

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»

Кафедра технических систем в агробизнесе  
природообустройстве и дорожном строительстве

Кузьменко Игорь Владимирович

## **ИСТОЧНИКИ И ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

Учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы  
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»  
студентами инженерно-технологического института

по направлению подготовки:

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
профиль: Машины и оборудование природообустройства  
и дорожного строительства

УДК 631.3:621.3 (076)

ББК 40.76

К 89

Кузьменко, И. В. Источники и потребители электроэнергии тракторов и автомобилей: учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине: «Тракторы и автомобили» студентами инженерно-технологического института по направлению подготовки: 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль: Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства / И. В. Кузьменко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2023. - 36 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по изучению системы электрооборудования тракторов и автомобилей.

Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н., доцент Самусенко В.И., к.т.н., доцент Орехова Г.В.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии инженерно-технологического института, протокол № 3, от 28 февраля 2023 года.

© Кузьменко И.В., 2023

© Брянский ГАУ, 2023

## Содержание

1. Система электрооборудования.....	4
2. Источники электрической энергии.....	4
2.1 Аккумуляторные батареи .....	4
2.2 Неисправности аккумуляторных батарей.....	8
2.3 Генератор.....	9
3. Потребители электрической энергии .....	18
3.1 Приборы освещения и сигнализации .....	18
3.2 Вспомогательное электрооборудование .....	26
3.3 Контрольно-измерительные приборы .....	28
3.4 Устройства защиты электрических цепей .....	32
Контрольные вопросы.....	33
Литература .....	35

# 1. СИСТЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** ознакомление с назначением, устройством, принципом действия системы электрооборудования, деталей, механизмов и устройств, из которых они состоят, особенностями их конструкций.

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:** изучить элементы системы электрооборудования с использованием учебно-методического пособия, обучающих видеofilьмов, рассмотреть детали системы и их расположение на разрезах макетов ДВС.

**ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:** Разрезные макеты, натуральные детали систем пуска, видеослайды, видеофильмы, плакаты.

## 2. ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

### 2.1 Аккумуляторные батареи

Аккумуляторная батарея служит для питания током потребителей, когда двигатель не работает или работает на малой частоте вращения коленчатого вала. Аккумуляторная батарея состоит из нескольких одинаковых по устройству аккумуляторов, соединенных между собой последовательно.

Действие аккумулятора основано на последовательном превращении электрической энергии в химическую (зарядка) и, наоборот, химической энергии в электрическую (разрядка). На изучаемых тракторах и автомобилях устанавливают свинцовые кислотные аккумуляторные батареи.

Простейший свинцовый аккумулятор (рис. 1) состоит из пластмассовой банки, в которую залит электролит (раствор серной кислоты в дистиллированной воде) и двух свинцовых пластин.

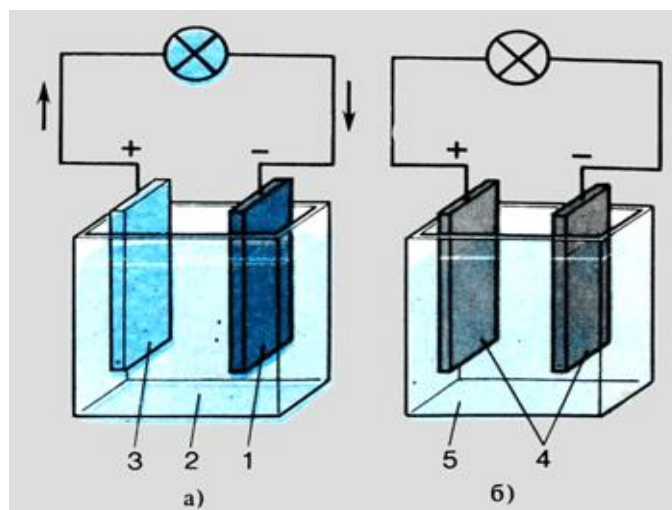


Рисунок 1 – Схема простейшего аккумулятора:

*а - в начале разрядки, б - в конце разрядки;*

*1 - губчатый свинец, 2 - раствор серной кислоты, 3 - перекись свинца,  
4 - сернокислый свинец, 5 - слабый раствор серной кислоты.*

Поверхности пластин, находящиеся в электролите, покрываются тонким слоем сернокислого свинца, иначе называемым сульфатом свинца.

Обязательное условие для работы аккумулятора - зарядка, т. е. через него пропускают электрический ток. При прохождении постоянного электрического тока от постороннего источника через аккумулятор в результате химической реакции на положительной пластине образуется перекись свинца 3, а на пластине, соединенной с отрицательным полюсом источника тока - металлический свинец в виде рыхлой губчатой массы. При этом в электролит выделяется серная кислота, которая увеличивает его плотность. Лампочка, присоединенная к пластинам, после зарядки загорается. Следовательно, накопившаяся в аккумуляторе при зарядке химическая энергия при разрядке превращается в электрическую.

Пластины аккумулятора изготавливают в виде решеток, заполненных активной массой - порошкообразным свинцом. Для увеличения запаса энергии число парных пластин увеличивают. Количество электричества, которое отдает полностью заряженный аккумулятор при непрерывном разряде постоянной силой тока до определенного конечного напряжения, называют **ёмкостью** аккумулятора. Емкость аккумулятора измеряется в ампер-часах.

Аккумуляторная батарея (рис. 2) состоит из бака 4, разделенного внутри перегородками на отделения. В каждом отделении (банке) помещается один аккумулятор. Бак изготовляют из кислотостойкой пластмассы или эбонита. Он имеет на дне ребра на которые опираются пластины. В каждую банку помещен набор положительных 2 и отрицательных 1 пластин. Положительные пластины соединяют с полюсным штырем, имеющим знак плюс, а отрицательные соединяют с полюсным штырем со знаком минус.

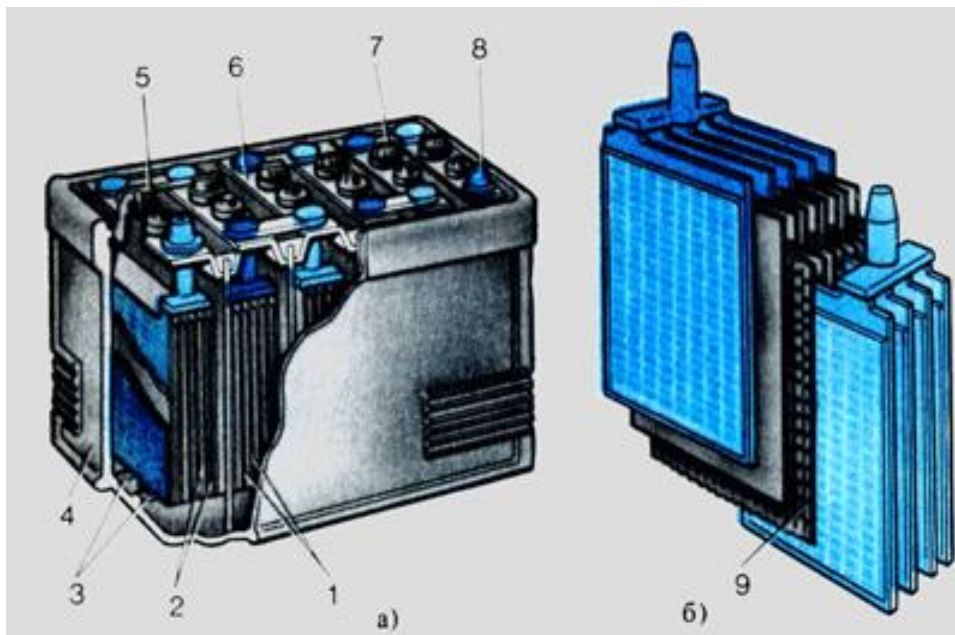


Рисунок 2 – Аккумуляторная батарея:

*а - общий вид, б - блок пластин;*

*1 – отрицательные пластины, 2 – положительные пластины, 3 - ребра, 4 - бак, 5 – пробка, 6 – крышка, 7 – соединительная перемычка, 8 - полюсный штырь, 9 – сепараторы.*

Положительная пластина расположена между отрицательными, поэтому отрицательных пластин на одну больше, чем положительных. Пластины отделены друг от друга пористыми перегородками - сепараторами 9. Они изготовлены из специально обработанного дерева микропористой пластмассы или стекловолокна. Сепараторы предупреждают короткое замыкание пластин и свободно пропускают через себя электролит. Банку закрывают крышкой б, в которой предусмотрено отверстие для заполнения банки электролитом. Заливное отверстие закрывается пробкой 5. В пробке имеется вентиляционное отверстие,

сообщающее полость аккумулятора с атмосферой, что необходимо для выхода газов, выделяющихся при химических реакциях. После сборки батареи края крышек аккумуляторов заливают специальной кислотостойкой мастикой.

На перемычках, соединяющих отдельные аккумуляторы, указываются дата изготовления и марка батареи, например 6 ТСТ-50 ЭМС. Марка батареи расшифровывается следующим образом. Первая цифра (6) указывает на число последовательно соединенных аккумуляторов, определяющее номинальное напряжение батареи (12 В). Буквы, следующие за первой цифрой, означают, что батарея «тяжелая» стартерная. Такая батарея отличается особой прочностью.

Ее применяют для тракторов, комбайнов и автомобилей. Цифра 50 указывает на номинальную емкость батареи в ампер-часах при двадцатичасовой разрядке. Первая буква (Э) после цифр характеризует материал бака - эбонит, вторая - материал сепараторов: микропористая пластмасса (М) со стекловолокном (С). Сухозаряженные батареи в конце марки имеют букву З.

**Электролит** готовят из химически чистой серной кислоты и дистиллированной воды. Кислоту и воду смешивают в кислотоупорных сосудах, **приливая кислоту тонкой струйкой в воду**. Если же вливать воду в кислоту, произойдет бурная реакция; кислота разбрызгивается и выплескивается из сосуда, а попав на тело, может вызвать ожоги. Соотношение кислоты и воды в электролите определяют по его плотности.

Электролит составляют с учетом климатических условий. Для центральных районов с зимней температурой до  $-30^{\circ}\text{C}$  плотность электролита у полностью заряженного аккумулятора должна быть круглый год 1,27. В условиях низких температур плотность электролита должна быть выше, а при высокой температуре - ниже.

Проверяют плотность электролита ареометром. По мере разрядки аккумулятора плотность электролита уменьшается.

Уровень и плотность электролита проверяют в каждом элементе батареи. Уровень электролита должен быть на 12- 14 мм выше верхнего края пластин.

При испарении электролита нужно доливать дистиллированную воду, так как испаряется только вода, а при утечке электролита в аккумулятор добавляют раствор серной кислоты. По плотности электролита определяют степень заряженности аккумуляторной батареи. С большей точностью степень заряженности батареи под нагрузкой определяют нагрузочной вилкой с включенным сопротивлением. Наконечники нагрузочной вилки поочередно плотно прижимают к зажимам аккумулятора на 5 с и смотрят показания вольтметра. Напряжение полностью заряженного аккумулятора не должно падать ниже 1,7 В.

Разность напряжения отдельных аккумуляторов батареи не должна превышать 0,1 В. Если разность больше этого значения или батарея разряжена более чем на 50% летом и более чем на 25% зимой, ее необходимо отправить на зарядку. Нельзя допускать длительного пребывания батареи в полужаряженном состоянии во избежание ее порчи. Чтобы не допускать разрушения пластин, запрещается на продолжительное время и несколько раз подряд включать стартер.

При установке на автомобиль выводной штырь батареи со знаком минус присоединяется к «массе» через выключатель «массы». Выключатель «массы» служит для отключения аккумуляторной батареи при неработающем двигателе и во время стоянки в целях уменьшения саморазрядки батареи, возможного замыкания электропроводки и противопожарной безопасности.

## **2.2 Неисправности аккумуляторных батарей**

Основные неисправности кислотных аккумуляторных батарей: повышенный саморазряд, преждевременная разрядка, короткое замыкание внутри аккумулятора, сульфатация пластин. Эти неисправности возникают в результате плохого технического обслуживания.

Саморазряд считается повышенным, если потери превышают 1% емкости в сутки. Повышенный саморазряд возникает при попадании грязи в электролит и вследствие утечки тока по влажной поверхности мастики и бака. Во избежание повышенного саморазряда следует регулярно протирать насухо поверхность мастики и крышек чистой тряпкой.



Преждевременная разрядка одного из аккумуляторов определяет работоспособность всей батареи. Такой аккумулятор называют отстающим. Если продолжать разрядку аккумуляторной батареи после полной разрядки отстающего аккумулятора, то он переполусуется, и батарея быстро выйдет из строя.

Короткое замыкание внутри аккумулятора возникает в результате разрушения сепаратора. Аккумуляторная батарея, имеющая хотя бы один короткозамкнутый аккумулятор, к дальнейшей эксплуатации непригодна.

У разряженного аккумулятора, а также при пониженном уровне электролита свинцовые пластины сульфатируются: на них откладывается слой кристаллов сернокислого свинца (сульфата). Этот слой не растворяется в электролите и преграждает его доступ внутрь активной массы пластин, что уменьшает напряжение, увеличивает сопротивление пластин и уменьшает емкость аккумулятора. Длительное пользование стартером сильно разряжает аккумулятор и также увеличивает сульфатацию. При большой сульфатации пластины разрушаются. Сильно сульфатированные пластины не восстанавливаются. Зарядка и хранение аккумуляторов проводятся лицами, имеющими специальную подготовку. Для предохранения от ожогов кислотой, вредного влияния свинца и газов работы по зарядке аккумуляторных батарей выполняют в защитной одежде (резиновый фартук, перчатки, сапоги), используя очки и респиратор. В помещении зарядки запрещается курить.

При попадании кислоты на кожу место поражения необходимо промыть сначала водой, а потом 10%-ным раствором нашатырного спирта.

### 2.3 Генератор

При пуске двигателя основным потребителем электроэнергии является стартер. При этом сила тока достигает сотен ампер, что вызывает значительное падение напряжения аккумуляторной батареи. В этом режиме потребители питаются только от АКБ, которая интенсивно разряжается. ***Сразу после пуска двигателя генератор становится основным источником электроснабжения.***

Генератор является источником постоянной подзарядки аккумуляторной батареи во время работы двигателя. Если генератор не будет работать, АКБ быстро разрядится. Генератор обеспечивает требуемый ток для заряда батареи аккумуляторов и работы электроприборов. После подзарядки АКБ разность его напряжения и генератора становится небольшой, что приводит к снижению зарядного тока.

При включении мощных потребителей (например, обогревателя заднего стекла, фар) при малых оборотах двигателя суммарный потребляемый ток может быть больше, чем способен произвести генератор. В этом случае нагрузка ляжет на аккумуляторную батарею, и она начнет разряжаться.

**Привод генераторов осуществляется от шкива коленчатого вала ременной передачей.** Чем больше диаметр шкива на коленчатом валу и меньше диаметр шкива генератора, тем выше обороты генератора, и, соответственно, он способен отдать потребителям больший ток.

На современных машинах привод осуществляется поликлиновым ремнем. Благодаря большей гибкости он позволяет устанавливать на генераторе шкив малого диаметра и, следовательно, получать высокие передаточные отношения, то есть использовать высокооборотные генераторы. **Натяжение поликлинового ремня** осуществляется натяжными роликами при неподвижном генераторе.

### *Устройство автомобильного генератора*

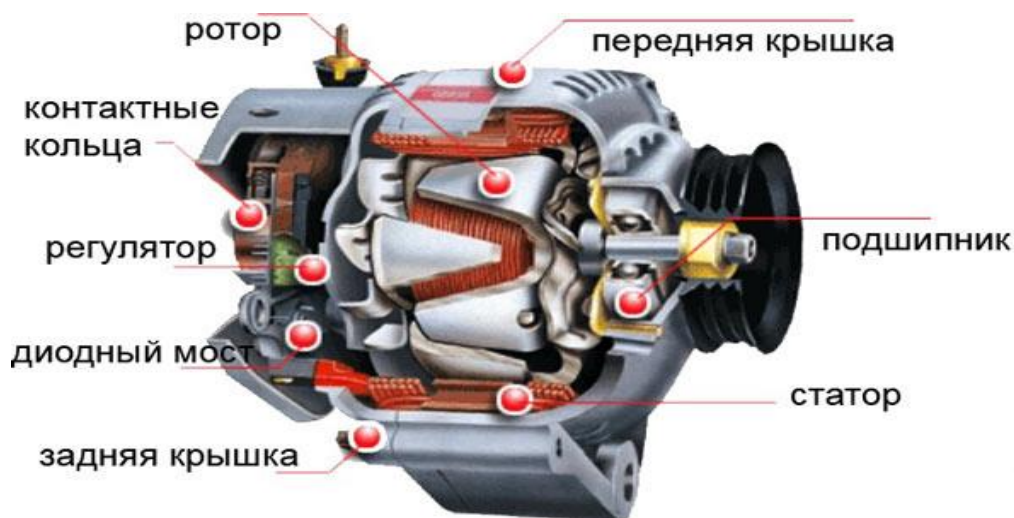


Рисунок 3 – Генератор

На современных тракторах и автомобилях устанавливают трёхфазные генераторы переменного тока с выпрямительным блоком. В связи с тем, что АКБ вырабатывает постоянный ток и для его подзарядки требуется также постоянный ток обратного направления, в бортовой сети мобильных энергетических средств используется постоянный электрический ток. Получают такой ток путем выпрямления полупроводниковыми приборами переменного тока, вырабатываемого генератором (рис.3).

Любой генератор содержит статор с обмоткой, зажатый между двумя крышками — передней, со стороны привода, и задней, со стороны контактных колец. Генераторы крепятся в передней части двигателя болтами на специальных кронштейнах. Крепежные лапы и натяжная проушина генератора находятся на крышках.

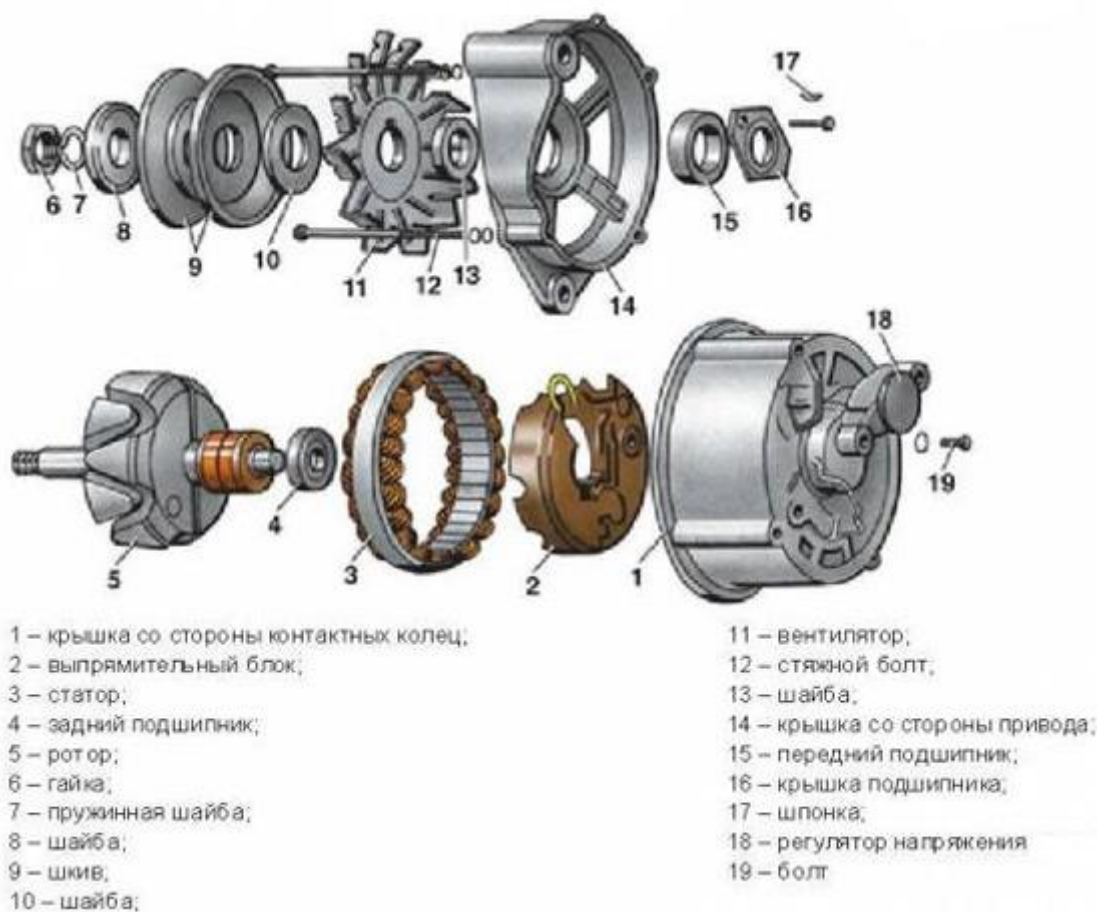


Рисунок 4 – Устройство генератора

Крышки 1 и 14 (рис.4), отлитые из алюминиевых сплавов, имеют вентиляционные окна, через которые воздух продувается вентилятором сквозь генератор. Генераторы традиционной конструкции снабжены вентиляционными окнами только в торцевой части, генераторы "компактной" конструкции еще и на цилиндрической части над лобовыми сторонами обмотки статора.

На крышке со стороны контактных колец крепятся щеточный узел 18, который объединен с регулятором напряжения, и выпрямительный узел 2.

Крышки обычно стянуты между собой тремя или четырьмя винтами 12, причем статор 3 оказывается зажат между крышками, посадочные поверхности которых охватывают статор по наружной поверхности.

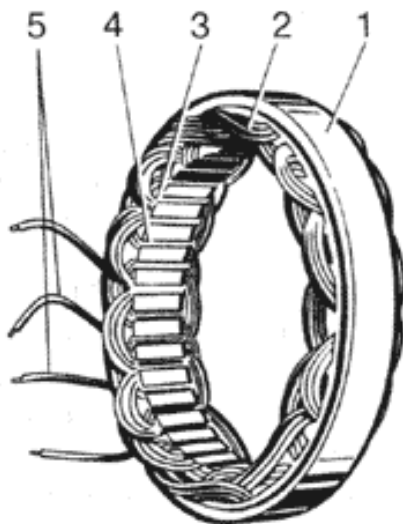


Рисунок 5 – Статор генератора:

*1 - сердечник, 2 - обмотка, 3 - пазовый клин, 4 - паз,  
5 - вывод для соединения с выпрямителем*

Статор генератора (рис.5) набирается из стальных листов толщиной 0.8...1 мм, но чаще выполняется навивкой "на ребро". При выполнении пакета статора навивкой ярмо статора над пазами обычно имеет выступы, по которым при навивке фиксируется положение слоев друг относительно друга. Эти выступы улучшают охлаждение статора за счет более развитой наружной поверхности.

Необходимость экономии металла привела к созданию конструкции пакета статора, набранного из отдельных подковообразных сегментов. Скрепление между собой отдельных листов пакета статора в монолитную конструкцию осуществляется сваркой или заклепками. Практически все генераторы автомобилей массовых выпусков имеют 36 пазов, в которых располагается обмотка статора. Пазы изолированы пленочной изоляцией или напылением эпоксидного компаунда.

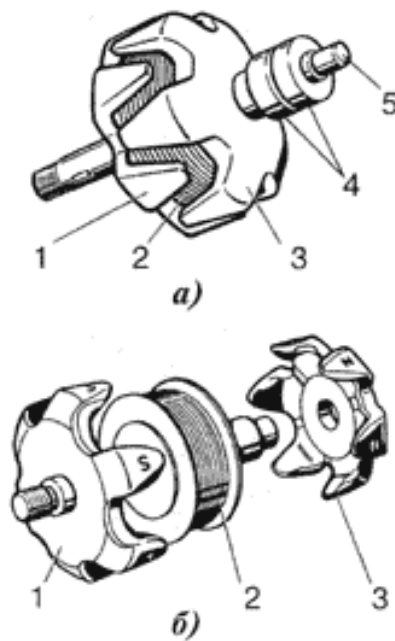


Рисунок 6 – Ротор автомобильного генератора:

*а - в сборе; б - полюсная система в разобранном виде;*

*1,3- полюсные половины; 2 - обмотка возбуждения; 4 - контактные кольца;*

*5 – вал*

Особенностью автомобильных генераторов является вид полюсной системы ротора. Она содержит две полюсные половины с выступами — полюсами клювообразной формы по шесть на каждой половине. Эти выступы при сборке электромагнита являются его северными и южными полюсами, которые при вращении ротора создают в обмотке статора попеременно ток разного направления (переменный ток). Между полюсными половинами устанавливает-

ся втулка с обмоткой возбуждения, намотанной на каркас, при этом намотка осуществляется после установки втулки внутрь каркаса. Концы катушки возбуждения через отверстия внутри вала подводятся и припаиваются к токосъемным контактными кольцам. При движении меднографитовых скользящих контактов (щеток) по поверхности токосъемных медных колец ток, вырабатываемый генератором, проходит через обмотку возбуждения электромагнита. При этом электромагнит, состоящий из катушки возбуждения и полюсных половин, создаёт значительное магнитное поле. Чем больше значение магнитного поля электромагнита, тем больший ток индуцируется в обмотках статора. Величина вырабатываемого тока определяет возможность обеспечения им всех потребителей при одновременной подзарядке АКБ.

Валы роторов выполняются из мягкой автоматной стали. Однако, при применении роликового подшипника, ролики которого работают непосредственно по концу вала со стороны контактных колец, вал выполняется из легированной стали, а цапфа вала закаливается. На конце вала, снабженном резьбой, прорезается паз под шпонку для крепления шкива.

Во многих современных конструкциях шпонка отсутствует. В этом случае торцевая часть вала имеет углубление или выступ под ключ в виде шестигранника. Это позволяет удерживать вал от поворота при затяжке гайки крепления шкива, или при разборке генератора, когда необходимо снять шкив 9 и вентилятор 11 (рис.4).

При вращении ротора генератора магнитное поле ротора пересекает силовыми линиями проводники обмотки 11 (рис.7) статора и в них индуцируется переменный электрический ток. Переменный ток поступает в кремниевый трехфазный выпрямительный блок. В выпрямительном блоке происходит выпрямление электрического тока и во внешнюю цепь подается постоянный электрический ток. Контроль за работой генератора осуществляется с помощью амперметра 8, установленного на щитке приборов.

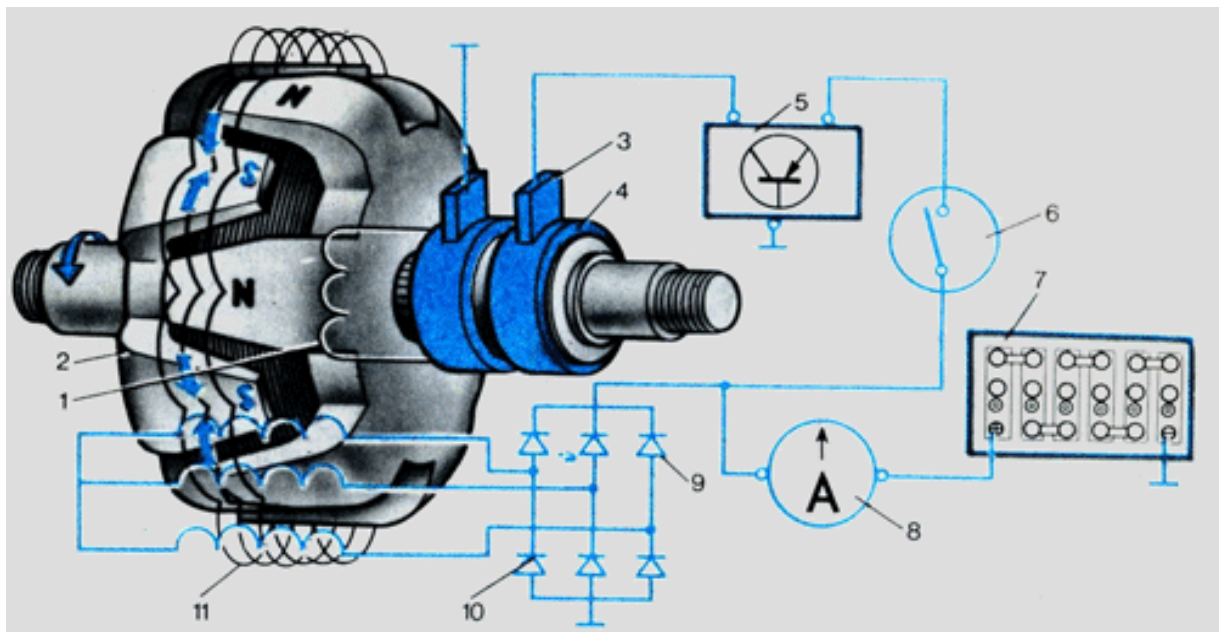


Рисунок 7 – Схема генераторной установки:

*1 - обмотка возбуждения ротора, 2 - магнитопровод ротора, 3 - щетка, 4 - контактное кольцо, 5 - реле-регулятор, 6 - включатель зажигания, 7 - аккумуляторная батарея, 8 - амперметр, 9 - диод с положительной полярностью, 10 - диод с отрицательной полярностью, 11 - обмотка статора.*

**Щеточный узел** — это конструкция, в которой размещаются щетки т.е. скользящие контакты. В автомобильных генераторах применяются щетки двух типов — меднографитные и электрографитные. Последние имеют повышенное падение напряжения в контакте с кольцом по сравнению с меднографитными, что неблагоприятно сказывается на выходных характеристиках генератора, однако они обеспечивают значительно меньший износ контактных колец. Щетки прижимаются к кольцам усилием пружин.

**Выпрямительные узлы** применяются двух типов - либо это пластины-теплоотводы, в которые запрессовываются диоды силового выпрямителя или на которых распаиваются и герметизируются кремниевые переходы этих диодов, либо это конструкции с сильно развитым оребрением, в которых диоды, обычно таблеточного типа, припаиваются к теплоотводам. Диоды дополнительного выпрямителя имеют обычно пластмассовый корпус цилиндрической формы

или в виде горошины или выполняются в виде отдельного герметизированного блока, включение в схему которого осуществляется шинками.

**Наиболее опасным для генератора является замыкание** пластин теплоотводов, соединенных с "массой" и выводом "+" генератора случайно попавшими между ними металлическими предметами или проводящими мостиками, образованными загрязнением, т.к. при этом происходит короткое замыкание по цепи аккумуляторной батареи и возможен пожар. Во избежание этого пластины и другие части выпрямителя генераторов частично или полностью покрывают изоляционным слоем. В монолитную конструкцию выпрямительного блока теплоотводы объединяются в основном монтажными платами из изоляционного материала, армированными соединительными шинками.

**Подшипниковые узлы генераторов** это, как правило, радиальные шариковые подшипники с одноразовой закладкой пластичной смазки на весь срок службы и одно или двухсторонними уплотнениями, встроенными в подшипник. Роликовые подшипники применяются только со стороны контактных колец и достаточно редко, в основном, американскими фирмами. Посадка шариковых подшипников на вал со стороны контактных колец – обычно плотная (с натягом), со стороны привода – скользящая (переходная), в посадочное место крышки наоборот - со стороны контактных колец - скользящая, со стороны привода - плотная.

**Охлаждение генератора осуществляется** одним или двумя вентиляторами, закрепленными на его валу. При этом у традиционной конструкции генераторов воздух засасывается центробежным вентилятором в крышку со стороны контактных колец. У генераторов, имеющих щеточный узел, регулятор напряжения и выпрямитель вне внутренней полости и защищенных кожухом, воздух засасывается через прорези этого кожуха, направляющие воздух в наиболее нагретые места - к выпрямителю и регулятору напряжения.



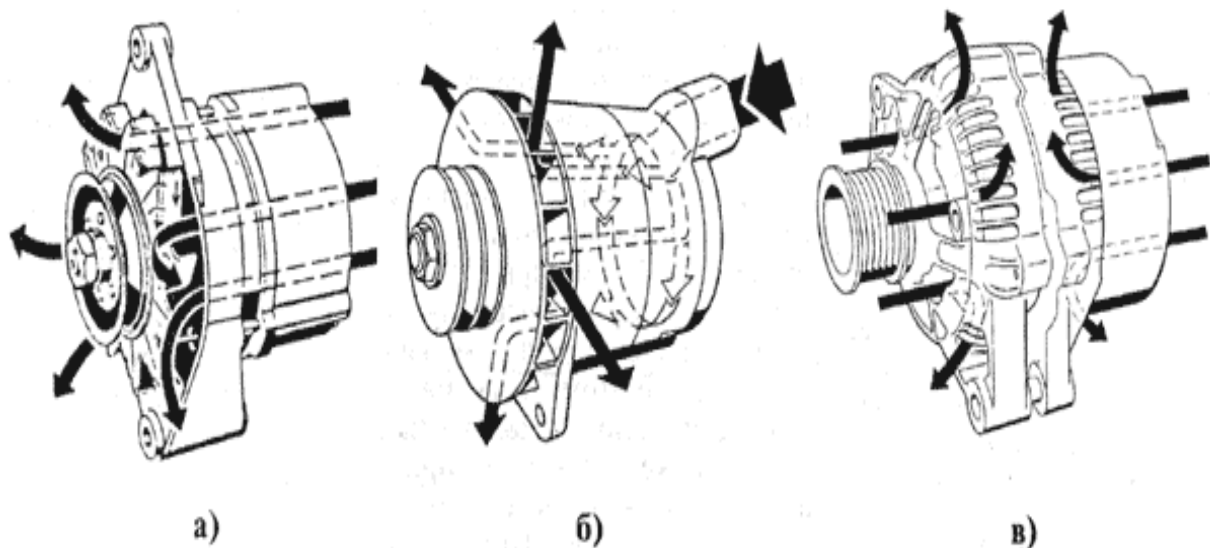


Рисунок 7.1 – Система охлаждения генераторов:

*а - генераторы обычной конструкции; б - генераторы для повышенной температуры в подкапотном пространстве; в - генераторы компактной конструкции. Стрелками показано направление воздушных потоков.*

На автомобилях с плотной компоновкой подкапотного пространства, в котором температура воздуха слишком велика, применяют генераторы со специальным кожухом, через который в генератор поступает холодный и чистый забортный воздух. У генераторов "компактной" конструкции охлаждающий воздух забирается со стороны как задней, так и передней крышек.

Частота вращения коленчатого вала двигателя, а следовательно, и ротора генератора во время работы непостоянна. В результате этого непостоянно и напряжение тока, вырабатываемого генератором. Чем больше частота, тем напряжение выше, и наоборот, чем меньше частота, тем напряжение ниже. Такие колебания не создают нормальных условий для работы потребителей тока.

Щеточный узел объединён с реле-регулятором в один корпус (рис.8). Регуляторы поддерживают напряжение генератора в определенных пределах для оптимальной работы электроприборов, включенных в бортовую сеть автомобиля. Генераторы оснащаются полупроводниковыми электронными регуляторами напряжения, как правило, встроенными внутрь генератора. Схемы их исполне-

ния и конструктивное оформление могут различаться, но принцип работы одинаков.



Рисунок 8 – Реле-регулятор генератора.

### **3. ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

#### **3.1 Приборы освещения и сигнализации**

Безопасная работа на автотранспорте, будь это трактор, автомобиль или комбайн невозможна без приборов освещения и сигнализации. В ночное время и в темное время суток необходимо освещать путь движения, кабину, щиток приборов, обозначать габаритные размеры машины.

Системы освещения и световой сигнализации предназначены для освещения дороги, машин и орудий, агрегируемых с трактором; для передачи информации о тракторе или автомобиле (о его присутствии, габаритных размерах, предполагаемом маневре), а также для освещения кабины, щитка приборов, номерного знака и т.д.

Для обеспечения этих целей в соответствии с требованиями ЕЭК ООН и Правилами дорожного движения колесные тракторы и автомобили оборудуются следующими обязательными осветительными и светосигнальными приборами:

- фарами головного освещения с дальним и ближним светом;
- габаритными огнями (передними - белого света, задними - красного света);

- фонарями указателей поворота оранжевого света (могут дополняться боковыми повторителями);

- сигналами торможения красного света;

- фонарями освещения номерного знака;

- световозвращателями (катафотами): задними - красного света, передними (только для прицепов и полуприцепов) - белого света, боковыми (для транспортных средств, имеющих длину более 6 метров) - оранжевого света;

- опознавательным знаком автопоезда - тремя фонарями оранжевого света, установленными над кабиной в линию.

Гусеничные машины могут не оснащаться фарами с дальним светом, указателями поворота, сигналами торможения.

Кроме указанных обязательных осветительных приборов могут применяться следующие дополнительные приборы:

- противотуманные фары (желтого или белого света) и противотуманные задние фонари (красного света);

- стояночные фонари (впереди белого, сзади красного света);

- контурные огни (для крупногабаритных транспортных средств);

- сигналы аварийного состояния транспортного средства;

- фонари заднего хода (белого света);

- прожекторы-искатели;

- фары рабочего освещения на тракторах и комбайнах, предназначенные для освещения рабочих органов сельскохозяйственных машин и обрабатываемых участков поля, а на автомобилях специального назначения - для освещения зон работы персонала.

Для управления работой систем освещения и световой сигнализации служит коммутационная аппаратура, которая включает в себя следующие устройства:

- главный (центральный) переключатель света;

- комбинированный переключатель света;

- различные реле, разгружающие переключатели от токов большой силы в цепи фар;

- выключатель сигналов торможения;

- переключатель сигналов поворота;

- прерыватель указателей поворота (может входить составной частью в контактно-транзисторный прерыватель, который обеспечивает также работу аварийной сигнализации);

- выключатель фонарей заднего хода;

- выключатели фар рабочего освещения, противотуманных фар, прожектора-искателя, плафонов освещения кабины, фонарей освещения подкапотного пространства и багажного отделения, контурных и стояночных огней, аварийной сигнализации и т.д.

Фара служит для освещения участка пути, находящегося впереди движущейся машины.

Фара (рис. 9) состоит из корпуса 5, отражателя 1, рассеивающего стекла 3, ободка 8, токоподводящих проводов 7 и патрона 6 с лампой 2. Рассеивающее стекло, отражатель и лампа образуют оптический элемент, который соединен с ободком пружинными защелками, а ободок - с корпусом соединительным винтом. Оптический элемент, кроме того, прикреплен к основному корпусу фары пружинами и регулировочными винтами 4.

Отражатель направляет световой пучок и отражает свет. Внутренняя поверхность отражателя отполирована, покрыта лаком и тонким слоем алюминия или хрома. Рассеивающее стекло необходимо для уменьшения ослепляющего действия светового пучка, поэтому оно имеет снаружи выпуклую форму, а с внутренней стороны - светопреломляющие выступы. Выступы расположены так, чтобы получающееся световое пятно было эллипсовидной формы и направлено вниз. Для правильной установки на стекле отлито обозначение «Верх».

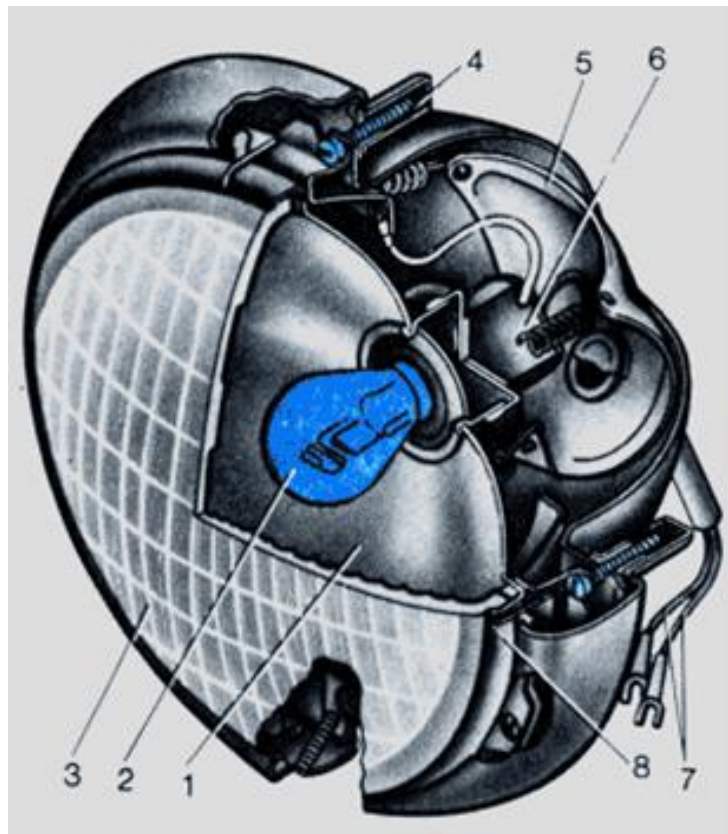


Рисунок 9 – Фара:

*1 - отражатель, 2 - лампа, 3 - стекло, 4-регулирующий винт, 5 - корпус,  
6 - патрон, 7-провода, 8 - ободок*

К отражателю приклепан патрон лампы с тремя Г-образными вырезами, в которые входят выступы карболитовой крышки. Внутри крышки предусмотрено отверстие для токоподводящего провода. Пучок света в фарах можно регулировать винтом 4, изменяющим положение оптического элемента, или поворотом фары на сферическом шарнире.

В фарах современных транспортных средств рассеивающее стекло всё чаще заменяется прозрачным. В этом случае за формирование правильного светового пятна отвечает особая геометрия отражателя фары и определённый тип ламп накаливания.

В качестве источников света в автотракторных световых приборах в настоящее время используются автомобильные лампы. Они отличаются по типу освещения.

### ***Обычные лампы накаливания***

Такие лампочки широко применяются в быту. В качестве тела накала используется вольфрамовая или угольная нить. Чтобы вольфрам не окислялся, из колбы откачен воздух. При подаче электроэнергии нить разогревается до 2000К и обеспечивает свечение.

Выгоревший вольфрам может оседать на стенках колбы, снижая прозрачность. Нередко нить просто перегорает. КПД таких изделий на уровне 6-8%. Также из-за длины тела накала свет получается рассеянным и не дает нужной фокусировки. Ввиду этих и других недостатков обычные лампы накаливания в настоящее время уже практически не применяются в качестве основного источника света в автомобилях.

### ***Галогенные***

Галогенная лампа также работает по принципу накаливания, только в колбе находятся пары галогенов (буферный газ) – йод или бром.



Рисунок 10 – Галогенные лампы

Это повышает температуру спирали до 3000К, а также увеличивает срок службы от 2000 до 4000 часов. Светоотдача составляет от 15 до 22 лм/Вт.

Такие лампочки широко применяются в быту. В качестве тела накала используется вольфрамовая или угольная нить. Чтобы вольфрам не окислялся, из колбы откачен воздух. При подаче электроэнергии нить разогревается до 2000К и обеспечивает свечение.

Атомы вольфрама, выделяющиеся при работе, вступают в реакцию с остаточным кислородом и буферными газами, что исключает появления осадка на колбе. Цилиндрическая форма колбы и короткая спираль обеспечивает отличную фокусировку, поэтому такие изделия достаточно часто применяются для головного света в автомобилях.

### ***Ксеноновые (газоразрядные)***

Это современный тип осветительных приборов. Источником света является электрическая дуга, образующаяся между двух вольфрамовых электродов, которые находятся в колбе, заполненной ксеноном. Чтобы повысить светоотдачу ксенон находится под давлением до 30 атмосфер. Цветовая температура излучения достигает 6200-8000К, поэтому для таких ламп нужны особые условия эксплуатации и обслуживания. Спектр ближе к дневному свету, но существуют также ртутно-ксеноновые световые приборы, которые дают голубоватый оттенок. Световой пучок не сфокусирован. Для этого применяются специальные отражатели, которые фокусируют свет в нужном направлении.

Такие приборы дают прекрасное свечение, но есть и свои недостатки в использовании. Прежде всего, автомобиль должен быть оборудован системой авторегулировки наклона пучка света и фароомывателями, чтобы не допустить ослепления встречных автомобилей. Также необходим блок розжига, чтобы обеспечить напряжение для появления дуги.

### ***Светодиодные (LED-лампы)***

Светодиодные элементы сейчас набирают все большую популярность. Изначально LED-лампы применялись в основном для стоп-сигналов, задних габаритов и т.д. В перспективе автопроизводители могут полностью перейти на светодиодные осветительные приборы.



Рисунок 11 – Светодиодные лампы

Свечение в таких лампах образуется в результате высвобождения фотонов из полупроводников при подаче электричества. Спектр может быть разным в зависимости от химического состава. Мощность автомобильных LED-ламп может достигать 70-100 лм/Вт, что в несколько раз выше, чем у галогеновых.

К преимуществам LED-технологии можно отнести:

- устойчивость к вибрации и ударам;
- высокий КПД;
- низкое энергопотребление;
- высокую световую температуру;
- экологичность.

Кроме того, лампы различаются по типу применяемого соединения с патроном (цоколя). Тип соединения с патроном обычно указывается на корпусе. Существуют следующие виды цоколей, применяемых на автомобилях.

### ***Софитный (S)***

Софитные лампочки преимущественно используются для подсветки салона, номерных знаков, багажника или перчаточного ящика. Они расположены между подпружиненными контактами, что делает их похожими на предохранители. В маркировке обозначаются буквой S.



### ***Фланцевый (Р)***

Цоколи данного типа обозначаются буквой Р и применяются, главным образом, в фарах дальнего и ближнего света, где необходимо четкое положение спирали относительно корпуса. Также такие лампы называют фокусирующими.

### ***Бесцокольный (W)***

Лампы этого типа обозначаются буквой W. На приливах колбы формируются проволочные петельки и крепятся за счет упругости контактов, которые обхватывают эти петли. Такие лампочки вынимаются и монтируются без поворота. Как правило, это миниатюрный стандарт (Т). Широко применяются в автомобилях и в гирляндах.

### ***Штифтовой (В)***

Лампы со штифтовым цоколем наиболее широко применяются в автомобилях. Такое соединение также называют байонетным, когда цоколь фиксируется в патроне через поворот.

Габаритные фонари служат для светового обозначения габаритных размеров машины в условиях плохой видимости и для подачи светового сигнала перед поворотом. Свет габаритных фонарей должен быть виден на расстоянии не менее 100м.

Задний габаритный фонарь используют как задний указатель поворота. Он состоит из корпуса, рассеивателя, ободка и двух патронов с лампами. Корпус фонаря разделен перегородкой на две части. В нижней части фонаря установлена лампа силой света 3 Вт. Она служит для обозначения габаритов машины ночью при стоянках и движении, а также для освещения номерного знака. В верхней части фонаря установлена лампа силой света 21 кд. Она загорается при нажатии на педаль тормоза и служит для предупреждения водителей сзади идущего транспорта о торможении (свет «Стоп»), а также используется для указания направления поворота машины. Фонари имеют рассеиватель рубинового цвета, который одновременно служит отражателем света.

Указатель поворотов предназначен для предупреждения о предстоящем маневре трактора или автомобиля. В него входят сигнальные лампочки, пере-

ключатель и прерыватель (реле). Наибольшее распространение получил электромагнитный прерыватель тока.

### 3.2 Вспомогательное электрооборудование

К вспомогательному электрооборудованию относятся электрические звуковые сигналы, электрические стекло- и фарочистители, электродвигатели отопителей, вентиляторов и других механизмов.

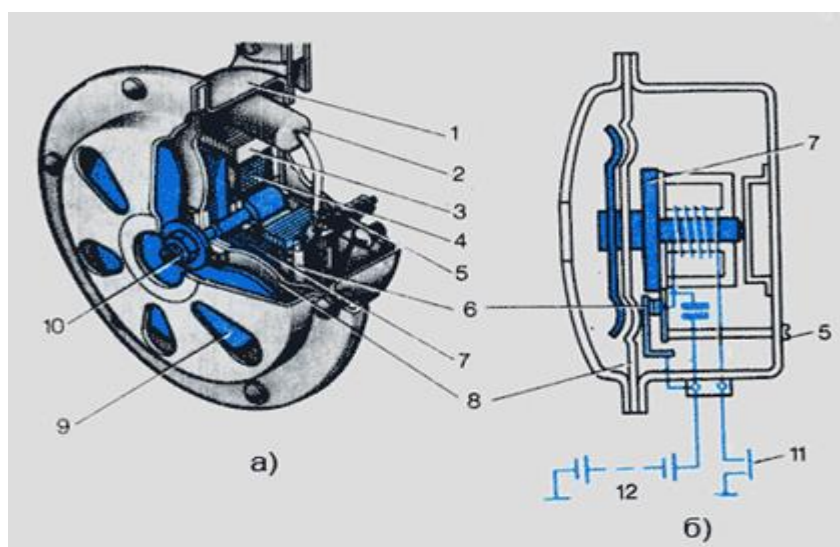


Рисунок 12 – Звуковой сигнал:

*а - устройство, б - схема работы;*

*1 - корпус, 2 - конденсатор, 3 - сердечник электромагнита, 4 - обмотка электромагнита, 5-регулирующий винт, 6 - прерыватель, 7 - якорь, 8 - мембрана, 9 -резонатор, 10 - центральный винт, 11-кнопка сигнала.*

Звуковой сигнал (рис. 12) - электромагнитный, вибрационного типа. Он состоит из корпуса Ш-образного сердечника с обмоткой 4 (электромагнита), стальной мембраны 8, якоря 7 и прерывателя 6. Обмотка электромагнита соединена в электрическую цепь с аккумуляторной батареей через кнопку, расположенную на рулевом колесе. В неработающем сигнале контакты прерывателя сомкнуты. Параллельно контактам прерывателя установлен конденсатор 2, предупреждающий их подгорание.

Нажимая на кнопку 11 сигнала, замыкают цепь. Электрический ток, проходя по обмотке, намагничивает сердечник 3, который притягивает якорь 7. Перемещение якоря вызывает размыкание контактов прерывателя. Ток перестает поступать в обмотку сердечника. Сердечник размагничивается, а якорь под действием упругой мембраны 8 занимает прежнее положение. Затем контакты снова смыкаются, и ток идет по обмотке сердечника. Пока нажата кнопка сигнала, контакты размыкаются и замыкаются, а мембрана колеблется, издавая звук. Тон звука изменяют регулировочным винтом 5, расположенным на корпусе сигнала.

Стекло- и фарочистители совместно с омывателями предназначены для очистки от атмосферных осадков и грязи ветрового и заднего стекла, а также наружных стекол фар головного освещения. Электрический стеклоочиститель состоит из электродвигателя 9, червячного или цилиндрического редуктора 6, кривошипно-рычажного механизма 10, щёток 3 и переключателя 13 (рис. 13). В качестве электродвигателей применяют двигатели постоянного тока параллельным или смешанным возбуждением, а также с возбуждением от постоянных магнитов. Используют одно- или двухскоростные электродвигатели.

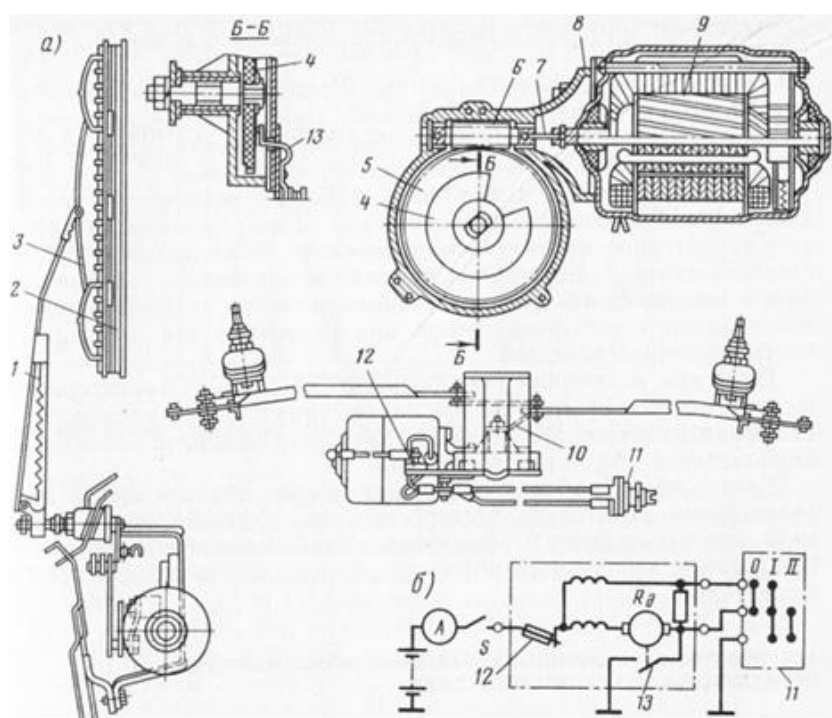


Рисунок 13 – Устройство механизма стеклоочистителя

Эффективность действия стеклоочистителей повышается при использовании омывателя, состоящего из резервуара для жидкости, насоса с электроприводом и жиклеров. По способу удаления грязи со стёкол фар электрические фароочистители разделяют на механические и струйные. Механический фароочиститель состоит из электродвигателя, механической передачи, щеток, а также омывателя стекла. На некоторых автомобилях применяются струйные фароочистители, жиклеры которых, установленные перед фарами, направляют жидкость с большой скоростью на внешнее стекло фары.

Привод в действие вентиляторов обдува ветрового и заднего стекол, системы обогрева кузова и приточной вентиляции кабины осуществляется в основном двухполюсными электродвигателями постоянного тока с последовательным или параллельным возбуждением. В последнее время все шире стали применяться двигатели с возбуждением от постоянных магнитов.

На некоторых легковых автомобилях применяются в системе охлаждения двигателя вентиляторы с электроприводом. Вентиляторы включаются автоматически термодатчиком. При этом обеспечивается экономия топлива и более быстрый прогрев двигателя. Электродвигатели используются также для подъема и опускания антенны радиоприемника, стекол дверей и т.д.

Современная техника постоянно совершенствуется. Многие системы для оптимизации их работы управляются электронными блоками с определённым набором датчиков. Поэтому кроме перечисленных выше потребителей электрического тока электроэнергия расходуется и на питание так называемых «интеллектуальных» систем.

### **3.3 Контрольно-измерительные приборы**

Контрольно-измерительные приборы служат для контроля за работой смазочной системы и охлаждения двигателя, наличия топлива в баке и заряда аккумуляторной батареи. К ним относятся указатели давления масла, температуры охлаждающей жидкости, уровня топлива в баке, амперметр и аварийные сигнализаторы пониженного давления масла и перегрева двигателя. Все указа-

тели смонтированы на щитке приборов. Их датчики расположены в зоне измеряемых показателей.

Указатель давления масла - манометр служит для определения давления масла в смазочной системе двигателя. Он состоит из датчика и указателя.

В датчик входит корпус с диафрагмой и ползунковый реостат. Подвижный контакт реостата соединен с диафрагмой. Когда давление в магистрали смазочной системы двигателя увеличивается, диафрагма прогибается и перемещает подвижный контакт реостата, изменяя его сопротивление.

Электромагнитный указатель состоит из корпуса с экраном, предотвращающим влияние посторонних магнитных полей, трех катушек, подвижного постоянного магнита со стрелкой, укрепленной подвижно на оси, и неподвижного постоянного магнита для установки стрелки на нулевое деление шкалы.

При протекании тока по катушкам создается результирующее магнитное поле. Взаимодействуя с этим магнитным полем, стрелка с подвижным постоянным магнитом устанавливается в определенное положение, соответствующее подвижному контакту реостата датчика или давлению масла в магистрали смазочной системы двигателя.

Устройство указателя температуры охлаждающей жидкости аналогично устройству указателя давления масла.

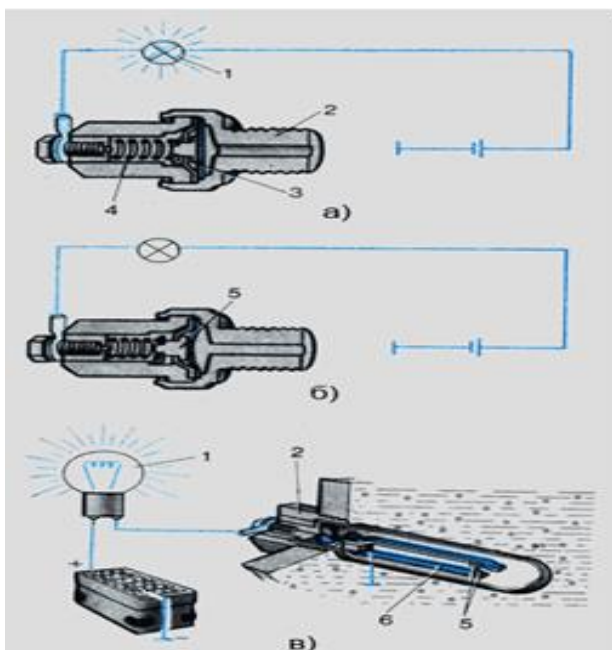


Рисунок 14 - Аварийный сигнализатор:  
а, б - давления масла, в - температуры  
охлаждающей жидкости;  
1 - сигнальная лампа, 2 - датчик,  
3 - диафрагма, 4 - пружина,  
5 - контактное устройство,  
6 - биметаллическая пластина.

Датчик указателя температуры представляет собой терморезистор - полупроводниковую шайбу, установленную в металлическом корпусе. Сопротивление шайбы меняется в зависимости от изменения ее температуры. Изменение температуры охлаждающей жидкости вызывает резкое изменение сопротивления датчика, что вызывает изменение тока в катушках указателя, и результирующее магнитное поле поворачивает постоянный магнит со стрелкой на деление шкалы, соответствующее температуре охлаждающей жидкости.

Аварийные сигнализаторы предупреждают водителей о недопустимом повышении температуры жидкости в системе охлаждения и падения давления масла в смазочной системе двигателя. В них входят датчик и сигнальная лампа на щитке приборов.

Датчик сигнализатора аварийного давления масла (рис. 14, а, б) состоит из корпуса, диафрагмы 3, пружины 4 и контактного устройства 5. При отсутствии давления в магистрали смазочной системы двигателя диафрагма выгибается под действием пружины в сторону от контактов, и лампа загорается (рис. 14, а). При нормальном давлении масла диафрагма выгибается в противоположную сторону, размыкает контакты, и сигнальная лампа гаснет (рис. 14, б).

Датчик аварийного сигнализатора перегрева двигателя (рис. 14, в) установлен в верхней бачке радиатора. Он состоит из корпуса с латунной гильзой, в которой находятся два контакта 5. Неподвижный контакт соединен с «массой», а подвижный контакт закреплен на упругой биметаллической пластине 6, изолированной от «массы». Снаружи биметаллическая пластина соединена через зажим с сигнальной лампой 1.

При нормальной температуре охлаждающей жидкости контакты датчика разомкнуты. Если температура жидкости выше расчетной, биметаллическая пластина изогнется настолько, что контакты замкнутся и включат в электрическую цепь сигнальную лампочку.

Устройство указателя уровня топлива аналогично устройству описанных выше указателей давления масла и температуры охлаждающей жидкости. Датчик указателя представляет собой реостат, смонтированный в металлическом

корпусе. Реостат изменяет сопротивление в зависимости от уровня топлива в баке, поскольку его подвижный контакт (ползунок) соединен с рычагом, на конце которого установлен поплавок. Сила тока и магнитное поле левой катушки зависят от положения ползунка реостата. При полном баке обмотка реостата включена полностью, а сила тока в левой катушке незначительна. В этом случае результирующее магнитное поле всех катушек повернет стрелку с магнитом на отметку «П» (полный бак).

По мере уменьшения уровня топлива в баке сила тока левой катушки увеличивается, так как сопротивление реостата уменьшается и результирующее магнитное поле катушек перемещает стрелку указателя в сторону нулевой отметки. Резистор включен в цепь катушек как тепловой компенсатор.

Амперметр служит для контролёра заряда аккумуляторной батареи и работы генератора. Амперметр включают в электрическую цепь последовательно. Он состоит из корпуса, латунной шины, постоянного магнита, якоря с осью, стрелки и шкалы. Стрелка закреплена с якорем на оси.

Когда ток в латунной шине отсутствует, якорь расположен вдоль постоянного магнита и удерживает стрелку у нулевого деления шкалы. При протекании электрического тока по латунной шине якорь устанавливается вдоль созданных магнитных силовых линий вокруг шины, поворачиваясь вместе со стрелкой на определенный угол.

Величина направления угла поворота стрелки с якорем зависит от силы направления тока в шине. Если стрелка отклоняется к знаку «+», значит - батарея заряжается, а если к знаку «-» - разряжается.

Электродвигатели постоянного тока применяют в автотракторном электрооборудовании для привода вентиляторов, устанавливаемых в кабине и подающих теплый воздух в кабину, а также для привода электрического стеклоочистителя.

Наибольшее распространение получили двухполюсные электродвигатели с последовательным включением обмотки возбуждения. Основные составные части электродвигателя - электромагнит и якорь. Электромагнит представляет

собой полюсные башмаки с обмотками возбуждения, смонтированные в корпусе электродвигателя. Якорь состоит из вала, сердечника, обмотки и коллектора.

Электродвигатель отопителя включен в цепь через переменный резистор, с помощью которого можно изменять частоту вращения вала вентилятора.

### **3.4 Устройства защиты электрических цепей**

Предохранители применяют в автотракторном электрооборудовании для защиты потребителей, источников тока и проводов от тока короткого замыкания и перегрузок. Предохранители объединены в блок, который установлен недалеко от щитка приборов.

Вставки предохранителей пронумерованы. Каждая вставка защищает свою электрическую цепь. Предохранители бывают одноразовыми (плавкими) и многоразовыми (термобиметаллическими).

Основная задача плавких предохранителей – защита электрической цепи и электрооборудования от сверхтоков, возникающих при коротком замыкании или в результате критических перегрузок. При этом они обеспечивают бесперебойную работу защищаемых цепей в номинальном режиме. При прохождении номинальных токов через проволоку вставки, она незначительно нагревается, не достигая температуры плавления. Но в режиме короткого замыкания резко возрастает величина тока, что приводит к плавлению вставок. Это приводит к разрыву цепи. Благодаря доступности блока предохранителей разрушенный элемент легко заменить. Но прежде необходимо устранить причину возникновения нештатной ситуации. Таким образом, предохранители «вызывают огонь на себя» не позволяя разрушаться проводам в труднодоступных местах, что нередко может привести к возгоранию электропроводки.

Термобиметаллический предохранитель многократного действия применяют в основном для защиты цепей осветительных приборов. Он состоит из корпуса и биметаллической пластины с контактом на конце. Предохранитель рассчитан на ток не более 20 А. Контакт биметаллической пластины прижимается к неподвижному контакту, закрепленному на корпусе, замыкая этим цепь.



Если по биметаллической пластине пройдет ток, превышающий по силе расчетный, то вследствие нагрева биметаллическая пластина выгибается, что приводит к размыканию контактов и разрыву цепи. После охлаждения пластина выпрямляется и вновь замыкает цепь. Если перегрузка в цепи не устранена, то контакты замыкаются и размыкаются многократно, что сопровождается хорошо слышимым щелканьем.

Термобиметаллический предохранитель однократного действия кнопочного типа состоит из корпуса, смонтированных в него контактов и биметаллической пластины. При перегрузках пластина, выгибаясь, размыкает цепь. Для возвращения пластины предохранителя в первоначальное положение после устранения неисправности в цепи нужно нажать на кнопку.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Перечислите источники электрического тока тракторов и автомобилей.
2. Опишите принцип работы аккумулятора.
3. Аккумуляторная батарея: особенности конструкции и технические характеристики?
4. Что такое электролит? Правила его приготовления.
5. Что характеризует плотность электролита? Какова допустимая разница плотности в аккумуляторах АКБ?
6. Критерии оценки технического состояния аккумуляторной батареи?
7. Какова роль генератора?
8. Какой тип генератора устанавливается на тракторах и автомобилях?
9. Для чего нужен и как устроен статор генератора?
10. Почему в конструкции генератора используется не постоянный магнит, а электромагнит?
11. Как устроен электромагнит генератора?
12. Для чего нужны токосъемные кольца на роторе?
13. Как происходит возбуждение электромагнита?
14. Опишите принцип выработки тока в генераторе.

15. Почему в бортовой сети мобильных транспортных средств используется постоянный ток?
16. Как в генераторе преобразуется ток переменный в постоянный?
17. Для чего и каким образом производится охлаждение генератора?
18. Каково назначение реле-регулятора в генераторе?
19. Какие элементы и системы относят к потребителям электрической энергии?
20. Какие приборы относят к приборам освещения и сигнализации?
21. Как устроена фара?
22. Какие типы ламп используют в качестве источников света в автотракторных световых приборах?
23. Перечислите вспомогательные электроприборы, устанавливаемые на тракторах и автомобилях.
24. Опишите принцип действия звукового сигнала.
25. Как работает стеклоочиститель?
26. Какие контрольно-измерительные приборы вам известны?
27. Опишите принцип действия измерительных приборов.
28. Опишите принцип действия приборов сигнализации.
29. Как работают и для чего применяются электродвигатели постоянного тока?
30. Какие детали и приспособления применяют для защиты электрических цепей?
31. Чем отличаются друг от друга плавкие и термобиметаллические предохранители?
32. Расскажите о принципе работы одноразового предохранителя.
33. Расскажите о принципе работы многократного предохранителя.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкция тракторов и автомобилей. /Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницин В.И. М.: КолосС, 2007. – 28,6 л.
2. Конструкция тракторов и автомобилей. /Поливаев О.И., Костиков О.М., Ворохобин А.В., Ведринский О.С. СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 288 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. / В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. М.: Машиностроение, 1990. – 288с.
4. Семенов В.М., Власенко В.Н. Трактор. - М.: Агропромиздат, 1989. – 352 с.

Учебное издание

Кузьменко Игорь Владимирович

# **ИСТОЧНИКИ И ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ**

Учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы  
по дисциплине: «Тракторы и автомобили»  
студентами инженерно-технологического института

по направлению подготовки:

23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы  
профиль: Машины и оборудование природообустройства  
и дорожного строительства

Редактор Адылина Е.С.

---

Подписано к печати 30.03.2023 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 2,09. Тираж 25 экз. Изд. №7492

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ