно, уменьшения напряжения во вторичной цепи системы зажигания (см. рис. 43).

Число искр, приходящихся на два оборота коленчатого вала (один оборот кулачка прерывателя при четырехтактном двигателе), должно быть равно числу цилиндров двигателя. Следовательно, кулачок прерывателя должен иметь число граней, равное числу цилиндров двигателя. Очевидно, чем больше число цилиндров двигателя, тем чаще кулачок должен замыкать и размыкать первичную цепь и тем меньше будет время замкнутого состояния контактов прерывателя, что приведет к уменьшению тока в первичной цепи, а следовательно, к уменьшению напряжения во вторичной цепи зажигания.

На рис. 44 дана зависимость тока в первичной цепи и напряжения во вторичной цепи зажигания от числа оборотов коленчатого вала в четырех- и шестицилиндровых двигателях.

В двигателях с большим числом цилиндров и высокооборотных для обеспечения нормального, бесперебойного зажигания

применяются специальные катушки зажигания и прерыватели-распределители.

Добавочное переменное сопротивление (вариатор). Для того чтобы уменьшить снижение напряжения во вторичной цепи зажигания на больших оборотах, в первичную цепь включают переменное добавочное сопротивление — вариатор, выполненное из малоуглеродистой стали, обладающей способностью резко изменять свое сопротивление при изменении температуры (рис. 45), зависящей от величины тока.

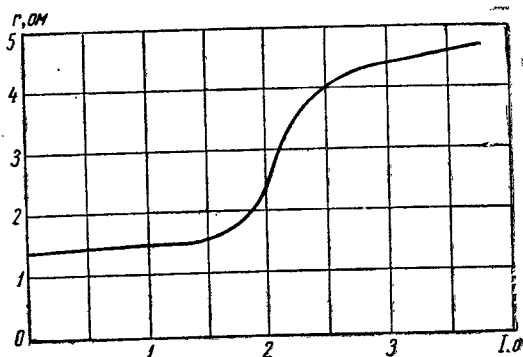


Рис. 45. Кривая изменения сопротивления вариатора от протекающего по нему тока

При работе двигателя на малых оборотах коленчатого вала время замкнутого состояния контактов прерывателя велико, и в первичной цепи зажигания течет большой ток, что вызывает сильный нагрев добавочного сопротивления.

Вследствие нагрева добавочного сопротивления возрастает сопротивление первичной цепи, что ограничивает ток и тем самым устраняет возможность перегрева катушки зажигания и уменьшает искрение контактов прерывателя на малых оборотах вала двигателя.

При больших оборотах коленчатого вала уменьшение времени замкнутого состояния контактов прерывателя сопровождается снижением тока в первичной цепи, а следовательно, снижением температуры вариатора. Таким образом, при увеличении оборотов будет понижаться сопротивление первичной цепи, а поэтому ток в ней не будет сильно уменьшаться (см. рис. 43). При этом и напряжение во вторичной цепи зажигания не будет сильно уменьшаться при увеличении оборотов вала двигателя, что и обеспечит надежное воспламенение смеси на больших оборотах вала. Таким образом, вариатор автоматически снижает сопротивление первичной цепи системы зажигания при увеличении оборотов вала двигателя, тем самым препятствует значительному понижению тока в первичной цепи, а следовательно, препятствует понижению напряжения во вторичной цепи на больших оборотах вала.

При пуске двигателя стартером сильно снижается напряжение на зажимах батареи, что является причиной уменьшения тока в первичной цепи зажигания, но так как включатель стартера 18 (или кнопка включения реле стартера) закорачивает вариатор 16 (см. рис. 41), то сопротивление первичной цепи уменьшается на величину, равную добавочному сопротивлению. При этом, несмотря на снижение напряжения на зажимах батареи, ток в первичной цепи возрастает и во вторичной обмотке катушки зажигания индуцируется большая э.д.с., что облегчает пуск двигателя. Вариатор применяется в катушках зажигания Б-1, Б-21 и Б-7, применяемых в 12-вольтовых системах.

Влияние нагара на изоляторе на напряжение, подводимое к электродам свечи зажигания. При работе двигателя из-за неполноты сгорания топлива и масла на изоляторе свечи происходит отложение нагара, который, являясь проводником, шунтирует электроды.

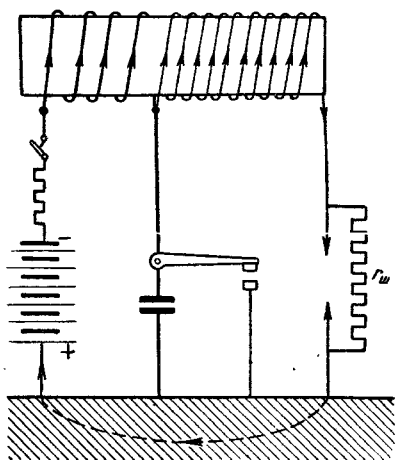


Рис. 46. Электрическая цепь катушки зажигания с шунтирующим сопротивлением

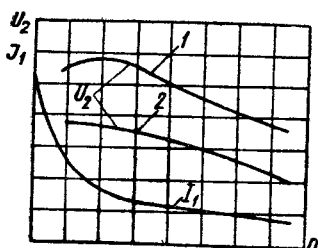


Рис. 47. Изменение напряжения U_2 , подводимого к электродам свечи, при различной величине шунтирующего сопротивления $r_{ш}$:
1 — кривая $r_{ш}$ (нагара нет);
2 — кривая $r_{ш} 0,5 \text{ мг/см}$

В момент размыкания контактов прерывателя магнитный поток первичной обмотки исчезает не мгновенно (см. § 31), следовательно, и индуцируемая э.д.с. во вторичной обмотке не может мгновенно нарастать до максимальной величины. Так как вторичная цепь замыкается через шунтирующее сопротивление $r_{ш}$ слоя нагара (рис. 46), то в период индуктирования э.д.с. во вторичной обмотке создается ток (ток утечки), появившийся до пробоя. Вследствие этого часть энергии магнитного поля катушки расходуется на нагрев сопротивления $r_{ш}$, а поэтому напряжение на электродах свечи уменьшается. Чем толще слой нагара на изоляторе свечи, чем меньше его сопротивление, тем больше будет ток утечки во вторичной цепи. Поэтому при увеличении нагара напряжение, подводимое к электродам свечи, будет силь-

но понижаться и может оказаться недостаточным для создания искрового разряда между электродами. На рис. 47 приведены кривые, характеризующие изменение напряжения U_2 , подводимого к электродам свечи зажигания, при различных величинах шунтирующих сопротивлений и одинаковых значениях тока в первичной цепи.

Улучшение характеристики батарейного зажигания при работе на больших оборотах вала двигателя. Для обеспечения бесперебойной работы двигателя на больших оборотах необходимо обеспечить поддержание напряжения, подводимого к электродам свечей зажигания, в пределах 10 000—12 000 в. С этой целью:

1. Применяют катушки зажигания с улучшенной изоляцией.
2. В катушках зажигания увеличивают индуктивность первич-

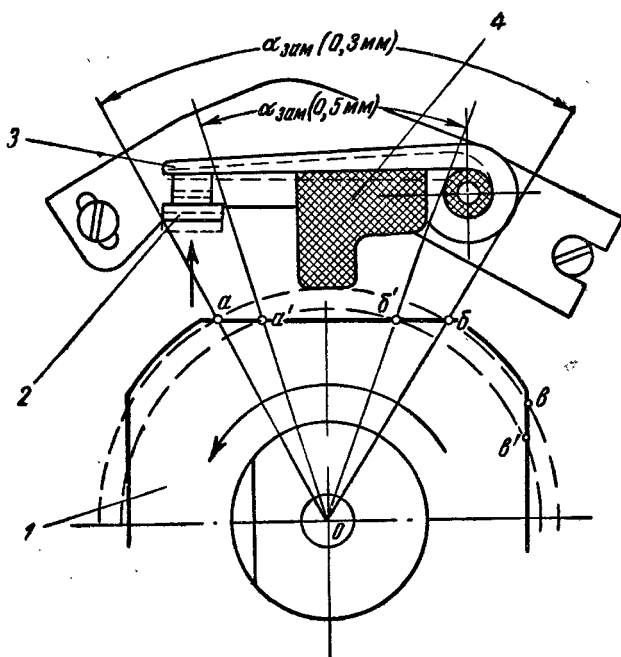


Рис. 48. Влияние зазора между контактами прерывателя на угол замкнутого состояния их

ной цепи путем увеличения числа витков первичной обмотки и увеличения длины сердечника (индуктивность 12 в катушек зажигания соответствует величине от 9 до 11 мГн).

3. Увеличивают число витков вторичной обмотки.

4. Увеличивают ток в первичной цепи, снижая сопротивления первичной обмотки катушки.

5. Включают в первичную цепь добавочное переменное сопротивление.

6. Увеличивают время замкнутого состояния контактов прерывателя путем уменьшения зазора между контактами прерывателя до 0,35—0,40 мм вместо 0,4—0,6 мм в старых конструкциях прерывателей.

С уменьшением зазора между контактами прерывателя увеличивается время замкнутого состояния контактов.

Для уменьшения зазора необходимо изменить положение неподвижного контакта 2, т. е. поднять его (рис. 48). Очевидно с уменьшением зазора текстолитовый выступ 4 рычажка прерывателя 3 будет дальше от центра O кулачка 1, а следовательно, позже будет касаться выступа кулачка в точке b вместо точки b^1 и раньше отходить от нее в точке a вместо точки a^1 . В результате этого угол замкнутого состояния контактов $\alpha_{\text{зам}}$ (0,3) увеличивается, а следовательно, увеличивается и время замкнутого состояния их.

7. Уменьшают инерцию рычажка прерывателя путем уменьшения его длины и массы, в результате чего уменьшается вибрация контактов при их замыкании.

8. Применяют кулачок прерывателя с полый сбегающей частью каждой грани выступа, что уменьшает вибрацию контактов при их замыкании.

9. Снижают емкость вторичной цепи уменьшением длины провода между выводным зажимом вторичной обмотки катушки зажигания и центральным электродом крышки распределителя, что позволяет повысить на 50—60 об/мин максимальное число оборотов вала двигателя и др.

§ 34. Устройство катушек зажигания

Катушка зажигания Б-1 (рис. 49) предназначена для автомобилей, номинальное напряжение системы электрооборудования которых равно 12 в.

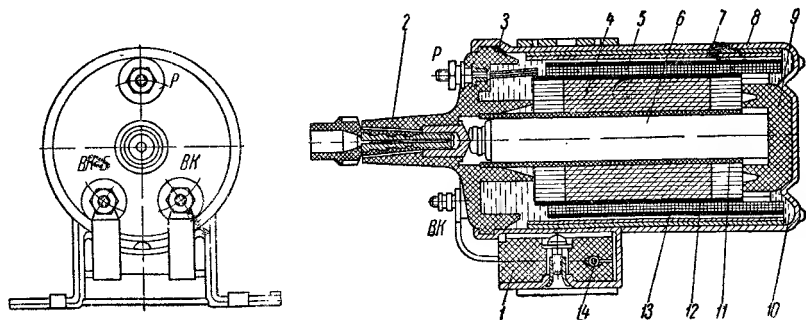


Рис. 49. Катушка зажигания Б-1 в разрезе

Сердечник 6 катушки набирается из пластин трансформаторной стали, изолированных друг от друга окалиной с целью уменьшения вихревых токов. На сердечник надета предварительно

но понижаться и может оказаться недостаточным для создания искрового разряда между электродами. На рис. 47 приведены кривые, характеризующие изменение напряжения U_2 , подводимого к электродам свечи зажигания, при различных величинах шунтирующих сопротивлений и одинаковых значениях тока в первичной цепи.

Улучшение характеристики батарейного зажигания при работе на больших оборотах вала двигателя. Для обеспечения бесперебойной работы двигателя на больших оборотах необходимо обеспечить поддержание напряжения, подводимого к электродам свечей зажигания, в пределах 10 000—12 000 в. С этой целью:

1. Применяют катушки зажигания с улучшенной изоляцией.
2. В катушках зажигания увеличивают индуктивность первич-

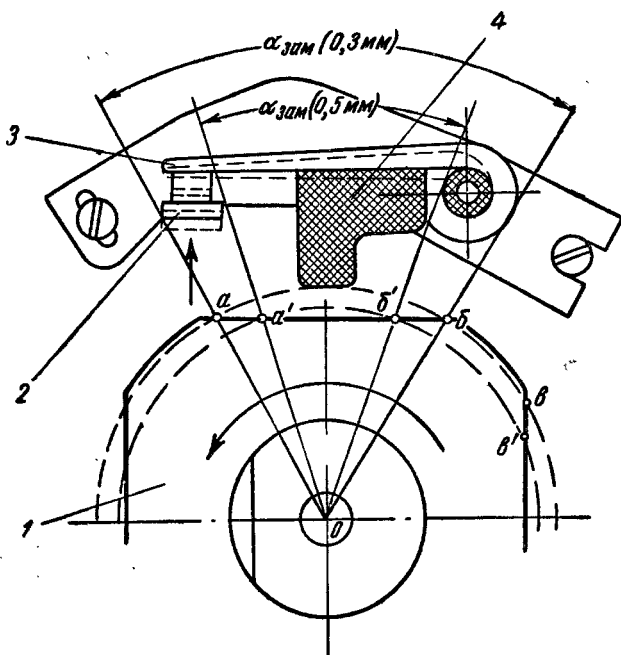


Рис. 48. Влияние зазора между контактами прерывателя на угол замкнутого состояния их

ной цепи путем увеличения числа витков первичной обмотки и увеличения длины сердечника (индуктивность 12 в катушек зажигания соответствует величине от 9 до 11 мГн).

3. Увеличивают число витков вторичной обмотки.
4. Увеличивают ток в первичной цепи, снижая сопротивления первичной обмотки катушки.
5. Включают в первичную цепь добавочное переменное сопротивление.

6. Увеличивают время замкнутого состояния контактов прерывателя путем уменьшения зазора между контактами прерывателя до 0,35—0,40 мм вместо 0,4—0,6 мм в старых конструкциях прерывателей.

С уменьшением зазора между контактами прерывателя увеличивается время замкнутого состояния контактов.

Для уменьшения зазора необходимо изменить положение неподвижного контакта 2, т. е. поднять его (рис. 48). Очевидно с уменьшением зазора текстолитовый выступ 4 рычажка прерывателя 3 будет дальше от центра O кулачка 1, а следовательно, позже будет касаться выступа кулачка в точке b вместо точки b^1 и раньше отходить от нее в точке a (a^1) вместо точки a^1 (a^1). В результате этого угол замкнутого состояния контактов $\alpha_{\text{зам}}$ (0,3) увеличивается, а следовательно, увеличивается и время замкнутого состояния их.

7. Уменьшают инерцию рычажка прерывателя путем уменьшения его длины и массы, в результате чего уменьшается вибрация контактов при их замыкании.

8. Применяют кулачок прерывателя с полкой сбегавшей частью каждой грани выступа, что уменьшает вибрацию контактов при их замыкании.

9. Снижают емкость вторичной цепи уменьшением длины провода между выводным зажимом вторичной обмотки катушки зажигания и центральным электродом крышки распределителя, что позволяет повысить на 50—60 об/мин максимальное число оборотов вала двигателя и др.

§ 34. Устройство катушек зажигания

Катушка зажигания Б-1 (рис. 49) предназначена для автомобилей, номинальное напряжение системы электрооборудования которых равно 12 в.

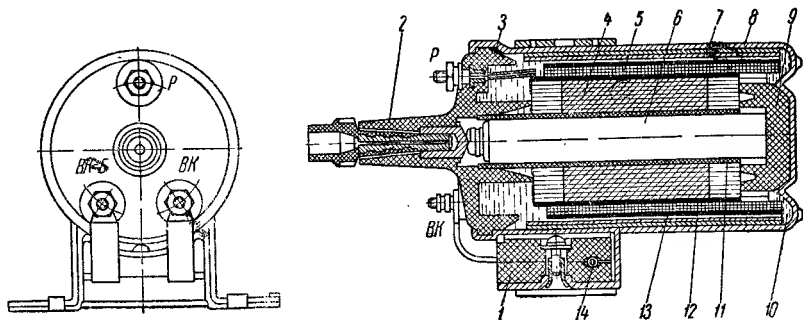


Рис. 49. Катушка зажигания Б-1 в разрезе

Сердечник 6 катушки набирается из пластин трансформаторной стали, изолированных друг от друга окалиной с целью уменьшения вихревых токов. На сердечник надета предварительно

Вторичная обмотка имеет 23 000 витков провода ПЭЛ диаметром 0,07 мм с сопротивлением 9400 ом.

Катушка зажигания Б-7 устанавливается на автомобиле М-21 «Волга» и рассчитана на получение несколько большего напряжения во вторичной цепи, чем в катушке зажигания Б-1.

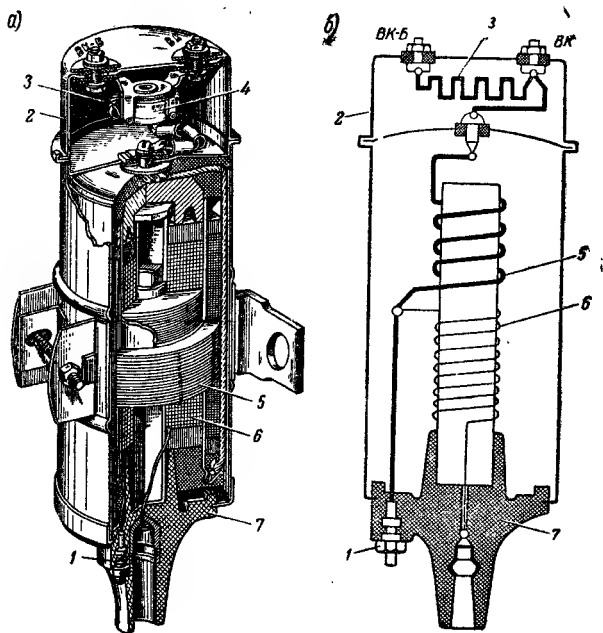


Рис. 51. Катушка зажигания Б-21:
а — в разрезе; б — схема

Катушка зажигания Б-7 конструктивно выполнена аналогично катушке Б-1 и отличается от нее тем, что количество витков вторичной обмотки увеличено до 22 000 вместо 19 000. Кроме того, уменьшено сопротивление вариатора с 1,3 ом до 0,7—0,8 ом при температуре +20°C.

За счет указанных изменений катушка зажигания Б-7 обеспечивает увеличение напряжения по сравнению с Б-1 примерно на 8—10%.

§ 35. Устройство прерывателей-распределителей

В прерывателе-распределителе, кроме прерывателя тока низкого напряжения и распределителя тока высокого напряжения, имеются центробежный и вакуумный регуляторы опережения зажигания, а также октан-корректор. На рис. 52 изображен прерыватель-распределитель Р-21, устанавливаемый на автомобилях ЗИЛ-150, ЗИЛ-151 и ЗИЛ-155.

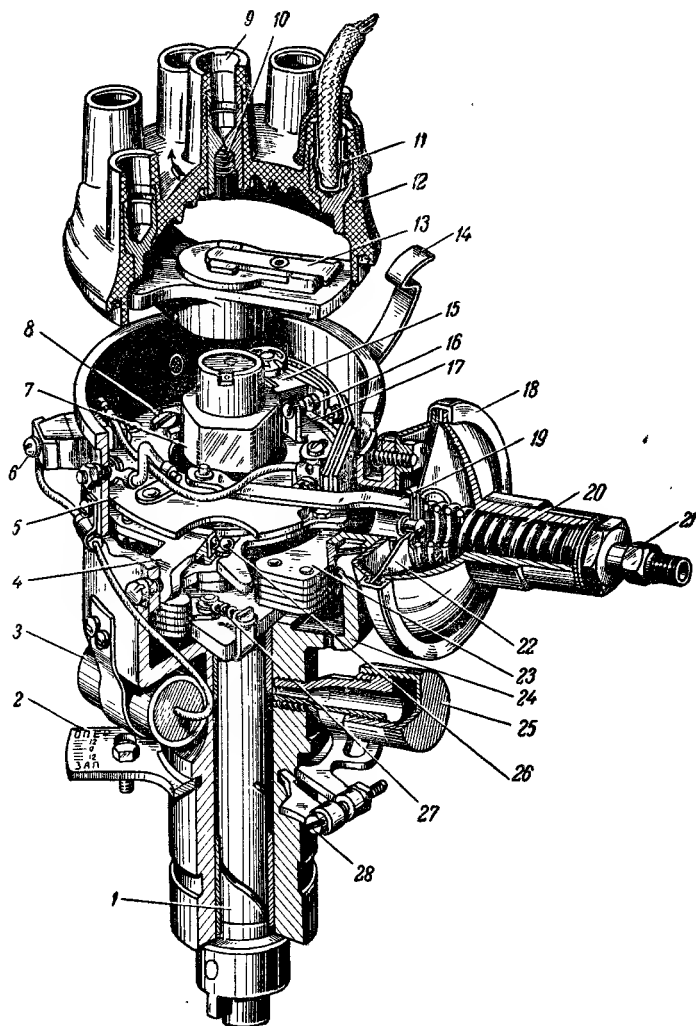


Рис. 52. Прерыватель-распределитель Р-21:

1—валик прерывателя-распределителя; 2—скоба октан-корректора; 3—конденсатор; 4—неподвижный диск; 5—подвижный диск; 6—зажим прерывателя; 7—кулачок; 8—эксцентрик; 9—центральный электрод крышки; 10—пружина с угольком; 11—боковой электрод; 12—крышка распределителя; 13—электрод ротора; 14—защелка крышки; 15—рычажок прерывателя; 16—контакт рычажка; 17—неподвижный контакт прерывателя; 18—корпус вакуумного автомата опережения зажигания; 19—тяга вакуумного автомата; 20—пружина вакуумного автомата; 21—штуцер; 22—диафрагма вакуумного автомата; 23—грузик центробежного автомата опережения зажигания; 24—корпус распределителя; 25—колпачковая масленка; 26—шариковый подшипник подвижного диска прерывателя; 27—пружина грузика центробежного автомата; 28—стяжной винт октан-корректора

Прерыватель укреплен на подвижном диске 5, установленном на шариковом подшипнике 26, который смонтирован в гнезде неподвижного диска 4. Диск 4 двумя винтами крепится к корпусу 24 распределителя. Для лучшего контакта подвижной диск 5 прерывателя соединяется особым проводником с корпусом распределителя, а в последних конструкциях большинства распределителей — с неподвижным диском 4. Пластина неподвижного контакта 17 прерывателя и рычажок подвижного контакта 16 установлены на подвижном диске 5.

На рис. 53 изображен отдельно прерыватель, который состоит из пластины 5 неподвижного контакта, установленного на оси 2, закрепленной на диске прерывателя 10 винтом 6. Рычажок 3

устанавливается на оси 2, пружина 4 рычажка крепится винтом к скобе 8. Последняя изолирована от массы и закреплена на кронштейне 9 заклепками. Контакты прерывателя — вольфрамовые. Зазор между контактами регулируется эксцентриком 1, который поворачивает пластину 5 относительно оси 2. Провод 11 соединяет рычажок прерывателя с изолированным от корпуса зажимом 6 (см. рис. 52). Кулачок 7 (см. рис. 53) вращается по направлению часовой стрелки. Текстильный выступ изолирует рычажок 3 и уменьшает износ граней кулачка. Натяжение пружины 4 рычажка прерывателя колеблется в пределах 400—600 г.

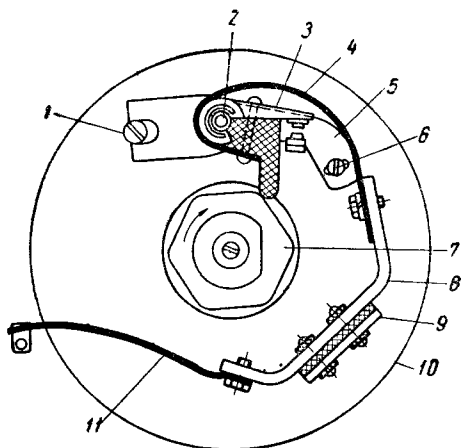


Рис. 53. Схема прерывателя

При регулировке зазора кулачок устанавливают в положение, при котором зазор между контактами будет наибольшим, затем отпускают винт 6 и эксцентриком 1 поворачивают пластину 5 неподвижного контакта вокруг оси 2 так, чтобы зазор между контактами достиг нормальной величины (0,35—0,45 мм), после чего затягивают винт 6. Нужно помнить, что при изменении величины зазора между контактами прерывателя момент размыкания контактов изменяется, что нарушает установку зажигания. С увеличением зазора между контактами они размыкаются раньше и наоборот.

По указанным соображениям момент размыкания контактов прерывателя при установке зажигания необходимо проверять только после зачистки контактов или регулировки зазора между ними. Учитывая, что даже небольшие неточности измерения шу-

пом величины зазора между контактами прерывателя вызывают изменения момента образования искры между электродами свечи зажигания, что приводит к снижению экономичности и мощности двигателя, в практике желательно измерять величину зазора между контактами по углу замкнутого состояния контактов. Для этого параллельно контактам прерывателя подключают контрольную лампу, а затем включают зажигание. Вместо крышки распределителя устанавливают градуированный диск с ценой деления 1° , а вместо ротора распределителя — муфту со стрелкой, изогнутый конец которой перемещается над делениями градуированного диска. При замкнутом состоянии контактов прерывателя спираль лампы не накаливается. При медленном вращении коленчатого вала замечают положение стрелки над делениями диска в момент, когда лампа гаснет (контакты прерывателя замкнулись), и в момент загорания лампы (контакты разомкнулись), и по величине угла, пройденного за это время стрелкой, судят о величине угла замкнутого состояния контактов, а следовательно, и о величине зазора между ними (табл. 17).

Основные показатели прерывателей-распределителей приведены в табл. 17.

Распределитель тока высокого напряжения состоит из карболитового ротора с электродом 13 (см. рис. 52), устанавливаемого в определенном положении на верхней части кулачка 7. В нижней части центрального электрода 9 крышки устанавливается уголек с пружиной 10, подводящий ток высокого напряжения к электроду ротора. В крышке 12 по окружности расположены шесть боковых электродов 11, в гнезда которых вводятся провода от свечей зажигания. Ротор и крышка изготовлены из высококачественного карболита со слюдяным и кварцевым наполнителями, что повышает их изоляционные качества. Между центральным и боковыми электродами на внутренней поверхности крышки выполнены ребра (а в последних конструкциях ребра выполнены и между боковыми электродами) с целью уменьшения утечки тока высокого напряжения. Между электродом ротора и боковыми электродами крышки устанавливается зазор в пределах 0,25—0,8 мм. Наличие этого зазора предупреждает до некоторой степени появление тока утечки во вторичной цепи при наличии нагара на изоляторе свечи, когда э.д.с., индуктируемая во вторичной обмотке, еще не достигла достаточной для пробоя величины.

При работе распределителя тока высокого напряжения между его электродами создается искра, в результате чего образуется озон и пары азотной и азотистой кислот, которые вызывают коррозию металлических деталей, расположенных внутри распределителя. Кроме того, пары азотной и азотистой кислот, конденсируясь на внутренней поверхности крышки и на поверхности ротора распределителя, являются причиной утечки тока высокого напряжения с электродов крышки на массу.

Таблица 17

Тип переключателя-распределителя	Устанавливается на автомобиле	Направление вращения со стороны крышки	Число граней кулачка переключателя	Зазор между контактами переключателя, мм	Напряжение пружины переключателя, з	Угол замкнутого состояния контактов, град.	Емкость конденсатора, мкф	Интервал чередования искр, град.	Регулирование опережения зажигания по кулачку переключателя, град.			Максимальные обороты вала распределителя
									октан-копектор	центральный автомат, град.	вакуумный автомат, мат, град.	
P-20	ГАЗ-51 ГАЗ-63 ЗИМ	Правое	6	0,35—0,45	400—600	38—43	0,17—0,25	60 ± 1,0	± 12	11—13 300—1700	10—12 160—400	1900
P-21	ЗИЛ-150 ЗИЛ-151											
P-22	ЗИЛ-110	Левое	8	0,35—0,4	500—700	29—33	0,22—0,28	45 ± 1,0	± 6	8—10 200—1500	7—9 100—400	1500
P-23	М-20	Правое	4	0,35—0,45	400—600	40—45	0,17—0,25	90 ± 1,0	± 12	10,5—11,5 200—1900	5,6—6 180—420	1900
P-35	М-21	Левое	4	0,35—0,45	400—600	40—45	0,17—0,25	90 ± 1,0	± 12	11—13 300—1900	10—12 160—400	1900
										8—22,5 300—1900	4,5—9,5 100—250	1900

С целью вентиляции внутренней полости распределителя в его корпусе выполняются отверстия, защищенные металлическими сетками.

Валик прерывателя-распределителя в большинстве двигателей приводится во вращение от вала привода масляного насоса; при этом хвостовик вала прерывателя входит в соответствующий прорез в валике насоса. В двигателе ЗИЛ-120 привод распределителя осуществлен от промежуточного валика, шестерня которого нахо-

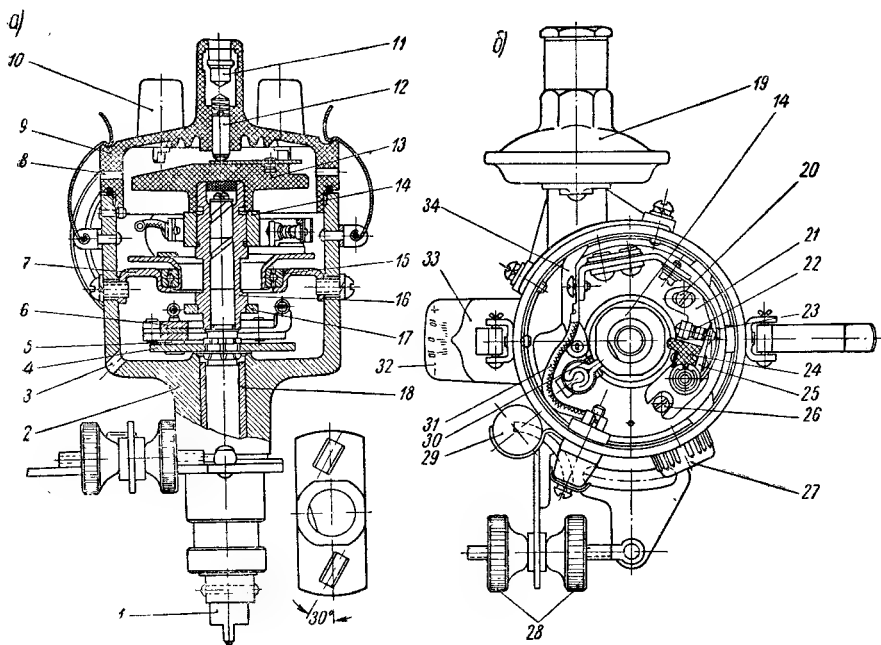


Рис. 54. Прерыватель-распределитель Р-ЗБ: а — продольный разрез прерывателя-распределителя; б — вид на прерыватель-распределитель со стороны прерывателя:

1 — валик прерывателя-распределителя; 2 — корпус прерывателя-распределителя; 3 — отверстие для удаления масла; 4 — пластина валика; 5 — ось грузика; 6 — грузик центробежного автомата; 7 — неподвижный диск прерывателя; 8 — вентиляционное отверстие; 9 — крышка распределителя; 10 — боковые электроды; 11 — центральный зажим; 12 — контактный уголок, гасящее сопротивление; 13 — ротор; 14 — кулачок прерывателя; 15 — шариковый подшипник; 16 — втулка кулачка; 17 — фланец втулки кулачка; 18 — скользящий подшипник; 19 — вакуумный автомат в сборе; 20 — винт; 21 — пластина неподвижного контакта; 22 — контакты прерывателя; 23 — пружина рычажка; 24 — текстолитовый выступ рычажка; 25 — рычажок прерывателя; 26 — регулировочный эксцентрик; 27 — колпачковая масленка; 28 — гайки октан-корректора; 29 — конденсатор; 30 — фетровый фитиль; 31 — провод; 32 — пластина крепления прерывателя-распределителя; 33 — пластина октан-корректора; 34 — тяга диафрагмы вакуумного автомата

дится в зацеплении с шестерней распределительного вала двигателя. Валик 1 (см. рис. 52) распределителя вращается обычно в бронзовых втулках, запрессованных в хвостовик корпуса. Смазка подшипников производится солидолом при помощи колпачковой масленки 25 (см. рис. 52).

Прерыватель-распределитель Р-ЗБ (рис. 54), устанавливаемый на двигателе автомобиля М-21 «Волга», по конструкции анало-

гичен с прерывателем-распределителем Р-23 и имеет лишь следующие особенности:

1) в центробежном автомате опережения зажигания фланец 17 (см. рис. 54) с укрепленной к нему втулкой 16 и кулачком 14 имеет два выреза под углом 30° к осевой линии; этими вырезами фланец садится на шипы грузиков; вырезы под углом сделаны в связи с большими углами опережения зажигания при сохранении сравнительно небольшого размера диаметра корпуса прерывателя;

2) грузики центробежного автомата стягиваются к оси валика не одинаковыми пружинами — один из грузиков нагружен пружиной натяжением 260 г, другой — 1600 г;

3) контактный уголок 12 крышки одновременно является и гасящим сопротивлением СЭ-02 ($r = 10\,000\, \text{ом}$).

Устройство конденсатора. Назначение и работа конденсатора описаны в § 31.

Конденсатор состоит из двух обкладок, выполненных в виде лент из алюминиевой фольги, изолированных друг от друга диэлектриком, которым является бумажная лента, пропитанная маслом, парафином, церезином, головаксом или их смесью с канифолью. Обкладка имеет ширину 35 мм и длину 2000 мм, а каждая из двух лент диэлектрика имеет ширину 40 мм и длину 2100 мм. От каждой из обкладок выводится гибкий провод. Обкладки и диэлектрик свертываются в рулон, затем для удаления воздуха между обкладками и диэлектриком погружаются в пропиточную жидкость, находящуюся в камере, после чего в этой камере создается вакуум. При этом все зазоры между диэлектриком и обкладками заполняются пропиточным материалом, благодаря чему уменьшается вероятность пробоя диэлектрика.

С 1955 г. применяют малогабаритные, полностью герметизированные конденсаторы, у которых на бумагу (диэлектрик), предварительно пропитанную маслом или другим пропиточным материалом, с двух сторон напыливается очень тонкий слой металла. От каждого слоя металла обкладки отводится в разные стороны по одному гибкому проводничку. Перед свертыванием в рулон на лист с обкладками накладывают лист конденсаторной бумаги, предотвращающий соединение обкладок между собой. Рулон пропитывают маслом в вакуумной камере. При установке рулона в гильзу проводник одной обкладки соединяется с гильзой (массой), а другой — с гибким изолированным проводником, проходящим через отверстие изоляционной шайбы гильзы. В этих конденсаторах для лучшей герметизации внутренней полости гильзы на торец рулона со стороны выводного проводника между двумя текстолитовыми шайбами кладется слой битума. В системе батарейного зажигания параллельно контактам прерывателя включается конденсатор емкостью 0,17—0,25 мкф (см. рис. 41 и 52). Диэлектрик конденсатора испытывают при помощи переменного тока напряжением 600 в в течение 1 мин. Сопротивление изоляции описанного диэлектрика — порядка 50 мгом при 20°C и 8 мгом при 60°C (при постоянном токе).

§ 36. Влияние момента зажигания на работу двигателя. Приборы и приспособления, регулирующие опережение зажигания

Рабочая смесь в цилиндре двигателя сгорает не мгновенно, а в течение некоторого времени, исчисляемого несколькими тысячными долями секунды. Поэтому для получения максимальной мощности и экономичности двигателя необходимо зажигать рабочую смесь не в тот момент, когда поршень находится в в.м.т. в конце такта сжатия, а несколько раньше, т. е. искровой разряд между электродами свечи должен происходить с необходимым опережением.

Углом опережения зажигания называется угол поворота кривошипа коленчатого вала из положения, соответствующего появлению искры между электродами свечи зажигания, до положения, при котором поршень находится в в.м.т.

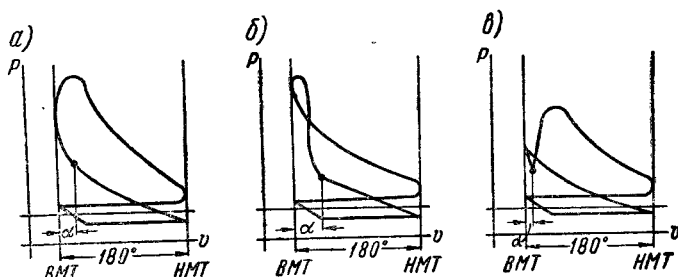


Рис. 55. Индикаторные диаграммы четырехтактного двигателя при различном моменте зажигания рабочей смеси:
а — при нормальном опережении зажигания; б — при чрезмерно раннем зажигании; в — при чрезмерно позднем зажигании

На рис. 55 изображены диаграммы четырехтактного двигателя, снятые в различные моменты зажигания рабочей смеси. Угол поворота кривошипа при движении поршня между мертвыми точками соответствует 180° . По вертикали отложено давление газов P в цилиндре двигателя. При нормальном угле опережения зажигания (рис. 55, а) зажигание смеси искрой происходит до прихода поршня в в.м.т. с опережением, равным α градусов. При этом сгорание рабочей смеси сопровождается повышением давления при движении поршня от н.м.т. к в.м.т. при уменьшении объема V в цилиндре. Сгорание рабочей смеси заканчивается при повороте кривошипа на $10-15^\circ$, т. е. на линии расширения. При таком сгорании рабочей смеси двигатель развивает наибольшую мощность и экономичность.

Если же искра между электродами свечи будет появляться слишком рано (рис. 55, б), т. е. угол опережения зажигания будет слишком большим, то резкое нарастание давления газов происходит до прихода поршня в в.м.т. и будет препятствовать его движению. При этом на диаграмме образуется петля, соответствующая отрицательной работе газа.

При чрезмерно раннем опережении зажигания мощность и экономичность двигателя падают; кроме того, снижается приемистость двигателя, работа двигателя под нагрузкой сопровождается стуками и повышенным нагревом, при малых оборотах холостого хода двигатель работает неустойчиво.

При зажигании рабочей смеси в в.м.т. или позже (рис. 55, в) горение смеси будет происходить при увеличивающемся объеме. При этом давление газов в цилиндре будет очень мало, поэтому мощность и экономичность двигателя при слишком позднем зажигании также снижаются. В этом случае догорание смеси может происходить в выпускном трубопроводе, что вызовет сильный перегрев двигателя.

При работе двигателя угол опережения зажигания должен изменяться в зависимости от оборотов вала двигателя и его нагрузки, а установка зажигания (момент размыкания контактов прерывателя) должна изменяться в зависимости от октанового числа топлива.

С увеличением оборотов вала двигателя уменьшается время, приходящееся на каждый такт рабочего процесса,

и для обеспечения своевременного сгорания рабочей смеси необходимо угол опережения зажигания увеличивать; при уменьшении оборотов двигателя опережение зажигания необходимо уменьшать. На рис. 56 изображена зависимость наивыгоднейшего изменения угла опережения зажигания от числа оборотов вала двигателя при полном открытии дросселя для получения наибольшей мощности двигателя.

С увеличением нагрузки наполнение цилиндров горючей смесью увеличивается, а процентное содержание остаточных газов в рабочей смеси уменьшается. При этом скорость сгорания смеси повышается. Следовательно, опережение зажигания необходимо уменьшить.

При снижении нагрузки (при закрытии дросселя) наполнение цилиндров горючей смесью уменьшается, а процентное содержание остаточных газов увеличивается, поэтому рабочая смесь будет гореть медленнее, что требует увеличения угла опережения зажигания. На рис. 57 показана зависимость наивыгоднейшего угла опережения зажигания от нагрузки двигателя.

Следовательно, угол опережения зажигания должен быть увеличен с возрастанием числа оборотов вала двигателя и уменьшением нагрузки и наоборот.

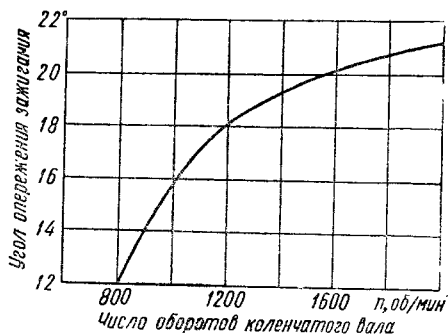


Рис. 56. Зависимость наивыгоднейшего угла опережения зажигания от оборотов вала двигателя при полном открытии дросселя

При перегреве двигателя склонность рабочей смеси к самовоспламенению и детонации возрастает, а также эта склонность возрастает и при увеличении нагарообразования в цилиндрах, особенно в двигателях с большой степенью сжатия; поэтому угол опережения зажигания следует уменьшить.

При применении топлива с малым октановым числом, склонного детонировать даже при малых нагрузках, опережение зажигания уменьшают и наоборот.

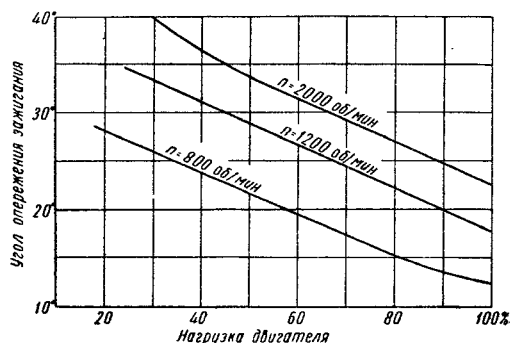


Рис. 57. Зависимость наивыгоднейшего угла опережения зажигания от нагрузки двигателя

Для изменения угла опережения зажигания в зависимости от числа оборотов вала двигателя применяется центробежный автомат. При изменении нагрузки двигателя, т. е. при изменении положения дросселя карбюратора угол опережения зажигания изменяется вакуумным автоматом.

Для установочной регулировки зажигания в зависимости от октанового числа топлива, нагарообразования в цилиндрах, компрессии в цилиндрах и других факторов в прерывателе-распределителе имеется октан-корректор, с помощью которого корпус прерывателя-распределителя поворачивается относительно положения кулачка вручную.

Устройство и работа центробежного автомата опережения зажигания показаны на рис. 58. К валику привода 12 жестко укреплен пластина 10, на которой жестко укреплены оси 9 и 16 грузиков 7 и 15 и кронштейны 11 и 17 пружин. Грузики стягиваются пружинами 13 и 18, которые отличаются упругостью, диаметром проволоки и шагом. Более сильная пружина устанавливается свободно, а слабая — с некоторым растяжением. При этом обеспечивается необходимое изменение угла опережения зажигания при изменении числа оборотов вала двигателя (см. рис. 59). На шипы 8 и 14 грузиков устанавливается фланец 4 с жестко укрепленным к нему кулачком 3. Осевое смещение кулачка на направляющей части 6 валика привода ограничивается винтом 2. Люфт в соединении шипов грузиков с прорезами фланца выбирается пружиной 5. Смазка направляющей валика привода производится маслом, которым пропитывается фитиль 1.

По мере увеличения оборотов возрастает центробежная сила грузиков, которая, преодолевая силу сопротивления пружин, раздвигает грузики в стороны. При этом шипы 8 и 14 грузиков поворачивают фланец 4, а вместе с ним и кулачок 3 по направлению его вращения; при этом размыкание контактов прерывателя происходит раньше, а следовательно, угол опережения зажигания увеличивается. При уменьшении оборотов пружины возвращают грузики, фланец и кулачок в исходное положение, и угол опережения зажигания уменьшается.

Зависимость между числом оборотов вала двигателя и углом опережения зажигания, создаваемого центробежным автоматом (характеристика центробежного автомата) распределителя типа Р-21, приведена на рис. 59. Характеристики центробежных автоматов опережения зажигания прерывателей-распределителей других типов приведены в табл. 17.

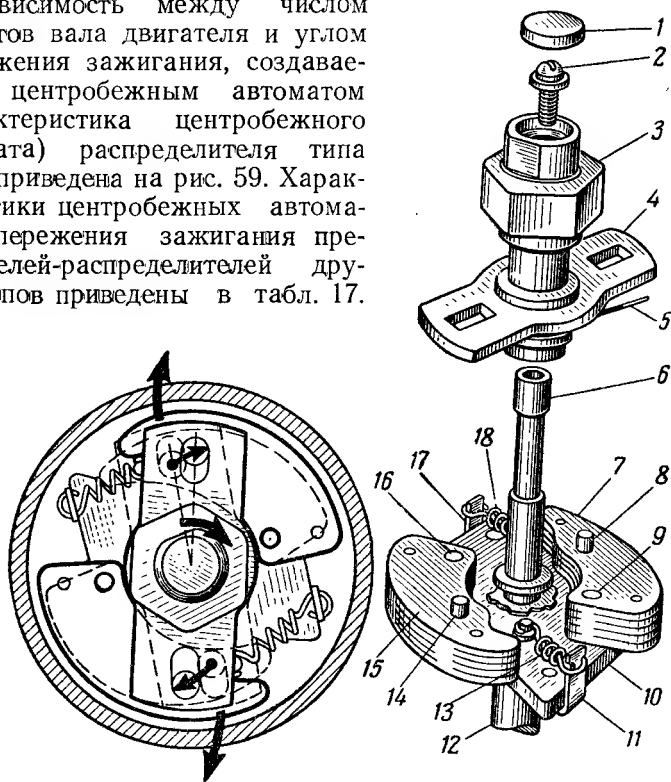


Рис. 58. Центробежный автомат опережения зажигания

При увеличении нагрузки двигателя дроссель карбюратора открыт на большую величину; при этом число оборотов коленчатого вала двигателя можно поддерживать все время неизменным, изменяя открытие дросселя. В это время центробежный автомат опережения зажигания будет поддерживать постоянный угол опережения зажигания, зависящий от оборотов. Но при увеличении нагрузки наполнение цилиндров горючей смесью увеличивается, а процентное содержание остаточных газов, замедляющих горение рабочей смеси, уменьшается. При этом скорость сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя возрастает;

если не уменьшить угла опережения зажигания, то двигатель будет работать с детонацией.

Вакуумный автомат опережения зажигания изображен на рис. 60. Автомат крепится своим кронштейном 10 к корпусу 11 прерывателя-распределителя винтами 12. Между корпусом 8 и крышкой 1 закреплена диафрагма 7, изготовленная из специальной ткани, пропитанной лаками, не растворимыми бензином. В центре диафрагмы крепится тяга 9, которая соединена с шипом 13 диска 14 прерывателя. Диск прерывателя установлен на шариковом подшипнике 26 (см. рис. 52), что обеспечивает необ-

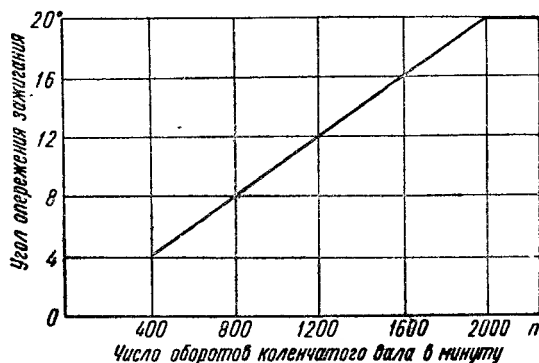


Рис. 59. Характеристика центробежного автомата опережения зажигания прерывателя-распределителя Р-21

ходимую чувствительность прибора к небольшим изменениям разрежения во впускном трубопроводе двигателя. Пружина 6 отжимает диафрагму 7 в сторону корпуса распределителя — в положение, соответствующее позднему зажиганию. Поворот диска 5 прерывателя ограничивается специальным шипом, закрепленным в нижнем, неподвижном диске 4 (см. рис. 52). Полость корпуса 8 (см. рис. 60) сообщается с атмосферой, а полость крышки 1 посредством трубопровода 5 сообщается со смесительной камерой карбюратора. Между штуцером 4 с резьбовой частью 2 и крышкой 1 корпуса устанавливается уплотнительная прокладка 3, обеспечивающая герметичность этой полости прибора.

При большой нагрузке (при большом открытии дросселя) разрежение в смесительной камере и в соединенной с ней полости автомата мало, и пружина 6 удерживает диафрагму 7, а следовательно, через тягу 9 — и диск 14 прерывателя в положении, соответствующем позднему зажиганию. По мере уменьшения нагрузки (прикрытия дросселя) разрежение в смесительной камере и полости регулятора будет увеличиваться; при этом диафрагма 7 будет прогибаться в сторону пружины 6, сжимая ее, и одновременно через тягу 9 провертывать диск 14 прерывателя навстречу вращению кулачка. При этом угол опережения зажигания будет увеличиваться.

По мере увеличения оборотов возрастает центробежная сила грузиков, которая, преодолевая силу сопротивления пружин, раздвигает грузики в стороны. При этом шипы 8 и 14 грузиков поворачивают фланец 4, а вместе с ним и кулачок 3 по направлению его вращения; при этом размыкание контактов прерывателя происходит раньше, а следовательно, угол опережения зажигания увеличивается. При уменьшении оборотов пружины возвращают грузики, фланец и кулачок в исходное положение, и угол опережения зажигания уменьшается.

Зависимость между числом оборотов вала двигателя и углом опережения зажигания, создаваемого центробежным автоматом (характеристика центробежного автомата) распределителя типа Р-21, приведена на рис. 59. Характеристики центробежных автоматов опережения зажигания прерывателей-распределителей других типов приведены в табл. 17.

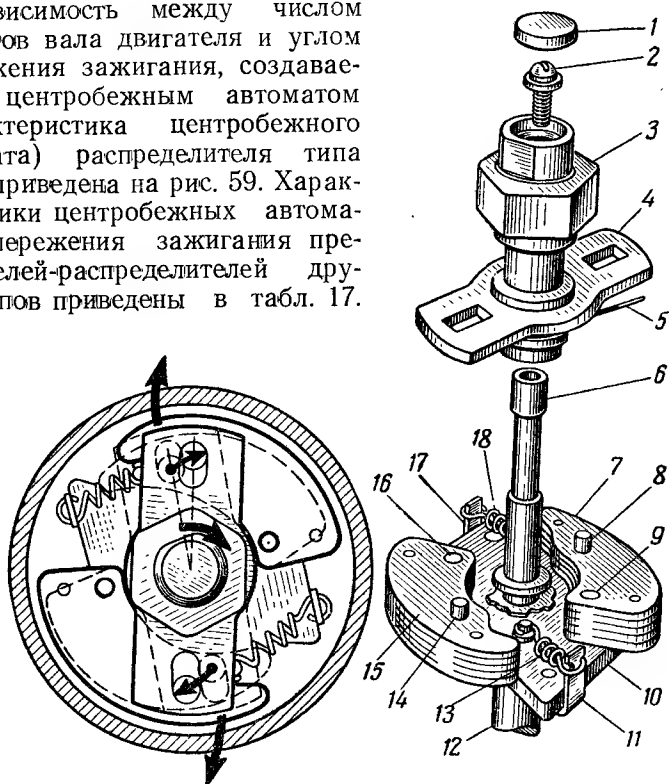


Рис. 58. Центробежный автомат опережения зажигания

При увеличении нагрузки двигателя дроссель карбюратора открыт на большую величину; при этом число оборотов коленчатого вала двигателя можно поддерживать все время неизменным, изменяя открытие дросселя. В это время центробежный автомат опережения зажигания будет поддерживать постоянный угол опережения зажигания, зависящий от оборотов. Но при увеличении нагрузки наполнение цилиндров горючей смесью увеличивается, а процентное содержание остаточных газов, замедляющих горение рабочей смеси, уменьшается. При этом скорость сгорания рабочей смеси в цилиндрах двигателя возрастает;

если не уменьшить угла опережения зажигания, то двигатель будет работать с детонацией.

Вакуумный автомат опережения зажигания изображен на рис. 60. Автомат крепится своим кронштейном 10 к корпусу 11 прерывателя-распределителя винтами 12. Между корпусом 8 и крышкой 1 закреплена диафрагма 7, изготовленная из специальной ткани, пропитанной лаками, не растворимыми бензином. В центре диафрагмы крепится тяга 9, которая соединена с шипом 13 диска 14 прерывателя. Диск прерывателя установлен на шариковом подшипнике 26 (см. рис. 52), что обеспечивает необ-

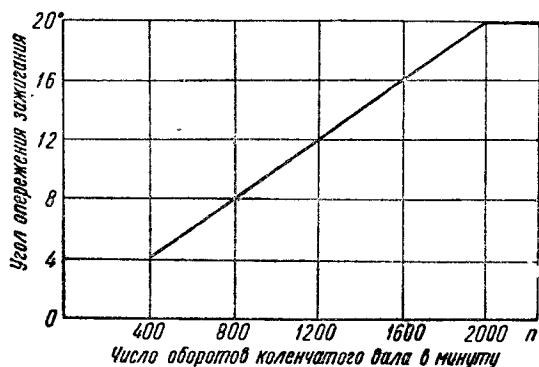


Рис. 59. Характеристика центробежного автомата опережения зажигания прерывателя-распределителя Р-21

ходимую чувствительность прибора к небольшим изменениям разрежения во впускном трубопроводе двигателя. Пружина 6 отжимает диафрагму 7 в сторону корпуса распределителя — в положение, соответствующее позднему зажиганию. Поворот диска 5 прерывателя ограничивается специальным шипом, закрепленным в нижнем, неподвижном диске 4 (см. рис. 52). Полость корпуса 8 (см. рис. 60) сообщается с атмосферой, а полость крышки 1 посредством трубопровода 5 сообщается со смесительной камерой карбюратора. Между штуцером 4 с резьбовой частью 2 и крышкой 1 корпуса устанавливается уплотнительная прокладка 3, обеспечивающая герметичность этой полости прибора.

При большой нагрузке (при большом открытии дросселя) разрежение в смесительной камере и в соединенной с ней полости автомата мало, и пружина 6 удерживает диафрагму 7, а следовательно, через тягу 9 — и диск 14 прерывателя в положении, соответствующем позднему зажиганию. По мере уменьшения нагрузки (прикрытия дросселя) разрежение в смесительной камере и полости регулятора будет увеличиваться; при этом диафрагма 7 будет прогибаться в сторону пружины 6, сжимая ее, и одновременно через тягу 9 провертывать диск 14 прерывателя навстречу вращению кулачка. При этом угол опережения зажигания будет увеличиваться.

Одной из ответственных частей свечи зажигания (рис. 63) является керамический изолятор 7.

К изолятору свечи предъявляются следующие основные требования: а) высокая механическая прочность, обеспечивающая возможность выдерживать давление газов в цилиндре, достига-

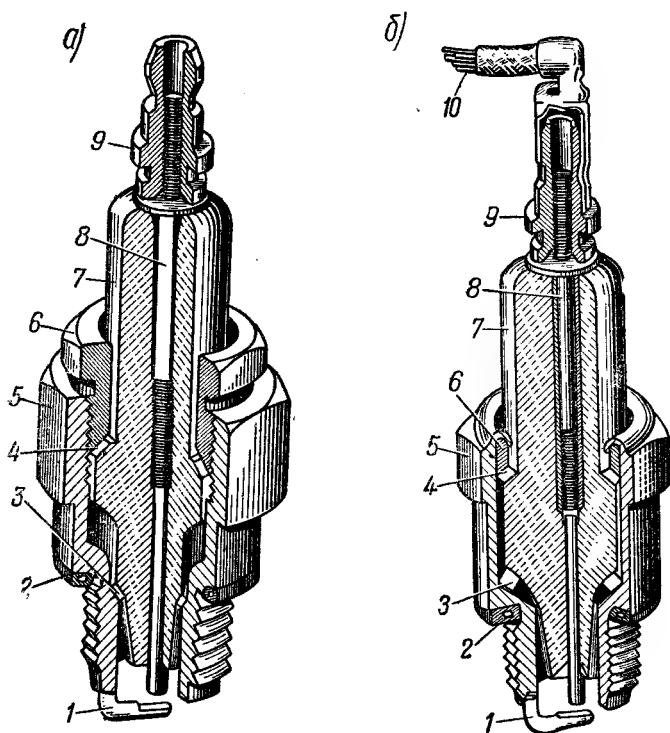


Рис. 63. Свеча зажигания:
а — разборная; б — неразборная

ющее 40 кг/см^2 ; б) высокая электрическая прочность при нагреве до 700°C ; при этой температуре изолятор не должен пробиваться током высокого напряжения; в) способность переносить резкие и частые колебания температуры, обусловленные омыванием свечи сгорающей смесью и свежей смесью, поступающей в цилиндры двигателя.

Свеча зажигания должна быть герметичной, так как в случае прорыва газов произойдет перегрев изолятора, что приведет к самовоспламенению рабочей смеси.

При работе двигателя нижний конец изолятора и центральный электрод должны быть нагреты до температуры $600\text{--}700^\circ \text{C}$.

В стальном корпусе 5 (см. рис. 63) устанавливается керамический изолятор 7 с центральным электродом 8. Утолщенная часть изолятора 7 зажата в стальном корпусе 5 через медную шайбу 3 и латунную шайбу 4. Обе шайбы обеспечивают отвод

тепла от изолятора и герметичность свечи, а также воспринимать давление, передаваемое на изолятор газами.

Для обеспечения герметичности цилиндра под корпус свечи ставится металло-асбестовая прокладка 2 (см. рис. 63). В разборных свечах изолятор крепится в корпусе нажимной гайкой 6 (рис. 63, а), в неразборных свечах (рис. 63, б) — завальцовкой верхней части корпуса. Стержень центрального электрода выполняется из стали, а центральный электрод (нижняя часть) — из никельмарганцевой проволоки (97% никеля и 3% марганца). Боковой электрод 1 из такой же проволоки закреплен в торце нижней части корпуса. Применение марганца уменьшает хрупкость никеля, вызываемую нагревом.

Стержень центрального электрода ввинчивается в изолятор до обжига; на верхнюю часть стержня навинчен зажим 9, к которому крепится провод 10 от прерывателя-распределителя тока высокого напряжения.

Зазор между электродами регулируют подгибанием только бокового электрода 1. Нормальная величина зазора равна 0,6—0,7 мм. Зазор в свечах двигателей со степенью сжатия выше 6,8 и при зажигании от магнето уменьшают до 0,5—0,6 мм в целях облегчения пуска двигателя.

Керамический изолятор изготавливается из уралита с содержанием окиси алюминия Al_2O_3 до 75—80% или же из синоксаля с содержанием Al_2O_3 97—98%. Реже применяется синтеркорунд (электрокорунд), в котором содержание окиси алюминия достигает 99%. Этот вид изолятора обладает очень высокой электрической и механической прочностью. Изолятор после соответствующей формовки, просушки и механической обработки подвергается обжигу, а затем глазировке верхней его части.

После глазировки резко снижается пористость изолятора, что препятствует большому отложению влаги, а следовательно, предотвращает поверхностный разряд тока высокого напряжения.

Тепловая характеристика свечей зажигания. Для бесперебойной работы свечи зажигания температура нижней части изолятора должна быть в пределах 600—700°C (температура самоочистения).

При этой температуре происходит сгорание масла, попадающего на изолятор свечи, и тем самым уменьшается нагарообразование. При правильном подборе свечи для данного двигателя нижняя часть изолятора после некоторого периода работы должна иметь светлокоричневый цвет. Если же температура нижней части изолятора будет ниже 600°C, то даже при нормальном составе горючей смеси, нормальном уровне масла в картере двигателя и хорошем состоянии поршневых колец на нижней части изолятора возможно отложение нагара, что вызовет перебои в работе двигателя.

При температуре нижней части изолятора выше 800°C происходит воспламенение рабочей смеси от соприкосновения с раскаленным изолятором (наступает калильное зажигание).

Нагрев нижней части изолятора зависит от его размера, от диаметра отверстия в нижней части корпуса свечи, числа оборотов вала двигателя, степени сжатия, коэффициента наполнения цилиндров горючей смесью и ее состава, материала изолятора и других факторов.

Отвод тепла от изолятора на корпус свечи осуществляется в основном нижней медной уплотняющей шайбой 3 (см. рис. 63) и частично верхней латунной шайбой 4. Часть тепла излучается в воздух с поверхности верхней части изолятора (для чего иногда на верхней части изолятора выполняют ребра) и с поверхности корпуса.

На рис. 64 изображены свечи зажигания с разной тепловой характеристикой. Свеча зажигания, изображенная на рис. 64, а, предназначена для малооборотных двигателей с малой степенью сжатия; такая свеча с малой теплоотдачей условно называется «горячей».

Для поддержания температуры нижней части изолятора в пределах $600-700^{\circ}\text{C}$ внутренний диаметр отверстия корпуса выполнен большим, а нижняя часть изолятора (размер a) — длинной. При таких размерах изолятор хорошо нагревается, а условия охлаждения его ухудшены, так как путь для отвода тепла, показанный пунктиром, относительно велик.

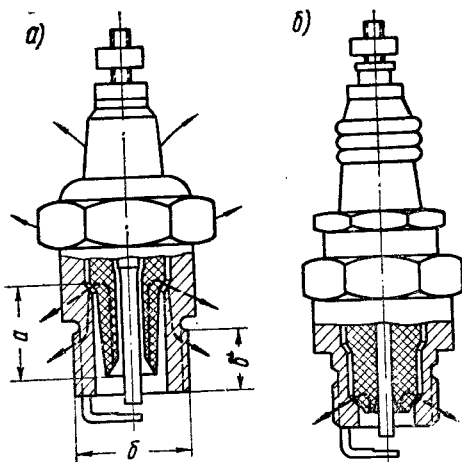


Рис. 64. Свеча зажигания:
а — «горячая»; б — «холодная»

Свеча зажигания, показанная на рис. 64, б, предназначена для быстроходных двигателей с большой степенью сжатия. В этих свечах поверхность нижней части изолятора мала, а площадь верхней части изолятора за счет ее удлинения и выполнения на ней ребер велика, что в сочетании с малым диаметром отверстия в нижней части корпуса обеспечивает хороший отвод тепла. Такую свечу, обладающую высокой теплоотдачей, условно называют «холодной».

Для каждого двигателя свеча зажигания должна иметь соответствующую тепловую характеристику. Даже для одного и того же двигателя в зависимости от времени года, режима работы двигателя, качества топлива, масла и других факторов должны применяться свечи зажигания с разной тепловой характеристикой.

В маркировке свечей зажигания отечественного производства тепловая характеристика отражается косвенно — длиной нижней части изолятора.

Основные марки свечей зажигания, рекомендуемых для различных двигателей, приведены в табл. 18.

Таблица 18

Марка свечи	Ставится на двигателе автомобиля	Марка свечи	Ставится на двигателе автомобиля (трактора)
НМ-12/12ВУ НМ-12/10В НМ-12/12АУ НА-11/14АУ НА-11/11А	ГАЗ-51 (зимой) ГАЗ-51 (летом) М-20 ЗИЛ-150 (зимой) ЗИЛ-150 (летом)	НА 12/15А НТ 7/12А НА 11/11ВУ	ЗИМ ЗИЛ-110 ПД-10 трактора ДТ-54 П-46 трактора С-80

Маркировка типа свечи: Н — неразборная свеча; М — метрическая резьба ввертной части корпуса диаметром 18 мм, шаг — 1,5 мм; (рис. 64, а, размер б); буква А (перед цифрами) — метрическая резьба диаметром 14 мм, шаг — 1,25 мм; Т — метрическая резьба диаметром 10 мм, шаг — 1 мм; числитель дроби показывает длину ввертной части корпуса в миллиметрах (см. рис. 64, а, размер в), знаменатель — длину нижней части изолятора в миллиметрах (см. рис. 64, а, размер а); А, Б, В после цифр соответствуют виду зажимных гаек 9 (см. рис. 63); буква У указывает, что изолятор свечи уралитовый.

При подборе свечей зажигания к двигателю необходимо руководствоваться следующим основным правилом. Если свечи часто загрязняются нагаром, то это указывает, что они для данного двигателя слишком «холодные», и их необходимо заменить другими, более «горячими». Если двигатель после выключения зажигания продолжает некоторое время работать и при работе стучит, то это указывает, что свечи вызывают калильное зажигание, и их надо заменить более «холодными».

Свеча, ввернутая в головку цилиндра, не должна выступать в полость камеры сгорания. Если часть корпуса свечи будет выступать, произойдет перегрев свечи и возникнет калильное зажигание. Кроме того, о выступающую часть корпуса свечи в некоторых двигателях может удариться клапан, что приведет к аварии двигателя.

Если ввертная часть корпуса свечи коротка, то под корпусом свечи образуется камера, в которой будет оставаться большое количество продуктов сгорания, что затруднит доступ к электродам свечи свежей порции горючей смеси, а поэтому возникнут перебои в зажигании рабочей смеси.

§ 38. Электрофакельный подогреватель воздуха в двигателе ЯАЗ-204

В систему зажигания (рис. 65) топлива в воздушной камере двигателя ЯАЗ-204 входят следующие приборы:

а) катушка зажигания Б-17 с электромагнитным прерывателем, рассчитанная на питание от источника напряжением 12 в; первичная обмотка 3 катушки имеет 245 витков (провод ПЭЛ диа-

метром 0,7 мм с сопротивлением обмотки 0,67 ом); вторичная обмотка 8 имеет 11 000 витков (провод ПЭЛ диаметром 0,07 мм);

б) конденсатор 4 емкостью 0,14—0,19 мкф;

в) свеча зажигания 2 СР-43;

г) выключатель 10;

д) сигнальная лампа 9 включения катушки.

В случае затруднения пуска двигателя стартером, что обычно бывает при температуре воздуха ниже +5°C, включают электрофакельный подогреватель воздуха.

При помощи пускового насоса из бачка через особую форсунку в воздушную камеру блока цилиндров двигателя впрыскивается керосин. За 1—2 мин. до подачи топлива выключателем 10 включают первичную цепь, и при работе катушки электромагнитный прерыватель, прерывая цепь тока низкого напряжения с частотой около 400 пер/сек, обеспечивает создание почти непрерывно действующего искрового разряда между электродами свечи.

Струя распыленного керосина поджигается искрой, и тепло, выделяемое при неполном сгорании керосина, подогревает воздух, нагнетаемый в цилиндры двигателя. После прогрева двигателя прекращают подачу топлива и выключают катушку зажигания.

При включении катушки выключателем 10 одновременно включается сигнальная лампа 9, которая включена параллельно первичной цепи системы зажигания.

Цепь тока низкого напряжения: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — первичная обмотка 3 — якорек 7 — контакты прерывателя 6 — регулировочный контактный винт 5 — выключатель 10 — плавкий предохранитель 11 — амперметр — отрицательный зажим аккумуляторной батареи.

При включенной катушке сердечник притягивает якорек 7, контакты прерывателя размыкаются, и во вторичной обмотке 8 индуцируется э.д.с., создающая искровой разряд между массовым электродом 1 и электродом свечи зажигания 2.

Цепь тока высокого напряжения: вторичная обмотка 8 — воздушный зазор между электродами 1 и 2 свечи зажигания — масса — вторичная обмотка.

После прерывания тока якорек, в силу упругости стальной пластины, снова замыкает контакты; размыкание и замыкание

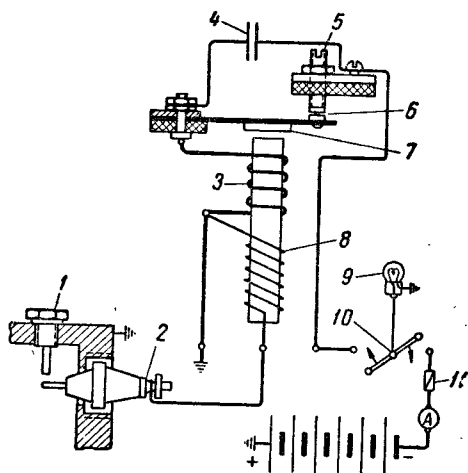


Рис. 65. Схема системы зажигания электрофакельного подогревателя воздуха (двигатель ЯАЗ-204)

контактов повторяется с частотой 400 пер/сек. Конденсатор 4 включен параллельно контактам прерывателя. Зазор между сердечником катушки и якорьком колеблется в пределах 0,8—1,0 мм и регулируется контактным винтом 5.

§ 39. Проверка работы приборов системы батарейного зажигания и их регулировка

Проверка работы и регулировка приборов зажигания производятся при втором техническом обслуживании автомобиля, ремонте приборов и при необходимости.

Для проверки исправности и работы приборов зажигания, проведения их регулировки применяют различные приспособления и контрольные приборы, например, динамометр, трехэлектродный разрядник, прибор проверки зажигания (ППЗ), синхроскоп, контрольно-испытательные стенды КИС-2 и УКИС-М-1, комплект измерительных приборов КИПР-1, прибор для очистки и проверки свечей зажигания и др.

Натяжение пружины подвижного контакта прерывателя определяется при замкнутых контактах при помощи динамометра (безмена), крючок которого присоединяют к концу рычажка (около контакта) и оттягивают рычажок прерывателя до начала размыкания контактов, и по показаниям динамометра судят о натяжении пружины. Величины нормального натяжения пружин прерывателей в граммах приведены в табл. 17.

Если натяжение пружины прерывателя будет меньше нормального, то перемещают конец пружины в месте закрепления ее винтом. Если же и после этого натяжение будет меньше нормальной величины, заменяют рычажок вместе с пружиной.

Проверка угла замкнутого состояния контактов прерывателя производится обычно на КИС-2 и УКИС-М-1 или на стенде для проверки и регулировки приборов батарейного зажигания (рис. 66). Для этой проверки необходимо:

- а) установить испытуемый прерыватель-распределитель 15 на стенд, соединив его вал с муфтой 3 электродвигателя 4;
- б) включить выключатель 8 первичной цепи зажигания;
- в) выключателем 13 включить параллельно контактам прерывателя контрольную лампу 14;
- г) медленно вращать рукой вал прерывателя-распределителя.

При каждом размыкании контактов прерывателя лампа 14 будет загораться, а между острием разрядника 1 и металлическим градуированным неподвижным диском 2 будет возникать искра.

При замыкании контактов прерывателя лампа гаснет. Угол замкнутого состояния контактов прерывателя определяется по числу градусов, на которое повернулся разрядник при негорящей лампе. Величины углов замкнутого состояния контактов прерывателя для различных прерывателей-распределителей приведены в табл. 17.

Износ граней кулачка, биение валика прерывателя, уменьшение и увеличение зазора между контактами прерывателя и другие

неисправности изменяют величину угла замкнутого состояния контактов прерывателя, что является причиной уменьшения напряжения во вторичной цепи зажигания и появления перебоев в зажигании.

Проверка точности чередования искр производится следующим образом. Выключают контрольную лампу 14 и выключателем 7 включают электродвигатель 4; реостатом 6 устанавливают 200—

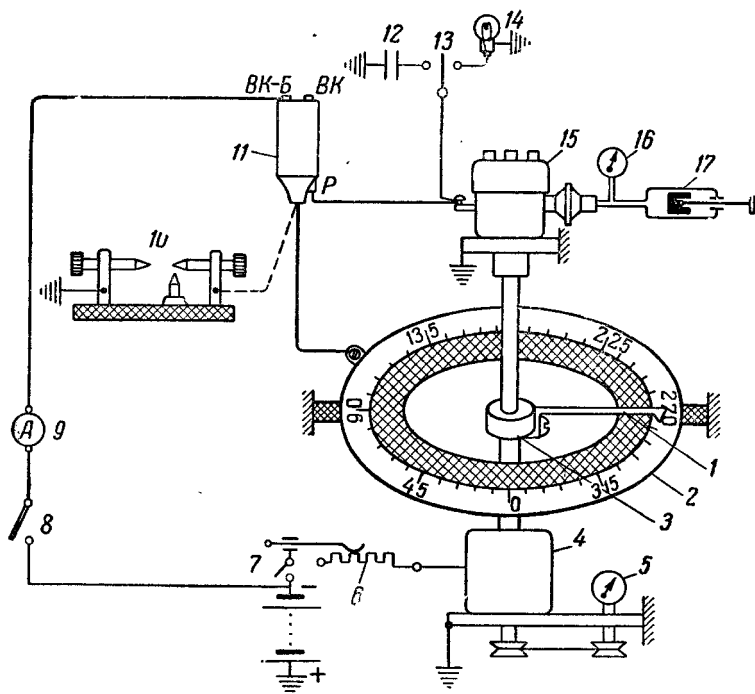


Рис. 66. Стенд для проверки и регулировки приборов батарейного зажигания

300 оборотов двигателя в минуту и наблюдают за чередованием искр между острием разрядника 1 и шкалой металлического градуированного диска 2. Искры должны возникать через каждые 90° при проверке прерывателей-распределителей четырехцилиндровых двигателей и через 60° при проверке прерывателей-распределителей шестицилиндровых двигателей.

Проверка работы и регулировки центробежного автомата опережения зажигания производится при вращении валика прерывателя-распределителя с различной скоростью. Для этого следует включить выключатели 7 и 8 и реостатом 6 плавно увеличивать обороты электродвигателя. Наблюдая за показанием тахометра 5 и за смещением искры на градуированном диске 2, надо сопоставить данные, полученные при проверке, с заводскими (см. табл. 17) и в случае их несоответствия произвести регулировку натяжения

пружин грузиков отгибанием кронштейнов 11 и 17 крепления пружин (см. рис. 58) в соответствующем направлении.

Проверку работы и регулировки вакуумного автомата опережения зажигания производят при любом постоянном числе оборотов вала прерывателя-распределителя.

Необходимое разрежение в полости вакуумного автомата создают насосом 17 (см. рис. 66) и контролируют его по показаниям вакуумметра 16. При этом наблюдают за смещением искр на градуированном диске. В случае ослабления пружины 6 диафрагмы (см. рис. 60) начало и конец работы вакуумного автомата будут происходить при меньшем разрежении. Для исправления характеристики автомата необходимо усилить натяжение пружины установкой дополнительных шайб 2 (см. рис. 60) между пружиной 6 и штуцером 4, после чего следует снова проверить работу автомата. На этом же стенде проверяют герметичность автомата по величине падения разрежения. Допускаемое падение разрежения не должно быть более 25 мм рт. ст. в течение минуты.

Испытание катушки зажигания на бесперебойность искрообразования. При этой работе провод высокого напряжения от центрального зажима катушки 11 необходимо присоединить к трехэлектродному разряднику 10 (на рис. 66 это соединение показано пунктиром) и между главными электродами разрядника 10 установить зазор 8 мм.

Если при исправном распределителе и полностью заряженной аккумуляторной батарее между электродами разрядника будет бесперебойное искрообразование в течение 30 сек. при 1900 об/мин (для Р-21—1500 об/мин), то катушка зажигания исправна. Лучше предварительно прогреть катушку во время ее работы при малых оборотах в течение 20—30 мин.; при этом зазор между электродами установить 7 мм.

Витковое замыкание первичной обмотки катушки зажигания устанавливается измерением ее сопротивления; при этом величина тока измеряется амперметром 9.

Проверка выключателя зажигания производится включением его в электрическую цепь с лампой. Испытание проводят при напряжении 6—12 в. При хорошем состоянии контактов выключателя и ротора выключателя, установленного во включенное положение, спираль лампы должна светиться нормальным накалом.

Проверка конденсатора производится несколькими способами. Емкость конденсатора определяют специальными приборами или по величине тока в цепи испытуемого конденсатора, включенного в сеть переменного тока определенной частоты.

При испытании конденсатора последовательно включают в цепь миллиамперметр (электродинамической системы) и реостат с большим сопротивлением. Перед включением электрической цепи сопротивление реостата вводят полностью. После же включения цепи сопротивление реостата полностью выводят. Введенное со-

противление реостата при коротком замыкании конденсатора предохраняет миллиамперметр от повреждения.

Емкость c конденсатора, включенного в сеть переменного тока определенной частоты, определяется по формуле

$$c = \frac{10^{18}}{2\pi fU} \text{ мкф},$$

где: I — ток, а;

f — частота тока, пер/сек;

U — напряжение сети, в.

Лучшим способом проверки конденсатора является проверка его состояния по работе системы зажигания. Для этого испытуемый конденсатор 12 (см. рис. 66) подключают в цепь с заведомо исправными катушкой зажигания и прерывателем-распределителем. Между электродами трехэлектродного разрядника 10 устанавливают зазор, равный 7 мм. Если искрообразование между электродами разрядника будет происходить с перебоями при изменении оборотов от 200 до 1900 в минуту, то конденсатор бракуют. При этом методе проверки, подключая различные конденсаторы, по интенсивности и бесперебойности искрообразования между электродами разрядника можно выбрать из партии проверяемых конденсаторов лучшие.

Для определения исправности конденсатора, не снятого с прерывателя-распределителя, включают зажигание и при неработающем двигателе периодически быстро размыкают контакты прерывателя, удерживая вынутый из гнезда провод от вторичной обмотки катушки зажигания на расстоянии 7—8 мм от массы. Конденсатор считается исправным, если при каждом размыкании контактов прерывателя искрообразование будет бесперебойным, а искрение между контактами прерывателя незначительным. При пробое диэлектрика и отсутствии замыкания обкладок, а также при обрыве выводного провода конденсатора искрение между контактами прерывателя будет сильным, а искрообразование между электродами разрядника при зазоре, равном 7 мм, будет происходить с перебоями. При замкнутых обкладках конденсатора размыкание контактов прерывателя не прерывает тока в первичной цепи, а следовательно, искрового разряда во вторичной цепи не происходит.

Для проверки конденсатора его можно включить через лампу накаливания (чтобы предотвратить короткое замыкание, возможное при замкнутом конденсаторе) в сеть постоянного или переменного тока напряжением от 300 до 500 в, при этом конденсатор заряжается.

Заряженный конденсатор замыкают на корпус; при исправном конденсаторе в момент его замыкания будет возникать искра, по интенсивности которой судят о его состоянии.

При включении в сеть конденсатора с замкнутыми электродами лампа загорается. При включении исправного конденсатора в сеть постоянного тока через неоновую лампу произойдет яркое импульсное свечение газа. Если импульсы свечения не повторяются

или будут очень малыми, то конденсатор считают исправным. При утечке тока через диэлектрик газ будет светиться непрерывно или частыми яркими вспышками.

В зависимости от имеющегося оборудования (стендов, аппаратов и т. п.) проверка конденсаторов, катушек зажигания и прерывателей-распределителей может производиться и другими способами.

Проверка свечей зажигания обычно производится на приборе ГАРО, предназначенном для их очистки и проверки (рис. 67). С целью проверки свечи на бесперебойность искрообразования предварительно регулируют нормальную величину зазора между электродами с обязательной проверкой его круглым щупом, а затем свечу 6 ввертывают в футорку 5 прибора и присоединяют к испытуемой свече провод высокого напряжения от катушки зажигания 2. Рядом с испытуемой свечой в прибор ввернута эталонная свеча, служащая для сравнения искрообразования испытуемой свечи. Воздух от компрессора через патрубки 1 и 3 вводится в камеры 8 испытания свечей. Давление воздуха (8—9 кг/см²) устанавливают регулировочной иглой 7 и контролируют манометром 4. При включении кнопки 20 начинает работать ка-

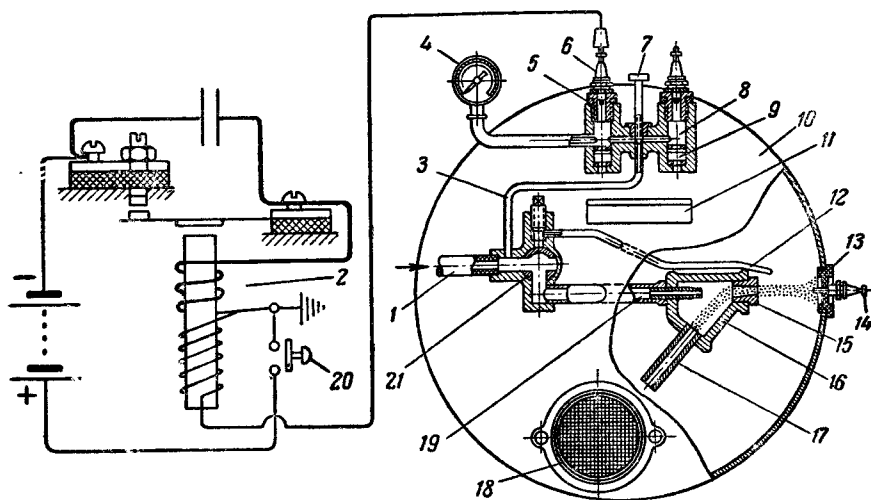


Рис. 67. Схема прибора ГАРО для очистки и проверки свечей зажигания

тушка зажигания 2, снабженная электромагнитным прерывателем; при этом между электродами испытуемой свечи 6 возникают искры. Искровой разряд через стекло 9 камеры отражается зеркалом 11 и наблюдается проверяющим. При исправной свече искра между электродами должна быть бесперебойной. Для оценки качества испытуемой свечи ее работу сравнивают по бесперебойности и интенсивности искрообразования с эталонной свечой, для чего провод высокого напряжения присоединяют к последней. Гер-

метичность свечи определяют по времени снижения показаний манометра 4. За 30 сек. испытания при начальном давлении 20 кг/см^2 допускается снижение давления до $9,5 \text{ кг/см}^2$.

На этом же приборе производят очистку свечей от нагара. Для этого очищаемую свечу 14 устанавливают в резиновую муфту 13 и, установив трехходовой кран 21 в положение, показанное на рис. 67, допускают выход сжатого воздуха по трубке 19 в смесительную камеру 16. При этом песок со дна прибора засасывается воздухом через трубку 17 и, смешиваясь с воздухом, через сопло 15 сильной струей выбрасывается на свечу 14, очищая ее от нагара.

Для лучшей очистки необходимо медленно вращать свечу в течение 8—10 сек. Для обдува очищенную свечу поворачивают на 180° и в течение 3—5 сек. подают по трубке 12 сжатый воздух. С этой целью устанавливают трехходовой кран в положение, при котором будут сообщены патрубок 1 и трубка 12. Выход воздуха из прибора производится через матерчатый уловитель 18 песка, установленный на корпусе 10 прибора сверху.

§ 40. Основные неисправности приборов системы батарейного зажигания

Неисправности приборов системы батарейного зажигания (прерывателя-распределителя, катушки зажигания и др.) в значительной мере нарушают работу двигателя.

Окисление контактов прерывателя уменьшает величину первичного тока, в результате чего уменьшается напряжение во вторичной цепи. Окисленные контакты зачищают абразивной пластинкой или надфилем, после чего проверяют площадь их соприкосновения и установку зажигания.

Уменьшение зазора между контактами прерывателя вследствие неправильной регулировки или износа изолирующего выступа рычажка увеличивает искрение между контактами прерывателя и перенос металла с одного контакта на другой, особенно при работе двигателя на малых оборотах. При этом контакты сильно окисляются и одновременно уменьшается напряжение во вторичной цепи.

Увеличение зазора между контактами уменьшает время их замкнутого состояния, особенно при больших оборотах двигателя, из-за чего уменьшается ток в первичной обмотке катушки зажигания, а следовательно, и напряжение во вторичной цепи.

Величина зазора между контактами ($0,35—0,45 \text{ мм}$) проверяется щупом или на специальных стендах (см. рис. 66), на которых определяют величину угла замкнутого состояния контактов, а по величине угла судят о величине зазора между контактами.

Уменьшение натяжения пружины рычажка прерывателя приводит к «отбрасыванию» рычажка на больших оборотах вала двигателя, из-за чего ток в первичной цепи уменьшается и система зажигания работает с перебоями, особенно при больших оборотах

вала двигателя. Измерение натяжения пружины рычажка производится динамометром.

Неравномерный или сильный износ граней кулачка и его биение при вращении нарушает нормальное чередование искр, а поэтому при работе двигателя будут перебои в зажигании рабочей смеси в цилиндрах.

Уменьшение натяжения пружин грузиков центробежного автомата опережения зажигания увеличивает опережение зажигания на малых и средних оборотах вала двигателя и существенно влияет на его мощность и экономичность.

Уменьшение натяжения пружины вакуумного автомата опережения зажигания вызывает увеличение опережения на всех режимах работы двигателя (кроме режима полной нагрузки).

Повреждение диафрагмы вакуумного автомата опережения зажигания вызывает подсос воздуха в полость впускного трубопровода двигателя, а поэтому вакуумный автомат при малых нагрузках не увеличивает опережения зажигания.

Износ втулок валика прерывателя-распределителя вызывает биение кулачка, что создает перебои в зажигании рабочей смеси в цилиндрах, так как чередование искр нарушается.

Загрязнение ротора и крышки распределителя или образование трещин в них вызывает утечку тока высокого напряжения, что понижает напряжение, подводимое к электродам свечи, и может вызвать перебои в работе двигателя.

При перегорании вариатора (переменного добавочного сопротивления катушки зажигания) цепь тока низкого напряжения замыкается и система зажигания перестает работать.

Витковое замыкание первичной обмотки катушки зажигания при ее перегреве уменьшает сопротивление первичной цепи, что вызывает увеличение тока в ней, а вместе с тем и возрастание нагрева катушки. Перегрев катушки понижает электрическую прочность изоляции вторичной обмотки и может повлечь за собой пробой. При пробое изоляции вторичной обмотки перебои в зажигании наблюдаются на любых оборотах вала двигателя.

Неисправности свечей зажигания (увеличение зазора между электродами, отложение нагара на изоляторе, трещины в изоляторе, замыкание электродов нагаром и др.) вызывают перебои в зажигании рабочей смеси или полное отсутствие искрообразования. Перегрев изолятора свечи при работе двигателя вызовет самовоспламенение рабочей смеси (калильное зажигание).

§ 41. Уменьшение помех радио- и телеприему на автомобиле

Искрение между электродами ротора и крышки распределителя, между электродами свечей зажигания, а также между щетками и коллектором генератора, между контактами прерывателя звукового сигнала, контактами регулятора напряжения и других приборов создают существенные помехи радиоприему, которые проявляются в виде различных шумов, треска, шороха, свиста и т. п.

Система зажигания является источником высокочастотных колебаний электромагнитных волн и вызывает наиболее сильные помехи радиоприему, так как она представляет собой контур, излучающий электромагнитные волны.

Причины возникновения помех объясняются тем, что самоиндукция и емкость обмоток, проводов и других различных частей электрооборудования образуют колебательные контуры, в которых при искровых разрядах возникают высокочастотные колебания в виде электромагнитных волн, которые и пересекают антенну радиоприемника.

Например, в системе батарейного зажигания свеча образует как бы конденсатор с емкостью c , так как центральный электрод и корпус свечи представляют собой два проводника, между которыми помещен изолятор. При прохождении по центральному электроду электрического тока вокруг него создается магнитное поле, а следовательно, центральный электрод имеет некоторую индуктивность.

Таким образом индуктивность и емкость c свечи зажигания создают колебательный контур, а во время искрового разряда в этом контуре возникают высокочастотные колебания. Присоединенный к свече провод выполняет роль антенны, которая и излучает высокочастотные колебания в виде электромагнитных волн в пространство.

Образование колебательных контуров происходит аналогично и на других участках, например, в проводах высокого напряжения. Провод по отношению к массе имеет емкость, так как между проводом и массой имеется изолятор — резина, воздух. Колебательные контуры образуются на любых участках цепи, где имеется индуктивность и емкость, и при искровых разрядах в них возникают высокочастотные колебания.

С целью уменьшения радио- и тепломех в проводах высокого напряжения (между катушкой зажигания и прерывателем-распределителем, между прерывателем-распределителем и каждой свечой зажигания) включают гасящие сопротивления ($r = 8000 — 15\,000\ \text{ом}$). Сопротивления изготавливаются из кристаллов проводников и изоляторов, которые выполнены в виде стержней 1 (рис. 68), расположенных в карболитовых патронах 2. Гасящее сопротивление СЭ-02 (рис. 68, б) включается в провод каждой свечи, а сопротивление СЭ-01 (рис. 68, а) включается в провод высокого напряжения между катушкой зажигания и прерывателем-распределителем. Винты ввертываются в жилы проводов и обеспечивают закрепление их в гнезде гасящего сопротивления. При наличии большого сопротивления в колебательном контуре высокочастотные колебания заглушаются, так как в нем уменьшаются колебательные разряды.

Иногда с целью уменьшения радио- и тепломех применяют и другие защитные устройства, например, экранируют провод, питающий приемник (антенный кабель) и надежно соединяют экраны

с массой автомобиля; включают блокирующие конденсаторы, присоединяемые к зажимам Я и М генератора, параллельно контактам тепловибрационных датчиков температуры воды, давления

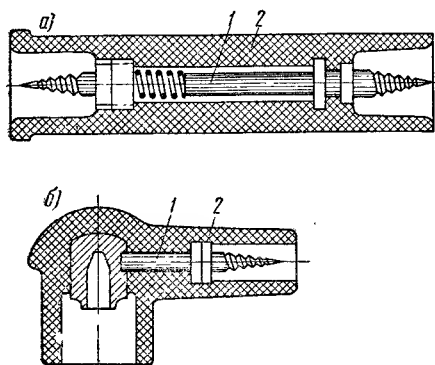


Рис. 68. Гасящие сопротивления для уменьшения радио- и телепомех от системы зажигания:

а—гасящее сопротивление СЭ-02; б—гасящее сопротивление СЭ-01.
1 — карболитовый патрон; 2 — гасящее сопротивление

мех. Следовательно, экран задерживает, не пропускает высокочастотные колебания в пространство.

Блокирующие конденсаторы емкостью 0,5—1 мкф сильно увеличивают емкость имеющихся «паразитных» колебательных контуров; в результате колебательные разряды становятся невозможными. Гибкие тросы, звездчатые шайбы обеспечивают надежное соединение и тем самым сохраняют неизменное распределение токов, текущих по массе, и емкостей относительно массы.

масла и т. п.; соединяют двигатель с кузовом автомобиля гибкими проводами; устанавливают под головки болтов крепления оперения к кузову звездчатые шайбы для обеспечения их надежного соединения с массой (придания единого потенциала) и т. п.

При экранировании электромагнитные колебания, или волны, попадая на экран, индуцируют в нем вихревые токи; в результате энергия электромагнитных волн преобразуется в тепловую энергию, а прошедшие через экран электромагнитные волны настолько ослабевают, что практически не создают по-

Глава IV

МАГНЕТО

§ 42. Принцип работы магнето

Магнето — комбинированный электрический аппарат, в котором объединены магнито-электрический генератор тока низкого напряжения, прерыватель тока низкого напряжения, трансформатор, преобразующий ток низкого напряжения в ток высокого напряжения и распределитель тока высокого напряжения.

На рис. 69 изображена схема магнето М-47Б, устанавливаемого на пусковом двигателе П-46 трактора С-80.

При вращении магнита 2 его магнитный поток, замыкаясь через магнитопроводы 3 и сердечник 7 трансформатора, изменяет свое направление и величину за один оборот магнита два раза. При этом в витках первичной обмотки 11 индуцируется э.д.с., достигающая 15 в, которая и создает переменный ток.

Одновременно магнитный поток индуцирует во вторичной обмотке э.д.с., достигающую 1500 в, которая не может создать искрового разряда между электродами свечи зажигания. Ток низкого напряжения, протекая по первичной цепи (цепь тока низкого напряжения на рис. 69 показана сплошными стрелками), создает вокруг сердечника трансформатора сильный магнитный поток. В момент, когда ток в первичной цепи достигает наибольшей величины, кулачок 23, своей гранью набегая на текстолитовый выступ рычажка 29 прерывателя, вызывает размыкание контактов, а следовательно, и первичной цепи. При этом магнитный поток, исчезая с большой скоростью, индуцирует во вторичной обмотке э.д.с., достигающую 24 000 в (в первичной обмотке э.д.с. самоиндукции достигает 300 в). В этом случае э.д.с. во вторичной обмотке пробивает зазор между электродами свечи и создает искровой разряд. Цепь тока высокого напряжения во вторичной цепи на рис. 69 показана пунктирными стрелками.

Электродвижущая сила самоиндукции первичной обмотки заряжает конденсатор, что уменьшает искрение между контактами прерывателя, а следовательно, предохраняет их от окисления и увеличивает э.д.с., индуцируемую во вторичной обмотке.

За другой полуоборот магнита направление магнитного потока в сердечнике трансформатора меняется, вследствие чего изменяется направление э.д.с. и направление тока в первичной и вторичной цепях.

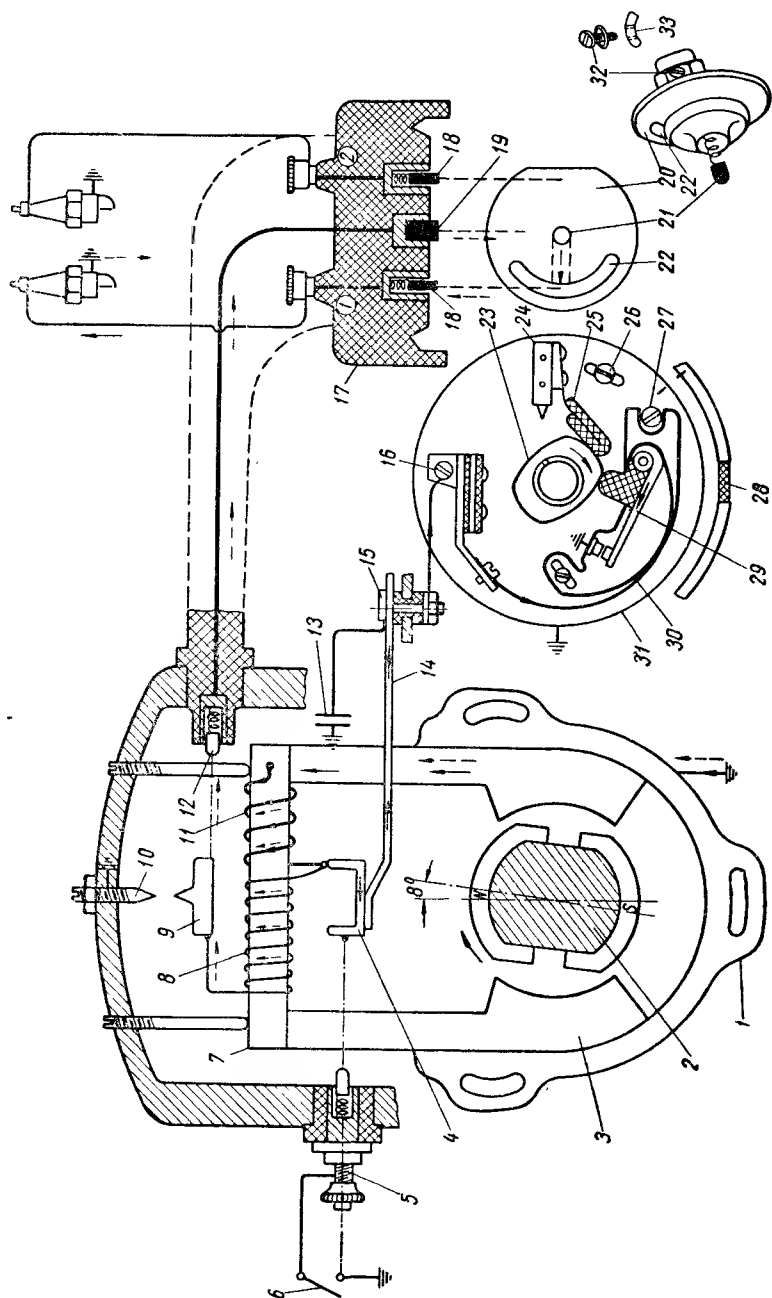


Рис. 69. Схема магнето М-47Б

§ 43. Рабочий процесс магнето

При повороте магнита из положения *I*, когда магнитный поток Φ_0 в сердечнике трансформатора максимальный (рис. 70, ордината Φ_0 при 0°), в положение *III*, когда поток Φ_0 в сердечнике равен нулю (см. на рис. 70 ординату Φ_0 при 90°), магнитный

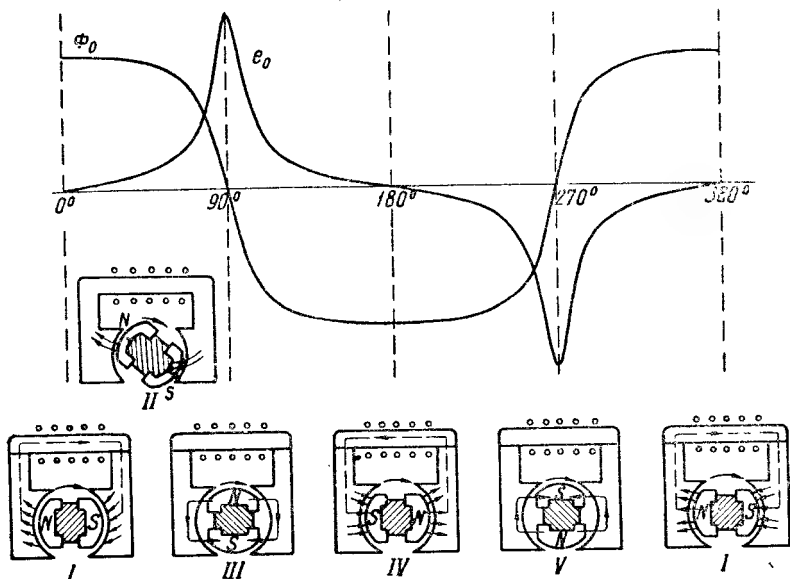


Рис. 70. Зависимость магнитного потока магнита Φ_0 в сердечнике трансформатора магнето и индуцированной им э.д.с. e_0 в первичной обмотке при разомкнутой первичной цепи от угла поворота магнита

поток изменяется от максимальной величины до нуля. Наибольшей величины скорость убывания Φ_0 достигает при установке магнита в нейтральное положение (соответствующее положению *III*), когда магнитный поток магнита замыкается через башмаки магнитопроводов. Убывающий магнитный поток индуцирует в витках первичной и вторичной обмоток э.д.с., величина которой для каждого положения магнита будет зависеть от скорости изменения магнитного потока по времени $\frac{\Delta\Phi_0}{\Delta t}$ и числа витков обмотки.

Наибольшая величина э.д.с., индуцируемой в обмотках, устанавливается при максимальной скорости изменения магнитного потока в сердечнике, что соответствует нейтральному положению магнита (положение *III* и *V* на рис. 70).

На рис. 70 изображена кривая изменения э.д.с., e_0 при разомкнутой первичной обмотке. Во вторичной обмотке э.д.с. изме-

няется по тому же закону, но будет иметь бóльшую величину, соответствующую отношению числа витков вторичной обмотки к числу витков первичной обмотки.

При дальнейшем повороте магнита из положения III в положение IV магнитный поток Φ_0 магнита в сердечнике трансформатора снова возрастает по величине, но будет иметь противоположное направление.

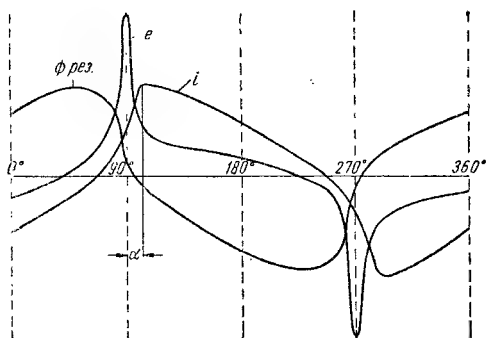


Рис. 71. Зависимость результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$ в сердечнике трансформатора магнето и индуцированной им э.д.с. e и тока i , созданного в короткозамкнутой первичной цепи от угла поворота магнита

Следовательно, за каждые пол-оборота магнита магнитный поток Φ_0 в сердечнике трансформатора один раз имеет наименьшее (нулевое) значение и изменяет свое направление. В этот момент э.д.с. в обмотках достигает максимальной величины (до 15 в в первичной обмотке и до 1500 в во вторичной обмотке).

За один оборот магнита в обеих обмотках два раза индуцируется э. д. с. разного направления. Если замкнуть первичную обмотку, то индуцируемая

э. д. с. создаст ток. Магнитный поток, созданный при этом током в первичной обмотке (называемый магнитным потоком якоря $\Phi_я$), складывается с магнитным потоком постоянного магнита Φ_0 , и в магнитной цепи (магнит — магнитопровод — сердечник трансформатора — магнитопровод) образуется результирующий магнитный поток $\Phi_{рез} = \Phi_я + \Phi_0$, который в магнитной цепи будет изменяться по другим законам (см. на рис. 71 кривую $\Phi_{рез}$). При этом результирующий магнитный поток $\Phi_{рез}$ в витках первичной обмотки индуцирует бóльшую э. д. с. с другим характером изменения.

Магнитный поток первичной обмотки $\Phi_я$ при своем изменении индуцирует в витках обмотки э.д.с. самоиндукции, которая вызовет изменение нарастания и спадания тока в первичной обмотке, в результате чего кривая тока i будет запаздывать и не совпадать с кривой e э.д.с. (рис. 71).

Так как индуктивное сопротивление первичной обмотки $x_L = 2\pi fL$ возрастает с увеличением оборотов магнита, т. е. когда возрастет частота тока $f = \frac{Pn}{60}$, то ток в первичной обмотке будет изменяться по величине, а его максимум — смещаться в направлении вращения магнита.

Таким образом, максимум первичного тока i всегда отстает от индуцированной э.д.с. e в первичной обмотке на некоторый

угол α , равный 8° для магнето М-47Б и М-24. Максимальная величина тока I в первичной обмотке определяется по формуле

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

где: E — э.д.с. в первичной обмотке;
 Z — полное сопротивление первичной цепи.

Когда ток в первичной обмотке и созданный им магнитный поток достигнут наибольшей величины, происходит размыкание контактов прерывателя, которое вызывает быстрое исчезновение магнитного потока якоря. Спаду тока в первичной цепи способствует конденсатор, действие которого в момент размыкания контактов прерывателя магнето аналогично его действию в системе батарейного зажигания.

Исчезающий магнитный поток якоря индуцирует во вторичной обмотке э.д.с. порядка 10 000 — 24 000 в, а в первичной обмотке 200—300 в. Величина э.д.с., индуцируемой во вторичной обмотке магнето, зависит от тех же факторов, что и э.д.с., индуцируемой во вторичной обмотке катушки зажигания. Однако э.д.с. во вторичной обмотке магнето увеличивается по мере увеличения оборотов магнита.

Максимальную величину напряжения, подводимого к электродам свечи зажигания, как и в системе батарейного зажигания, можно определить по формуле

$$U_{2\max} = I_1 \sqrt{\frac{L_1}{c_1 \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} \right)^2 + c_2}}.$$

Так как основным фактором, влияющим на величину напряжения во вторичной цепи U_2 , является ток в первичной цепи I_1 , то размыкание контактов прерывателя должно происходить в определенный момент, когда в первичной обмотке ток достигает максимальной величины (рис. 72), что соответствует определенному положению магнита между башмаками магнитопроводов.

Угол α , на который повернулся магнит из своего нейтрального положения в положение, соответствующее моменту размыкания контактов прерывателя, называется абрисом магнето.

Завод, изготавливающий магнето, указывает величину абриса и делает специальные метки во избежание неправильной сборки магнето и нарушения при этом абриса.

На рис. 72 изображены различные положения магнита и соответствующие им величины размыкаемого тока в первичной цепи при различном абрисе — нормальном, малом, большом.

При своевременном размыкании контактов прерывателя, т. е. при нормально установленном абрисе, в первичной цепи размыкается ток максимальной величины (см. рис. 72, а); при более раннем (рис. 72, б) и более позднем (рис. 72, в) абрисе в первич-

ной цепи будет прерываться ток меньшей величины, а поэтому во вторичной обмотке будет индуцироваться меньшая по величине э.д.с., что может быть причиной перебоев в зажигании.

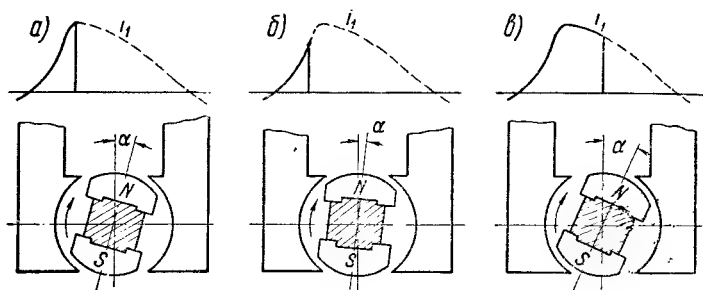


Рис. 72. Положение магнита и величины размыкаемого тока в первичной цепи:
а — при нормальном абрисе; б — при малом абрисе; в — при большом абрисе

§ 44. Характеристики магнето

С увеличением оборотов магнита вследствие более быстрого изменения величины магнитного потока Φ_0 в сердечнике трансформатора в первичной обмотке индуцируется э.д.с., пропорциональная числу оборотов магнита. Так как в первичной обмотке течет переменный ток, то ее кажущееся сопротивление z зависит от величины активного сопротивления r и индуктивного сопротивления $x_L = 2\pi fL$:

$$z = \sqrt{r^2 + x_L^2} = \sqrt{r^2 + (2\pi fL)^2},$$

где: f — частота переменного тока в первичной обмотке;

L — индуктивность первичной обмотки;

r — активное сопротивление первичной цепи.

Переменной величиной, влияющей на величину кажущегося сопротивления z , будет f — частота тока, которая пропорциональна оборотам магнита

$$f = \frac{Pn}{60} \text{ пер/сек.},$$

где: P — число пар полюсов;

n — число оборотов магнита в минуту.

При малых оборотах магнита частота тока f в первичной обмотке мала и индуктивное сопротивление ее $x_L = 2\pi fL$ тоже мало, поэтому им можно пренебречь; и тогда ток в первичной обмотке определится по закону Ома для цепи с активным сопротивлением $I = \frac{E}{r}$, а так как величина E пропорциональна оборотам, то и ток I в первичной обмотке тоже пропорционален оборотам магнита (рис. 73).

При малых оборотах магнита напряжение U_2 во вторичной

цепи будет также пропорционально току в первичной обмотке, а следовательно, оборотам магнита.

При дальнейшем увеличении оборотов возрастает частота тока в первичной обмотке, а вместе с этим возрастает индуктивное сопротивление ее, в результате чего ток в первичной обмотке перестанет повышаться и его величина почти не будет изменяться при увеличении оборотов магнита. Следовательно, перестанет повышаться и напряжение U_2 во вторичной цепи.

Таким образом, магнето на малых оборотах развивает пониженное напряжение, что затрудняет пуск двигателя, особенно при отложении нагара на изоляторе свечи зажигания.

Для сравнения магнето с системой батарейного зажигания на рис. 73 приведены кривые изменения тока в первичной цепи и напряжения во вторичной цепи в системе ба-

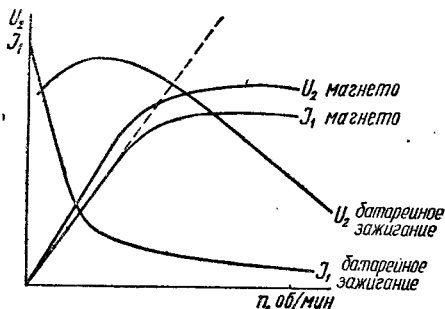


Рис. 73. Характеристика магнето и батарейного зажигания

тарейного зажигания обеспечивает пуск двигателя примерно при 50 об/мин коленчатого вала, в то время как магнето — только при 100 об/мин.

При увеличении оборотов вала двигателя в системе батарейного зажигания напряжение, подводимое к электродам свечей, уменьшается, что может вызвать перебои в работе двигателя, в то время как напряжение магнето при этом возрастает до определенного предела.

§ 45. Устройство магнето

Магнето М-47Б левого вращения, двухискровое, с муфтой опережения зажигания МС-22А, устанавливается на пусковом двигателе П-46 (трактор С-80).

Корпус 1 и крышка корпуса отлиты из алюминиевого сплава (см. рис. 69). Три продолговатых отверстия во фланце корпуса позволяют повернуть магнето для изменения момента размыкания контактов прерывателя при установке зажигания. Закрепленные в корпусе при его отливке два магнитопровода 3 набраны из пластин трансформаторной стали, изолированных окалиной; так же устроен и сердечник трансформатора 7.

Между башмаками магнитопроводов 3 вращается магнит 2; воздушный зазор между полюсами магнита и башмаками магнитопроводов равен 0,035 мм. Магнит изготовлен из никельалюминевой стали (ЖНА-2), содержащей 25% никеля, 16% алюминия, 55% железа и 4% меди. Такая сталь после намагничивания обладает большой задерживающей (коэрцитивной) силой, что препятствует быстрому размагничиванию магнита магнитным потоком первичной обмотки, а также в результате вибрации при его вра-

щении. На полюсы магнита напрессованы полюсные наконечники (незаштрихованная часть магнита) в виде пакетов из тонких пластин мягкой отоженной стали, изолированных одна от другой конденсаторной бумагой. При таком устройстве наконечников уменьшается величина индуктируемых вихревых токов, что значительно снижает нагрев и размагничивание магнита. Магнит с полюсными наконечниками и валом соединен цинковым сплавом и вращается в двух шариковых подшипниках. На заднем конце вала магнита посредством шпонки и винта крепится двугранный кулачок 23.

Первичная обмотка 11 имеет 235 витков провода ПЭЛ диаметром 0,72 мм с сопротивлением 0,6 ом. С целью уменьшения длины витков, а следовательно, уменьшения сопротивления первичной обмотки ее наматывают на сердечнике трансформатора первой. Поверх первичной обмотки намотана вторичная обмотка 8, имеющая 13 000 витков провода ПЭЛ-1 диаметром 0,07 мм. Изоляция между сердечником трансформатора и первичной обмоткой, между обеими обмотками и между рядами витков вторичной обмотки выполняется аналогично катушке зажигания.

В собранном виде трансформатор обертывается шелковой лентой, со стороны его торцов устанавливаются гетинаксовые пластины, после чего он пропитывается в вакуум-камере специальными пропиточными лаками. Первичная обмотка 11 одним концом припаяна к сердечнику трансформатора (соединена с массой), а вторым концом — к латунной контактной пластине 4. Контактная пластина 4 первичной обмотки через контактную пластину 14, зажим 15 и провод соединена с изолированным от массы зажимом 16 прерывателя. Один конец вторичной обмотки 8 припаян к первичной обмотке, а второй — к латунной контактной пластине 9.

Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор 13 емкостью 0,14 мкф, конструкция которого аналогична конденсаторам, применяемым в батарейном зажигании. Прерыватель магнето смонтирован на диске 31 и имеет устройство, аналогичное устройству прерывателя системы батарейного зажигания; контакты прерывателя — вольфрамовые. Нормальный зазор между контактами (0,25—0,35 мм) регулируется эксцентриком 27.

Натяжение пружины 30 рычажка 29 прерывателя составляет 450—550 г. Диск прерывателя крепится к крышке магнето винтом 26, входящим в продолговатый прорез диска. Правильное положение диска прерывателя определяется совпадением двух рисок (одной — на диске прерывателя, другой — на крышке магнето). Фитиль 25, пропитанный маслом, обеспечивает смазку кулачка 23. Ротор 20 распределителя выполнен из карболита и крепится на втулке кулачка винтом 32 и фасонной гайкой 33. Пружинающий латунный контакт 21 ротора и латунный контактный сегмент ротора 22 электрически соединены между собой. Пружинающий контакт 21 ротора соединяется с угольным контактом 19 карболитовой крышки 17 распределителя. Угольный контакт 19 проводом

в крышке 17 соединен с пружинящим контактом 12 крышки, соприкасающимся с контактной пластиной 9 вторичной обмотки.

При вращении ротора 20 распределителя его контактный сегмент 22 за каждые пол-оборота подходит поочередно к угольным пружинящим контактам 18, установленным в крышке распределителя 17, и распределяет ток высокого напряжения по свечам зажигания.

В случае обрыва провода свечи зажигания или большого зазора между электродами свечи в зазоре между острием винта 10 и острием контактной пластины 9 (величина предохранительного

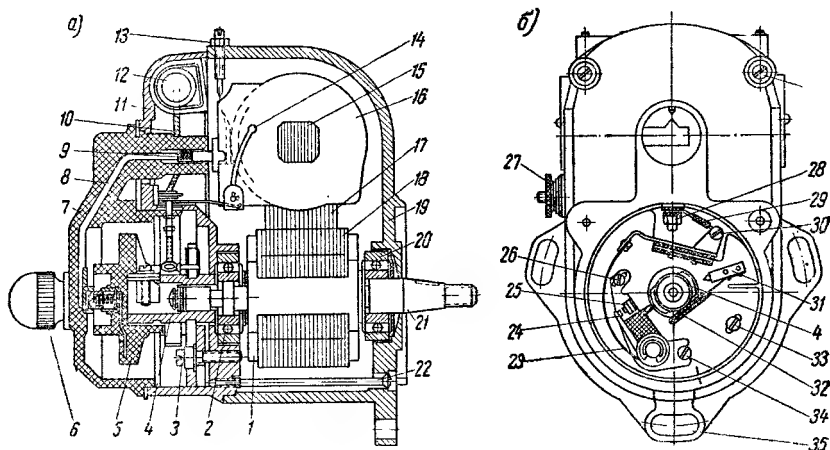


Рис. 74. Конструкция магнето М-47Б: а — продольный разрез; б — вид со стороны прерывателя

1 — ротор-магнит; 2 — задний шариковый подшипник; 3 — винт для установки абриса; 4 — кулачок прерывателя; 5 — ротор распределителя; 6 — зажим провода высокого напряжения; 7 — задняя карболитовая крышка; 8 — центральный электрод; 9 — верхний угольный контакт; 10 — провод от конденсатора; 11 — переходная крышка; 12 — конденсатор; 13 — винт разрядника; 14 — вывод концов первичной и вторичной обмоток трансформатора; 15 — сердечник трансформатора; 16 — трансформатор; 17 — магнитопровод (полусный башмак); 18 — полюсный наконечник магнита; 19 — корпус магнето; 20 — передний шариковый подшипник магнита; 21 — вал магнита; 22 — стяжной винт; 23 — пластинчатая пружина рычажка прерывателя; 24 — рычажок прерывателя; 25 — неподвижный контакт; 26 — винт крепления пластины неподвижного контакта прерывателя; 27 — зажим для крепления провода выключателя зажигания; 28 — зажим соединения прерывателя с первичной обмоткой; 29 — проводник; 30 — винт, изолированный от массы; 31 — стрелка указателя; 32 — фтиль; 33 — винт крепления диска; 34 — эксцентрик; 35 — отверстие корпуса

зазора равна 11 мм) будет создаваться искра, что и предохранит изоляцию вторичной обмотки от пробоя. С целью вентиляции внутренней полости распределителя от озона и паров азотной и азотистой кислот в корпусе магнето выполнено отверстие, защищенное металлической сеткой 28.

Выключение зажигания производится замыканием на массу изолированного конца первичной обмотки магнето. Выключатель зажигания 6 соединен проводом с зажимом 5 (укрепленным в корпусе магнето), который пружинящим контактом соединен с контактной пластиной 4 первичной обмотки. На рис. 74 изображен продольный разрез и вид со стороны прерывателя магнето.

Магнето М-24 одноискровое, правого вращения, с муфтой опережения зажигания МС-22А (см. ниже) устанавливается на пусковом двигателе ПД-10 трактора ДТ-54. По своему устройству и схеме магнето М-24 аналогично магнето М-47Б и отличается от него следующими особенностями:

1) в магнето М-24 нет ротора и крышки распределителя, а вместо них в крышке магнето крепится карболитовый корпус контактного зажима, соединяющегося с выводной контактной пластиной 9 (см. рис. 69) вторичной обмотки трансформатора; от зажима пружинящего контакта 14, так же как в магнето М-47Б, отводится провод на свечу зажигания;

2) кулачок прерывателя имеет одну грань;

3) выключатель зажигания смонтирован на боковой стенке корпуса магнето (вместо зажима 5) в виде кнопки, при нажатии на которую изолированный конец первичной обмотки трансформатора соединяется с массой.

Сборка магнето. При сборке магнето М-47Б и М-24 нужно соблюдать следующие основные правила:

1) надежно закрепить винтом кулачок прерывателя на валу магнита;

2) тщательно установить на свои места остальные детали и плотно закрепить их; при сборке магнето риска на диске прерывателя должна совпадать с риской на крышке магнето (см. рис. 69);

3) отрегулировать нормальный зазор между контактами прерывателя (0,25—0,35 мм) вращением эксцентрика 27 (см. рис. 69);

4) вращением магнита совместить метку на кулачке прерывателя с острием стрелки-указателя 24 (см. рис. 69), установленного на диске прерывателя, что обеспечивает наиболее выгодный абрис магнето; в этот момент контакты прерывателя должны находиться в положении, соответствующем началу размыкания;

5) в случае несовпадения положения магнита с моментом начала размыкания контактов прерывателя необходимо ослабить крепление винта 26 (см. рис. 69) и сместить диск прерывателя в нужную сторону.

В других конструкциях магнето, магнит которых соединен с ротором распределителя при помощи шестерен, последние при сборке вводятся в зацепление только по меткам, имеющимся на зубьях.

§ 46. Муфта опережения зажигания МС-22А

Муфта МС-22А устанавливается на магнето М-47Б, М-24 и других и служит для изменения опережения зажигания в пределах 18°. Поводок 1 привода магнето (рис. 75) прикреплен к обойме 2 и получает вращение от вала привода двигателя. При вращении вала привода двигателя усилие от поводка 1 передается на обойму 2, а затем через оси 6, приклепанные к обойме 2, на грузики 4. От грузиков через пружины 5 и соединительные пальцы

грузиков 3 усилие передается на оси 8 ведомого диска 9, затем через шпонку 11 — на вал привода магнита 12.

При сборке муфты свободные концы осей 6, закрепленных в обойме 2, входят в прорези 10 ведомого диска 9. Прорези допускают поворот ведомого диска, а следовательно, и магнита на 18° . Обойма 2 на втулке ведомого диска 9 крепится стопорным кольцом 7.

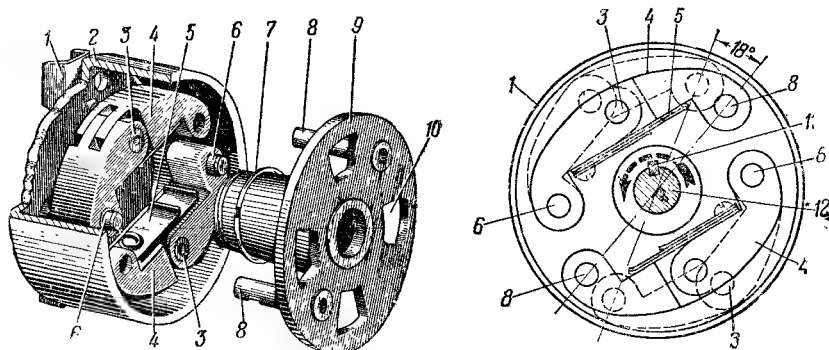


Рис. 75. Муфта опережения зажигания МС-22А

При повышении оборотов до 950 в минуту центробежная сила грузиков 4 мала; пружины 5 удерживают грузики в стянутом положении, соответствующем распрямленному состоянию пружин, и усилие от осей 6 обоймы на оси 8 ведомого диска 9 передается без смещения грузиков.

При увеличении числа оборотов магнита с 950 до 1900 в минуту центробежная сила грузиков возрастает, и они, сгибая пружины 5 и поворачиваясь на своих осях, вызывают поворот ведомого диска 9, а вместе с ним и вала магнита 12 на некоторый угол в сторону вращения. При этом контакты прерывателя размыкаются раньше, а следовательно, угол опережения зажигания увеличивается.

При уменьшении числа оборотов центробежная сила уменьшается, и пружины 5 грузиков, выпрямляясь, смещают ведомый диск 9 в первоначальное положение, уменьшая угол опережения зажигания.

И. В. Макаров

Глава V

СТАРТЕРЫ

§ 47. Требования, предъявляемые к стартеру

К стартеру предъявляются следующие требования:

1. Высокая мощность при малых габаритах; при этом стартер должен развивать большой пусковой крутящий момент, потребляя возможно меньший ток.

2. Большая износоустойчивость щеток и коллектора.

3. Механизм привода стартера должен быть надежным в работе, обеспечивать передачу крутящего момента от вала стартера после введения в зацепление шестерни стартера с шестерней маховика на полную длину зуба, а после пуска двигателя выводить шестерню из зацепления во избежание разноса стартера.

4. Включающее устройство стартера должно быть простым по конструкции, надежным в работе, обеспечивать автоматическое выключение стартера после пуска двигателя и предотвращать включение стартера при работающем двигателе.

5. Простота конструкции.

§ 48. Мощность стартера, необходимая для пуска двигателя

В качестве стартера применяются электродвигатели постоянного тока с последовательным возбуждением, ввиду того что при полном торможении они развивают сильный крутящий момент, удовлетворяющий условиям пуска двигателя.

Необходимая мощность стартера ($N_{ст}$) подсчитывается по пусковым оборотам двигателя ($n_{пуск}$) и моменту сопротивления вращению коленчатого вала при пуске двигателя ($M_{сопр}$):

$$N_{ст} = \frac{M_{сопр} n_{пуск}}{716,2} \text{ л. с.}$$

Пусковые обороты для карбюраторных и газовых двигателей при батарейном зажигании принимают равными 40—50 об/мин. При меньшем числе оборотов нарушается нормальный процесс карбюрации, в результате пуск может оказаться невозможным. Для дизельных двигателей пусковые обороты колеблются в пределах 100—200 об/мин в зависимости от наличия устройств подо-

грева воздуха, способа продувки цилиндров, степени сжатия, числа тактов рабочего процесса двигателя и других условий.

При оборотах коленчатого вала ниже 100 в минуту сжимаемый воздух не успевает нагреться и тем самым не обеспечивается воспламенение топлива, впрыснутого в камеру сгорания.

Момент сопротивления двигателя в основном зависит от вязкости масла, трения деталей кривошипно-шатунного и распределительного механизмов и степени сжатия. При понижении температуры вязкость масла сильно возрастает, а следовательно, увеличивается момент сопротивления, что понижает обороты коленчатого вала и затрудняет пуск двигателя. Момент сопротивления двигателя $M_{\text{сопр}}$ зависит от рабочего объема цилиндров V_d , выражаемого в литрах, и составляет 3—4,5 кгм на 1 л рабочего объема.

Учитывая величины $M_{\text{сопр}}$ и $n_{\text{пуск}}$, мощность стартера для карбюраторных двигателей принимают равной 0,25—0,48 л. с. на 1 л рабочего объема и 1,5—1,7 л. с. на 1 л рабочего объема для дизелей.

Например, двигатель ГАЗ-51 имеет рабочий объем 3,48 л, мощность стартера при условии пуска холодного двигателя $0,48 \times 3,48 = 1,7$ л. с.; двигатель ЯАЗ-204 имеет рабочий объем 4,64 л, мощность стартера $1,7 \times 4,64 = 7,9$ л. с.

§ 49. Характеристика стартера

Обмотка возбуждения стартера включена последовательно обмотке якоря, поэтому ток в цепи стартера равен току в обмотке возбуждения, а следовательно, и току в обмотке якоря.

При вращении якоря в его обмотке индуцируется э.д.с. $E_{\text{я}}$, действующая навстречу напряжению аккумуляторной батареи $U_{\text{б}}$, что является основной причиной изменения тока в цепи стартера $I_{\text{ст}}$ при изменении нагрузки:

$$I_{\text{ст}} = \frac{U_{\text{б}} - E_{\text{я}}}{r_{\text{ст}}},$$

где $r_{\text{ст}}$ — сопротивление стартера.

Крутящий момент $M_{\text{кр}}$ на валу якоря определяется соотношением

$$M_{\text{кр}} = c \Phi I_{\text{я}},$$

где: c — коэффициент пропорциональности¹;

Φ — магнитный поток стартера;

$I_{\text{я}}$ — величина тока в цепи якоря.

Магнитный поток зависит от величины тока, потребляемого стартером, а поэтому и крутящий момент будет пропорционален току. Характеристика стартера приведена на рис. 76.

¹ $c = \frac{PN}{2\pi a}$, где P — число пар полюсов, N — число проводников в пазах якоря, a — число параллельных ветвей обмотки якоря.

При увеличении нагрузки обороты якоря $n_{\text{я}}$ уменьшаются, в результате чего противо-э.д.с., индуцируемая в обмотке якоря, будет также уменьшаться. При уменьшении противо-э.д.с. ток в цепи стартера возрастает, вместе с ним возрастает магнитный поток, а следовательно, и крутящий момент на валу якоря. Наибольший крутящий момент (пусковой момент) развивается при полном торможении якоря (при неподвижном якоря, когда в обмотке якоря не индуцируется э.д.с.), когда в цепи стартера устанавливается максимальный ток, равный 535—1100 а.

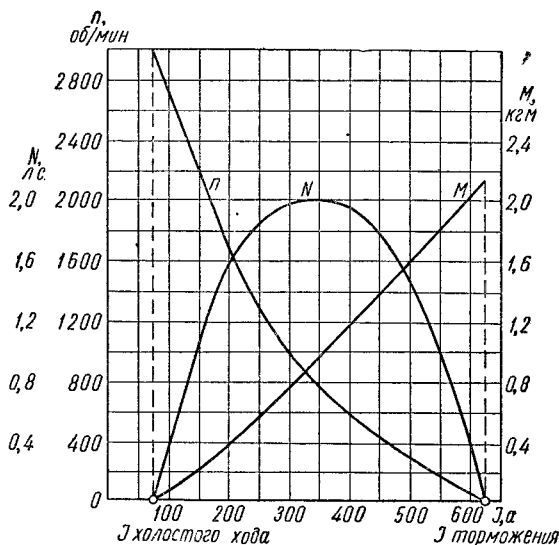


Рис. 76. Характеристика стартера

Величины наибольшего крутящего момента стартеров приведены в табл. 21.

Увеличение крутящего момента на валу якоря при увеличении нагрузки обеспечивает поддержание необходимых оборотов коленчатого вала, и тем самым пуск двигателя облегчается.

Обороты якоря резко уменьшаются при большем падении напряжения на зажимах аккумуляторной батареи U_6 , а также зависят от падения напряжения в самом стартере.

Обороты якоря определяются соотношением:

$$n_{\text{я}} = \frac{U_6 - I(r_{\text{я}} + r_{\text{возб}})}{k\Phi},$$

где k — коэффициент пропорциональности¹.

При уменьшении нагрузки стартера число оборотов якоря несколько возрастает, а поэтому в обмотке якоря будет индукти-

¹ $k = \frac{PN}{a60}$.

роваться большая э.д.с., в результате чего уменьшится ток в цепи стартера.

В результате уменьшения тока уменьшаются крутящий момент и магнитный поток возбуждения, вследствие чего обороты якоря при отсутствии нагрузки возрастут до опасной величины (для небандажированных якорей до 8000 об/мин).

При отсутствии нагрузки якорь вращается вхолостую с большой скоростью (от 2500 до 9000 об/мин); при этом вследствие индуктирования большой противо-э.д.с. в обмотке якоря ток холостого хода будет небольшим и составит около 80 а.

Мощность стартера подсчитывается по формуле

$$N_{\text{ст}} = \frac{M_{\text{кр}} n_{\text{я}}}{716,2} \text{ л. с.}$$

Мощность стартера $N_{\text{ст}}$ (см. рис. 76) равна нулю при заторможенном якоре, когда $n_{\text{я}} = 0$, и при холостом ходе, когда $M_{\text{кр}} = 0$. Максимальная мощность стартера, указываемая в его паспорте, развивается при токе, равном примерно половине максимального (см. рис. 76).

Для определения мощности стартера на тормозной установке замеряют вращающий момент на валу якоря $M_{\text{кр}}$ и число оборотов якоря $n_{\text{я}}$ (см. § 56).

Мощность стартера сильно зависит от емкости аккумуляторной батареи, температуры электролита в аккумуляторах и сопротивления цепи стартера. Мощность стартера будет несколько уменьшаться при питании его от аккумуляторной батареи недостаточной емкости.

При батареях большей емкости падение напряжения на зажимах батареи будет меньшим, чем при питании стартера от батареи меньшей емкости; поэтому при батареях большей емкости число оборотов якоря и мощность стартера будут большими.

Известно, что при понижении температуры электролита в аккумуляторах батареи (особенно в зимнее время) сильно снижается напряжение на зажимах батарей, а поэтому уменьшаются обороты якоря, крутящий момент на валу якоря и мощность.

Чтобы предотвратить сильное охлаждение электролита в аккумуляторах батареи, в зимнее время батарею утепляют. Установка аккумуляторной батареи под капотом двигателя повышает среднюю температуру электролита в аккумуляторах, что способствует повышению мощности стартера.

При эксплуатации автомобиля мощность стартера сильно снижается при увеличении сопротивления щеточного контакта стартера (окисление и замасливание коллектора, износ коллектора и щеток, уменьшение натяжения пружин щеткодержателей) и переходного сопротивления зажимов крепления наконечников проводов к штырям аккумуляторной батареи и т. д. Поэтому чистота контактов и плотное крепление наконечников проводов являются обязательным условием нормальной работы стартера. Провода

от аккумуляторной батареи к стартеру и на массу должны быть возможно короткими, достаточно большого сечения, чтобы падение напряжения в них не превышало 0,15—0,2 в.

§ 50. Классификация стартеров по системе сцепляющего механизма и по способу управления

По системе сцепляющего механизма, определяющего способ введения шестерни стартера в зацепление с шестерней маховика и выведения ее из зацепления, стартеры подразделяются на стартеры с принудительным и с инерционным включением. Стартеры с инерционным включением применялись на двигателях автомобилей ЗИС-5, ГАЗ-ММ и др. Наибольшее распространение получили стартеры с принудительным включением.

При принудительном включении шестерня стартера вводится в зацепление с шестерней маховика при помощи рычага 3 (рис. 77) усилием ноги шофера или электромагнита тягового реле. В этом случае подключение стартера к батарее происходит после того, как шестерня 10 войдет в зацепление с шестерней маховика. Сцепляющий механизм имеет муфту свободного хода 8, которая передает крутящий момент только от вала стартера на вал двигателя и не может передавать его обратно, что предотвращает возможность «разноса» якоря стартера.

По способу управления стартеры подразделяются на стартеры с непосредственным управлением и дистанционным управлением.

При непосредственном управлении шофер при нажатии педали включателя замыкает цепь стартера. Такое управление возможно при близком расположении стартера и батареи к месту шофера.

При дистанционном управлении цепь стартера замыкается при помощи реле включения. Дистанционное управление применяют обычно в том случае, если двигатель расположен на значительном удалении от места водителя, чтобы избежать сложной системы рычагов привода.

§ 51. Устройство стартеров. Стартеры СТ-08, СТ-20 и СТ-15Б

Корпус стартеров выполняется из малоуглеродистой стали.

Все стартеры автомобильных двигателей отечественного производства изготавливаются четырехполюсными.

Увеличение числа полюсов необходимо для повышения крутящего момента на валу якоря. Обмотка возбуждения состоит из четырех последовательно соединенных катушек (стартеры СТ-08, СТ-15, СТ-20, СТ-15Б и СТ-20Б) или двух параллельных ветвей по две катушки в каждой (стартеры СТ-10, СТ-25 и СТ-21).

Обмотка возбуждения стартеров выполняется из медного провода прямоугольного сечения. Число витков в каждой катушке в зависимости от типа стартера различно и изменяется от 5 до 7 (см. табл. 19).

Якорь стартера состоит из вала, сердечника, набранного из стальных пластин, волновой обмотки и коллектора.

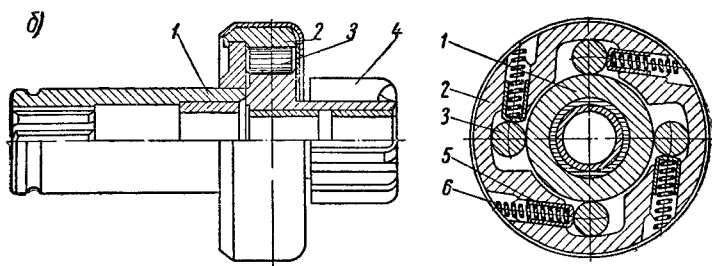
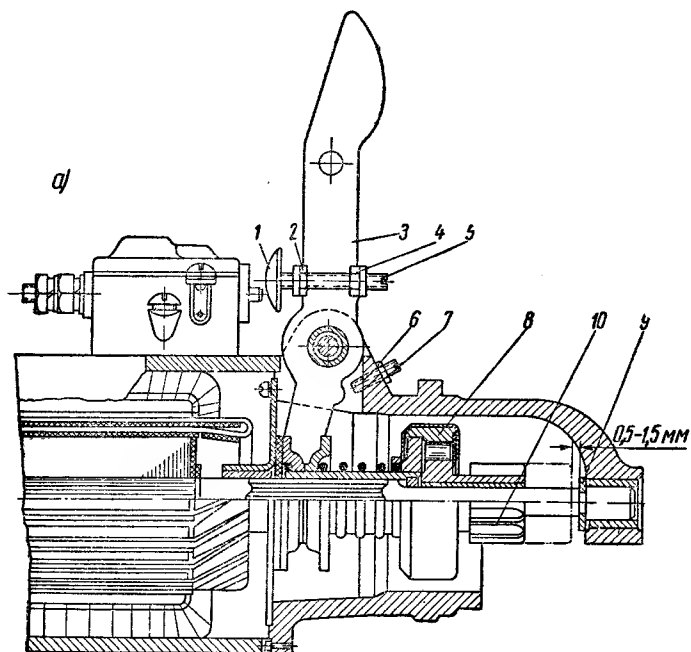


Рис. 77.

а — стартер СТ-20:

1 — головка регулировочного винта; 2 и 4 — контргайки; 3 — рычаг; 5 — регулировочный винт; 6 — контргайка упорного винта; 7 — упорный винт; 8 — муфта свободного хода; 9 — упорная шайба; 10 — шестерня привода;

б — муфта свободного хода:

1 — втулка; 2 — обойма; 3 — ролик; 4 — шестерня; 5 — толкатель ролика; 6 — пружина

В стартерах применяются медно-графитово-свинцовистые щетки (90% меди, 6% свинца и 4% графита) марки МГС. Такие щетки обладают малым удельным сопротивлением и большой износостойкостью.

Включатели стартеров, сцепляющие механизмы, управление стартеров конструктивно выполняются различно в зависимости от типа стартера.

Подшипники вала якоря в стартерах скользящие, из пористой графитовой бронзы.

Стартер СТ-08 устанавливается на двигателе автомобиля ГАЗ-51; СТ-20 — на двигателе автомобиля М-20; СТ-15Б — на двигателе автомобиля ЗИЛ-150. Управление этими стартерами — непосредственное при помощи педали, сцепляющий механизм с принудительным механическим включением шестерни снабжен муфтой свободного хода 8 (рис. 77, а).

Муфта свободного хода обеспечивает передачу усилия только в одном направлении — от стартера к маховику двигателя, устройство муфты показано на рис. 77, б.

На шлицевый вал якоря стартера посажена втулка 1, на правый конец которой надета обойма 2. Обойма имеет четыре клиновидных паза, в которые закладываются ролики 3, отжимающиеся в сторону узкой части клиновидного паза усилием пружин 6 через толкатели 5.

Клиновидные пазы в обойме 2 выполнены так, что при передаче усилия от втулки к обойме ролики 3 усилием пружин 6 толкателей 5 заклиниваются между втулкой 1 и обоймой 2 и освобождаются при передаче усилия в обратном направлении.

При нажатии на педаль управления стартером втулка 1 перемещается по шлицам вала якоря в сторону маховика; при этом шестерня 4 входит в зацепление с шестерней маховика. При вращении вала стартера произойдет заклинивание роликов 3, и шестерня 4, являясь в данном случае ведущей, передает крутящий момент от вала стартера на шестерню маховика.

После пуска двигателя, когда обороты маховика возрастут и число оборотов шестерни стартера станет больше оборотов его вала, произойдет расклинивание роликов; при этом вращение от коленчатого вала не будет передаваться валу стартера и тем самым предотвратится «разнос» якоря.

При отпускании педали управления рычаг под действием возвратной пружины возвращается в первоначальное положение. При этом шестерня 4 выходит из зацепления с шестерней маховика, и электрическая цепь размыкается.

Включатель ВК-14 (рис. 78) стартеров СТ-08, СТ-20 и СТ-15Б укрепляется на корпусе стартера. В корпусе 6 включателя, кроме основных зажимов 1 и 2, имеются два дополнительных зажима 4 и 10, которые соединяются с зажимами ВКБ и ВК катушки зажигания и служат для закорачивания вариатора при включении стартера. Включатель имеет два контактных кольца 3 и 5, изолированных от штока 9 текстолитовыми шайбами и втулками.

При включении стартера головка винта 8 рычага 7 привода нажимает на шток 9 включателя, который перемещает контактные кольца 3 и 5. При этом латунное контактное кольцо 5 замыкает зажимы 4 и 10 (закорачивая добавочное сопротивление катушки зажигания), а затем медное контактное кольцо 3 замыкает зажимы 1 и 2 основной цепи стартера. Пружины контактных ко-

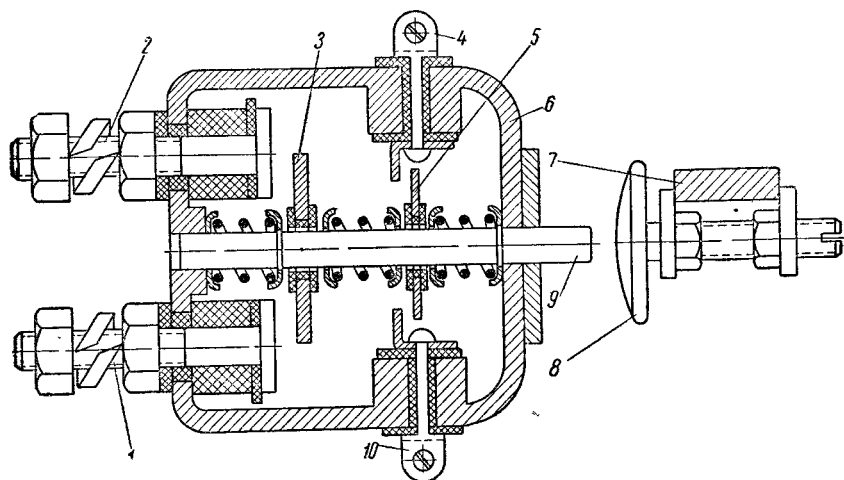


Рис. 78. Включатель ВК-14 стартеров СТ-20 и СТ-08

лец обеспечивают небольшие перекосы колец относительно их осей, что необходимо для создания хорошего электрического контакта большой площади. Стартер своим фланцем крепится к картеру маховика, чем и обеспечивается его соединение с массой.

Описываемые стартеры имеют незначительные конструктивные отличия друг от друга в рычагах, шарнирах включающих вилок, возвратных пружинах и некоторых других деталях.

§ 52. Стартеры СТ-15, СТ-20Б и СТ-10

Стартер СТ-15 устанавливался до 1953 г. на двигателе автомобиля ЗИЛ-150, стартер СТ-10 — на двигателе автомобиля ЗИЛ-110, а стартер СТ-20Б — на двигателе автомобиля ЗИМ.

Эти стартеры имеют сцепляющий механизм с принудительным включением и дистанционным управлением и два реле — тяговое и реле включения, укрепляемые на корпусах стартеров.

Тяговое реле служит для введения шестерни стартера в зацепление с шестерней маховика и для включения тока в цепь стартера. Реле включения служит для включения тока в обмотки тягового реле и включается кнопкой, расположенной на щитке приборов.

Устройство и работа тягового реле и реле включения стартеров СТ-15 и СТ-20Б. Электрическая схема стартера СТ-15 и СТ-20Б приведена на рис. 79.

На латунной втулке 26 тягового реле намотаны две обмотки: втягивающая 27 и удерживающая 28. Одним концом втягивающая обмотка 27 присоединяется к зажиму 21; к этому же зажиму присоединяется шина, соединенная с зажимом стартера. Другой конец втягивающей обмотки присоединен к стойке 7 неподвижного контакта реле включения.

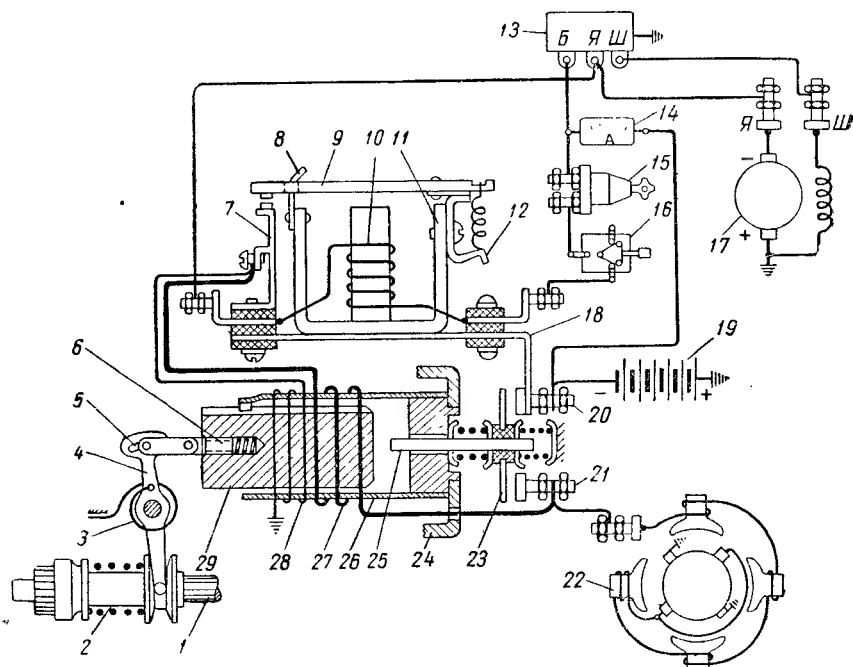


Рис. 79. Электрическая схема стартеров СТ-15 и СТ-20Б

Удерживающая обмотка 28 одним концом соединена со стойкой 7 реле включения, а другим — с массой. Внутри латунной втулки 26 находится стальной якорек 29, который посредством винта 6 и шарнирного звена соединяется с рычагом 4 привода.

Стальной сердечник 24 охватывает обе обмотки, магнитные потоки которых согласованы (на рис. 79 сердечник показан не полностью). В центр сердечника входит шток 25, на котором свободно установлено контактное медное кольцо 23. Последнее изолировано от штока и удерживается в определенном положении двумя пружинами. Зажимы 20 и 21 тягового реле изолированы от массы и закреплены в особом кронштейне.

Реле включения имеет сердечник с обмоткой 10, подвижный и неподвижный серебряные контакты, якорек 9 с ограничителем 8, ярмо 11, пружину якорька и кронштейн 12 подвески пружины. Оба конца обмотки припаяны к зажимам реле.

Контактная пластина 18 замыкает цепь между ярмом реле и зажимом 20 тягового реле. Обмоточные данные обоих реле приведены в табл. 20.

При нажатии кнопки 16 ток поступает в обмотку реле включения, сердечник реле намагничивается и, притягивая якорек 9, обеспечивает замыкание контактов, после чего включается втягивающая и удерживающая обмотки тягового реле.

Цепь тока в обмотке реле включения: положительный зажим аккумуляторной батареи 19 — масса — положительная щетка генератора 17 — коллектор — обмотка якоря — коллектор — отрицательная щетка — зажим Я генератора — зажим Я реле-регулятора 13 — обмотка 10 реле включения — выключатель стартера 16 — выключатель зажигания 15 — амперметр 14 — зажим 20 тягового реле — отрицательный зажим батареи.

Цепь тока в обмотках тягового реле: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса, а затем разветвляется на две параллельные ветви:

а) удерживающая обмотка 28 — стойка 7 неподвижного контакта реле включения;

б) массовые щетки стартера 22 — коллектор — обмотка якоря — коллектор — изолированные щетки — обмотка возбуждения — зажим стартера — зажим 21 тягового реле — втягивающая обмотка 27 — стойка 7 неподвижного контакта реле включения; затем ток суммарной величины течет через замкнутые контакты реле включения — якорек 9 — ярмо 11 — контактную пластину 18 — зажим 20 тягового реле — отрицательный зажим аккумуляторной батареи.

При прохождении тока по обмоткам 27 и 28 якорек 29 втягивается внутрь сердечника и одновременно поворачивает рычаг 4, который перемещает втулку 2 привода по шлицам вала якоря 1 и вводит шестерню стартера в зацепление с шестерней маховика. В стартер через втягивающую обмотку 27 реле течет ток порядка 50 а; это вызывает вращение якоря с небольшим числом оборотов, что облегчает введение шестерен в зацепление. По удерживающей обмотке течет ток порядка 8—12 а. Якорек 29 при втягивании в сердечник перемещает шток 25, а вместе с ним контактное кольцо 23, которое замыкает зажимы 20 и 21 тягового реле, в результате чего в стартер поступает рабочий ток и закорачивается втягивающая обмотка. При закорачивании втягивающей обмотки удержание якорька во втянутом положении будет обеспечиваться только одной удерживающей обмоткой. Вследствие слабого магнитного потока, создаваемого удерживающей обмоткой, она одна не может обеспечить втягивание якорька, а следовательно, и введение шестерни стартера в зацепление с венцом маховика.

Цепь рабочего тока в стартере: положительный зажим аккумуляторной батареи — массовые щетки стартера — коллектор — обмотка якоря — коллектор — изолированные щетки — обмотка возбуждения — зажим стартера — зажим 21 тягового реле — контактное кольцо 23 реле — зажим 20 — отрицательный зажим батареи.

Удерживающая обмотка остается включенной до тех пор, пока контакты реле включения замкнуты. Рабочий ток, протекающий по обмоткам стартера, вызывает вращение якоря с большим крутящим моментом, обеспечивающим необходимое число оборотов коленчатого вала двигателя. Крутящий момент, передаваемый от

вала якоря на коленчатый вал двигателя, усиливается вследствие большого передаточного числа ($1:9,4 — 1:16,5$) шестерен привода стартера и маховика.

При пуске двигателя обмотка реле включения будет находиться под разностью напряжений аккумуляторной батареи и генератора. По мере увеличения оборотов генератора ток в обмотке реле включения будет уменьшаться. Если же после пуска двигателя кнопка 16 включения стартера продолжает оставаться включенной, то при возрастающем напряжении генератора ток в обмотке реле включения уменьшится и под усилием пружины якорька контакты реле разомкнутся. При этом выключается цепь обмоток тягового реле и шестерня стартера под действием возвратной пружины 3 рычага 4 выйдет из зацепления.

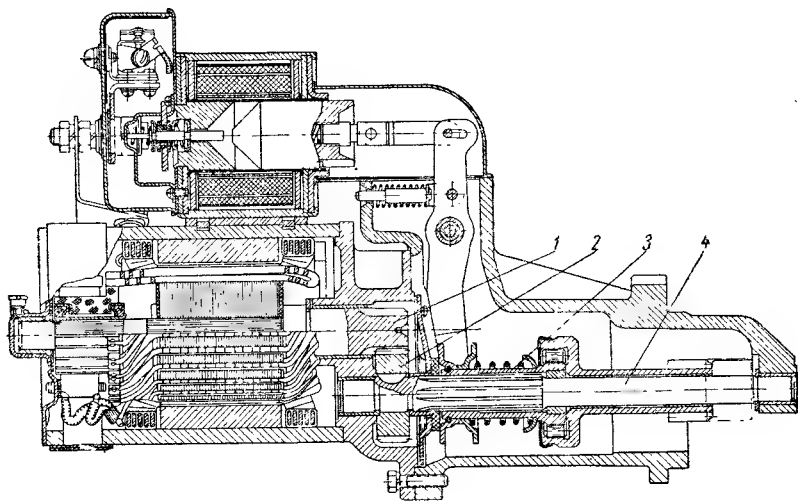


Рис. 80. Стартер СТ-10

Таким образом, соединение обмотки реле включения с массой через якорь генератора обеспечивает автоматическое выключение стартера после пуска двигателя. При такой системе включения устраняется также возможность случайного включения стартера при работающем двигателе. Кроме того, реле включения разгружает контакты кнопки 16 включения стартера от тока, поступающего в обмотки тягового реле, что предотвращает их обгорание. Контактное кольцо 23 тягового реле отводится от зажимов 20 и 21 реле усилием внешней пружины штока.

Овальный прорез 5 в рычаге 4 привода стартера при разомкнутых контактах реле включения обеспечивает отвод якорька 29 усилием внешней пружины штока при сохранении натяга между шестерней стартера и шестерней маховика, например, если при пуске двигателя коленчатый вал его не вращается вследствие разряженной аккумуляторной батареи или при сильном загусте-

нии смазки в двигателе в зимнее время. Если бы при этих условиях контактное кольцо 23 тягового реле продолжало замыкать зажимы 20 и 21, то аккумуляторная батарея могла бы полностью разрядиться через стартер.

Если при включении стартера торцы зубьев его шестерни упрутся в торцы зубьев маховика, а следовательно, не входят в зацепление с зубьями шестерни маховика, то рычаг привода будет поворачиваться, сжимая пружину на втулке 2 привода, и зажимы 20 и 21 замкнутся. При этом включится рабочий ток, вал стартера повернется, а сжатая пружина втулки привода введет шестерню стартера в зацепление с шестерней маховика.

Стартер СТ-10 по устройству аналогичен стартерам СТ-15 и СТ-20Б и отличается от них только следующими особенностями:

1) обмотки обоих реле и стартера рассчитаны на питание от 6-вольтовой аккумуляторной батареи;

2) крутящий момент от вала якоря стартера на шестерню маховика передается через редуктор с передаточным числом 2,2 : 1; редуктор обеспечивает увеличение крутящего момента на валу привода шестерни стартера.

На валу якоря стартера выполнена шестерня 1 (рис. 80), которая находится в зацеплении с шестерней 2, укрепленной посредством шпонки на шлицевом валу 4 привода. На шлицах вала 4 привода сидит втулка 3 с муфтой свободного хода.

§ 53. Стартер СТ-21

Стартер СТ-21 устанавливается на двигателе автомобиля М-21 «Волга».

СТ-21 — с электромагнитным включением и дистанционным управлением. Электрическая схема стартера СТ-21 приведена на рис. 81.

Стартер имеет два реле: тяговое РС-14 и реле включения РС-24.

Сцепляющий механизм стартера с принудительным механическим включением шестерни снабжен муфтой свободного хода, устройство которой аналогично с рассмотренными выше.

Перемещение шестерни включения осуществляется по спиральным шлицам вала стартера в отличие от обычных прямых. Вал стартера имеет четырехходовую правую нарезку по спирали.

Устройство тягового реле. На латунной втулке 16 (см. рис. 81) намотаны две обмотки: втягивающая 19 и удерживающая 18.

Одним концом втягивающей обмотки 19 присоединяется к зажиму 14, который шиной 12 соединен с зажимом 9. Зажим 9 соединен с зажимом стартера 2 с помощью шины 11. Другой конец втягивающей обмотки 19 присоединен к зажиму 3. К зажиму 3 присоединяется один конец и удерживающей обмотки 18; другой конец ее присоединяется на массу.

Внутри латунной втулки 16 находится стальной якорек 20, который посредством вилки 21 и шарнирного звена соединяется с рычагом 22 привода.

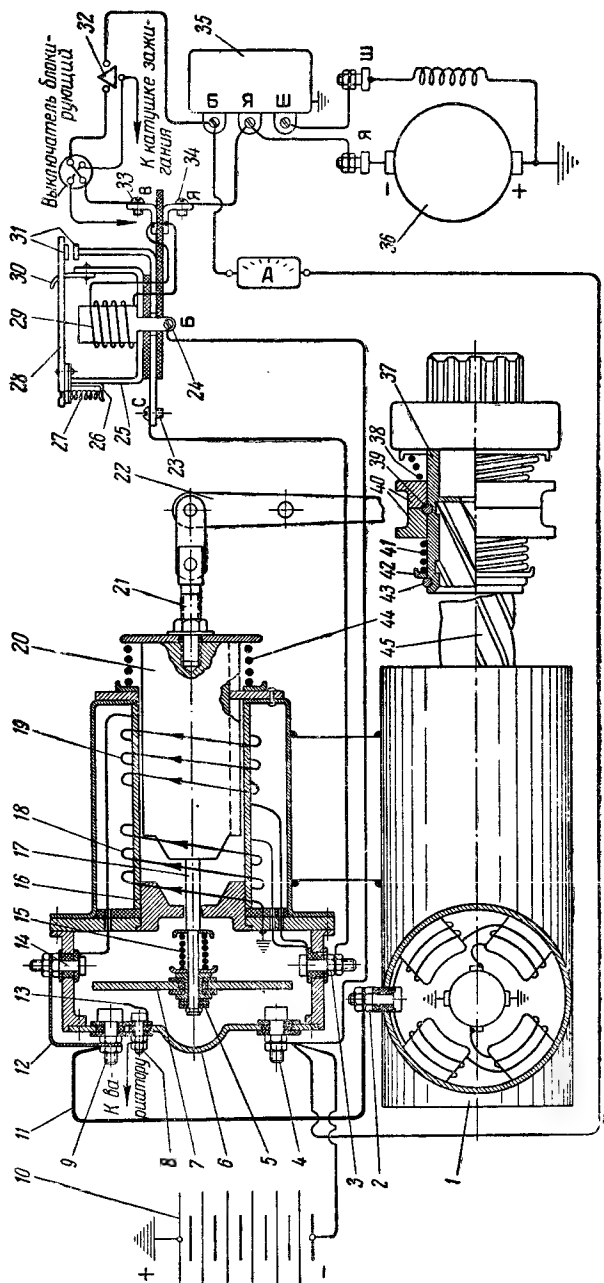


Рис. 81. Электрическая схема стартера СТ-21

В центре якорька 20 запрессован шток 17, на котором свободно установлено медное кольцо 7, изолированное от штока, прижимающееся плотно пружиной 15 к регулировочным шайбам 5.

В крышке реле 6 расположены зажимы 4, 8 и 9. Зажим 8 имеет пружинящую латунную пластинку 13.

Реле включения имеет сердечник с обмоткой 29, подвижный и неподвижный серебряные контакты 31, якорец 28 с ограничителем 30, ярмо 25, пружину якорька 27 и кронштейн пружины якорька 26. Оба конца обмотки припаяны к зажимам реле 33 (В) и 34 (Я).

При включении зажигания выключателем 32 ток поступает в обмотку реле включения 29, сердечник реле намагничивается и притягивает якорец 28, происходит замыкание контактов 31, после чего включаются втягивающая 19 и удерживающая 18 обмотки тягового реле.

При включении зажигания цепь тока в обмотку реле включения будет следующая: положительный зажим аккумуляторной батареи 10 — масса — положительная щетка генератора 36 — коллектор — обмотка якоря — коллектор — отрицательная щетка генератора — зажим Я генератора — зажим Я реле-регулятора 35 — зажим 34 (Я) реле включения — обмотка — реле 29 — зажим 3 тягового реле — зажим реле включения 23 (С) — контакты 31 — ния 32 — зажим В реле-регулятора 35 — амперметр — зажим 4 тягового реле стартера — отрицательный зажим аккумуляторной батареи 10.

Цепь тока во втягивающую обмотку тягового реле: положительный зажим аккумуляторной батареи 10 — масса — массовые щетки стартера 1 — коллектор — обмотка якоря — коллектор — изолированные щетки — обмотка возбуждения — зажим стартера 2 — шина 11 — зажим тягового реле 9 — шина 12 — зажим 14 — втягивающая обмотка 19 — зажим 3 тягового реле — зажим реле включения 23 (С) — контакты 31 — якорец 28 — ярмо 25 — зажим 24 (В) — зажим 4 тягового реле — отрицательный зажим аккумуляторной батареи.

Цепь тока в удерживающую обмотку тягового реле: положительный зажим аккумуляторной батареи 10 — масса — удерживающая обмотка 18 — зажим 3 — тягового реле — зажим реле включения 23 (С) — контакты 31 — якорец 28 — ярмо 25 — зажим 24 (В) — зажим 4 тягового реле — отрицательный зажим аккумуляторной батареи.

При прохождении тока по втягивающей 19 и удерживающей 18 обмоткам якорец 20 втягивается внутрь сердечника и одновременно поворачивает рычаг 22, который перемещает втулку 37 привода по винтовой нарезке вала и вводит шестерню стартера в зацепление с шестерней маховика. В стартер через втягивающую обмотку 19 течет ток небольшой величины, вызывая вращение якоря с небольшим числом оборотов, что облегчает введение шестерен в зацепление.

При втягивании якорька 20 в сердечник перемещается шток 17, а вместе с ним контактное кольцо 7, которое замыкает зажимы 4 и 9 тягового реле, а также латунную пластину 13 зажима 8, в результате чего в стартер поступает рабочий ток, закорачиваются втягивающая обмотка и вариатор катушки зажигания.

Цепь рабочего тока в стартер: положительный зажим аккумуляторной батареи 10 — массовые щетки стартера 1 — коллектор — обмотка якоря — коллектор — изолированные щетки — обмотка возбуждения — зажим стар-

тера 2 — шина 11 — зажим 9 — контактное кольцо 7 — зажим 4 — отрицательный зажим аккумуляторной батареи 10.

Рабочий ток, протекающий по обмоткам стартера, вызывает вращение якоря и через сцепляющий механизм — вращение коленчатого вала.

При пуске двигателя обмотка реле включения будет находиться под разностью напряжений аккумуляторной батареи и генератора; в результате в обмотке реле уменьшается ток и под усилием пружины якорька контакты реле 31 разомкнутся.

При размыкании контактов 31 реле включения выключает цепь обмоток тягового реле, и шестерня стартера под действием возвратной пружины 44 при помощи рычага 22 выйдет из зацепления шестерни маховика. Контактное кольцо 7 тягового реле отводится от зажимов 4 и 9 вместе со штоком 17 и якорьком 20 той же возвратной пружины 44.

На втулке 37 установлена муфта 40, состоящая из двух частей, прижатых к стопорному кольцу 39 усилием пружин 38 и 41. Пружина 41 опирается на шайбу 42, которая, в свою очередь, удерживается на втулке стопорным кольцом 43.

При вводе шестерни стартера в шестерню маховика удар торцов зубьев смягчается конической пружиной 38. При выключении стартера усилием возвратной пружины 44 рычаг 22 своей вилкой (на рисунке не показана) нажимает на левую (по рисунку) часть муфты и, перемещая втулку 37 по винтовой нарезке вала 45, выводит шестерню привода стартера из зацепления с шестерней маховика. Пружина 41 обеспечивает смягчение удара втулки 37 о крышку корпуса стартера.

§ 54. Стартер СТ-25

Стартер СТ-25 устанавливается на двигателе ЯАЗ-204 автомобиля МАЗ-200.

Стартер имеет мощность 8 л. с. при питании от аккумуляторной батареи напряжением 24 в.

Основными особенностями стартера СТ-25 (рис. 82) являются: 1) большие габариты; 2) соединения обмотки возбуждения в две параллельные ветви; 3) наличие на якоре бандажей для удержания проводов в пазах якоря при работе стартера в режиме холостого хода, когда обороты его якоря достигают 7000 в минуту; 4) удлинение коллектора с целью постановки щеток с большей площадью контакта; 5) установка в каждом щеткодержателе двух щеток, что предотвращает их зависание; 6) отсутствие реле включения.

Включение шестерни стартера — принудительное с помощью тягового реле, действие которого аналогично рассмотренному при описании стартеров СТ-15 и СТ-20Б. Управление стартером — дистанционное.

Включение стартера СТ-25 осуществляется включателем типа ВК-25 (или ВК-30), который при включении стартера одновре-

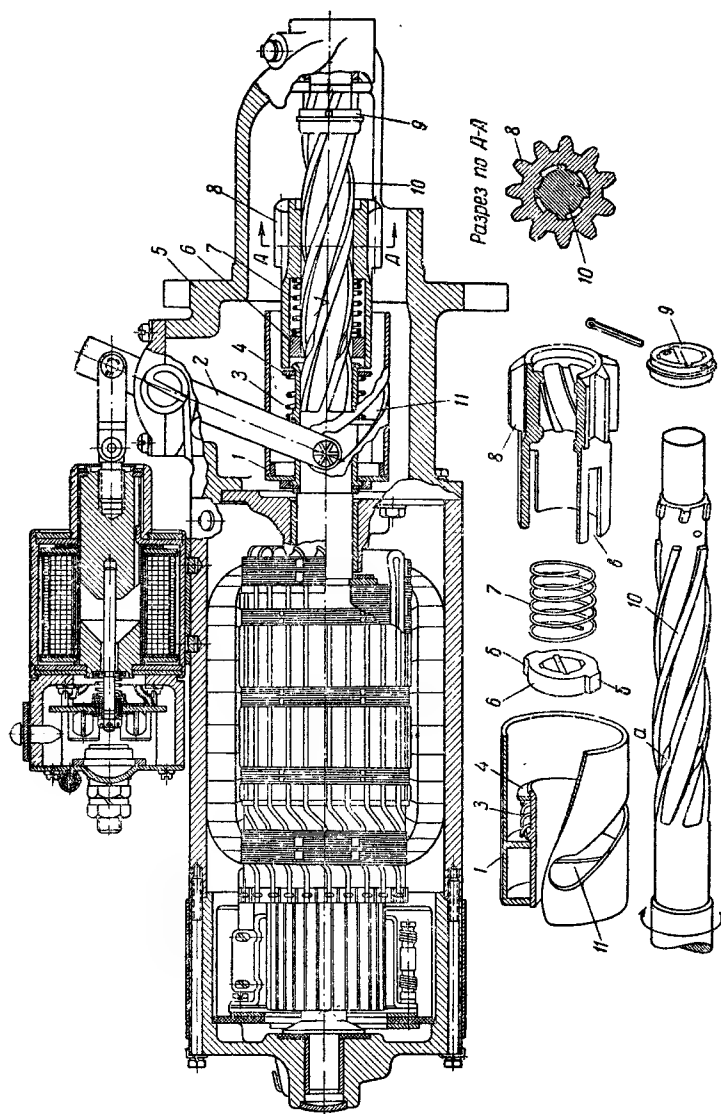


Рис. 82. Конструкция стартера СТ-25

менно осуществляет переключение двух 12-вольтовых аккумуляторных батарей с параллельного на последовательное соединение.

Устройство и действие сцепляющего механизма стартера СТ-25.

На валу 10 стартера, имеющего четырехходовую ленточную нарезку, устанавливается стакан 1, в боковой стенке которого выполнен винтовой паз 11. Ступица стакана свободно перемещается по поверхности нарезки вала посредством рычага привода 2, имеющего опору в крышке 5. На ступице стакана установлена шайба 4, отжимаемая пружиной 3 к буртику ступицы стакана 1. На нарезке вала 10 выполнены углубления *a*, которые фиксируют ведущую гайку 6 при выключенном положении шестерни, что предотвращает произвольное перемещение шестерни на валу якоря. Ведущая гайка 6 установлена на нарезке вала 10 якоря. Выступы 6 ведущей гайки 6 входят в прорези в ступицы шестерни 8. Между гайкой 6 и внутренним торцом шестерни установлена пружина 7. Упорное кольцо 9 на валу якоря жестко крепится шплинтом.

Окружной зазор в резьбе вала и ведущей гайки (см. рис. 82, разрез по АА) допускает поворот шестерни относительно вала якоря на один зуб в случае упора торцов шестерен и тем самым облегчает введение их в зацепление.

При включении тока в обмотки тягового реле якорек реле, втягиваясь внутрь сердечника, при помощи рычага 2 перемещает стакан 1 по валу якоря. Стакан торцом ступицы перемещает ведущую гайку 6 по резьбе вала. Гайка 6 через пружину 7 перемещает шестерню 8, которая одновременно вращается, двигаясь по резьбе вала до упорного кольца 9. При этом происходит зацепление шестерни стартера с шестерней маховика.

В конце хода шестерни контактное кольцо 15 (рис. 83) тягового реле замыкает рабочую цепь стартера, и якорь приходит во вращение. При вращении вала, вследствие трения ступицы стакана 1 (см. рис. 82) о вал якоря 10 происходит перемещение стакана винтовым пазом 11 по пальцу рычага 2 в первоначальное положение. При этом шестерня 8 остается в рабочем положении — прижата к упорному кольцу 9.

После пуска двигателя число оборотов шестерни стартера становится больше числа оборотов вала стартера; при этом шестерня 8, перемещаясь по резьбе вала, выходит из зацепления с шестерней маховика и устанавливается в первоначальное положение. Удар при выходе шестерни из зацепления смягчает пружина 3 стакана 1.

Включатель стартера ВК-25 состоит из чугунного корпуса, в направляющем цилиндре которого установлена кнопка 6; на штоке кнопки крепится контактное кольцо 5 (см. рис. 83). В плоскости разъема корпуса и крышки закреплена изоляционная пластина, на которой смонтированы два зажима 4 и 8, выведенные через корпус и обозначенные — B_2 и $+B_1$.

На нижней стороне изоляционной пластины смонтированы два неподвижных контакта. Около неподвижных контактов установ-

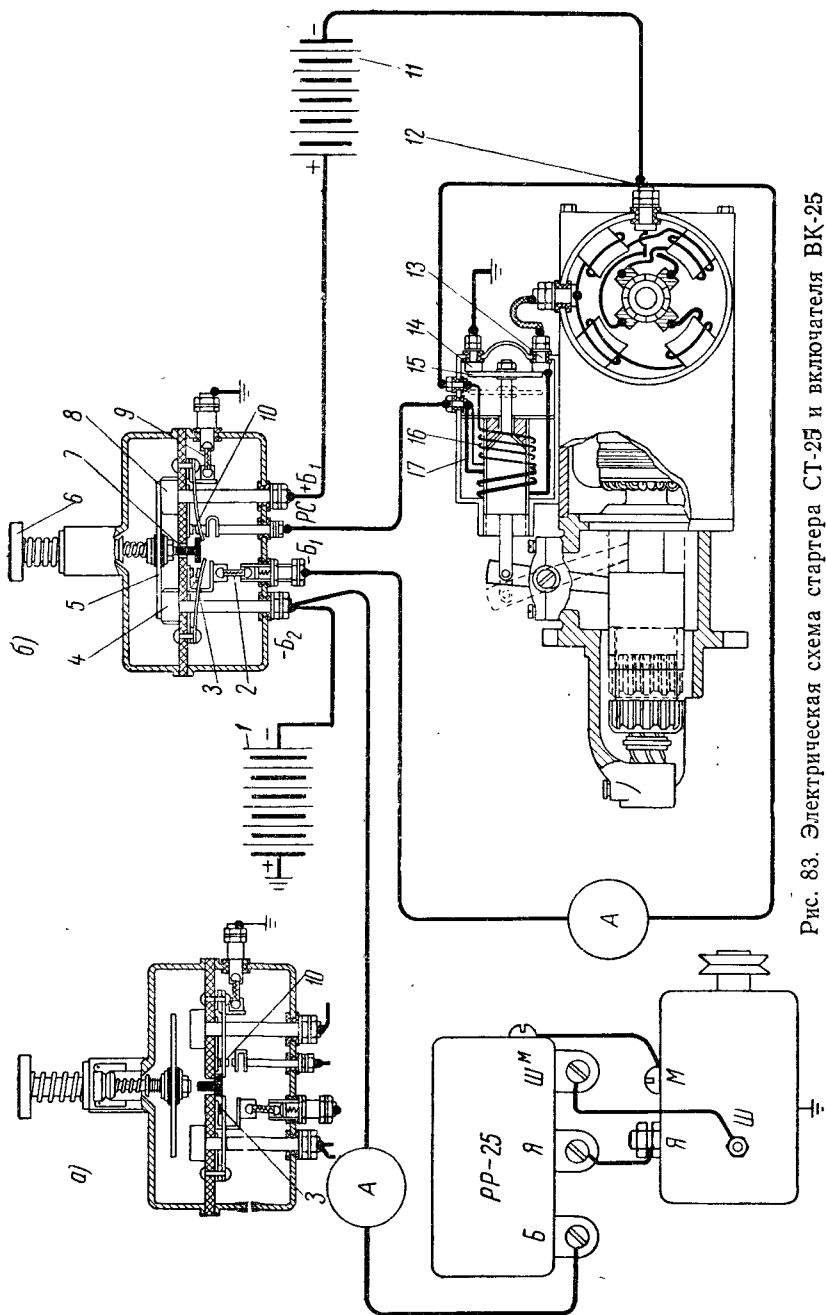


Рис. 83. Электрическая схема стартера СТ-25 и включателя ВК-25

лены две подвижные пластины 3 и 10 с контактами. Пластина 10 имеет два контакта — верхний и нижний. Пластина 3 соединена с зажимом — B_2 , а пластина 10 соединена через плавкий предохранитель 9 с боковым зажимом крышки, т. е. с массой. Под нижним контактом пластины 10 установлен неподвижный контакт, выведенный на зажим PC (реле стартера), установленный на корпусе. При нажатии на кнопку 6 под действием текстолитового штифта 7 (см. рис. 83, б) верхние контакты пластин 3 и 10 отходят от контактов изоляционной пластины, а нижний контакт пластины 10 соединяется с контактом зажима PC . Контактное кольцо 5 замыкает зажимы — B_2 и $+B_1$. При этом обмотки тягового реле включаются в цепь аккумуляторных батарей напряжением 24 в.

Цепь тока в обмотке тягового реле: положительный зажим батареи 1 — масса — боковой зажим включателя — плавкий предохранитель 9 — замкнутый нижний контакт подвижной пластины 10 и контакт зажима PC — зажим реле стартера — втягивающая 17 и удерживающая 16 обмотки реле — зажим 13 — обмотки стартера — зажим 12; (на этот же зажим 12 приходит ток и с удерживающей обмотки реле 16) — отрицательный зажим батареи 11 — положительный зажим батареи 11 — зажим $+B_1$ — контактное кольцо 5 — зажим — B_2 — отрицательный зажим батареи 1.

При прохождении тока по обмоткам 16 и 17 реле якорек его втягивается и, действуя через рычаг, вводит в зацепление шестерню привода стартера с шестерней маховика.

При дальнейшем движении якорька контактное кольцо 15 замыкает основные зажимы стартера 13 и 14 и одновременно закорачивает втягивающую обмотку 17, после чего удерживание якорька реле во втянутом положении будет обеспечиваться только одной удерживающей обмоткой 16.

Цепь рабочего тока: положительный зажим аккумуляторной батареи 1 — масса — зажим 14 тягового реле — контактное кольцо 15 — зажим 13 реле — зажим стартера — обмотка возбуждения стартера — изолированные щетки — коллектор — обмотка якоря — коллектор — вторая пара изолированных щеток — зажим 12 стартера — отрицательный зажим батареи 11 — положительный зажим батареи — зажим $+B_1$ — контактное кольцо 5 — зажим — B_2 — отрицательный зажим батареи 1.

При отпускании кнопки 6 включателя контактное кольцо 5 усилием пружины кнопки возвращается в исходное положение; вместе с этим возвращаются в исходное положение контактные пластины 3 и 10, цепь обмоток тягового реле размыкается, а аккумуляторные батареи включаются параллельно друг другу (см. положение включателя на схеме рис. 83, а).

При выключении тока якорек тягового реле и рычаг привода возвращаются в выключенное положение усилием возвратной пружины рычага.

В электрическую цепь генератора и аккумуляторной батареи 11 включены два плавких предохранителя 2 и 9.

Включатель стартера ВК-30 (рис. 84). Включатель стартера ВК-30 устанавливается взамен ранее применявшегося включателя ВК-25. Включатель ВК-30 служит для переключения

двух 12-вольтовых аккумуляторных батарей с параллельного соединения на последовательное и одновременного включения стартера.

Включатель ВК-30 имеет дистанционное управление, которое обеспечивает более надежное соединение контактов 6 и 20 рабочей цепи стартера (см. рис. 84, а).

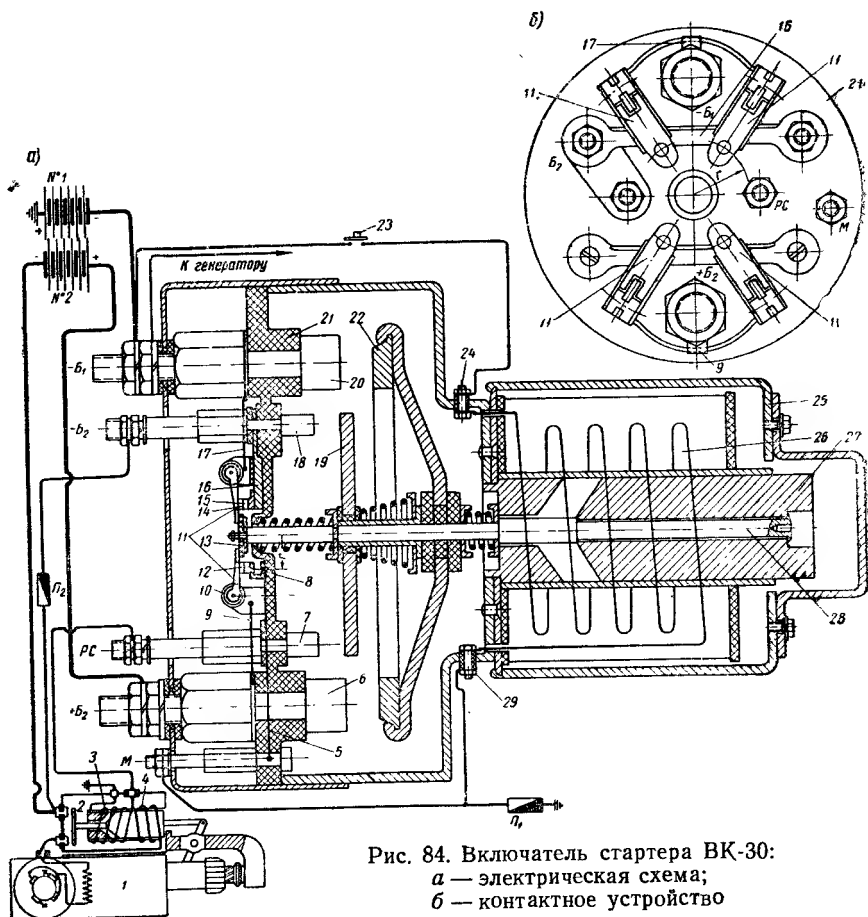


Рис. 84. Включатель стартера ВК-30:

а — электрическая схема;

б — контактное устройство

Основными частями включателя являются: обмотка 26, якорек 27, смонтированные в металлическом корпусе 25, и контактное устройство, смонтированное на текстолитовом диске 21. Обмотка 26 состоит из 502 витков провода ПЭЛ диаметром 1,3 мм; общее сопротивление катушки при температуре $+20^{\circ}\text{C}$ равно 1,04 ом. На якорьке 27 укреплен шток 28 с находящимися на нем двумя медными подвижными контактными дисками 19 и 22 и текстолитовой шайбой 13, служащей для размыкания вспомогательных контактов. Четыре пары вспомогательных контактов 8 и 12, 14 и 15 при выключенном стартере соединяют параллельно обе ак-

кумуляторные батареи. При этом контакты находятся в замкнутом состоянии. Четыре неподвижных серебряных контакта (на рис. 84, *a* показаны два из них — 8 и 15) расположены на текстолитовом диске 21 по окружности на радиусе r (см. рис. 84, *a*).

Четыре других серебряных контакта (на рисунке показаны два из них — 12 и 14) смонтированы на рычажках 11. При помощи пружин 10 и рычажков 11 подвижные контакты 12 и 14 плотно прижимаются к неподвижным контактам 8 и 15.

Включатель ВК-30 имеет пять зажимов: — B_1 , — B_2 , РС, + B_2 и М.

Два подвижных контакта 14 (на рис. 84, *a* изображен один из них) соединены между собой параллельно проводом и, кроме того, шиной 17 с зажимом — B_1 .

Два неподвижных контакта 15 (на рисунке изображен один из них) соединены шиной 16 с зажимом — B_2 .

Два других подвижных контакта 12 также соединены между собой параллельно проводом и, кроме того, соединены шиной 9 с зажимом + B_2 .

Два неподвижных контакта 8 соединены шиной 5 с зажимом М, который через провод и предохранитель P_1 соединен с массой. Контактное устройство включателя изображено на рис. 84, *b* (вид со стороны зажимов). При пуске двигателя электрическая цепь обмотки 26 включателя замыкается кнопкой 23, установленной в кабине.

Путь тока в обмотку включателя: положительный зажим аккумуляторной батареи № 1 — масса — предохранитель P_1 — зажим 29 — обмотка 26 электромагнита — зажим 24 — кнопка включателя 23 — зажим — B_1 — отрицательный зажим аккумуляторной батареи № 1.

При прохождении тока по обмотке ее магнитный поток втягивает якорек 27, перемещая шток 28 к контактному устройству. При этом при помощи текстолитовой шайбы 13 размыкаются четыре пары вспомогательных контактов (размыкая цепь генератор-аккумуляторные батареи), затем подвижной контактный диск 19 замыкает контакты 7 и 18, замыкая электрическую цепь обмотки тягового реле стартера.

В конце хода якорька контактным диском 22 замыкаются главные контакты включателя 6 и 20, соединяя обе аккумуляторные батареи последовательно.

Путь тока в удерживающую обмотку тягового реле стартера: положительный зажим аккумуляторной батареи № 1 — масса — массовый зажим реле — удерживающая обмотка 3 — изолированный зажим реле — зажим РС — контакт 7 — контактный диск 19 — контакт 18 — зажим — B_2 — предохранитель P_2 — зажим тягового реле стартера — отрицательный зажим аккумуляторной батареи № 2 — положительный зажим аккумуляторной батареи № 2 — зажим + B_2 — контакт 6 — контактный диск 22 — контакт 20 — зажим — B_1 — отрицательный зажим батареи № 1.

Путь тока в втягивающую обмотку тягового реле стартера: положительный зажим батареи № 1 — масса — массовые щетки стартера 1 — коллектор — обмотка якоря — коллектор — изолированные щетки — обмотка возбуждения — зажим стартера — зажим тягового реле стартера — втягивающая обмотка 4 реле стартера — изолированный зажим реле — зажим РС — кон-

Таблица 19

Тип стартера	Обмотка якоря					Обмотка возбуждения					число витков в катушке
	число пластин коллектора	тип обмотки	размеры сечения медного провода обмотки, мм	число пазов	число секций в пазу	число витков в катушке	шаг обмотки по коллектору	число полюсов	соединение катушек между собой	размеры сечения медного провода обмотки, мм	
СТ-08, СТ-15, СТ-20, СТ-20Б, СТ-15Б	23	Волновая	2,5×4,2	23	1	1	1—7	1—13	Последовательное	1,8×6,9	5,5
СТ-10	24	"	2,6×4,3	24	1	1	1—7	1—13	Две параллельные ветви из двух последовательных катушек	1,9×6,9	6,0
СТ-25	27	"	2,63×5,5	27	1	1	1—7	1—13	То же	1,68×9,3	7,0
СТ-21	31	"	1,45×4,4	31	1	1	1—9	1—17	То же	1,25×5,5	7,0

Таблица 20

Тип реле	Реле включения				Тяговая реле			
	На каком стартере установлено		удерживающая обмотка		втягивающая обмотка		сопротивление, ом	число витков
	марка	диаметр провода, мм	число витков	сопротивление, ом	марка	диаметр провода, мм		
РС-6	СТ-15	ПЭЛ	0,29	700	40	ПЭЛ	1,16	132
РС-9	СТ-20Б	ПЭЛ	0,19	1500	—	ПЭЛ	0,86	145
РС-25	СТ-25	—	—	—	—	ПЭЛ	0,55	300
РС-14	СТ-21	—	—	—	—	ПЭЛ	0,83	255
						ПЭЛ	2,26	126
						ПЭЛ	1,95	138
						ПЭЛ	1,12	474
						ПЭЛ	0,83	255
								0,12
								—
								1,2
								0,75

Таблица 21

Характеризующие показатели	СТ-08	СТ-10	СТ-15	СТ-20	СТ-20Б	СТ-15Б	СТ-25	СТ-21
Установлен на автомобиле	ГАЗ-51	ЗИЛ-110	ЗИЛ-150	М-20	ЗИМ	ЗИЛ-150	МАЗ-200	М-21
Номинальная мощность, л. с.	1,8	1,2	1,8	1,7	1,7	1,8	8,0	1,55
Работает от батареи	2×3СТ-70	3СТ-135	2×3СТ-84	6СТ-54	6СТ-68	2×3СТ-84	4×3СТ-126	6СТ-54
Сцепляющий механизм	Принудительного включения с муфтой свободного хода							
Управление стартером Число полюсов Марка щеток Давление пружины на щетку, г. Ток холостого хода, а Максимальное число оборотов якоря, об/мин. Ток при полном торможении якоря, а Наибольший крутящий момент, кг·м. Напряжение замыкания реле включения, в	Непосредст., 4	Дистанционное 4	Дистанционное 4	Непосредственное 4	Дистанционное 4	Непосредственное 4	Дистанционное 4	Дистанционное 4
	МГС	МГС	МГС	МГС	МГС	МГС	МГС	МГС
	900—1300	900—1300	900—1300	900—1300	900—1300	900—1300	850—1200	1200—1500
	75	80	90	75	75	90	80	90
	4500	2500	4300	5000	5000	4300	7000	9000
	600	750	600	600	600	600	1100	535
	2,6	3,75	2,6	2,6	2,6	2,6	8,5	1,6
	—	3,8—4,3	6,0—7,6	—	6,0—7,6	—	—	5,5—7

такт 7 — контактный диск 19 — контакт 18 — зажим — B_2 — предохранитель P_2 — зажим тягового реле стартера — отрицательный зажим аккумуляторной батареи № 2 — положительный зажим аккумуляторной батареи № 2 — зажим + B_2 — контакт 6 — контактный диск 22 — контакт 20 — зажим — B_1 — отрицательный зажим батареи № 1.

При прохождении тока по обмоткам 3 и 4 тягового реле якорек реле перемещается в сторону зажимов, замыкая их контактным диском 2, присоединяя тем самым стартер к батареем.

Цепь рабочего тока стартера: положительный зажим батареи № 1 — масса — массовые щетки — коллектор — обмотка якоря — коллектор — изолированные щетки — обмотка возбуждения — зажим стартера — зажим тягового реле — контактный диск 2 — второй зажим тягового реле — отрицательный зажим батареи № 2 — положительный зажим батареи № 2 — зажим + B_2 — контакт 6 — контактный диск 22 — контакт 20 — зажим — B_1 — отрицательный зажим батареи № 1.

При отпускании кнопки 23 электрическая цепь обмотки 26 размыкается; при этом шток 28 с контактными дисками 19 и 22 при помощи возвратной и буферных пружин штока возвращаются в исходное положение, обеспечивая размыкание электрической цепи обмоток тягового реле и цепи стартера.

Обмоточные данные стартеров и реле стартеров приведены в табл. 19 и 20. Основные данные стартеров приведены в табл. 21.

§ 55. Регулировка включения стартеров и реле стартеров

Регулировка включения стартеров СТ-20, СТ-08 и СТ-15Б. Включение стартера должно быть отрегулировано так, чтобы введение шестерни в зацепление было согласовано с замыканием зажимов включателя стартера. Для этого следует:

1) снять стартер с двигателя, а затем крышку с включателя стартера;

2) переместить рычаг 3 стартера до отказа и в крайнем положении замерить зазор между торцом шестерни 10 (см. рис. 77) и упорной шайбой 9; зазор должен быть в пределах 0,5—1,5 мм; при необходимости зазор регулируют упорным винтом 7, после ослабления контргайки 6;

3) проверить момент замыкания контактным кольцом 3 зажимов 1 и 2 (см. рис. 78); зажимы должны замыкаться кольцом при зазоре между торцом шестерни и упорной шайбой, колеблющемся в пределах 1,5 — 4 мм;

4) при необходимости момент замыкания зажимов включателя отрегулировать вращением винта 5 (см. рис. 77) после ослабления контргаек 2 и 4, после чего, придерживая отверткой винт 5, закрепить обе контргайки.

Регулировка реле включения стартеров СТ-15, СТ-20Б. Для регулировки реле включения необходимо:

1) нажатием на якорек 9 (см. рис. 79) замкнуть контакты реле и замерить зазор между якорьком и сердечником; нормальный зазор должен быть в пределах 0,15 ÷ 0,45 мм;

2) в случае необходимости зазор регулируют подгибанием кронштейна стойки 7 неподвижного контакта;

3) измерить зазор между разомкнутыми контактами и, если он будет отличаться от нормального (0,8 — 1,2 мм), подогнуть ограничитель 8 подъема якорька;

4) соединить один из зажимов реле включения с корпусом стартера, а другой зажим реле включения с зажимом тягового реле, к которому присоединяется провод от аккумуляторной батареи (см. рис. 79);

5) между зажимом тягового реле, соединенным с зажимом реле включения, и корпусом стартера включить последовательно соединенные 12-вольтовую аккумуляторную батарею и реостат, параллельно им включить вольтметр;

6) ввести полное сопротивление реостата и, замкнув электрическую цепь, постепенно уменьшать сопротивление реостата, наблюдая по вольтметру за напряжением, соответствующим моменту замыкания контактов реле, которое должно быть в пределах 6,0—7,6 в;

7) в случае необходимости момент замыкания контактов регулируют изменением натяжения пружины якорька путем подгибания кронштейна 12 подвески пружины;

8) при помощи реостата уменьшить напряжение на зажимах стартера до 3,0—5,5 в и проверить момент размыкания контактов реле; если размыкание контактов не происходит при указанном напряжении (3,0—5,5 в), производят регулировку зазора между якорьком и сердечником реле путем подгибания ограничителя подъема якорька 8.

Регулировка включения стартеров СТ-15 и СТ-20Б. Для регулировки включения этих стартеров следует:

1) нажать якорек 29 (см. рис. 79) тягового реле и перемещать его внутрь сердечника до момента замыкания контактным кольцом 23 зажимов 20 и 21 тягового реле; при этом положении якорька замерить зазор между торцом шестерни стартера и упорной шайбой, который должен быть в пределах 1,5—2,5 мм;

2) при полном введении якорька внутрь сердечника между торцом шестерни и упорной шайбой должен оставаться зазор в пределах 0,5—1,5 мм;

3) в случае необходимости производят регулировку зазора путем ввинчивания или вывинчивания шпильки 6, после отсоединения звена, соединяющего шпильку и рычаг.

В стартере СТ-25 замыкание контактного кольца с зажимами тягового реле должно происходить в момент, когда шестерня привода дойдет до упорного кольца на валу якоря (см. рис. 82).

§ 56. Испытание стартеров

Испытание стартеров производится в режиме холостого хода, при полном торможении и при различных нагрузках.

Испытание стартера в режиме холостого хода производят с целью проверки правильности сборки стар-

тера и отсутствия замыкания в обмотке якоря и обмотке возбуждения. При испытании определяют величину потребляемого тока и обороты якоря. В случае потребления стартером тока, превышающего нормальный (см. табл. 21), или при меньшем числе оборотов якоря на холостом ходу необходимо проверить легкость вращения якоря (от руки), отсутствие замыканий в обмотке якоря и обмотке возбуждения.

При испытании в цепь между испытуемым стартером и аккумуляторной батареей последовательно включают амперметр на 800 а (при испытании стартера СТ-25 — 1200 а) и параллельно зажимам стартера вольтметр на 15 в. Обороты якоря замеряют тахометром со шкалой 0—10 000 об/мин. Обороты якоря и вели-

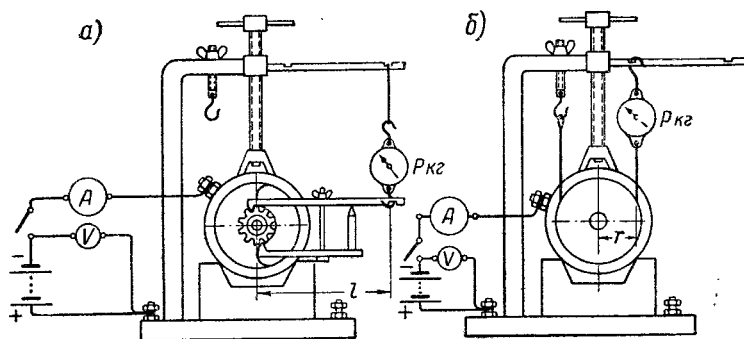


Рис. 85. Схема выключения приборов при испытании стартера: а — при полном торможении якоря; б — под нагрузкой

чину тока замеряют через минуту после включения стартера. При вращении якоря не должно наблюдаться искрения под щетками. Якорь должен вращаться равномерно, без посторонних шумов и стуков.

Испытание стартера при полном торможении. При этом методе испытания на зубьях шестерни стартера закрепляют рычаг (рис. 85, а), другой конец которого крепится к динамометру на 10 кг, подвешенному к стойке. При помощи выключателя стартер включают на 4—5 сек.; при этом замеряют величину тока и показание динамометра. Крутящий момент определяется произведением силы в килограммах, регистрируемой динамометром, на длину рычага в метрах. Если крутящий момент ниже, а потребляемый ток выше нормы (см. табл. 21), то это указывает на наличие замыкания между витками обмотки возбуждения или обмотки якоря или замыкание их на массу.

Меньшая величина потребляемого тока и создаваемого крутящего момента является признаком того, что в цепи стартера и в зажимах крепления проводов имеется повышенное сопротивление (окислен или замаслен коллектор, изношены щетки, мало натя-

жение пружин щеткодержателей, окислены зажимы и контактное кольцо включателя или тягового реле и т. п.).

Проверка исправности работы стартера обычно производится испытанием стартера в режиме холостого хода и при полном торможении якоря.

Испытание стартера при различных нагрузках для определения мощности и построения его рабочих характеристик. При этом методе испытание стартера производится на тормозном стенде. Для этого на вал якоря крепят шкив, торможение которого производят колодками или тормозной лентой, соединенными с динамометром (рис. 85, б).

Испытание стартера производят при различных нагрузках: от режима полного торможения до режима холостого хода. Перед каждым последующим замером производят ослабление зажима тормозного устройства. Замеры тока, числа оборотов якоря, усилия на динамометре и напряжения на зажимах стартера должны производиться быстро после прекращения колебания стрелок измерительных приборов.

После каждого замера стартер быстро отключают. Перед каждым следующим замером обязательно делают перерыв для «отдыха» батареи продолжительностью 2—3 мин. При испытании стартера производят 5—7 замеров. По показаниям приборов строят рабочие характеристики стартера (см. рис. 76). Мощность стартера подсчитывают по формуле $N_{\text{ст}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{я}}}{716,2}$ л. с.

При всех трех методах испытания аккумуляторная батарея должна быть полностью заряженной, а емкость и напряжение ее должны соответствовать нормам, предусмотренным для батареи, работающей с испытуемым стартером на автомобиле.

Сечение и длина проводов между аккумуляторной батареей и испытуемым стартером должны быть таковы, чтобы падение напряжения в них не превышало 0,2—0,3 в. Все зажимы электрической цепи должны быть зачищены от окислов и плотно затянуты.

§ 57. Основные неисправности стартеров, способы их определения и устранения

1. Уменьшение оборотов и мощности стартера. Эта неисправность происходит в результате следующих причин: плохих контактов в зажимах проводов, замасливания и окисления коллектора, износа щеток, выработки коллектора, уменьшения натяжения пружин щеткодержателей, окисления контактного кольца и зажимов проводов включателя или тягового реле, заедания вала якоря в подшипниках, замыкания между витками обмотки якоря или замыкания их на массу.

Поддержание плотных, чистых зажимов в соединении проводов и в цепи стартера необходимо для обеспечения нормальной работы стартера. Замасленный коллектор протирается тряпкой, смоченной бензином; окисление поверхности коллектора, контакт-

ных колец и зажимов устраняется шлифовкой стеклянной бумагой № 00 или № 000.

Определение неисправности обмотки якоря и обмотки возбуждения стартера и устранение выявленных неисправностей производятся аналогично генератору (см. § 28).

2. Якорь вращается, но шестерня стартера в зацепление с шестерней маховика не входит. Причинами этой неисправности могут быть: неправильная регулировка момента замыкания зажимов и контактного кольца включателя и тягового реле стартера (ток включается до момента введения в зацепление шестерни стартера с шестерней маховика), сильный износ торцов зубьев шестерен, загустение смазки на шлицах вала якоря (в зимнее время), поломка рычага привода стартера.

3. Заклинивание шестерни стартера в шестерне маховика происходит в результате изгиба вала якоря, образования больших заусенцев на шестернях, неплотного крепления стартера к картеру маховика.

4. Обрыв цепи обмотки реле включения стартеров СТ-15 и СТ-20Б. При этой неисправности стартер не включается.

5. Обрыв удерживающей обмотки тягового реле. При включении кнопки происходят непрерывные периодические удары шестерни стартера о шестерню маховика, так как при замыкании контактного кольца тягового реле с зажимами проводов. втягивающая обмотка закорачивается и возвратная пружина рычага возвращает якорек тягового реле и шестерню привода стартера в исходное положение (в стартере СТ-25 перемещаются рычаг привода и якорек реле). Контактное кольцо отходит от зажимов проводов и во втягивающую обмотку снова включается ток; это явление происходит до тех пор, пока кнопка включения стартера нажата. Аналогичное явление происходит и при разряженной аккумуляторной батарее.

6. Обрыв втягивающей обмотки тягового реле. При включении кнопки не происходит втягивание якорька внутрь сердечника тягового реле, а следовательно, введение шестерни стартера в зацепление с шестерней маховика. Обрывы обмоток определяются включением в цепь аккумуляторной батареи или сети переменного тока через лампу или вольтметр.

7. Витковое замыкание обмоток реле определяется замером их сопротивления и сопоставлением полученных данных с заводскими.

8. Износ муфты свободного хода вызывает: а) пробуксовку роликов в обойме муфты; поэтому усилие от вала якоря на маховик не передается; б) заклинивание муфты; поэтому после пуска двигателя вращение передается на вал якоря стартера, что может вызвать его «разнос». В этом случае втулку привода с муфтой свободного хода необходимо заменить.

9. Обрыв возвратной пружины рычага привода. После выключения стартера шестерня привода остается зацепленной с шестерней маховика.

Глава VI

ОСВЕЩЕНИЕ, СИГНАЛИЗАЦИЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

§ 58. Лампы накаливания, фары

На автомобилях и тракторах применяются газонаполненные и пустотные лампы накаливания. Спираль лампы изготавливается из вольфрамовой проволоки, допускающей температуру нагрева до 2700°C (температура плавления вольфрама 3380°C).

При нагреве спирали происходит испарение вольфрама, что вызывает сокращение срока службы лампы. С целью увеличения срока службы ламп в процессе их изготовления выкачивают из стеклянных колб воздух, а вместо него колбы наполняют инертными газами (смесь из 96% аргона и 4% азота или чистый криптон или аргон); такие лампы называют газонаполненными. Лампы с силой света до трех свечей выпускаются пустотными. При нагреве спирали нагреваются и инертные газы, в результате чего увеличивается их давление, а поэтому уменьшается испарение вольфрама спирали. Испарившийся вольфрам отлагается на внутренней поверхности колбы в виде черного налета, что сильно уменьшает световой поток лампы. Кроме того, при испарении металла спирали уменьшается толщина вольфрамовой проволоки, и в конце концов она плавится в месте наименьшего сечения.

При изготовлении лампы внутрь колбы закладывается незначительное количество фосфора, бария, углерода и других веществ, которые поглощают влагу и кислород, оставшиеся в очень малых количествах внутри колбы. При первом нагреве спирали фосфор, барий и углерод химически соединяются с кислородом воздуха и парами воды, что предотвращает их вредное влияние на срок службы спирали. Фосфор и барий в виде очень тонкого серого налета откладываются на внутренней стороне колбы, что не может служить признаком неисправности ламп.

В газонаполненных лампах вследствие повышенного давления инертных газов в колбе допускается более высокая температура нагрева спирали, чем в пустотных лампах, что дает возможность увеличить отдаваемую силу света на 1 *вт* электрической энергии, потребляемой лампой. Лампы фар имеют нормированную световую отдачу порядка 14 *лм* на 1 *вт*.

Таблица 22

Тип лампы по каталогу	Напряжение, в	Сила света, св.	Световой ток, лм	Мощность лампы, вт	Тип цоколя	Продолжительность горения, час.	Тип лампы по каталогу	Напряжение, в	Сила света, св.	Световой ток, лм	Мощность лампы, вт	Тип цоколя	Продолжительность горения, час.
A-16	6	1	12,6	1,88	1Ш-9	500	A-31	6	{ 50	628	42,5	2Ф-30	500
A-19	6	2	25,1	3,5	1Ш-9	300	A-22	12	{ 21	264	20,0		200
A-17	6	3	37,7	4,83	1Ш-15	300	A-23	12	1	12,6	2,09	1Ш-9	500
A-18	6	6	75,4	7,73	1Ш-15	300	A-24	12	1,5	18,8	3,14	1Ш-9	500
A-2	6	10	125	11,5	1Ш-15	200	A-25	12	3	37,7	5,9	1Ш-15	500
A-3	6	15	150	14,3	1Ш-15	200	A-10	12	6	75,4	8,25	1Ш-15	500
A-20	6	21	264	20,0	1Ш-15	150	A-26	12	15	190	14,3	1Ш-15	300
A-21	6	{ 21	264	20,0	2Ш-15A	150	A-27	12	21	264	18,6	1Ш-15	200
		3	37,7	4,83		300			{ 6	75,4	8,25	2Ш-15A	500
A-6	6	{ 21	264	20,0	2Ш-15	200	A-28	12	{ 50	628	41,6		200
		21	264	20,0		200			{ 21	264	18,6	2Ф-30	200
A-7		{ 32	402	27,7	2Ф-30	150			{ 50	628	41,6		300
		21	264	20,0		200			{ 21	264	18,6	2Ф-Д30	300

Примечания: 1. В обозначениях типов цоколей первая цифра (1 или 2) указывает на число контактов на торце цоколя. Буква «Ш» обозначает, что цоколь лампы двухштифтовый; число после буквы «Ш» указывает диаметр цоколя в миллиметрах для двухштифтовых цоколей, а для фокусирующих — диаметр фланца.

2. Буква «А» показывает, что штифты у данного цоколя смещены, буква «Ф» — что цоколь фокусирующий, а буква «Д» — диаметр фланца для лампы, имеющих по две спиралли; сила света, световой поток и мощность указаны двумя цифрами.

3. Применение ламп: двухспиральные по 50+21 св. и 32+21 св.—в фарах для «дального» и «ближнего» света; двухспиральные по 21+3 св. и 21+6 св.—для сигнала торможения и освещения номерного знака, для сигнала поворота и габаритного освещения; 6, 10 и 15 св. — для переносной лампы и плафона; 2 и 3 св. для габаритных фар. плафона. 1,5 и 2 св. для освещения щитка приборов, контрольная лампа включения дальнего света; 1 св.—включатель электрофарядного подогревателя, аварийные сигнализаторы температуры воды и давления масла.

В табл. 22 приведены основные данные по автомобильным и тракторным лампам.

В главных фарах, задних и габаритных фонарях некоторых автомобилей лампы имеют две спирали. Спираль большей мощности в лампах фар располагается на геометрической оси и используется в фарах для «дальнего света», — освещения полотна дороги при движении автомобиля за городом; в задних фонарях эта спираль включается при торможении автомобиля, т. е. при включении стоп-сигнала; в габаритных фарах она включается для указания стороны поворота автомобиля (световой мигающий указатель поворота).

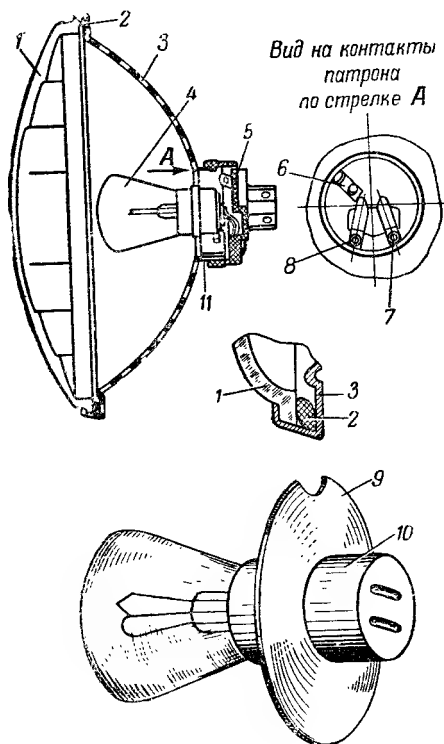


Рис. 86. Полуразборный герметизированный оптический элемент:

1 — рассеиватель; 2 — резиновая прокладка; 3 — отражатель; 4 — лампа; 5 — карболитовый патрон; 6 — массовый контакт; 7 — контакт дальнего света; 8 — контакт ближнего света; 9 — фланец лампы; 10 — цоколь лампы; 11 — втулка отражателя

Спираль меньшей мощности располагается вне геометрической оси и смещена относительно фокуса рефлектора фары вверх. При ее включении световой поток от рефлектора фары в основном отражается вниз, что необходимо для «ближнего света» — освещения полотна дороги. Поэтому в фарах автомобилей ее используют при движении на хорошо освещенных улицах городов и населенных пунктов и при встрече с другим транспортом.

В лампах задних фонарей спираль малой мощности предназначена для освещения номерного знака.

В фарах автомобилей применяются двухконтактные лампы с двумя нитями («дальнего» и «ближнего» света) и фокусирующим цоколем. Крепление цоколя лампы во втулке отражателя в определенном положении обеспечивается карболитовым патроном 5 (рис. 86).

Лампа вставляется в оптический элемент с тыльной стороны отражателя. Фланец 9 на цоколе 10 лампы имеет один небольшой вырез, а во втулке 11 отражателя выполнена аналогичная выдавка; этим достигается правильное положение лампы при ее установке в оптическом элементе фары. Лампа закрепляется во

втулке отражателя пружинными контактами 6, 7 и 8 карболитового патрона 5.

Фланец к цоколю лампы припаивается в определенном положении, а поэтому при установке лампы в оптический элемент фары отпадает необходимость регулировки лампы в фокусе фары как у автомобилей, так и у тракторов.

Все остальные лампы имеют на цоколе два штифта 1, а в патроне два Г-образных выреза (рис. 87). С 1953 г. в фарах автомобилей и тракторов устанавливаются герметизированные оптические элементы (см. рис. 86), состоящие из отражателя 3, стекла рассеивателя 1, резиновой прокладки 2 между стеклом и отражателем, втулки отражателя 11 и карболитового патрона 5 с тремя пружинными контактами 6, 7 и 8.

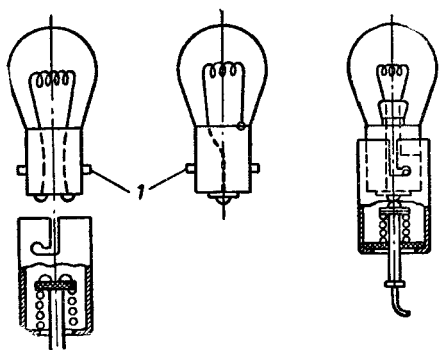


Рис. 87 Штифтовые лампы и патроны

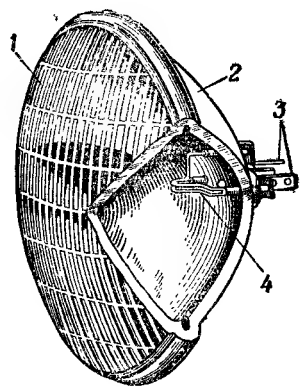


Рис. 88. Лампа-фара

Фары автомобилей должны освещать полотно дороги на расстояние не менее 250 м при скорости движения свыше 30 км/час.

Отражатель оптического элемента фары изготавливается из стали; рабочая поверхность отражателя после шлифовки и обезжиривания лакируется, а затем покрывается алюминием путем испарения последнего в вакууме. Алюминированная поверхность отражателя отражает 94% падающего на него светового потока (хромированная — около 64%). Отражатель оптического элемента имеет по периферии наружного диаметра зубцы, при помощи которых крепится стеклянный рассеиватель. Относительно хорошая герметизация оптического элемента позволяет длительное время сохранять высокую отражательную способность алюминированной поверхности отражателя, не прибегая к его мойке (алюминированные отражатели не чистят).

Чтобы предохранить отражатель от загрязнения при смене лампы, в центре выполнена короткая втулка 11 (см. рис. 86), в отверстие которой устанавливается лампа 4, входящая в оптический элемент фары.

В автомобилях ЗИЛ-110 и ЗИМ применяются лампы-фары (рис. 88), представляющие собой полностью герметизированный оптический элемент с лампой накаливания.

Лампа-фара состоит из стеклянного отражателя 2, покрытого алюминием, стеклянного рассеивателя 1, двух вольфрамовых спиралей 4 («дальнего» и «ближнего» света), закрепленных в центре отражателя при его изготовлении.

Для крепления двух проводов к спиралям накаливания и одного провода, соединенного с массой, обе спирали лампы-фары с наружной стороны рефлектора имеют три штифта 3, являющиеся продолжением спиралей. Отражатель и рассеиватель сварены вместе. Из полости лампы-фары воздух откачивается, а вместо него вводится смесь инертных газов.

Таким образом, лампа-фара представляет собой лампу накаливания с рефлектором и рассеивателем. При свечении спирали лампы световой поток, отражаясь от отражателя, проходит сконцентрированным узким пучком через центральную часть рассеивателя, в котором сила света достигает 18 000 свечей (при силе света лампы 50 свечей), что дает возможность обеспечить нормальное освещение полотна дороги при движении автомобиля.

Стеклянный рассеиватель оптического элемента фары на внутренней поверхности имеет линзы и призмы, с помощью которых обеспечивается нужное рассеивание светового потока в горизонтальном направлении в пределах 18—22° в каждую сторону и в вертикальном направлении в пределах от 6 до 8°.

При таком рассеивании светового потока достигается хорошая освещенность полотна дороги спереди, а также ее обочин. Если направить световой поток фары на стену или экран, то световое пятно будет иметь эллипсовидную форму (см. рис. 90).

С целью уменьшения ослепления водителей встречного транспорта в верхней части стеклянного рассеивателя фар выполняют особую форму линз и призм, что обеспечивает сильное рассеивание светового потока, излучаемого через эту часть рассеивателя, а поэтому снижается «блесткость» спирали накаливания лампы.

С целью наклона световых лучей вниз спираль ближнего света в лампах располагается на 2,5—3 мм выше оптической оси фары.

При движении автомобиля с включенным «дальним» светом шоферы при встрече с каким-либо транспортом обязаны переключать свет с «дальнего» на «ближний», а на хорошо освещенной дороге вместо фар включать габаритные фонари.

При регулировке фар следует направлять центральные световые лучи ниже горизонтальной плоскости, проходящей через центр фар, что способствует уменьшению ослепления водителей встречного транспорта.

Устройство фар. На рис. 89 изображена фара ФГ-2 автомобилей ГАЗ-51 и ГАЗ-63 со старой конструкцией патрона лампы. Стальной корпус 4 с его ободком 9 покрыты с внутренней и наружной сторон стойким лаком. В центре корпуса фары приклепан кронштейн, к которому крепятся три сильные пружины 7, прижимающие к корпусу 4 держатель 5 оптического элемента. К дер-

жателю 5 при помощи наружного ободка 2 крепится оптический элемент 1 в сборе. Ободок 2 крепится к фаре винтом 8.

При регулировке света фар положение держателя 5, а вместе с ним и оптического элемента в корпусе фары изменяется при помощи двух регулировочных винтов 3 и 10. Массовый провод патрона крепится винтом к держателю 5 оптического элемента, а провода 6 подключаются в цепь источников тока. Аналогично устройство фар автомобилей М-20 и ЗИМ. В фарах ФГ-1

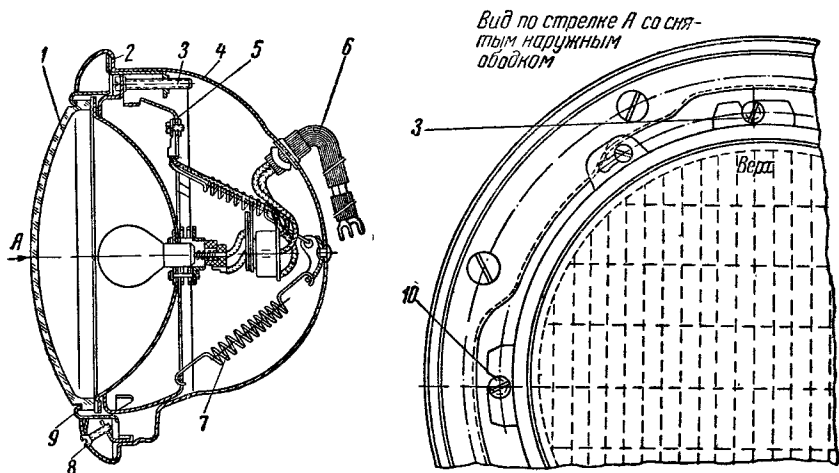


Рис. 89. Фара ФГ-2

автомобилей ЗИЛ-150 и МАЗ-200 оптический элемент жестко крепится к корпусу фары. Каждая фара крепится к кронштейну крыла автомобиля болтом со сферической головкой, что позволяет изменять положение фары при регулировке света.

Регулировка направления светового потока фар. При втором техническом обслуживании производят проверку правильности направления светового потока фар автомобиля и при необходимости его регулировку. Для этой цели на постах технического обслуживания автомобиля необходимо иметь ровную горизонтальную площадку для установки автомобиля, а перед автомобилем вывешивать специальный экран с нанесенными на нем ориентирами — тремя вертикальными и двумя горизонтальными линиями для установки центров световых пятен фар (рис. 90).

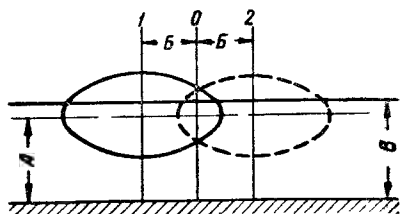


Рис. 90. Разметка экрана для регулировки направления светового потока фар

Нанесение ориентиров можно выполнить также и на стене помещения. Центральная линия экрана 0 (рис. 90) совпадает с осевой линией пола помещения. Последняя наносится на полу крас-

кой или в полу закрепляется деревянная или металлическая планка. На рис. 90 показана разметка экрана для регулировки направления светового потока фар, а в табл. 23 приведены цифровые величины для разметки экрана и размеры для установки автомобиля перед экраном при регулировке. Величина высоты B горизонтальной линии на экране зависит от высоты центров фар автомобилей относительно полотна опоры шин автомобиля, а линия A должна быть ниже на 75 или 100 мм (в зависимости от марки автомобиля).

Величина расстояния между осевой линией O и двумя боковыми вертикальными линиями 1 и 2 экрана зависит от расстояния между центрами фар.

Для регулировки направления светового потока фар следует:

1) негруженный автомобиль с нормальным давлением воздуха в камерах шин установить на площадку перед экраном на расстоянии от стекол фар до экрана, определяемом по табл. 23; при этом продольная ось автомобиля должна совпадать с центральной линией экрана и линией или планкой на полу помещения;

2) включить «дальний» свет (на щитке приборов включится сигнальная лампа дальнего света);

3) закрыть одну из фар светонепроницаемым чехлом (например, левую);

4) в случае, если центр светового пятна фары не совпадает с пересечением нижней горизонтальной линии и вертикальной линии экрана, то необходимую наводку светового потока в фарах автомобилей ГАЗ-63, ГАЗ-51, М-20 и др. производят поворотом их оптических элементов (см. рис. 89); для этого следует отвернуть винт 8 и снять ободок фары, и при необходимости поворота оптического элемента в горизонтальном направлении — вращать левый регулировочный винт 10, а для поворота в вертикальном направлении — вращать верхний регулировочный винт 3; на автомобилях ЗИЛ-150 и МАЗ-200 регулировка направления светового потока обеспечивается поворотом фары после предварительного ослабления гайки крепления фары к кронштейну;

5) затем производят регулировку направления светового потока другой фары.

Таблица 23

Марка автомобиля	Расстояние от фар до экрана, м	Высота A до ниж- ней горизонталь- ной линии на экране, мм	Расстояние от осевой линии O до боковых вертикальных линий 1 и 2 на экране, мм
М-20	7,6	790	625
ГАЗ 51	7,5	850	600
ГАЗ 63	7,5	1000	600
ЗИМ	7,5	805	725
ЗИЛ-150	10,0	820	500
ЗИЛ-110	10,0	900	500
МАЗ-200	5,0	1157	715
МАЗ-205	7,5	1075	680

§ 59. Переключатели и выключатели света

Главный переключатель света ползункового типа (рис. 91) устанавливается на щитке приборов и имеет кнопочное управление. В корпусе 2 расположена каретка 10, соединенная штоком с кнопкой 1. В каретке 10 установлен стальной шарик 9, который усилием пружин 8 фиксирует контактную пластину 6

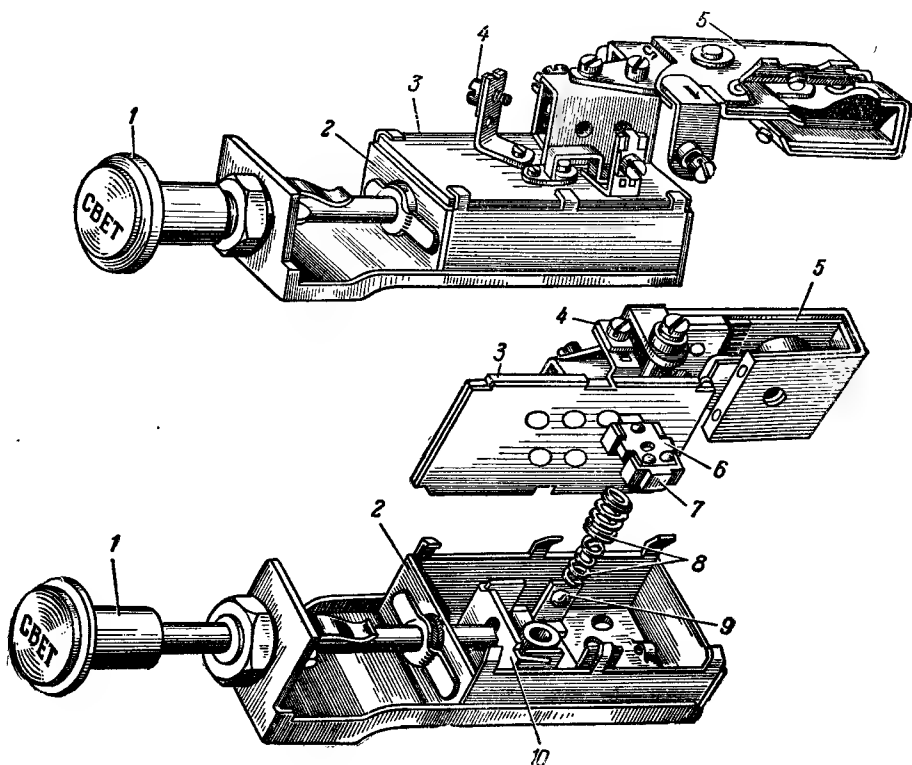


Рис. 91. Главный переключатель света

в каждом из трех ее положений. Пластина 6 закреплена на карбо-литовой колодке 7 и вместе с ней установлена в каретке 10. Контактная пластина 6 имеет три выступа, которые замыкают контакты пяти зажимов 4, укрепленных в текстолитовой панели 3. К кронштейну на текстолитовой панели при помощи двух винтов крепится термобиметаллический предохранитель 5.

Контактная пластина может устанавливаться в три положения: 0, I и II (рис. 92). При положении 0 потребители отключены; при положении I включаются лампы габаритных фар и лампы освещения номерного знака; при положении II включаются лампы главных фар, лампы освещения номерного знака и у легковых автомобилей лампы задних габаритных фар.

На автомобиле ЗИМ в главном переключателе света установлен реостат для регулирования тока в цепи ламп освещения приборной щитка, что изменяет яркость их освещения.

Ножной переключатель света (рис. 93) служит для переключения спиралей накаливания ламп главных фар с «дальнего» на «ближний» свет и наоборот.

Корпус 3 переключателя крепится в нижней части кабины шофера. Для переключения света главных фар нажимают на кнопку 1

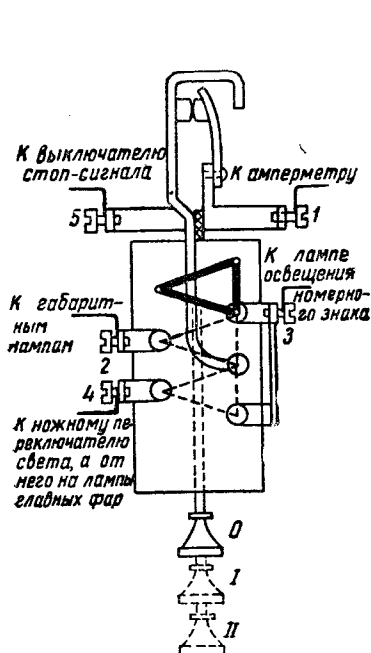


Рис. 92. Схема работы главного переключателя света

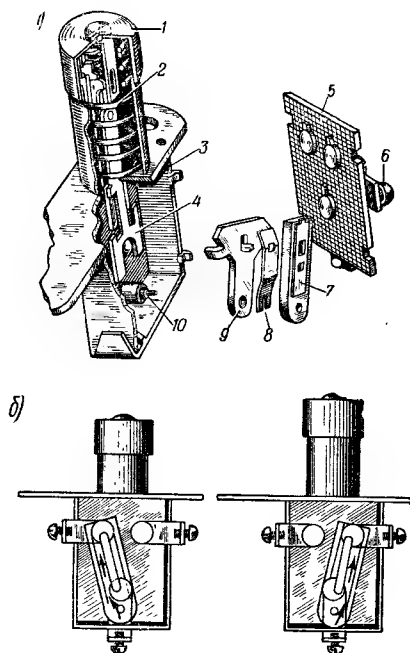


Рис. 93. Ножной переключатель света

(см. рис. 93, а), которая через шток 4 передает усилие на качающийся рычаг 9; последний шипом соединен с контактной латунной пластиной 7, закрепленной на карболитовой колодке. Между качающимся рычагом 9 и контактной пластиной 7 устанавливается упругая стальная пластина 8; детали 7, 8 и 9 установлены на оси 10.

Текстолитовая панель 5 имеет три контакта с зажимами 6. При каждом нажатии на кнопку 1 переключателя контактная пластина 7 замыкает один из боковых зажимов с центральным, к которому подводится провод от главного переключателя света (рис. 93, б). Пружина 2 возвращает кнопку 1 в исходное положение.

К одному из боковых зажимов подключен провод от спиралей «ближнего» света ламп главных фар, к другому — от спиралей

«дальнего» света ламп и сигнальная лампа включения «дальнего» света, расположенная обычно под щитком контрольных приборов.

Лампы освещения приборов щитка, кузова, багажника и т. п. обычно включаются отдельными выключателями, располагаемыми на щитке приборов, в кузове, багажнике и других местах автомобиля.

Световой сигнал торможения (стоп-сигнал). Задний фонарь имеет одну лампу с двумя спиралями разной силы

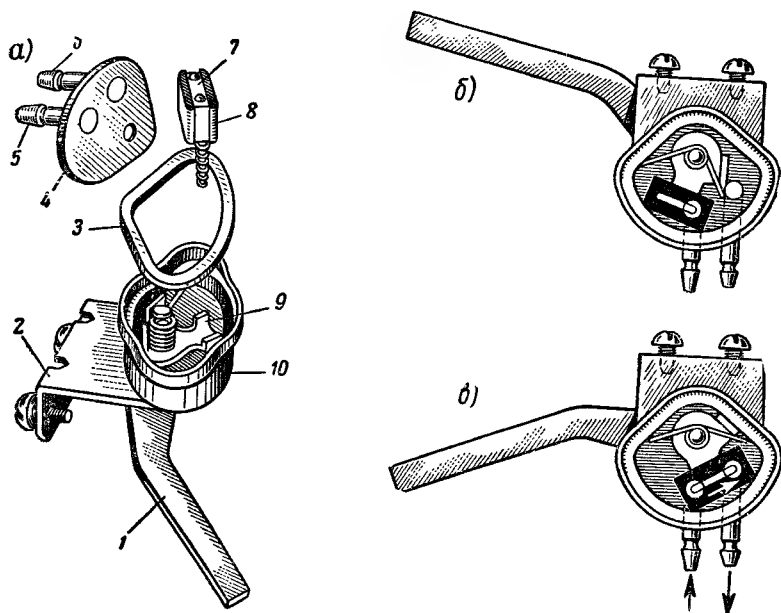


Рис. 94. Выключатель ВК-10 стоп-сигнала с механическим приводом

света или две лампы разной мощности с одной спиралью в каждой. Спираль с малой силой света или лампа малой мощности в заднем фонаре включается при включении ламп главных и габаритных фар автомобиля, а лампа или спираль с большой силой света включается при торможении автомобиля посредством особого выключателя, имеющего механический, гидравлический или пневматический привод.

На рис. 94, а изображен выключатель ВК-10 стоп-сигнала с механическим приводом. Корпус 10 при помощи кронштейна 2 жестко крепится на раме автомобиля. Рычаг 1 соприкасается с тормозной педалью. При торможении автомобиля ножной педалью рычаг 1 выключателя перемещает держатель 9 контактного движка 7. Последний, перемещаясь, замыкает зажимы 5 и 6, установленные в карболитовой крышке 4. Необходимая герметичность выключателя обеспечивается резиновой прокладкой 3. Положение контактного движка 7 при отключенных зажимах 5

и 6 показано на рис. 94, б а при включенных зажимах — на рис. 94, в.

На рис. 95 изображен включатель стоп-сигнала ВК-12 с гидравлическим приводом. В стальном корпусе 3 установлена резиновая диафрагма 2, на которую наложена контактная латунная пластина 4, отжимаемая от зажимов 6 и 7 при помощи пружины 5. Зажимы закреплены в пластмассовом основании 8. Включатель ввернут в корпус центрального тормозного цилиндра. При торможении автомобиля тормозная жидкость из главного тормозного

цилиндра входит через канал 1 в корпус включателя, прогибает диафрагму 2, которая при этом замыкает контактную пластину 4 зажимы 6 и 7.

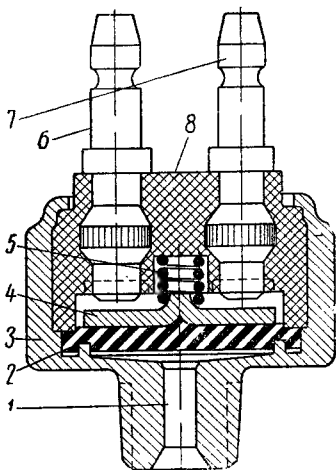


Рис. 95. Включатель ВК-12 стоп-сигнала с гидравлическим приводом

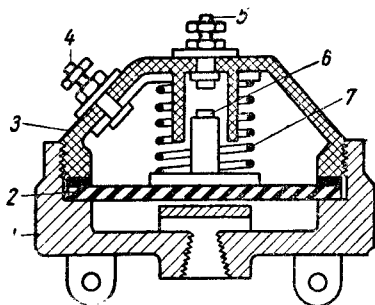


Рис. 96. Включатель стоп-сигнала с пневматическим приводом

Включатель стоп-сигнала с пневматическим приводом показан на рис. 96. Полость под резиновой диафрагмой 2 корпуса 1 включателя соединена с трубопроводом, подводящим воздух в тормозные краны камер колес. При торможении автомобиля воздух прогибает диафрагму 2, которая, преодолевая упругость пружины 7, перемещает подвижной латунный контакт 6 и замыкает им электрическую цепь лампы стоп-сигнала. При этом зажим 4 через пружину 7 и подвижной контакт 6 соединяется с неподвижным контактом зажима 5. Пластмассовая крышка 3 ввинчивается в корпус 1.

Световой сигнализатор поворота автомобиля. На автомобилях устанавливают световые, так называемые «мигающие», сигнализаторы поворота, состоящие из особого теплового реле, ламп в габаритных фарах и двух сигнальных ламп на щитке приборов. На автомобилях М-20, ЗИМ, М-21 и ЗИЛ-150 устанавливается тепловое реле светового сигнализатора поворота РС-55, электрическая схема которого приведена на рис. 97.

В нерабочем состоянии усилием пластинчатой пружины 4 контакты 3 реле находятся в разомкнутом состоянии. При включении включателем 1 сигнальных ламп левой или правой стороны

ток течет по следующей цепи: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — сигнальные лампы — включатель 1 — стойка 2 неподвижного контакта — соединительный провод 5 — биметаллическая пластина 8 — обойма 9 — стойка 10 обоймы 9 биметаллической пластины и латунной рамки 6 — отрицательный зажим аккумуляторной батареи. При этом накал спиралей ламп будет неполный, так как биметаллическая пластина обладает сопротивлением порядка 2,5 ом.

Нагрев током биметаллической пластины вызывает ее деформацию, в результате чего усилие пластины через обойму 7 и пластинчатую пружину 4 передается на латунную рамку 6; последняя, перемещаясь, вызывает замыкание контактов реле. При замыкании контактов закорачивается биметаллическая пластина, а вследствие этого увеличивается ток в лампах и накал их спиралей будет полным. Биметаллическая пластина остывает и возвращается в исходное положение, а вместе с ней перемещается латунная рамка; усилием пластинчатой пружины 4 контакты быстро размыкаются. Ток в цепи включенных ламп снова течет через биметаллическую пластину. Таким образом, в процессе работы реле спирали сигнальных ламп вызывают изменение силы света с частотой 50—120 пер/мин. «Мигание» ламп сигнализирует о стороне поворота автомобиля.

При увеличении напряжения источника тока и температуры воздуха частота размыкания и замыкания контактов реле повышается. Биметаллическая пластина изготавливается из биметаллической ленты марки ТБ-3 с удельным электрическим сопротивлением 0,8 ом мм²/м или ТБ-1 с удельным электрическим сопротивлением 0,5 ом мм²/м. Контакты реле выполнены из серебра.

При перегорании спирали накаливания в одной из ламп габаритных фар уменьшается ток, протекающий через биметаллическую пластину; поэтому нагрев и деформирование пластины будут недостаточны для обеспечения замыкания контактов, и лампы «мигать» не будут.

§ 60. Плавкие и термобиметаллические предохранители. Электрические провода

При коротком замыкании проводов вследствие малого их сопротивления в короткозамкнутом участке ток будет достигать очень большой величины, что вызовет быстрый разряд аккумуля-

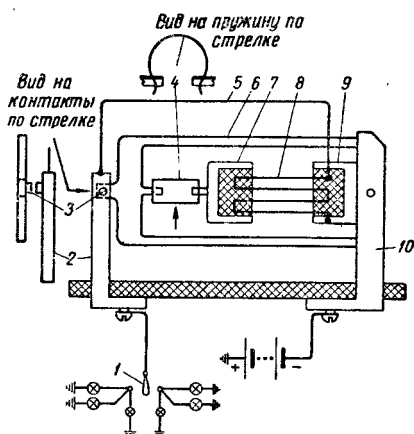


Рис. 97. Электрическая схема светового сигнализатора поворота РС-55

торной батареи, порчу амперметра, а иногда и «сгорание» изоляции проводов.

Сильный нагрев короткозамкнутых проводов сопровождается быстрым разрушением и обугливанием их изоляции. Для ограничения максимальной величины тока в электрической цепи при коротком замыкании проводов на автомобиле устанавливают плавкие и термобиметаллические предохранители.

Вставки плавких предохранителей рассчитываются на определенную величину тока и изготавливаются из сплава олова, свинца и других металлов или из меди. При токе больше расчетного вставка плавится и прерывает цепь, что и защищает короткозамкнутую цепь и источник тока от повреждения.

На автомобилях ГАЗ-51, М-20, ЗИМ и МАЗ-200 три плавких предохранителя смонтированы в один блок (рис. 98). На текст-

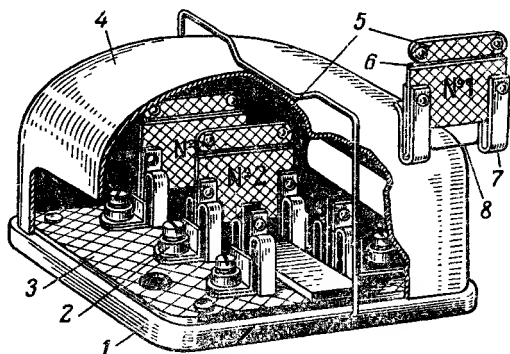


Рис. 98. Блок плавких предохранителей

литовом основании 3, укрепленном в корпусе 1, установлены зажимы 2 (по два зажима на каждый предохранитель) с пружинящими держателями для плавких вставок 8. На текстолитовой планке 5 каждой вставки при помощи заклепок закреплены по две латунные контактные пластины 7, соединенные между собой вставкой 8 из медной луженой проволоки, являющейся плавким предохранителем.

На верхней части каждой планки 5 намотано по несколько витков запасной проволоки 6 для замены перегоревшей при коротком замыкании в цепи. Крышка 4 закрывает блок предохранителей.

Для вставок плавких предохранителей, рассчитанных на 10 а, применяется медный луженый одинарный провод диаметром 0,26 мм, а для предохранителей на 20 а — провод диаметром 0,37 мм. Запрещается применять провод большего диаметра или устанавливать вставку из нескольких проволок.

Каждый из плавких предохранителей включен последовательно в цепь одного, а иногда и нескольких потребителей электрической энергии.

Термобиметаллические предохранители являются ограничителями максимальной величины тока в короткозамкнутой цепи; они подразделяются на предохранители однократного и многократного действия.

На рис. 99 изображен термобиметаллический предохранитель многократного действия, устанавливаемый на корпус главного переключателя света и включаемый в цепь ламп фар (у грузовых автомобилей), в цепи стеклоочистителей легковых автомобилей и в другие цепи.

Контактные пластины 1 и 7 изолированы одна от другой и имеют винтовые зажимы 8. Серебряные контакты 3 сомкнуты усилием упругой биметаллической пластины 4, приваренной к контактной пластине 7.

Активный слой биметаллической пластины, обладающий большим коэффициентом теплового расширения, расположен со стороны контактов. Термобиметаллические предохранители в цепи освещения рассчитаны на предельный ток 20 а, а в цепи стеклоочистителя — на 9 а.

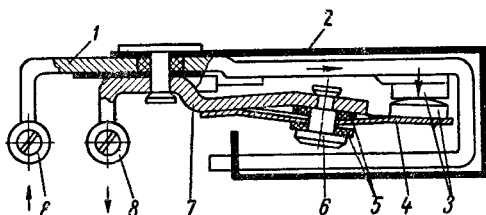


Рис. 99. Термобиметаллический предохранитель многократного действия

Ход биметаллической пластины ограничивается грибком 6, на стержень которого с обеих сторон пластины установлены текстолитовые шайбы 5. На пластину 1 наложена изоляционная накладка 2.

Если по предохранителю течет ток меньше предельной величины, то нагрев биметаллической пластины недостаточен для ее деформирования, и контакты остаются замкнутыми. При течении тока больше предельной величины нагрев биметаллической пластины будет настолько сильным, что она, деформируясь, резко размыкает контакты.

При разомкнутых контактах биметаллическая пластина, охлаждаясь, принимает прежнюю форму и контакты замыкаются. Время разомкнутого состояния контактов в несколько раз длительное времени замкнутого состояния. В случае, если причина, вызывающая увеличение тока, не устранена (короткое замыкание проводов, включение большего количества приемников в электрическую цепь и т. д.), контакты предохранителя продолжают размыкаться и замыкаться.

В целях ускорения момента размыкания контактов предохранителя, что необходимо для предотвращения электрической дуги между ними, биметаллическую пластину выполняют выпуклой.

На рис. 100 изображен термобиметаллический предохранитель однократного действия, устанавливаемый в цепи сигналов и в цепи ламп фар у легковых автомобилей и в других цепях.

При выключенной цепи и при течении тока через предохранитель меньше предельной величины контакты изогнутой биметал-

лической пластины 3 соединены с контактами 2 и 8 зажимов 1 и 9, укрепленных в корпусе 4.

При токе больше предельной величины биметаллическая пластина 3 резким щелчком выгибается в другую сторону и остается в таком положении (на рисунке изображено пунктиром), прерывая электрическую цепь.

Чтобы замкнуть цепь, надо нажать на кнопку 5, которая через шайбу 7 выгнет биметаллическую пластину в исходное положение. Кнопка возвращается в первоначальное положение усилием пружины 6.

Регулировка предохранителя на требуемую величину тока производится изменением натяжения биметаллической пластины вращением регулировочного винта 11 после ослабления контргайки 10.

Электрические провода. С целью придания проводам необходимой гибкости жила провода выполняется из нескольких медных луженых проволок, свитых в один пучок. Жила провода оплетается хлопчатобумажной ниткой, затем покрывается вулканизированной

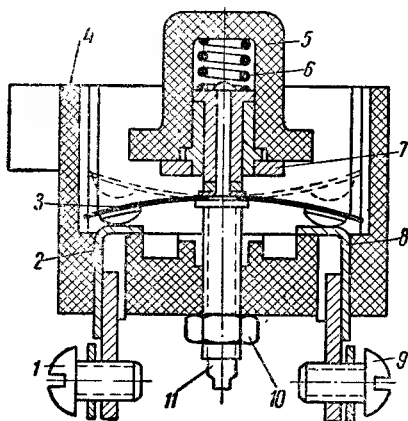


Рис. 100. Термобиметаллический предохранитель однократного действия

резиной и снова оплетается цветными хлопчатобумажными нитками с последующей пропиткой специальными лаками.

Лакированная оплетка до некоторой степени защищает резиновую изоляцию провода от разрушения нефтепродуктами.

Разнообразная расцветка проводов необходима для облегчения нахождения проводов на всем их протяжении в оплетенном пучке, определения концов проводов при монтаже и при выявлении их неисправностей. Экранированные провода поверх лакированной оплетки обвиты металлической лентой, что уменьшает помехи радиоприему. Экран провода обязательно должен соединяться с массой.

Для автомобилей и тракторов выпускаются следующие марки проводов: АОЛ — автомобильный, оплетенный, с лаковым покрытием;

АОЛБ — автомобильный, оплетенный, с лаковым покрытием, бронированный;

АСО — автомобильный, стартерный, оплетенный;

ПМ — провод магнетный для соединения приборов зажигания в цепи высокого напряжения.

Общее сечение всех проволок жилы должно быть определенной величины (чтобы исключить возможность перегрева проводов) и обычно определяется по таблицам, в которых для стандартных сечений различных типов проводов даются предельно допустимые токи:

Величина предельно допустимого тока, a	11	14	2	24	31	43
Общее сечение жилы провода, $мм^2$	1	1,5	2,5	4	6	10

Сечение жилы стартерного провода должно быть такой величины, чтобы при токе 200 a падение напряжения на зажимах этого провода не превышало 0,15—0,20 в.

Для определения обрыва провода необходимо отъединить концы проверяемого провода от зажимов крепления и присоединить его последовательно с лампой к источнику тока. При наличии обрыва спираль лампы светиться не будет.

Для определения замыкания провода на массу автомобиля необходимо отъединить концы проверяемого, провода от зажимов крепления и присоединить один его конец последовательно с лампой или вольтметром к отрицательному зажиму аккумуляторной батареи. При наличии замыкания провода на массу спираль лампы будет светиться, а стрелка вольтметра будет показывать напряжение на зажимах аккумуляторной батареи.

§ 61. Электрический вибрационный звуковой сигнал

Схема электрического вибрационного сигнала приведена на рис. 101. К корпусу 4 сигнала укреплен сердечник 5, набранный из листов трансформаторной стали. Шпилька 6 служит кронштей-

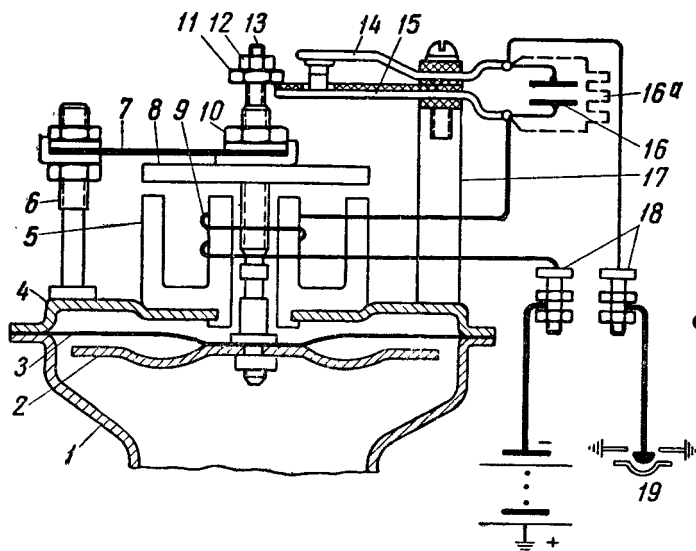


Рис. 101. Схема электрического вибрационного звукового сигнала

ном для крепления упругой стальной пластины 7, обеспечивающей центрирование штока 13 в отверстии сердечника и поддержание одинакового зазора между сердечником 5 и стальным ярком 8.

Кроме того, изменяя натяжение пластины 7, при помощи гаек шпильки 6 регулируют высоту звука.

Обмотка сердечника сигналов С-55 (ГАЗ-51) и С-21 (ЗИЛ-150 и МАЗ-200) состоит из 142 витков провода ПЭЛБО диаметром 0,59 мм; сопротивление обмотки равно 0,9 ом.

Контакты прерывателя изготовлены из вольфрама и приварены или приклепаны к неподвижной пластине 14 и к упругой стальной пластине 15. Обе пластины изолированы одна от другой, а также от кронштейна 17 крепления прерывателя и от регулировочной гайки 11 постановкой на упругую стальную пластину 15 изоляционной пластины. Параллельно контактам прерывателя включен конденсатор 16, а в некоторых конструкциях вместо конденсатора включается искрогасящее сопротивление 16а. Зажимы 18 сигнала установлены в корпусе и изолированы от него изоляционными втулками. На рисунке оба зажима вынесены вне корпуса. К любому из зажимов крепится провод, соединенный с кнопкой 19, расположенной в центре рулевого колеса, а другой зажим соединяется с источником тока. Якорек 8 навинчивается на шток 13 и крепится контргайкой 10. Шток жестко соединяется с мембраной 3, выполненной из особой легированной и закаленной стали. Вибрационный диск 2 выполнен из алюминия и предназначен для создания необходимого тембра и чистоты звука. Рупор 1 служит для направления звуковой волны, создаваемой мембраной при работе сигнала.

При неработающем сигнале контакты прерывателя находятся в замкнутом состоянии.

При замыкании электрической цепи кнопкой 19 ток будет течь по следующей цепи: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — контакты кнопки — зажим 18 сигнала — неподвижная пластина 14 прерывателя — контакты прерывателя — упругая стальная пластина 15 прерывателя — обмотка 9 сердечника — зажим 18 сигнала — отрицательный зажим батареи.

Течение тока по обмотке 9 вызывает намагничивание сердечника 5, магнитный поток которого, замыкаясь через якорек 8, намагничивает и притягивает его. Притяжение якорька к сердечнику сопровождается движением штока 13, который прогнет мембрану 3 и одновременно при помощи регулировочной гайки 11 вызовет размыкание контактов прерывателя.

Прерывание электрической цепи сопровождается размагничиванием сердечника и якорька, и мембрана в силу своей упругости принимает прежнюю форму и через шток отводит якорек от сердечника, а регулировочную гайку — от упругой стальной пластины 15 прерывателя. Контакты прерывателя замыкаются снова, и работа сигнала повторяется. И так контакты, а вместе с ними якорек, шток и мембрана вибрируют с частотой от 200 до 400 пер/сек. Колебание воздуха, вызванное мембраной 3 и вибрационным диском 2, обеспечивает получение звука.

Подбором толщины и диаметра мембраны, длины рупора, диаметра и конфигурации вибрационного диска обеспечивается получение звука соответствующего тона и тембра.

В момент размыкания контактов прерывателя в обмотке сердечника индуцируется э.д.с. самоиндукции, которая создает искру между контактами и вызывает их окисление. При этом уменьшается ток в обмотке, а вместе с ним и сила звука сигнала.

В целях уменьшения искрения между контактами прерывателя параллельно им включается конденсатор емкостью 0,14—0,17 мкф или искрогасящее сопротивление.

Регулировка сигнала. Регулировка зазора между якорьком и сердечником в пределах 1—1,5 мм (в зависимости от типа сигнала) в сигналах С-55 и С-21 и других производится вращением якорька 8 по резьбе штока 13 после ослабления гайки 10 и гаек шпильки 6. При увеличении зазора между якорьком и сердечником уменьшается частота колебания подвижной системы и мембраны, и звук будет низким. При уменьшении зазора повышается высота звука.

В процессе эксплуатации высота звука также регулируется изменением упругости стальной упругой пластины 7. Чтобы повысить частоту колебания подвижной системы, а следовательно, и высоту звука необходимо изогнуть пластину 7, для чего нужно навинчивать нижнюю гайку на шпильку 6, а затем закрепить пластину верхней гайкой. При регулировке сигнала для получения низкого звука нужно уменьшить натяжение пластины 7 отвертыванием гаек со шпильки 6.

Регулировка силы звука производится изменением величины тока в цепи сигнала путем изменения силы сжатия контактов прерывателя при помощи регулировочной гайки 11.

При выключенном сигнале контакты его прерывателя замкнуты, а регулировочная гайка соприкасается с изоляцией упругой пластины 15.

При регулировке силы звука ослабляют контргайку 12, включают ток и вращают регулировочную гайку 11 до момента получения желательной силы звука, после чего ток выключают и, придерживая регулировочную гайку, закрепляют контргайку.

При завертывании регулировочной гайки она оказывает давление на упругую пластину 15 прерывателя, и сила сжатия контактов уменьшается, а вместе с этим уменьшается и ток в обмотке при работе сигнала; магнитный поток сердечника будет ослабленным и притяжение якорька будет более слабым, амплитуда мембраны будет меньшая и сила звука уменьшится. При отвертывании регулировочной гайки увеличивается сила сжатия контактов, что способствует увеличению тока в обмотке, а следовательно, и увеличению силы звука.

В случае установки на легковом автомобиле двух или трех звуковых сигналов применяются сигналы разных тонов (низкий, средний и высокий или низкий и высокий). При работе комплекта соответствующие настроенных сигналов они издадут менее раздражающий звук.

Каждый из электрических вибрационных звуковых сигналов потребляет ток от 5 до 10 а, и при установке двух или трех сигна-

лов через кнопку включения их будет протекать ток до 30 а, что вызовет сильное окисление контактов.

Реле сигналов служит для разгрузки контактов кнопки от большого тока, потребляемого сигналами. Через кнопку включения сигналов течет ток, поступающий в обмотку реле сигналов, не превышающий 0,5 а. Схема реле сигналов РС-3, устанавливаемого на автомобилях М-20 и ЗИМ, изображена на рис. 102.

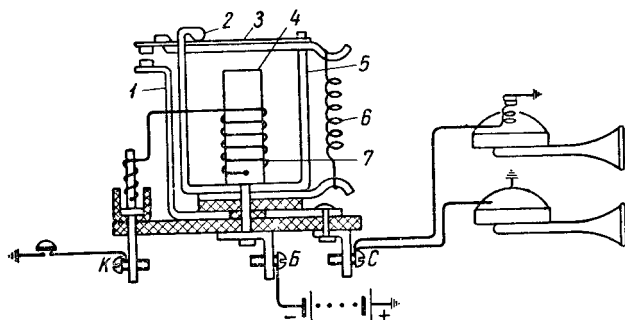


Рис. 102. Реле сигналов РС-3

Основными деталями реле сигналов являются: ярмо 5, сердечник 4 с обмоткой 7 (выполненной из 1000 витков провода ПЭЛ диаметром 0,11 мм, сопротивление 26 ом), якорек 3, ограничитель подъема якорька 2, стойка неподвижного контакта 1, пружина якорька 6, зажимы К, Б и С. Контакты реле — серебряные, рассчитанные на ток 40—50 а.

При замыкании контактов кнопки цепь обмотки реле сигналов следующая: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — кнопка включения — зажим К реле — обмотка реле — сердечник — зажим Б реле — отрицательный зажим батареи. При прохождении тока по обмотке реле сердечник намагничивается, притягивает якорек, и контакты реле замыкают электрическую цепь звуковых сигналов. Особенностью устройства сигналов, приспособленных для работы с реле сигналов, является то, что верхний (неподвижный) контакт прерывателя замкнут на массу, для чего под головками винтов, крепящих прерыватель к кронштейну 17 (см. рис. 101), не ставится изоляционная пластина. Такие сигналы имеют один зажим.

После замыкания контактов реле сигналов цепь тока сигналов будет следующая (см. рис. 102): положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — пластина положительного контакта прерывателя каждого сигнала — контакты прерывателей сигналов — обмотки сердечника каждого сигнала — зажим С реле — стойка неподвижного контакта 1 — контакты — якорек 3 — ярмо 5 — зажим Б реле — отрицательный зажим аккумуляторной батареи.

Основными неисправностями звуковых сигналов являются: окисление контактов, устраняемое их зачисткой; пробой диэлект-

рика конденсатора или обрыв искрогасящего сопротивления, что вызывает сильное окисление контактов и резкое снижение силы звука и устраняется заменой поврежденных деталей; нарушение звука, устраняемое регулировкой; разрушение изоляции провода обмотки при коротком замыкании; трещины в мембране, вызывающие неприятный звук при работе сигнала и др.

Основными неисправностями реле сигналов являются окисление контактов и обрыв обмотки.

§ 62. Электрический стеклоочиститель

На легковых автомобилях М-20, М-21 и ЗИМ устанавливается стеклоочиститель, состоящий из электродвигателя постоянного тока с параллельным включением обмотки возбуждения мощностью 12 вт и рычажного привода двух щеток.

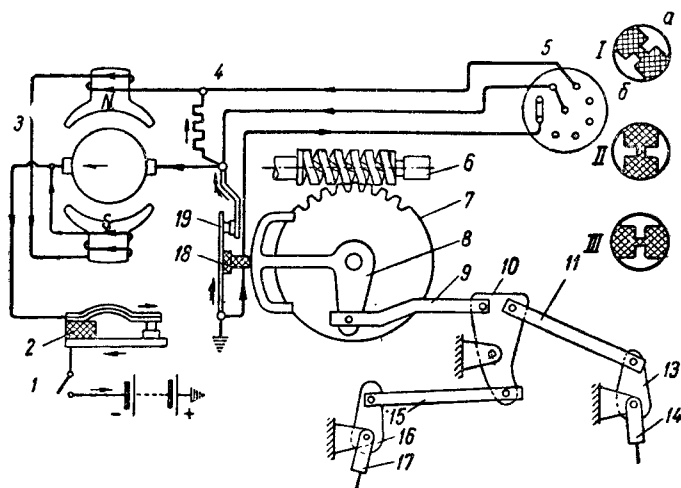


Рис. 103. Схема электрических стеклоочистителей СЛ18-А и СЛ24

На рис. 103 изображены электрическая и кинематическая схемы привода щеток стеклоочистителей СЛ18-А и СЛ24.

С валом электродвигателя 3 шарнирно соединен червяк 6, который вращает шестерню 7 (шестерня 7 имеет зубья по всей окружности, а на рис. она показана условно). Кривошип 8 соединен с валом шестерни и при ее вращении преобразует вращение шестерни в качение щеток 14 и 17. Движение от кривошипа к щеткам передается через тяги 9, 11 и 15 и рычаги 10, 13 и 16.

Включение и выключение электродвигателя, а также изменение оборотов его якоря осуществляется переключателем 5, установленным на щитке приборов. В роторе переключателя расположены две контактные пластины а и б, замыкающие зажимы переключателя, что обеспечивает выключение цепи (положе-

ние *III*), включение электродвигателя на 1800 об/мин якоря (положение *I*) и включение электродвигателя на 3300 об/мин якоря (положение *II*).

При вращении якоря со скоростью 1800 об/мин электродвигатель потребляет ток наибольшей величины — порядка 1,3 а. Электрическая цепь показана на рис. 103 стрелками.

Для увеличения скорости вращения якоря до 3300 об/мин ток в цепи возбуждения уменьшают путем включения в эту цепь дополнительного сопротивления 4, равного 8 ом. Для этого ротор переключателя ставят в положение *II*.

При постановке ротора переключателя в положение *III* размыкание цепи электродвигателя с источником тока обеспечивается прерывателем 19, контакты которого разомкнутся штифтом 18 при набегании на него кривошипа 8, когда щетки на стекле установятся в одно из крайних положений.

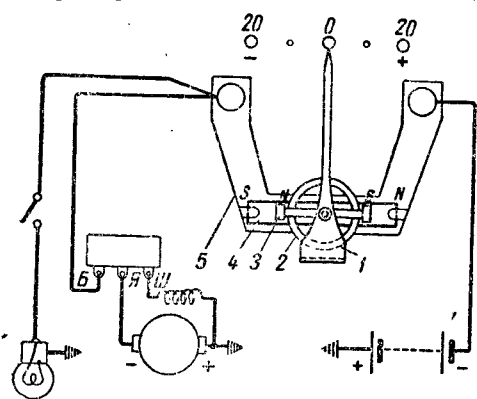
В цепь электродвигателя стеклоочистителя включен термометаллический предохранитель 2, рассчитанный на размыкание контактов при токе 6 а.

Стеклоочиститель подсоединен к источникам тока через выключатель зажигания 1.

§ 63. Амперметр

На автомобиле амперметр служит для измерения величины зарядного и разрядного тока.

На рис. 104 изображена схема автомобильного амперметра. Амперметр состоит из шинки 5 (латунь или цинковый сплав),



постоянного магнита 4, укрепленного на шинке, якорька 3 (из стали с очень малым содержанием углерода), латунного маховичка 2, служащего для уменьшения колебаний стрелки при включении и выключении тока в цепи, алюминиевой стрелки 1 с противовесом.

Шинка и зажимы амперметра изолированы от корпуса гетинаксовыми прокладками.

Рис. 104. Схема амперметра

Магнит 4 вызывает намагничивание стального якорька 3, причем магнитные полюсы якорька будут противоположны полюсам магнита. В результате взаимодействия разноименных полюсов магнита и якорька якорек располагается вдоль оси магнита, а вместе с этим стрелка прибора устанавливается на нулевое деление шкалы.

При течении тока по шинке 5 ее магнитный поток, действуя на якорек, стремится расположить его в направлении действия

магнитного потока, т. е. повернуть якорек на 90° от его исходного положения, но этому противодействуют силы притяжения магнитных полюсов магнита и якорька (противодействующий момент). Чем больший ток течет по шинке, тем сильнее ее магнитный поток и тем на больший угол повернется якорек со стрелкой. При течении тока по шинке в другом направлении ее магнитный поток изменит свое направление и вызовет отклонение стрелки в другую сторону.

Амперметры описанной конструкции допускают неточность показаний (согласно ГОСТ 1700—42) при температуре 26° в пределах 20% от расчетной. Поэтому эти амперметры не следует применять при проверке и регулировке приборов электрооборудования автомобиля.

Для регулировки амперметра следует:

- 1) намагнитить магнит амперметра до предела насыщения, для чего подвести к магниту П-образный сердечник электромагнита и включить в его обмотку постоянный ток; через 3—4 сек. ток выключить;

- 2) включить в электрическую цепь регулируемый амперметр последовательно с эталонным и, изменяя реостатом величину тока, проверить правильность показаний регулируемого амперметра; как правило, регулируемый амперметр после намагничивания магнита будет давать заниженные показания;

- 3) размагничивать магнит регулируемого амперметра до совпадения показания с эталонным амперметром; для размагничивания магнита включают переменный ток в обмотку электромагнита (который служил для намагничивания) и постепенно подводят полюсы электромагнита к магниту амперметра; затем выключают переменный ток и проверяют показания регулируемого амперметра; в случае сильного размагничивания магнита его снова намагничивают до насыщения.

Проверку исправности работы амперметра производят сопоставлением показаний эталонного и проверяемого амперметров, включенных последовательно в цепь, состоящую из источника тока, реостата и выключателя.

§ 64. Спидометр и тахометр

Спидометр указывает скорость движения автомобиля, тахометр — число оборотов вала двигателя. Автомобильные спидометры и тахометры — приборы индукционного типа. Схема спидометров СП-15, СП-17, СП-20 и СП-21 изображена на рис. 105, а и кинематическая схема — на рис. 105, б; схема спидометра СП-24А приведена на рис. 106. Цифровые обозначения на рисунках 105 и 106 идентичны. Схема устройства индукционного тахометра ТХ-1, устанавливаемого на двигателе ЯАЗ-204, аналогична приведенным схемам спидометров.

При помощи троса приводится во вращение валик 1 привода магнита с жестко укрепленным на нем магнитом 2. В спидометрах вращение валика 1 осуществляется от ведомого вала коробки

передач, а в тахометрах — от коленчатого вала двигателя. При вращении магнита его магнитный поток пронизывает алюминиевую катушку 4, в результате чего в теле катушки индуцируется

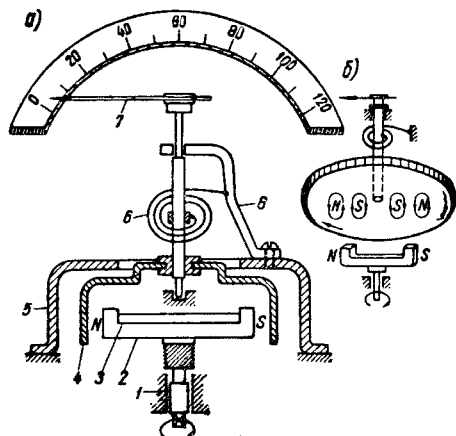


Рис. 105. Схема спидометров СП-15, СП-17, СП-20 и СП-21

э.д.с., которая создает большую величину вихревых токов. При этом увеличивается момент вращения катушки и стрелка прибора повернется на больший угол. Момент вращения катушки уравновешивается противодействующим моментом пружины 6.

Магнитный экран 5 выполнен из малоуглеродистой стали и защищает магнит 2 от размагничивания посторонними магнитными полями. При наличии магнитного экрана 5 усиливается магнитный поток, пронизывающий катушку; поэтому в ней увеличивается индуцируемая э.д.с., а следовательно, и вихревые токи, что обеспечивает поворачивание катушки и стрелки на больший угол.

Сопротивление металла катушки, а следовательно, и показание спидометра изменяются в зависимости от изменения температуры катушки, зависящей от температуры окружающего воздуха.

э.д.с., создающая вихревые токи (см. рис. 105, б). Последние создают свое магнитное поле, которое, взаимодействуя с полюсами вращающегося магнита, вызовет вращение катушки 4 в сторону вращения магнита, а вместе с ней и стрелки 7, указывающей в спидометрах скорость движения автомобиля в километрах в час, а в тахометрах — число оборотов вала в минуту.

При увеличении оборотов магнита в катушке индуцируется большая

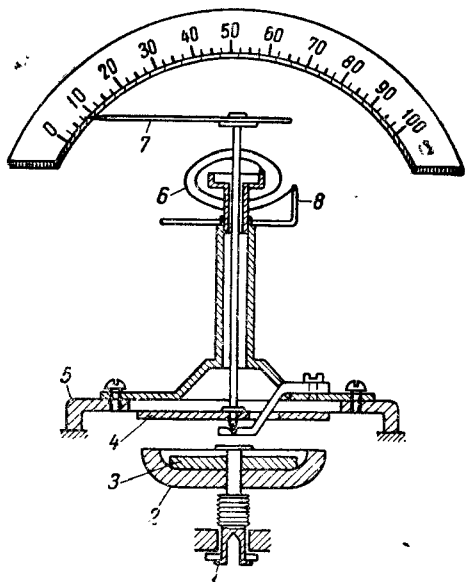


Рис. 106. Схема спидометра СП-24А

Магнитный поток магнита частично замыкается через картушку и обеспечивает индуктирование в ней вихревых токов, а часть магнитного потока замыкается через магнитный шунт (термокомпенсатор) 3. С увеличением температуры воздуха нагревается магнитный шунт, что повышает его магнитное сопротивление. При этом магнитный поток, замыкающийся через магнитный шунт, уменьшается, а магнитный поток, замыкающийся через картушку, возрастает, что способствует повышению э.д.с., индуктируемой в картушке, и поэтому в ней, несмотря на увеличение ее электрического сопротивления, создаются вихревые токи неизменной величины (при том же числе оборотов магнита); в результате угол отклонения картушки и стрелки остается неизменным.

От червячной шестерни валика 1 магнита спидометра осуществляется привод счетного узла.

Регулировка спидометра (тахометра) производится следующим образом:

- 1) закрепляют на вертикальной панели регулируемый или испытуемый спидометр (тахометр) и присоединяют к нему гибкий вал от электродвигателя постоянного тока, у которого число оборотов вала регулируют при помощи реостата; с валом этого же электродвигателя соединен эталонный спидометр (тахометр);

- 2) включают электродвигатель и реостатом регулируют число оборотов вала и сопоставляют показания испытуемого прибора с эталонным;

- 3) в случае уменьшенных показаний испытуемого прибора производят намагничивание его магнита до полного насыщения, после чего прибор дает завышенные показания;

- 4) устанавливают скорость вращения магнитов приборов, соответствующую показанию эталонного спидометра 80—100 км/час (тахометра 1600—1800 об/мин);

- 5) подводят к регулируемому прибору П-образный сердечник электромагнита, по обмотке которого пропускается переменный ток, вызывающий размагничивание магнита до момента совпадения показания обоих приборов;

- 6) снижают скорость вращения магнита прибора (до 20 км/час у спидометров и до 400 об/мин у тахометров) и если показания регулируемого и эталонного приборов не совпадают, то изменяют начальное натяжение спиральной пружины 6 поворачиванием специального рычажка 8.

§ 65. Электрический импульсный указатель давления масла

Электрический импульсный указатель предназначен для контроля давления масла в системе смазки двигателя и состоит из импульсного датчика, устанавливаемого на верхнем картере двигателя или на корпусе фильтра грубой очистки масла, и приемника, устанавливаемого на щитке приборов в кабине шофера. Приемник и датчик соединены между собой

электрическим проводом; другим проводом является масса автомобиля.

Схема электрического импульсного указателя давления масла приведена на рис. 107. Датчик служит для изменения величины тока в цепи приемника при изменениях давления масла в системе смазки двигателя. Камера 1 датчика соединяется с масляной магистралью двигателя, и в ней происходит изменение давления масла, создаваемое масляным насосом двигателя. Давление масла воспринимается диафрагмой 2, которая, деформируясь, вызывает изменение усилия, с которым сжаты контакты, и деформирует биметаллическую пластину 4. Изогнутая бронзовая пружинящая

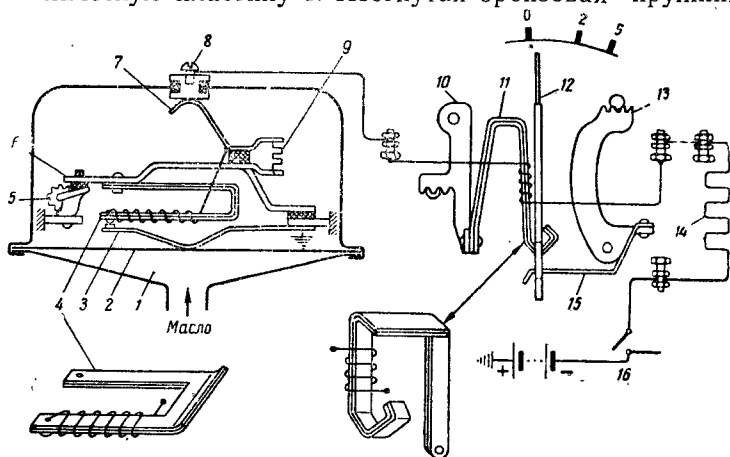


Рис. 107. Схема электрического импульсного указателя давления масла в системе смазки двигателя

пластина 3 соединена с массой и своим коленом упирается в центр диафрагмы. П-образная биметаллическая пластина 4 изолирована от массы и изготовлена из термобиметаллической ленты марки ТБ-1 или ТБ-3 и инвара; толщина пластины — 0,25 мм.

Пассивная часть пластины изготовлена из инвара ЭН-36, а активная часть пластины, со стороны контакта обладающая большим коэффициентом теплового расширения, выполнена из хромоникелевой стали (ТБ-1) или молибдено-никелевой стали (ТБ-3). На рабочем плече биметаллической пластины намотана обмотка из константана с двойной шелковой изоляцией (марка ПШДК) или с изоляцией из стеклянного волокна; диаметр провода — 0,12 мм.

Один конец обмотки приварен к концу рабочего плеча биметаллической пластины, а другой припаян к упругой контактной пластине 7, которая прижимается к зажиму 8 датчика. Второе плечо биметаллической пластины 4 называется компенсационным и жестко соединено с кронштейном подвески 6. Последний изолирован от массы, а на конце его установлен фибровый упор, который ложится на винтовую плоскость регулировочного приспособления 5.

Контакты датчика изготовлены из сплава серебра (75%) и кадмия (25%).

При разомкнутой электрической цепи и отсутствии давления масла на диафрагму контакты датчика прижаты один к другому с незначительным усилием. Такое состояние контактов регулируется вращением специального регулировочного приспособления 5, которое, воздействуя через фибровый упор на кронштейн 6 подвески биметаллической пластины, изменяет усилие сжатия контактов.

Приемник служит для указания величины давления масла в системе смазки двигателя путем изменения датчиком величины поступающего в него тока.

П-образная биметаллическая пластина 11 выполнена из термобиметаллической ленты ТБ-1 или ТБ-3 толщиной 0,25 мм; на рабочем плече пластины намотана обмотка из такого же провода, как и у датчика. Другое, компенсационное плечо биметаллической пластины приклепано к регулировочному сектору 10. Изогнутый конец рабочего плеча биметаллической пластины 11 входит в прорез стрелки 12. Изогнутый конец бронзовой пружинящей пластины 15 также входит в прорез стрелки 12.

Дополнительное сопротивление 14 величиной 16—17 ом включается последовательно в цепь прибора только при его включении в цепь с напряжением 12 в; при включении прибора в цепь с напряжением 6 в дополнительное сопротивление выключается.

Указатель давления масла соединяется с источником тока выключателем зажигания 16.

При этом цепь тока будет следующая: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — пружинящая пластина 3 датчика — контакты; затем ток течет по двум параллельным ветвям:

- а) обмотка биметаллической пластины 4 — контактная пластина 7;
- б) биметаллическая пластина 4 — кронштейн 6 подвески пластины — сопротивление 9 — контактная пластина 7 — зажим 8 датчика; далее течет суммарный ток: — обмотка биметаллической пластины 11 приемника — дополнительное сопротивление 14 — выключатель зажигания 16 — отрицательный зажим аккумуляторной батареи.

Две параллельные ветви необходимы с целью изменения величины тока в обмотке при регулировке датчика.

При прохождении тока по обмоткам биметаллических пластин датчика и приемника происходит нагрев пластин, а вследствие различных коэффициентов линейного расширения активного и пассивного слоев биметаллической ленты происходит деформирование пластин, причем они изгибаются в сторону пассивной части пластины, имеющей малый коэффициент линейного расширения.

Деформация биметаллической пластины 11 приемника вызовет перемещение стрелки 12, и чем большей величины ток будет течь по обмотке пластины (что происходит при увеличении давления масла), тем сильнее будет деформация пластины 11, тем на больший угол пластина переместит стрелку 12.

Деформация биметаллической пластины 4 датчика вызовет размыкание контактов, а следовательно, прерывание тока. При

отсутствии избыточного давления масла в камере 1 усилие сжатия контактов датчика незначительно, и размыкание их происходит при незначительном подогреве током биметаллической пластины 4, т. е., при малой величине тока. При разомкнутых контактах биметаллическая пластина 4 датчика остывает и, принимая первоначальную форму, вызывает замыкание контактов. После замыкания контакты вновь размыкаются. Частота размыкания и замыкания контактов при отсутствии избыточного давления под мембраной будет порядка 15 пер/мин.

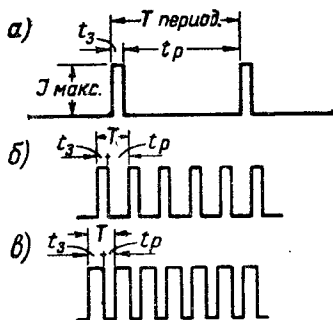


Рис. 108. Осциллограмма тока при работе электрического импульсного указателя давления масла:

- а — $P = 0$; $f \approx 15$ пер/мин;
 $I_{эф} \approx 0,06$ а;
 б — $P = 2$ кг/см²; $f \approx 70$ пер/мин;
 $I_{эф} \approx 0,17$ а;
 в — $P = 5$ кг/см²; $f \approx 125$ пер/мин;
 $I_{эф} \approx 0,24$ а

на тока I_{max} , устанавливаемая в цепи при замыкании контактов датчика, зависит от э.д.с. питающего источника и сопротивления данной цепи:

$$I_{эф} = I_{max} \sqrt{\frac{t_3}{t_3 + t_p}}$$

При $P = 0$ кг/см² $I_{эф} = 0,06$ а; $f = 15$ пер/мин.

При такой малой величине тока деформация биметаллической пластины 11 (см. рис. 107) приемника будет незначительной, и стрелка прибора переместится от начального положения на небольшой угол и установится против нулевого деления шкалы. Начальное же положение стрелки находится на 1—1,5 мм левее нулевого деления шкалы приемника. Вследствие очень малой индуктивности цепи нарастание и спад тока при замыкании и размыкании контактов будут почти мгновенны.

При возрастании давления масла диафрагма 2 датчика (см. рис. 107) прогибается и, перемещая упругую пластину 3, увеличивает усилие сжатия контактов и одновременно деформацию рабочего плеча биметаллической пластины 4.

Таким образом, при увеличении давления масла диафрагма, поднимая упругую пластину 3, вызывает больший подъем рабочего плеча биметаллической пластины 4, и тогда размыкание контактов будет происходить при большей температуре нагрева би-

металлической пластины, что может быть только при большом значении $I_{эф}$.

Увеличение эффективного тока происходит вследствие увеличения времени замкнутого состояния контактов, так как предварительно деформированное рабочее плечо биметаллической пластины (усилием прогнутой мембраны) при течении тока по ее обмотке и по самой пластине должно еще дополнительно деформироваться до момента размыкания контактов. При этом упругость ее сильно возрастет, что вызовет запаздывание размыкания контактов и обеспечит более быстрое их замыкание после прерывания тока; поэтому частота вибрации контактов резко возрастет.

Таким образом, при повышении давления масла увеличится время замкнутого состояния контактов за один период их работы, а вместе с этим резко возрастет отношение $\frac{t_3}{t_3 + t_p}$; следовательно, увеличится значение $I_{эф}$ (см. рис. 108).

При избыточном давлении масла $P = 2 \text{ кг/см}^2$ частота вибрации контактов $f = 70$ пер/мин, а $I_{эф} = 0,17 \text{ а}$; при $P = 5 \text{ кг/см}^2$ — $f = 125$ пер/мин, а $I_{эф} = 0,24 \text{ а}$.

Увеличение $I_{эф}$ вызовет более сильный нагрев биметаллической пластины приемника, и рабочее плечо ее будет сильнее деформироваться и на больший угол отклонять стрелку в правую сторону шкалы.

Вследствие относительно медленного нагрева и охлаждения биметаллической пластины приемника не наблюдается пульсации стрелки даже при вибрации контактов с частотой порядка 5 пер/мин.

Биметаллические пластины датчика и приемника дополнительно нагреваются от окружающего воздуха и двигателя, а биметаллическая пластина датчика — и от нагретого масла, поступающего под диафрагму. Повышение температуры биметаллических пластин вызывает их дополнительную деформацию и могло бы вызвать искажение показания приемника. Для компенсации температурной ошибки показаний приемника биметаллические пластины датчика и приемника выполнены в виде буквы «П» (см. рис. 107). На рабочее, подвижное плечо пластины намотана обмотка, а второе, компенсационное плечо жестко закреплено. При такой конструкции повышение температуры биметаллической пластины при подводе тепла извне, сопровождающееся дополнительной деформацией рабочего плеча, компенсируется аналогичной деформацией другого, компенсационного плеча, а поэтому у приемника не будет изменяться положение стрелки, а у датчика не будет изменяться усилие сжатия контактов.

Датчик ввертывают в блок двигателя или в корпус масляного фильтра так, чтобы надпись «вверх» на крышке корпуса была расположена выше центра корпуса датчика; в противном случае показания приемника будут неточны, так как нагрев рабочего и компенсационного плечей биметаллической пластины датчика нагретым воздухом не будет одинаковым.

Регулировка и проверка работы приемника производятся следующим образом:

1) включают в цепь последовательно с аккумуляторной батареей регулируемый приемник, реостат, миллиамперметр и выключатель;

2) включают цепь и устанавливают реостатом ток в цепи $0,06 \text{ а}$;

3) устанавливают стрелку прибора на ноль шкалы, для чего при помощи специального ключа (стержень с мелкими шлицами по форме зубцов секторов) вращают регулировочный сектор 13 (см. рис. 107); ключ вводят в корпус через специальное отверстие в дне корпуса; перемещение сектора 13 через упругую бронзовую пластину 15 передается на стрелку 12;

4) устанавливают реостатом ток $0,24 \text{ а}$ и при необходимости вращением регулировочного сектора 10 (см. рис. 107) регулируют установку стрелки приемника на показание 5 кг/см^2 .

Проверка исправности работы приемника производится аналогично приемам регулировки, кроме операций вращения регулировочных секторов 10 и 13.

Регулировка и проверка работы датчика производятся следующим образом:

1) развальцовывают и снимают крышку корпуса датчика;

2) включают в цепь последовательно с аккумуляторной батареей регулируемый датчик, эталонный приемник, миллиамперметр и выключатель;

3) штуцер датчика соединяют с насосом, которым создают необходимое давление масла или воздуха под диафрагмой; для измерения давления включают манометр;

4) при отсутствии избыточного давления масла или воздуха под диафрагмой включают ток, и если стрелка приемника не устанавливается на нулевом делении шкалы, то специальным ключом, вращая в ту или иную сторону регулировочный сектор 5 (см. рис. 107), изменяют усилие сжатия контактов, а вместе с этим и частоту их вибрации; при этом изменяется величина эффективного тока в цепи, что изменяет положения стрелки приемника, а вместе с этим установку стрелки приемника на нулевом делении шкалы;

5) в камеру 1 датчика при помощи насоса нагнетают масло или воздух, создавая давление, равное 5 кг/см^2 ;

6) если при избыточном давлении под диафрагмой, равном 5 кг/см^2 , стрелка приемника не устанавливается на делении шкалы 5 кг/см^2 , то подбирают величину сменного сопротивления 9 в датчике (см. рис. 107); при регулировке датчика пользуются набором различных сопротивлений величиной от 30 до 350 ом.

Проверка исправности работы датчика производится аналогично его регулировке (кроме пп. 1, 4 и 6). По показанию приемника судят об исправности работы датчика.

Исправность электрической цепи в датчике и приемнике проверяется от аккумуляторной батареи через последовательно вклю-

ченный в цепь вольтметр. Датчик и приемник нельзя включать непосредственно на зажимы аккумуляторной батареи, так как вследствие малой величины сопротивления включаемой цепи произойдет расплавление («сгорание») провода обмотки испытуемого прибора.

§ 66. Сигнализатор аварийного давления масла

Сигнализатор устанавливается на автомобилях МАЗ-200 и МАЗ-205 для предупреждения водителя об угрозе аварии двигателя вследствие чрезмерного повышения давления масла.

На рис. 109 изображен сигнализатор аварийного давления масла ММ-6. При неработающем двигателе или когда в системе смазки давление масла меньше $1,3\text{—}1,8\text{ кг/см}^2$, мембрана 8 находится в исходном положении и латунная контактная чашечка 5 замыкает на массу контактную пластину 4, соединенную с зажимом 3.

При замкнутой цепи выключателем 1 лампа 2 (расположенная на щитке приборов) сигнализирует о недопустимом понижении давления масла.

При работающем двигателе масло из магистрали поступает через штуцер 10 в полость 9 под диафрагмой 8, и когда давление масла будет выше $1,3\text{—}1,8\text{ кг/см}^2$, то диафрагма 8, прогибаясь, поднимет контактную чашечку 5, которая отойдет от контактной пластины 4 и разомкнет цепь сигнальной лампы.

Кроме описанной модели сигнализатора, применяются и другие конструкции. Момент включения сигнальной лампы регулируется на заданное давление масла в магистрали двигателя изменением натяжения пружины 7 при помощи регулировочного винта 6.

Регулировка прибора производится в следующей последовательности:

- 1) ввертывают прибор в металлический стакан, в который масло нагнетается насосом с ручным приводом; давление масла в стакане измеряется контрольным манометром;
- 2) включают ток; схема цепи аналогична схеме, приведенной на рис. 109; при этом сигнальная лампа должна «гореть»;
- 3) создают насосом необходимое давление масла;
- 4) ослабляют контргайку регулировочного винта 6 и ввертывают последний до момента включения лампы, а затем вывертывают его до момента выключения лампы (при этом электрическая цепь между контактной пластиной 4 и контактной чашечкой 5 прерывается).

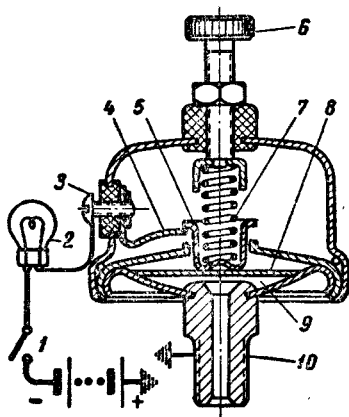


Рис. 109. Сигнализатор аварийного давления масла ММ-6

§ 67. Электрический импульсный указатель температуры воды в системе охлаждения двигателя

Прибор состоит из импульсного датчика, ввернутого в головку цилиндров двигателя, и приемника, расположенного на щитке приборов в кабине водителя. Приемник и датчик соединены между собой электрическим проводом; другим проводом является масса автомобиля.

Схема электрического импульсного указателя температуры воды приведена на рис. 110. Датчик служит для изменения величины тока в цепи приемника при изменении температуры воды в системе охлаждения двигателя.

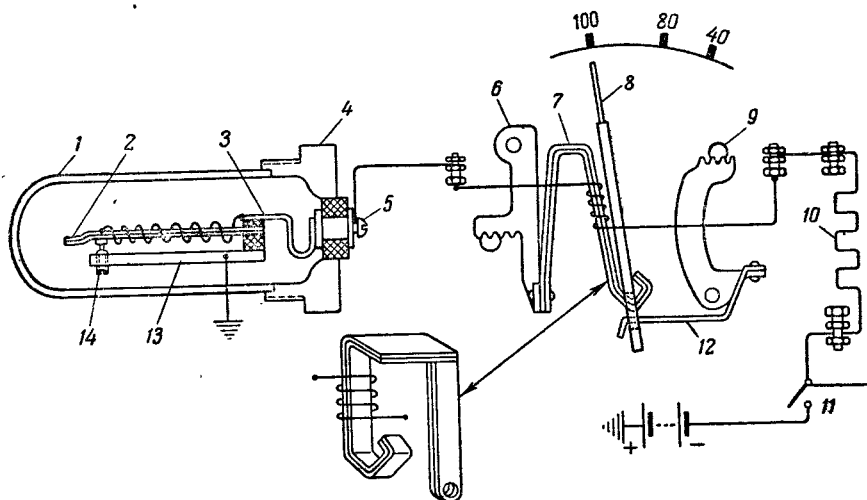


Рис. 110. Схема электрического импульсного указателя температуры воды в системе охлаждения двигателя

Датчик состоит из корпуса 4 с резьбой и выводным зажимом 5, латунного патрона 1, припаянного к корпусу, биметаллической пластины 2 (ТБ-1 или ТБ-3 и инвара) толщиной 0,3 мм, массовой пластины 13, регулировочного винта 14. К активному слою биметаллической пластины приклепан контакт. Обмотки биметаллических пластин датчика и приемника выполнены из провода марки ПШДК или провода с изоляцией из стеклянного волокна; диаметр провода — 0,12 мм. Один конец обмотки датчика приварен к биметаллической пластине 2, а другой припаян к упругой контактной пластине 3.

Контакты датчика изготовлены из сплава серебра (75%) и кадмия (25%). Неподвижный контакт припаян к регулировочному винту 14, соединенному через пластину 13 с корпусом датчика — с массой. Устройство приемника указателя температуры воды аналогично устройству приемника указателя давления масла (кроме делений шкалы). Сектор 6 и сектор 9, соединенный с пластиной 12, служат для регулировки приемника.

Приемник служит для указания величины температуры воды в системе охлаждения двигателя путем изменения датчиком величины проходящего через него тока.

Добавочное сопротивление 10 величиной 16—17 ом включается последовательно в цепь прибора только при его установке на автомобиле с 12-вольтовым электрооборудованием.

Включение указателя температуры воды производится выключателем зажигания 11.

При этом цепь тока будет следующей: положительный зажим аккумуляторной батареи — масса — массовая пластина 13 датчика — регулировочный винт 14 — контакты — обмотка биметаллической пластины 2 — контактная пластина 3 — выводной зажим 5 датчика — обмотка биметаллической пластины 7 приемника — дополнительное сопротивление 10 — выключатель зажигания 11 — отрицательный зажим аккумуляторной батареи.

При прохождении тока по обмоткам биметаллических пластин происходит их нагрев, а следовательно, и деформация. При деформации биметаллической пластины 7 приемника происходит перемещение стрелки 8, и чем больше будет ток в обмотке биметаллической пластины, тем сильнее она деформируется, тем на больший угол пластина переместит стрелку в сторону понижения температуры воды.

Деформация биметаллической пластины 2 датчика вызовет при температуре пластины в пределах 110° размыкание контактов, а следовательно, и прерывание тока. После размыкания контактов биметаллическая пластина, немного охладившись, выпрямляется и снова замкнет контакты. При температуре воды в системе охлаждения двигателя около 40° контакты вибрируют с частотой порядка 125 пер/мин. При этом эффективный ток в цепи датчик — приемник равен 0,24 а. Осциллограмма процесса работы этого прибора аналогична осциллограмме тепловибрационного манометра при $P = 5 \text{ кг/см}^2$ (см. рис. 108, в).

При увеличении температуры воды, окружающей патрон датчика, повышается температура его биметаллической пластины, а поэтому для размыкания контактов теперь уже достаточен меньший нагрев биметаллической пластины. После размыкания контактов биметаллическая пластина остывает медленнее; поэтому контакты в разомкнутом состоянии будут находиться большее время, т. е. частота пульсации тока будет меньшей. При температуре воды, окружающей датчик, в пределах 100° С частота пульсации будет порядка 15 пер/мин, а эффективный ток снизится до 0,08 а. Осциллограмма этого процесса работы прибора аналогична осциллограмме работы указателя давления масла при $P = 0 \text{ кг/см}^2$ (см. рис. 108, а). Снижение величины эффективного тока произойдет вследствие уменьшения времени замкнутого состояния цепи t_3 за один период работы контактов по сравнению с временем их разомкнутого состояния t_p :

$$I_{\text{эф}} = I_{\text{max}} \sqrt{\frac{t_3}{t_3 + t_p}}.$$

Уменьшение величины эффективного тока сопровождается меньшим нагревом биметаллической пластины приемника, которая, возвращаясь в исходное положение, перемещает стрелку в сторону шкалы, соответствующую более высокой температуре.

Регулировка и проверка работы приемника указателя температуры воды аналогична регулировке и проверке приемника указателя давления масла. При выключенной цепи стрелка приемника устанавливается на 100° , что соответствует установке стрелки на ноль шкалы у приемника указателя давления масла.

При установке стрелки приемника на точке шкалы, соответствующей 100° , устанавливают ток величиной $0,08\text{ а}$, а на точке шкалы 40° — $0,24\text{ а}$.

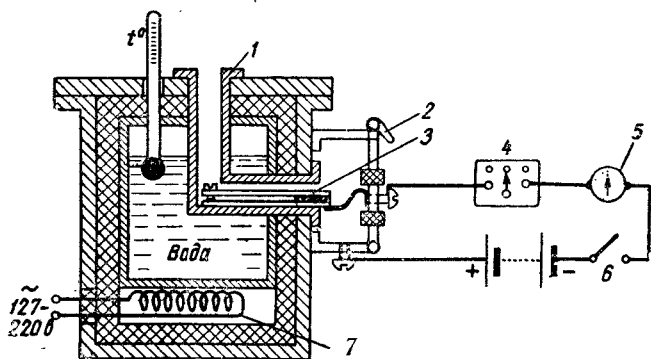


Рис. 111. Схема нагревательного сосуда и электрической цепи при регулировке датчика указателя температуры воды

Регулировка и проверка работы датчика. Регулировку и проверку работы датчика производят только при его нагреве до 100° . Для этого:

- 1) распаивают и снимают патрон датчика;
- 2) устанавливают механизм 3 регулируемого датчика в трубку 1 специального нагревательного сосуда так, чтобы регулировочный винт механизма был расположен под отверстием вертикального колена трубки 1 (рис. 111) и закрепляют механизм специальным запором 2;
- 3) включают последовательно аккумуляторную батарею, механизм 3, регулируемого датчика, эталонный приемник 4, миллиамперметр 5 и выключатель 6;
- 4) включают в цепь нагревательный элемент 7 и нагревают воду в сосуде до 100° ;
- 5) включают в электрическую цепь регулируемый механизм 3 датчика, и если стрелка эталонного приемника не устанавливается на точке шкалы, соответствующей 100° , то при помощи отвертки вращают регулировочный винт датчика в ту или другую сторону, добиваясь установки стрелки приемника на 100° .

Проверка работы датчика указателя температуры воды производится аналогично его регулировке, кроме пп. 1 и 5.

Проверка исправности электрической цепи датчика и приемника указателя температуры воды аналогична проверке идентичных приборов указателя давления масла.

§ 68. Аварийный сигнализатор температуры воды в системе охлаждения двигателя

Сигнализатор ММ7 устанавливается на автомобилях ЗИМ, М-21 и др. (рис. 112) с целью предупреждения шофера о недопустимом повышении температуры воды в системе охлаждения двигателя. Сигнализатор ввернут в верхний бачок радиатора, а его сигнальная лампа помещена на щитке приборов.

Механизм сигнализатора устроен аналогично механизму датчика электрического указателя температуры воды (см. рис. 110), с той разницей, что в сигнализаторе на биметаллической пластине 2 нет обмотки, а пассивный слой пластины расположен со стороны контакта; поэтому при нагреве биметаллической пластины она деформируется в сторону неподвижного контакта.

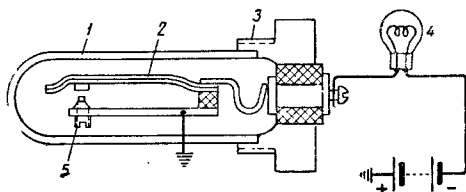


Рис. 112. Схема аварийного сигнализатора температуры воды в системе охлаждения двигателя

При низкой температуре контакты механизма сигнализатора разомкнуты и электрическая цепь сигнальной лампы выключена. При повышении температуры охлаждающей воды увеличивается нагрев биметаллической пластины 2, которая деформируется и при температуре $96 \pm 3^\circ$ замыкает контакты и включает сигнальную лампу 4.

При регулировке механизма сигнализатора разделяют патрон 1 и корпус 3, устанавливают механизм в специальный нагревательный сосуд (см. рис. 111), включают электрическую цепь согласно приведенной схеме на рис. 112 и, доведя температуру воды в сосуде до $96 \pm 3^\circ$, вращают регулировочный винт 5 до момента замыкания контактов (до момента включения сигнальной лампы).

§ 69. Электромагнитный указатель уровня топлива

Прибор состоит из датчика и приемника, соединенных между собой электрическим проводом. Датчик устанавливается на верхней стенке топливного бака, а его поплавков плавает в верхних слоях топлива.

На рис. 113 приведена схема электромагнитного указателя уровня топлива УБ18-БМ20, а на рис. 114 — электрическая схема электромагнитного указателя уровня топлива, изготовляемого рижским заводом АЭП.

Датчик служит для изменения величины тока в обмотках приемника при изменении уровня топлива в баке. Корпус 16 и крышка 18 корпуса датчика (см. рис. 113) отлиты из цинкового сплава. Обмотка 19 реостата из нихромовой проволоки диаметром 0,2 мм намотана на изоляторе из миканита; сопротивление реостата равно 57 ом. Один конец обмотки 19 реостата соединяется винтом с массой (корпусом датчика), а другой — с изолированным от массы зажимом 17. По обмотке 19 реостата скользят два пружинящих бронзовых ползунка 21 (по одному с каждой стороны обмотки), жестко соединенных с втулкой 22, которая, в свою оче-

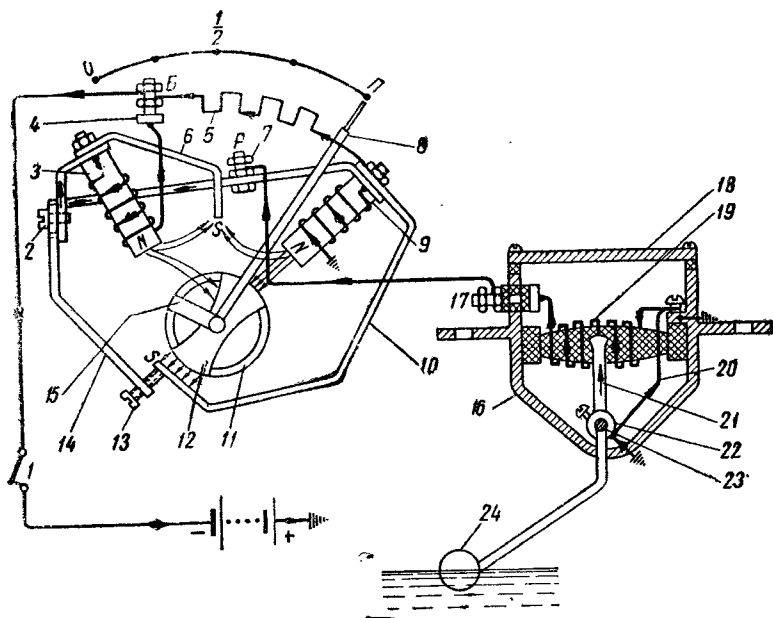


Рис. 113. Электрическая схема электромагнитного указателя уровня топлива УБ18-БМ20

редь, крепится винтом к оси 23. Концы оси 23 вращаются в отверстиях корпуса. Втулка 22 с двумя ползунками 21 соединена проводом 20 с массой вместе с одним концом обмотки реостата. К оси 23 жестко крепится рычаг пробкового поплавка 24. Поплавок пропитан специальным лаком, что предотвращает пропитывание пробки поплавка бензином, а это устраняет увеличение его веса, и следовательно, не нарушается положение ползунков на обмотке реостата. Во избежание взрыва бензовоздушной смеси в корпусе датчика устраняют возможность образования искры между ползунками и обмоткой реостата путем соединения одного из ее концов с массой.

В зависимости от изменения уровня топлива в баке изменяется положение поплавка, а также и положение ползунков на реостате датчика.

Приемник служит для указания количества топлива в баке. На латунной контактной пластине 14 укреплены два сердечника 3 и 9, выполненные из очень мягкой стали. К каждому сердечнику прикреплены магнитопроводы 6 и 10. Магнитопровод 10 правого сердечника выполнен из очень мягкой стали, а магнитопровод 6 левого сердечника — из сплава железа (70%) и никеля (30%) и является тепловым компенсатором для уменьшения влияния нагрета приемника на точность его показаний.

Обмотки на обоих сердечниках приемника выполнены из провода ПЭ диаметром 0,12 мм по 1500 витков в каждой. Один конец каждой обмотки соединен с сердечником, а через них и латунную контактную пластину 14 — с зажимом 7. Другой конец обмотки правого сердечника соединен с массой, а левого сердечника — с зажимом 4. Параллельно обмотке левого сердечника включено сопротивление 5. На оси подвижной системы укреплены стрелка 8, стальной якорек 12 и противовес 15. Маховичок 11 установлен на оси свободно, а с обеих его сторон на оси жестко закреплены две шайбы. При включении и выключении указателя, при вибрациях и резких толчках автомобиля трение маховичка о шайбы предотвращает колебания стрелки. Стрелка, маховичок и противовес выполнены из немагнитных сплавов — цветных металлов.

При выключенном приборе благодаря противовесу стрелка приемника отклонена до упора влево от нулевого деления шкалы на 1—1,5 мм. При включении указателя выключателем зажигания 1 (см. рис. 113) в цепи указателя будет течь ток (на рис. 113 цепь тока показана стрелками). Ток, протекающий по обмоткам, вызывает намагничивание сердечников 3 и 9. Магнитные потоки действия электромагнитов направлены в одну сторону. Направление действия магнитных потоков в магнитной цепи прибора показано на рис. 113 стрелками. Результирующий магнитный поток обоих сердечников, действуя на стальной якорек 12, намагничивает его и поворачивает по направлению магнитного потока, преодолевая противодействующий момент, создаваемый противовесом, и стрелка приемника установится на одном из делений шкалы.

При отсутствии топлива в баке поплавков 24 датчика будет находиться в самом нижнем положении и ползунки 21 почти полностью выведут сопротивление реостата датчика. При этом обмотка правого сердечника будет закорочена и тока в ней не будет, а в обмотке левого сердечника ток достигнет наибольшей величины; поэтому магнитный поток левого сердечника, воздействуя на якорек 12, притянет его к себе, и стрелка приемника отклонится к нулевому делению шкалы.

При увеличении уровня топлива в баке поплавков 24 датчика всплывает и через рычаг перемещает ползунки 21 датчика, которые включают в цепь приемника большее сопротивление. При этом ток в обмотке левого сердечника уменьшается, а в обмотке правого сердечника возрастает. Увеличивающийся магнитный поток правого сердечника вызывает отклонения вправо якорька,

а вместе с ним и стрелки, которая будет указывать на шкале приемника больший уровень топлива в баке.

В процессе работы указателя уровня топлива меняется напряжение источников тока; при этом пропорционально изменяется величина тока в обмотках обоих сердечников, что вызывает пропорциональное изменение магнитных потоков сердечников, а следовательно, показания прибора не нарушаются.

Сопротивление 5 приемника включено параллельно обмотке левого сердечника, и поэтому при работе указателя величина тока в обмотке левого сердечника уменьшается, а в обмотке правого сердечника увеличивается, что обеспечивает более устойчивое положение стрелки приемника при работе указателя и большую чувствительность прибора.

Магнитопровод 6 левого сердечника шунтирует магнитный поток этого сердечника и снижает величину результирующего магнитного потока, действующего на якорек. Но в то же время магнитопровод 6 левого сердечника в работе прибора является тепловым компенсатором, служащим для уменьшения влияния нагрева обмоток на правильность показаний прибора. С этой целью магнитопровод 6 выполнен из сплава железа (70%) и никеля (30%). С увеличением температуры обмотки левого сердечника повышается ее сопротивление, что вызывает уменьшение

тока, а следовательно, и уменьшение магнитного потока сердечника. При этом отклонение якорька должно было бы усиливаться к правому сердечнику и стрелка прибора отклонится на больший угол в сторону большего показания. Но так как с увеличением температуры обмотки левого сердечника увеличивается и температура магнитопровода 6, то магнитное сопротивление его возрастает и шунтирующее действие магнитопровода снижается.

Следовательно, уменьшение магнитного потока, создаваемого током в обмотке, сопровождается та-

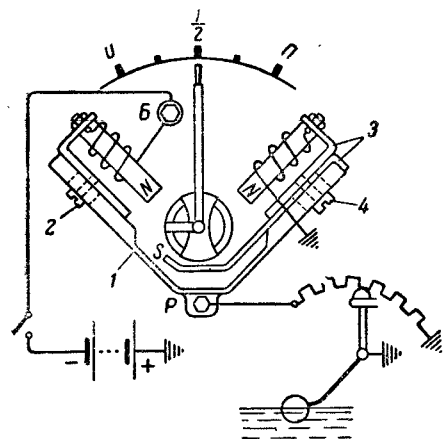


Рис. 114. Электрическая схема электромагнитного указателя уровня топлива, изготовляемого рижским заводом АЭП

ким же уменьшением части магнитного потока, отводимого от сердечника через магнитопровод, а поэтому величина магнитного потока, действующего на якорек, остается постоянной и показания прибора не изменяются.

Основными особенностями устройства приемника указателя уровня топлива, изготовляемого рижским заводом АЭП (см. рис. 114), являются следующие:

1) контактная пластина 1 выполнена из цинкового сплава и к ней при помощи регулировочных винтов 2 и 4 крепятся сердечники обоих электромагнитов;

2) после ослабления винтов 2 и 4 можно смещать сердечники вдоль их осей для регулировки приемника;

3) левый сердечник не имеет магнитопровода;

4) магнитопровод 3 правого сердечника состоит из двух стальных пластин;

5) отсутствует сопротивление, шунтирующее обмотку левого сердечника.

Регулировка и проверка работы датчика указателя уровня топлива производятся следующим образом:

1. Закрепляют датчик на вертикальной панели и проверяют движения поплавка в пределах полного хода ползунков.

2. Снимают крышку датчика.

3. Подключают омметр к зажимам датчика.

4. Замеряют сопротивление, включаемое датчиком при подъеме рычага поплавка, соответствующее определенному наполнению бака (0; $\frac{1}{2}$; П).

Для датчика типа БМ-20 (М-20, ГАЗ-51 и ЗИМ) величина включаемого сопротивления датчика должна быть в следующих пределах.

Наполнение бака.	0	$\frac{1}{2}$	П
Угол поворота рычага поплавка (от вертикальной осевой линии), град.	36	70	98
Величина включаемого сопротивления датчика, ом	2	32	57

5. В случае несоответствия величин включаемых сопротивлений в конечных положениях (0 и П) устанавливают ползунки реостата в другое положение.

Проверка исправности работы датчика указателя уровня топлива производится аналогично приемам регулировки, кроме операций 2 и 5. Кроме того, проверку исправности работы датчика производят методом проверки показаний эталонного приемника при установке рычага поплавка испытуемого датчика в положение, соответствующее наполнению бака: 0; $\frac{1}{2}$; П.

Регулировка и проверка работы приемника указателя уровня топлива производятся следующим образом:

1. Закрепляют приемник указателя на вертикальной панели и подключают к нему эталонный датчик и источник тока напряжением 12,5 в (согласно схеме, показанной на рис. 113).

2. Рычаг поплавка эталонного датчика устанавливают поочередно в положение, соответствующее наполнению бака 0; $\frac{1}{2}$; П), и наблюдают за показанием приемника.

3. Если показания приемника не совпадают на делениях 0 и $\frac{1}{2}$ шкалы, то необходимо ослабить винт 2 (см. рис. 113 и 114)

крепления левого сердечника и, смещая сердечник вдоль его оси, добиться установки стрелки приемника на нужное деление шкалы. Если требуется увеличить отклонение стрелки приемника в сторону большего показания, то необходимо сердечник отодвинуть от якорька (чтобы ослабить действие магнитного потока этого сердечника на якорек) и наоборот.

4. Если показания приемника не совпадают на делении П шкалы, то для установки стрелки приемника в положение, соответствующее полному баку, при помощи регулировочного винта 13 (см. рис. 113) производят изменение зазора между магнитопроводом 10 правого сердечника и якорьком 12. В приемнике (см. рис. 114) эту регулировку выполняют смещением правого сердечника вдоль его оси после ослабления винта 4. При уменьшении зазора усиливается магнитный поток, действующий на якорек, и стрелка прибора будет отклоняться вправо на больший угол и наоборот. Проверка исправности работы приемника указателя уровня топлива производится аналогично регулировке приемника, кроме операций 3 и 4.

Основные неисправности электромагнитного указателя уровня топлива:

1. Обрыв электрической цепи между датчиком и приемником. При этом резко уменьшается ток в обмотке левого сердечника приемника и стрелка его будет устанавливаться в положение, соответствующее полному баку.

2. Обрыв обмотки реостата датчика. Нарушение при этой неисправности аналогично предыдущей. Как только место обрыва окажется справа от ползунка (см. рис. 113), приемник будет показывать нормальное количество топлива в баке.

3. Обрыв обмотки правого электромагнита. Независимо от уровня топлива в баке стрелка приемника находится постоянно на нуле шкалы.

4. Обрыв обмотки левого электромагнита. Независимо от уровня топлива в баке стрелка приемника отклонена все время в положение, соответствующее полному баку.

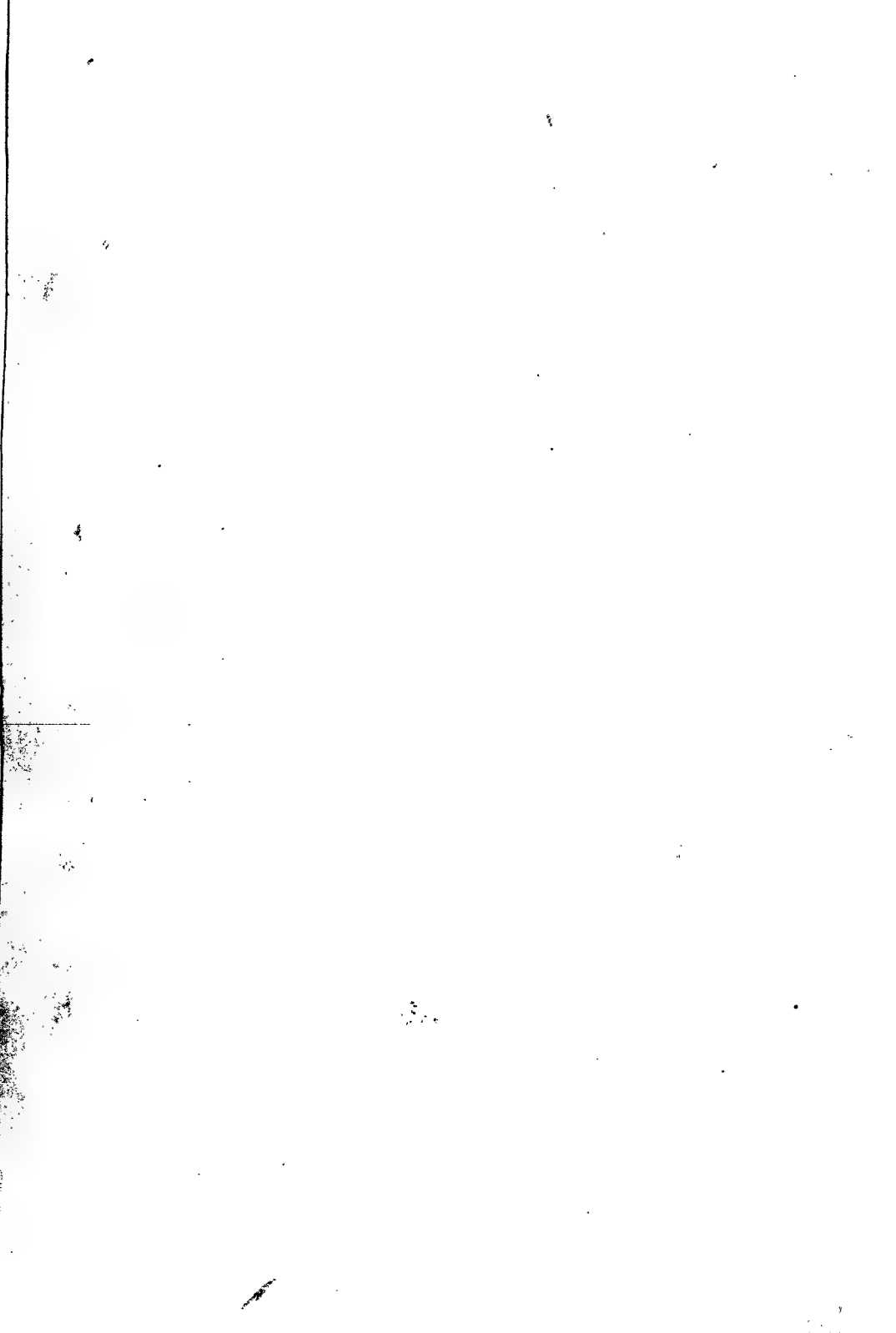
5. Обрыв сопротивления 5 приемника вызовет уменьшение тока в обмотке правого электромагнита и увеличение тока в обмотке левого, что приведет к занижению показания прибора.

6. Обрыв электрической цепи между приемником и выключателем зажигания. Стрелка приемника постоянно показывает отсутствие топлива в баке.

7. Разрегулирование датчика или приемника. При этом показание приемника будет больше или меньше действительного уровня топлива в баке.

Обрывы в обмотках приемника и датчика определяются вольтметром, последовательно включаемым в проверяемую обмотку. При наличии обрыва стрелка вольтметра не отклоняется. При ремонте места обрыва спаиваются и изолируются. При сильном повреждении большого количества витков обмоток электромагнитов и сопротивлений производят их перемотку.

ПРИЛОЖЕНИЯ



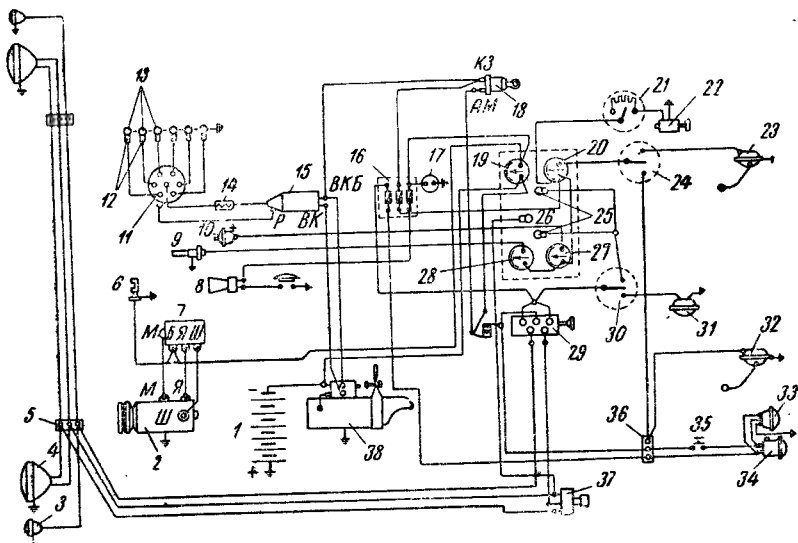


Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-51:

1 — аккумуляторная батарея; 2 — генератор; 3 — габаритная фара; 4 — передняя фара; 5 — соединительная панель; 6 — подкапотная лампа; 7 — реле-регулятор; 8 — звуковой сигнал; 9 — датчик указателя температуры воды; 10 — датчик указателя давления масла; 11 — прерыватель-распределитель; 12 — гасящие сопротивления; 13 — свечи зажигания; 14 — гасящее сопротивление; 15 — катушка зажигания; 16 — блок плавких предохранителей; 17 — штепсельная розетка переносной лампы; 18 — выключатель зажигания; 19 — амперметр; 20 — приемник указателя уровня топлива; 21 — переключатель; 22 — электродвигатель вентилятора обдува ветрового стекла; 23 — датчик указателя уровня топлива; 24 — переключатель датчиков указателя уровня топлива; 25 — лампы освещения приборов щитка; 26 — сигнальная лампа дальнего света фар; 27 — приемник указателя давления масла; 28 — приемник указателя температуры воды; 29 — главный переключатель света; 30 — переключатель освещения щитка и плафона; 31 — плафон; 32 — датчик указателя уровня топлива; 33 — задний фонарь; 34 — штепсельная розетка прицепа; 35 — выключатель стоп-сигнала; 36 — соединительная панель; 37 — ножной переключатель света; 38 — стартер

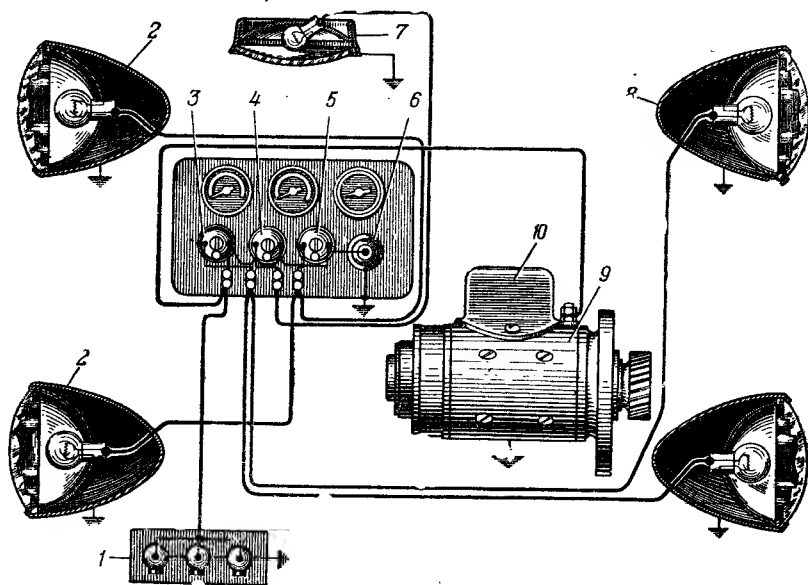


Схема освещения трактора С-80:

1 — штепсельная розетка для прицепов; 2 — передняя фара; 3 — выключатель задних фар; 4 — выключатель лампы плафона; 5 — выключатель передних фар; 6 — штепсельная розетка переносной лампы; 7 — плафон кабины; 8 — задняя фара; 9 — генератор; 10 — регулятор напряжения

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3

Глава I

Стартерные аккумуляторные батареи

§ 1. Требования, предъявляемые к стартерным аккумуляторным батареям	7
§ 2. Химические процессы в свинцовом аккумуляторе при разряде	7
§ 3. Химические процессы в свинцовом аккумуляторе при заряде	10
§ 4. Внутреннее сопротивление аккумулятора	12
§ 5. Характеристики разряда аккумулятора	13
§ 6. Характеристики заряда аккумулятора	15
§ 7. Устройство аккумуляторных батарей	17
§ 8. Приготовление электролита	21
§ 9. Емкость аккумулятора и аккумуляторной батареи	24
§ 10. Основные неисправности аккумуляторных батарей	28
§ 11. Хранение аккумуляторных батарей	35
§ 12. Подготовка к эксплуатации новых аккумуляторных батарей	38
§ 13. Проверка состояния аккумуляторных батарей	38
§ 14. Методы заряда аккумуляторных батарей	40
§ 15. Стартерные щелочные железо-никелевые аккумуляторные батареи	44
§ 16. Зарядное оборудование	49

Глава II

Генераторы

§ 17. Требования, предъявляемые к автомобильным и тракторным генераторам	60
§ 18. Устройство автомобильных и тракторных генераторов	60
§ 19. Регулирование напряжения автомобильных и тракторных генераторов	69
§ 20. Реле-регулятор РР-12А	76
§ 21. Особенности устройства реле-регуляторов РР-12Б, РР-12В, РР-25, РР-20, РР-24 и РР-11	85
§ 22. Электромагнитный одноступенчатый вибрационный регулятор напряжения генератора Г-66	89
§ 23. Генератор ГЗО-А2	98
§ 24. Генераторы переменного тока Г-2 и Г-3	101
§ 25. Реле-регулятор РР-2 генератора Г-2	108
§ 26. Реле-регулятор РР-3 генератора Г-3	111
§ 27. Проверка генераторов, регулировка и проверка регуляторов напряжения, ограничителей тока и реле обратного тока	117
§ 28. Основные неисправности генераторов, реле обратного тока, регуляторов напряжения и ограничителей тока. Способы их определения и устранения	121

Глава III

Батарейное зажигание

§ 29. Воспламенение рабочей смеси искровым разрядом	129
§ 30. Требования, предъявляемые к приборам зажигания	130
§ 31. Принцип работы приборов батарейного зажигания	130
§ 32. Факторы, влияющие на величину э.д.с., индуцируемой во вторичной обмотке катушки зажигания	134
§ 33. Характеристики батарейного зажигания	135
§ 34. Устройство катушек зажигания	140
§ 35. Устройство прерывателей-распределителей	143
§ 36. Влияние момента зажигания на работу двигателя. Приборы и приспособления, регулирующие опережение зажигания	150
§ 37. Свечи зажигания	156
§ 38. Электрофакельный подогреватель воздуха в двигателе ЯАЗ-204	160
§ 39. Проверка работы приборов системы батарейного зажигания и их регулировка	162
§ 40. Основные неисправности приборов системы батарейного зажигания	167
§ 41. Уменьшение помех радио- и телеприему на автомобиле	168

Глава IV

Магнето

§ 42. Принцип работы магнето	171
§ 43. Рабочий процесс магнето	173
§ 44. Характеристики магнето	176
§ 45. Устройство магнето	177
§ 46. Муфта опережения зажигания МС-22А	180

Глава V

Стартеры

✓ § 47. Требования, предъявляемые к стартеру	182
§ 48. Мощность стартера, необходимая для пуска двигателя	182
§ 49. Характеристика стартера	183
§ 50. Классификация стартеров по системе сцепляющего механизма и по способу управления	186
§ 51. Устройство стартеров. Стартеры СТ-08, СТ-20 и СТ-15Б	186
§ 52. Стартеры СТ-15, СТ-20Б и СТ-10	189
§ 53. Стартер СТ-21	193
§ 54. Стартер СТ-25	196
§ 55. Регулировка включения стартеров и реле стартеров	205
§ 56. Испытание стартеров	206
§ 57. Основные неисправности стартеров, способы их определения и устранения	208

Глава VI

Освещение, сигнализация и дополнительные приборы электрооборудования

§ 58. Лампы накаливания, фары	210
§ 59. Переключатели и выключатели света	217
§ 60. Плавкие и термобиметаллические предохранители. Электрические провода	221
§ 61. Электрический вибрационный звуковой сигнал	225
§ 62. Электрический стеклоочиститель	229
§ 63. Амперметр	230
§ 64. Спидометр и тахометр	231
§ 65. Электрический импульсный указатель давления масла	233

	Стр.
§ 66. Сигнализатор аварийного давления масла	239
§ 67. Электрический импульсный указатель температуры воды в системе охлаждения двигателя	240
§ 68. Аварийный сигнализатор температуры воды в системе охлаждения двигателя	243
§ 69. Электромагнитный указатель уровня топлива	243

Приложения:

1. Схема электрооборудования автомобиля ЗИЛ-150	250
2. Схема электрооборудования автомобиля ЗИМ	251
3. Схема электрооборудования автомобиля М-21	252
4. Схема электрооборудования автомобиля ГАЗ-51	253
5. Схема освещения трактора С-80	555

Борис Сергеевич Зотов,

Николай Михайлович Ильин

Электрооборудование автомобилей и тракторов

Редактор *Л. Р. Шутый*

Техн. редактор *Ф. Л. Коган*

Корректоры *Н. С. Кутилина* и *Л. В. Медведева*

Сдано в набор 12/VIII 1956 г.

Подписано в печать 24/IX 1956 г.

Бумага 60×92 ¹/₁₆. Печ. л. 16+вклейка 0,50

Уч.-изд. л. 17,25

Л 63461. Тираж 50.000 экз. Цена 7 р. 55 к. Зак. 794

Автотрансиздат — Москва, В-35,

Софийская наб., 34

Тип. Автотрансиздата — Москва, В-35,

Софийская наб., 34