

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АГРОБИЗНЕСЕ  
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВЕ И ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**КУЗЬМЕНКО И.В.**

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ  
ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ  
ЧАСТЬ 1  
Источники электрической энергии**

Учебно-методические указания для выполнения  
лабораторной работы  
по дисциплине «Тракторы и автомобили»  
студентами инженерно-технологического института  
по направлению подготовки:  
35.03.06 Агроинженерия  
профиль: Технические системы в агробизнесе  
профиль: Технический сервис в АПК

Брянская область 2022

УДК 629.3.014.2.064.5 (076)

ББК 39.33-04

К 89

Кузьменко, И. В. Электрооборудование тракторов и автомобилей. Ч. 1. Источники электрической энергии: учебно-методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Тракторы и автомобили» студентами инженерно-технологического института по направлению подготовки: 35.03.06 Агроинженерия профиль: Технические системы в агробизнесе, профиль: Технический сервис в АПК / И. В. Кузьменко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - 22 с.

Учебно-методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по изучению системы электрооборудования тракторов и автомобилей. Для студентов инженерно-технологического института.

Рецензент: к.т.н. доцент Кузюр В.М.

*Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского ГАУ, протокол №4 от 19 января 2022 года.*

© Брянский ГАУ, 2022

© Кузьменко И.В., 2022

# 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 видеофильмов, рассмотреть детали системы и их расположение на разрезах макетов ДВС.

## **ОБОРУДОВАНИЕ, НАГЛЯДНЫЕ ПОСОБИЯ:**

Разрезные макеты, натуральные детали систем пуска, видеослайды, видеофильмы, плакаты.

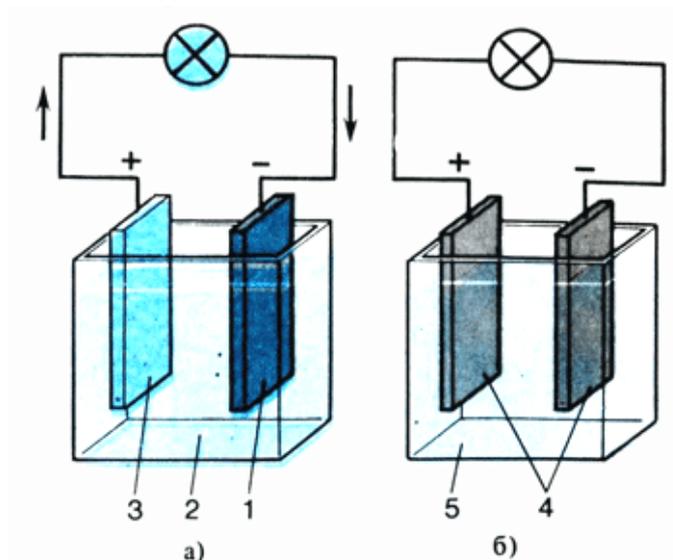
## ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

### **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:**

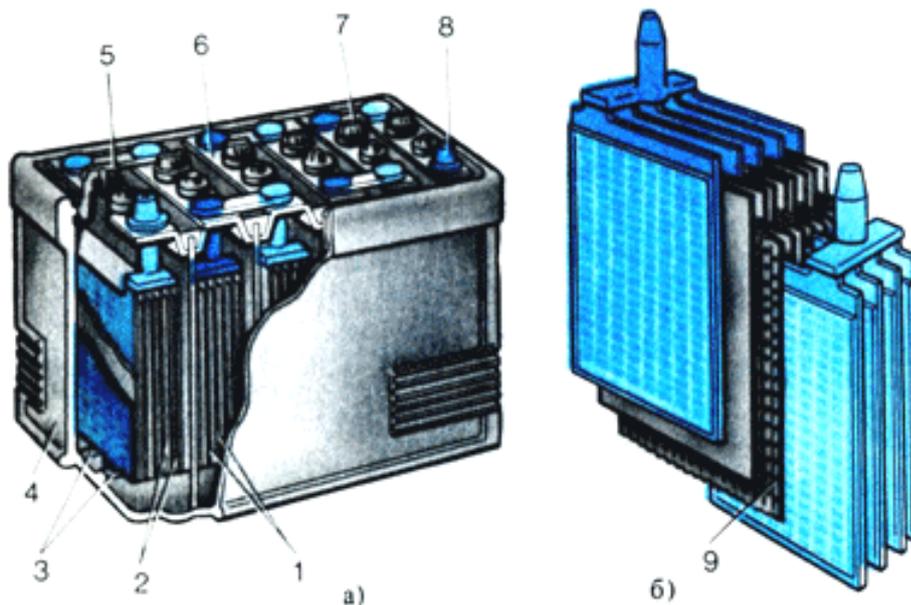
а - в начале разрядки, б - в конце разрядки;  
1 - губчатый свинец, 2 - раствор серной кислоты, 3 - перекись свинца,  
4 - сернокислый свинец, 5 - слабый раствор серной кислоты.

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 изготавливают 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 полно-

стью 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.

### ***Неисправности аккумуляторных батарей***

Основные неисправности кислотных аккумуляторных батарей: повышенный саморазряд, преждевременная разрядка, короткое замыкание внутри аккумуля-

мулятора, 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 переполюсуется, 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 сернистого 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.

## 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.***

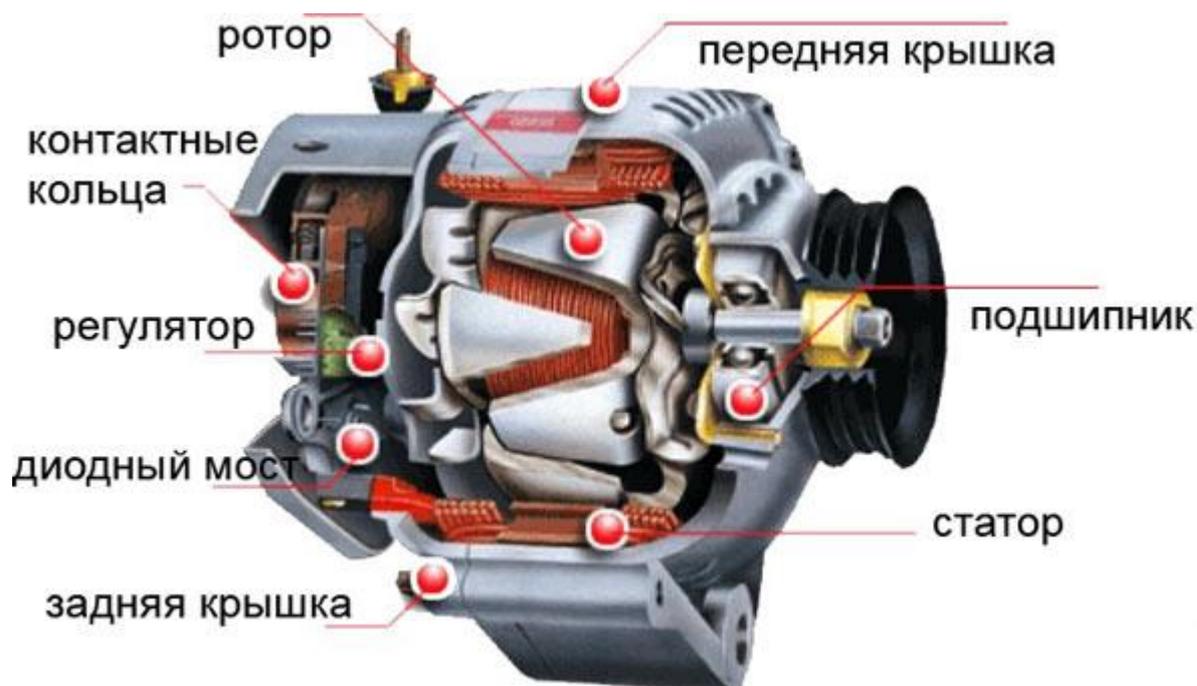
Генератор является источником постоянной подзарядки аккумуляторной батареи во время работы двигателя. Если генератор не будет работать, АКБ быстро разрядится. Генератор обеспечивает требуемый ток для заряда батареи аккумуляторов и работы электроприборов. После подзарядки АКБ разность его напряжения и 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.

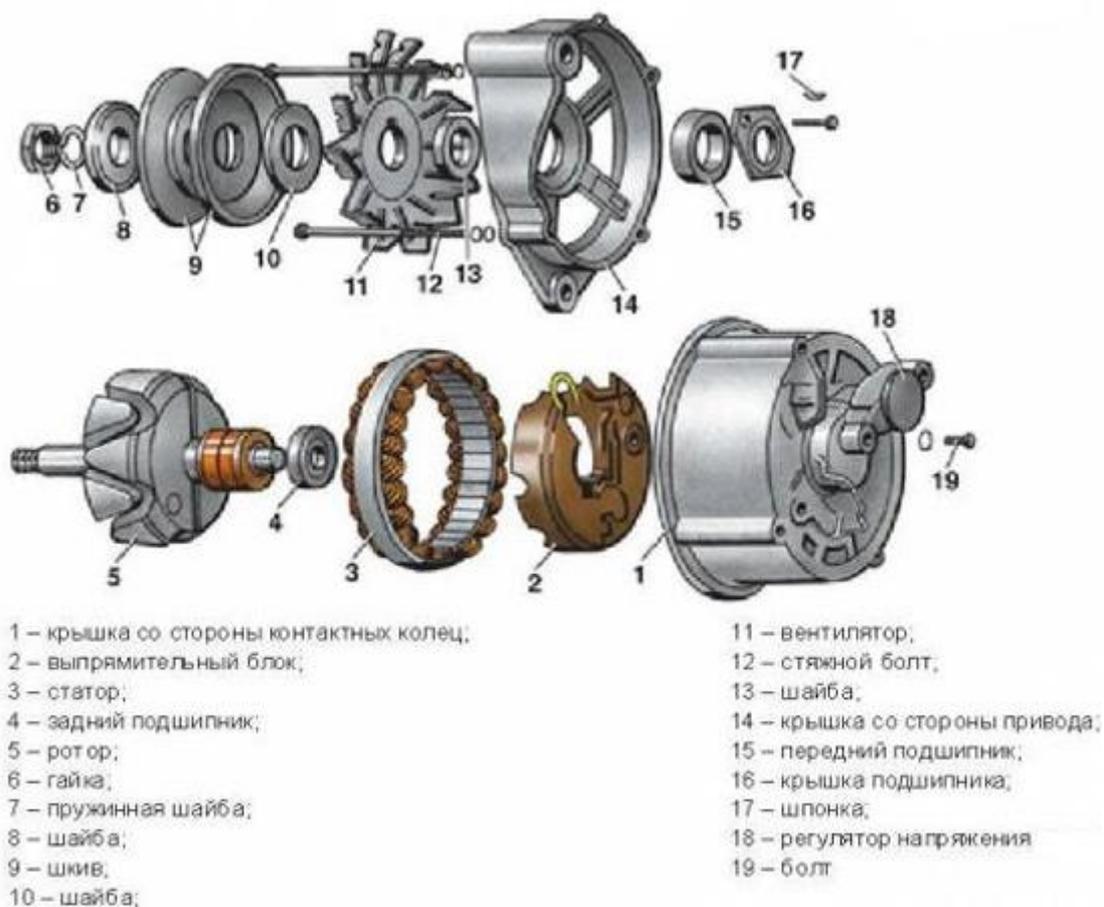
## *Устройство автомобильного генератора*



**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.

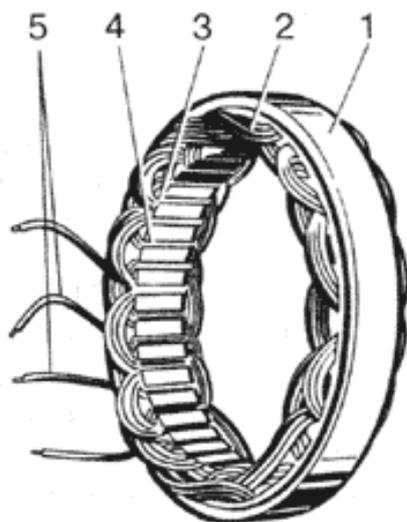


**Рисунок 4 – Устройство генератора**

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.

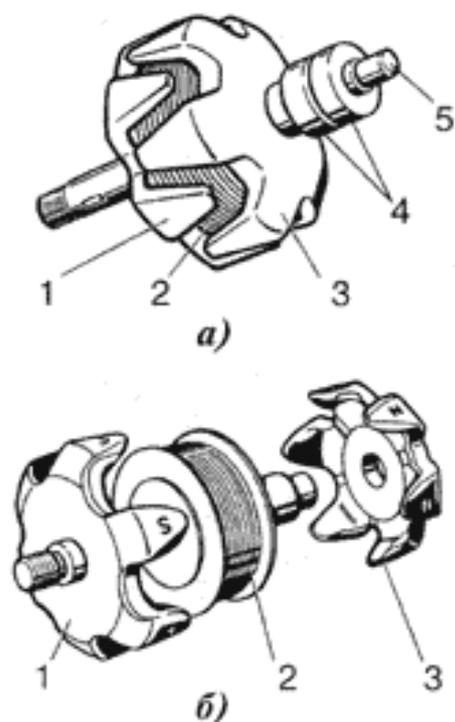


**Рисунок 5 - Статор генератора:**

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

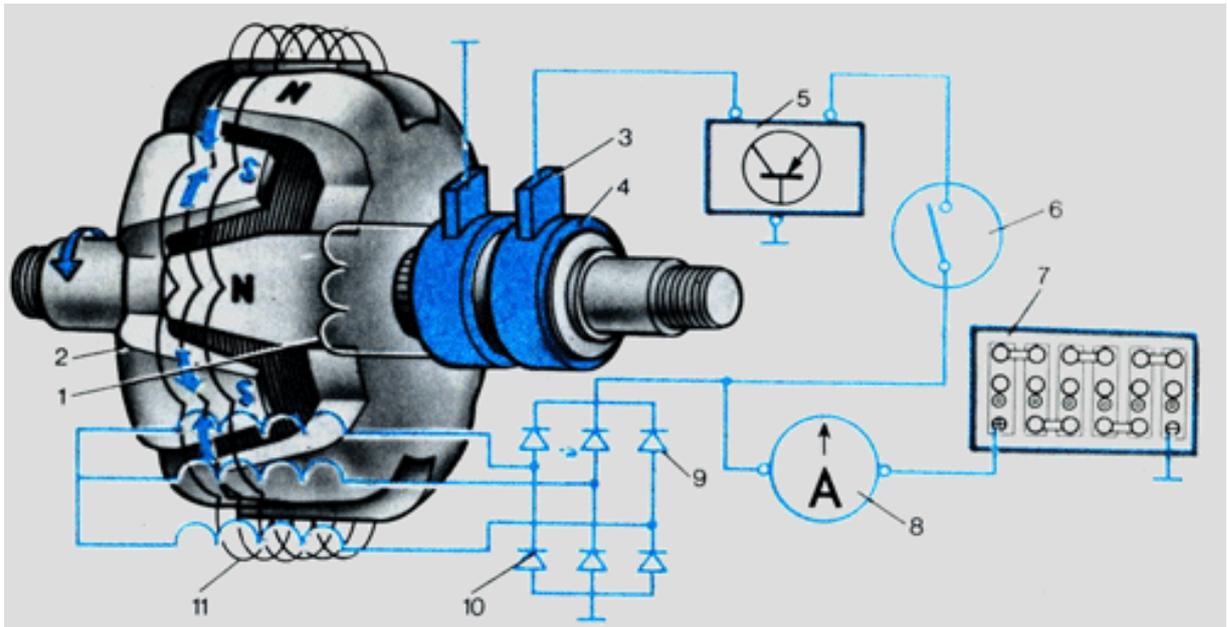
Особенностью автомобильных генераторов является вид полюсной системы ротора. Она содержит две полюсные половины с выступами — полюсами клювообразной формы по шесть на каждой половине. Эти выступы при сборке электромагнита являются его северными и южными полюсами, которые при вращении ротора создают в обмотке статора попеременно ток разного направления (переменный ток). Между полюсными половинами устанавливается 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 контактным кольцам. При движении меднографитовых скользящих контактов (щеток) по поверхности токосъемных медных колец ток, вырабатываемый

мый 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 - Схемы генераторной установки:**

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

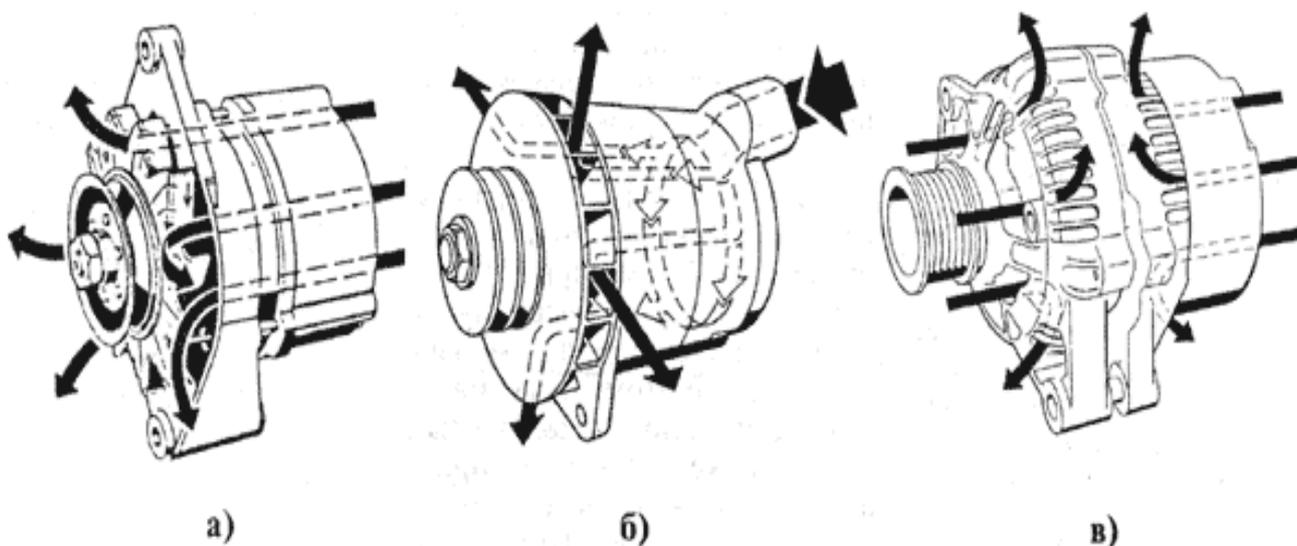
**Щеточный узел** - это конструкция, в которой размещаются щетки т.е. скользящие контакты. В автомобильных генераторах применяются щетки двух типов — меднографитные и электрографитные. Последние имеют повышенное падение напряжения в контакте с кольцом по сравнению с меднографитными, что неблагоприятно 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 расплавляются 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 - 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. Схе-

мы их исполнения и конструктивное оформление могут различаться, но принцип работы одинаков.



Рисунок 8 – Реле-регулятор генератора

### **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 токосъёмные 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?

## ЛИТЕРАТУРА

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

## СОДЕРЖАНИЕ

СИСТЕМА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ	3
ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	3
АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ.....	3
ГЕНЕРАТОР.....	9
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	18
ЛИТЕРАТУРА.....	20
СОДЕРЖАНИЕ.....	21

Учебное издание

Кузьменко Игорь Владимирович

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ  
ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ  
ЧАСТЬ 1  
Источники электрической энергии**

Учебно-методические указания для выполнения  
лабораторной работы  
по дисциплине «Тракторы и автомобили»  
студентами инженерно-технологического института  
по направлению подготовки:  
35.03.06 Агроинженерия  
профиль: Технические системы в агробизнесе  
профиль: Технический сервис в АПК

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 24.01.2022 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,27. Тираж 25 экз. Изд. № 7190.

---

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