

Синхронные генераторы для автономных установок

(Продолжение. Начало в Э 9-11/2004)

Д.А. Дуонов, А.В. Пижанков, С.Н. Левачков, г. Стаханов, Луганская обл.

При детальном знакомстве с генератором становится очевидным, что его конструкция разрабатывалась строго под ветроприемные устройства вентиляторного типа с мультипликатором (передаточное отношение мультипликатора ветроагрегата АВЭУ6-4М равно шести). В конструкции генератора инженеры максимально использовали имеющуюся в их распоряжении технологическую оснастку (штампы для изготовления пакета статора, литейная оснастка корпусных деталей и т.д.). Поэтому, при всех своих достоинствах, генератор получился немного "зжатым", чего не скажешь о блоке автоматики. В его конструкции все логично и оптимально подобрано. Элементная база, по тому времени, достаточно современная. По нашему мнению, генератор заслуживает того, чтобы он был положен в основу самодельных ВЭУ. И не беда, если у Вас нет его под рукой. Имея схему и зная принцип работы, блок автоматики можно изготовить и наладить самостоятельно. Прецизионные резисторы с классом точности $\pm 1\%$ можно изготовить из обычных резисторов МЛТ меньшего номинала. Для этого аккуратно удалите краску с графитового слоя сопротивления. Подключите его к измерительному мосту и, контролируя изменение сопротивления, полоской мелкой наждачной ленты равномерно по поверхности удалите часть графитового слоя до получения нужного сопротивления. Что касается генератора, то "приспособленчество" сыграло некоторую положительную роль. Возьмите сгоревший асинхронный двигатель подходящей мощности, 1500 об/мин, уменьшите на 15...20% сечение обмоточного провода и выполните по стандартной схеме рабочую обмотку. Затем по формуле $b=360/p$, где p - число пар полюсов двигателя, рассчитайте число электрических градусов в расточке статора. По формуле $\theta=b/z_1$, где z_1 - число пазов статора, рассчитайте число электрических градусов, приходящихся на один паз. Затем по формуле $Nz=90/\theta$ определите, на сколько пазов необходимо сдвинуть вспомогательную обмотку относительно рабочей обмотки по направлению ук-

ладки. Вспомогательная обмотка по схеме аналогична рабочей, число витков в ней меньше в $U_H/39$ раз, чем в рабочей. Диаметр провода без изоляции рассчитайте исходя из сопротивлений. Число витков обмотки не сложно рассчитать исходя из ее сопротивления постоянному току по удельному сопротивлению меди, равному $0,017 \text{ Ом}\cdot\text{м}/\text{мм}^2$. Данные для генераторов СГВМ приведены в **табл.3** и **табл.4**.

Ширину когтя ротора в верхней части можно принять равной 0,7...0,8 ширины фазной катушки статора, а в основании - равной ширине катушки. Конструктивное размещение катушек возбуждения и когтей, думаем, не вызовет больших затруднений. Крышки можно доработать, выточив дополнительные элементы магнитной цепи. Рабочий зазор между якорем и статором должен быть равным рабочему зазору двигателя, а зазор между якорем и магнитопроводом крышки - не более 0,2...0,3 мм. Одно существенное ограничение: корпус двигателя и крышки должны быть стальными, а вал - немагнитным. Как правило, взрывозащищенные двигатели выполняются со стальным корпусом. Даже без проведения детального расчета магнитной цепи можно самостоятельно изготовить приемлемый генератор.

Если Вы решили построить ВЭУ без мультипликатора, у Вас возникнет проблема по подбору тихоходного генератора с номинальной частотой вращения, равной частоте вращения ветроприемного устройства. Во многих конструкциях эта частота лежит в диапазоне 100...250 об/мин. Такие генераторы выпускают предприятия "Мир ветра" и "Виндэлектрик". Нашим предприятием то же разработана конструкция тихоходного комбинированного бесконтактного синхронного генератора постоянного тока со смешанным возбуждением БСГ-4. В какой-то степени генератор аналогичен автомобильному генератору.

Генератор является многополюсной электрической машиной и предназначен для питания автономных электрических

Таблица 3

Тип	Мощность, кВт/кВА	Ток, А	КПД, %	Номинальное значение R при 15°C, Ом			Предельно допустимое значение R, Ом		
				Основ.	Доп.	Возб.	Основ.	Доп.	Возб.
СГВМ4	4/5	7,22	82,5	1,63	0,15	4,23	От 1,793 До 1,467	От 0,165 До 0,135	От 4,65 До 3,81
СГВМ16	16/20	28,9	89,0	0,19	0,066	3,50	От 0,209 До 0,171	От 0,073 До 0,059	От 3,85 До 3,15
СГВМ30	30/37,5	54,1	90,0	0,08	0,033	2,05	От 0,088 До 0,072	От 0,036 До 0,030	От 2,25 До 1,85

Таблица 4

Тип генератора	Значение I_b при "холостом" ходе, А		Значение I_b при коротком замыкании, А		Значение напряжения дополнительной обмотки	
	Нимин.	Пред. доп.	Нимин.	Пред. доп.	Нимин.	Пред. доп.
СГВМ4	2,85	От 3,13 До 2,07	2,85	От 3,13 До 2,0	39	От 37,05 До 40,95
СГВМ16	4,40	От 4,84 До 3,96	5,30	От 5,83 До 4,77	59	От 56,05 До 61,95
СГВМ30	6,40	От 7,04 До 5,76	9,00	От 9,9 До 8,1	51	От 48,45 До 53,55

ких систем освещения и теплоснабжения малой мощности при работе в составе ветроэнергетических установок и микроГЭС. Конструкция генератора предусматривает возможность его расположения при эксплуатации непосредственно на стенах и кровлях зданий, мачтах, опорах и вышках, фундаментах и т.п. при внешних источниках механических воздействий, создающих вибрации с частотой 35 Гц при максимальном ускорении 0,5g и отсутствии ударных нагрузок.

В зависимости от схемы включения выпрямительного

устройства генератор позволяет включать нагрузку как в цепь постоянного, так и переменного тока. Выходные напряжения генератора 230 В. Максимальное отклонение напряжения генератора от номинального не более 5%, при совместной работе генератора с регулятором напряжения. Номинальная мощность генератора не менее 4,0 кВт. Максимальная мощность генератора не менее 7,0 кВт. Начальная частота вращения генератора, при которой он начинает вырабатывать номинальное напряжение, не более 63 об/мин. Начальная частота тока генератора не менее 36 Гц. Номинальная частота вращения ротора генератора, соответствующая номинальной мощности, не более 160 об/мин. Максимальная частота вращения ротора генератора, соответствующая максимальной мощности, не более 530 об/мин. Максимально допустимая по прочностным характеристикам частота вращения ротора генератора не менее 1500 об/мин. КПД генератора при номинальном режиме работы не менее 0,82. Генератор имеет выводы обмоток возбуждения и статора для подключения к аппаратуре управления и защиты, выпрямительному устройству и нагрузке. Буквенные и цифровые обозначения обмоток генератора:

- обмотка статора: начало - U1, конец - U2;
- обмотки возбуждения:
 - последовательная: начало - F1, конец - F2;
 - параллельная: начало - 1F1, конец - 1F2.

Генератор может работать при любом из направлений вращения вала.

Конструкция генератора защищена от брызг, проникновения и попадания посторонних предметов.

Генератор состоит из следующих основных элементов и узлов (рис.7):

- 1 - корпус;
- 2 - верхняя и нижняя крышки с размещенными в них элементами магнитной цепи и катушками последовательного и параллельного возбуждения;
- 3 - шихтованный пакет статора с рабочей обмоткой;
- 4 - вал с когтеобразным ротором, внутри которого расположены постоянные магниты системы начального возбуждения.

Для соединения элементов генератора предусмотрены шпильки 5, стянутые гайками 6 и зафиксированные шайбами пружинными 7. В крышках установлены радиально-опорные шарикоподшипники 8, имеющие защиту от пыли и влаги. Для поддержания выходного напряжения генератора в заданных пределах предусмотрена аппаратура управления и защиты. Генератор снабжен выпрямительным устройством. Схема соединений генератора показана на рис.8.

При вращении вала с ротором магнитное поле постоянных магнитов когтеобразного ротора, замыкаясь через шихтованный пакет статора, возбуждает в его обмотках первичную ЭДС самоиндукции. Значение и частота ЭДС находится в прямой зависимости от частоты вращения вала

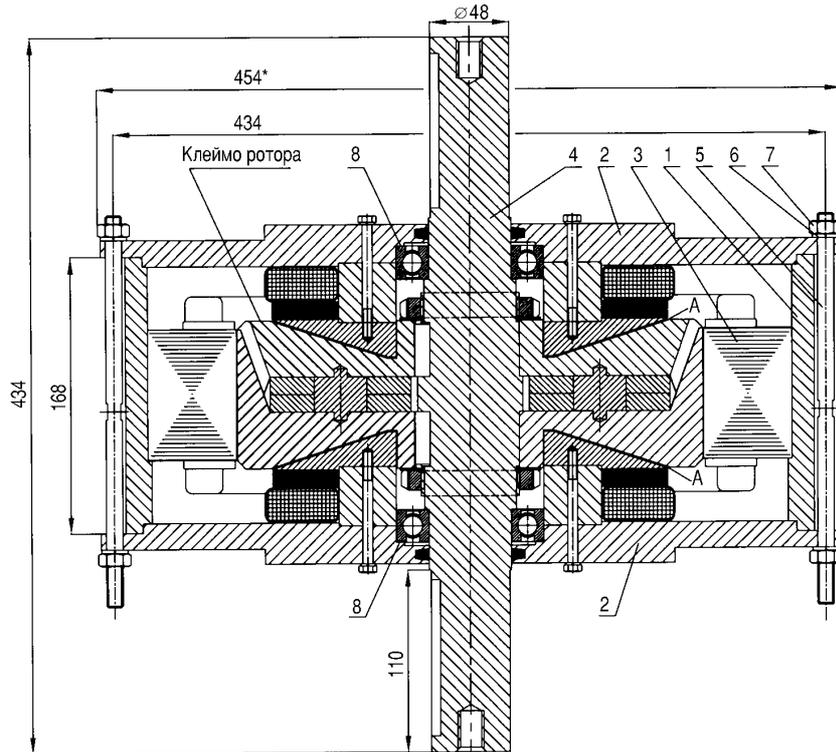


рис.7

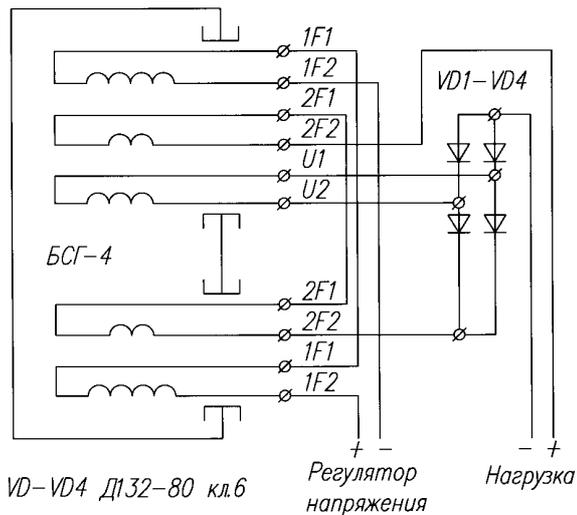


рис.8

с ротором. Под действием первичной ЭДС самоиндукции во внешних цепях и обмотке статора генератора протекает начальный ток. Начальный ток после выпрямителя, протекая по последовательной обмотке возбуждения, замыкается через параллельную обмотку возбуждения. Магнитный поток последовательной обмотки возбуждения компенсирует размагничивающее действие магнитного потока от тока обмотки статора. Ток параллельной обмотки возбуждения создает дополнительный магнитный поток, усиливающий поток от постоянных магнитов. Суммарный магнитный поток постоянных магнитов и обмоток возбуждения наводит в обмотке статора ЭДС самоиндукции. При достижении ротором генератора начальной частоты вращения, ЭДС

самоиндукции достигает значения, достаточного для получения номинального выходного напряжения на выводах рабочей обмотки генератора. Коммутируя параллельную обмотку возбуждения, аппаратура управления и защиты генератора поддерживает стабильное выходное напряжение генератора при повышении частоты вращения ротора генератора и отключении нагрузки, обеспечивает его защиту от перегрузок по току. Введение в конструкцию постоянных магнитов снижает ток параллельной обмотки возбуждения и обеспечивает гарантированное возбуждение после плавного сброса нагрузки, что позволяет отказаться от блока начального возбуждения. Использование обмотки последовательного возбуждения позволило еще больше снизить ток в параллельной обмотке возбуждения, снизить мощность коммутирующего элемента и существенно упростить схему блока управления и защиты. Для большей доступности и упрощения ремонта блок выполнен на базе автомобильного коммутатора и реле-регулятора.

Генератор имеет два рабочих конца вала. Такое исполнение принято исходя из конструкции ветроприемного устройства роторного типа с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Генератор не требует начального возбуждения. В основном он предназначен для питания систем теп-

лоснабжения по цепям постоянного тока. Как правило, большинство электронагревательных приборов могут работать как в сетях переменного, так и постоянного тока. Для питания от генератора потребителей с нормированным качеством электроэнергии и частотой предусмотрена его работа совместно с источником бесперебойного питания серийного производства. Генератор предусматривает возможность параллельной работы нескольких генерирующих установок на одну нагрузку без специальной схемы согласования.

Генератор обладает значительным страгивающим моментом, достигающим 35% номинального момента, что может оказаться неприемлемым для ряда конструкций ВЭУ с ветроприемным устройством вентиляторного типа. Ветроприемные устройства роторного типа, обладающие большим пусковым моментом, наиболее подходят для использования генератора БСГ-4.

К существенным недостаткам генератора необходимо отнести вероятность частичного размагничивания постоянных магнитов в режиме короткого замыкания. Поэтому необходимо уделять внимание надежной защите генератора от короткого замыкания.

Пробник автоэлектрика

С.М. Козицкая, г. Кривой Рог, Днепропетровская обл.

Для работы автоэлектрика необходим пробник, индицирующий напряжение около 12 В и способный проверять целостность электрических цепей, ламп накаливания, обмоток реле, пробои изоляции электрооборудования.

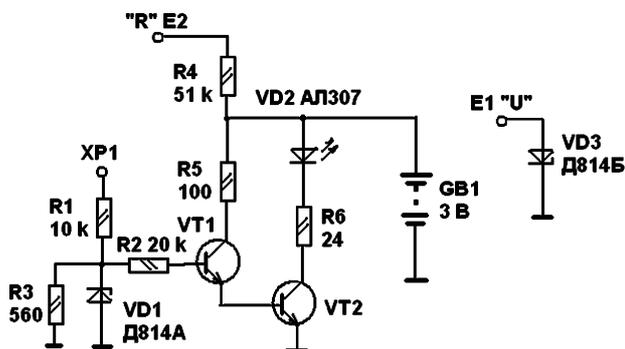
В большинстве случаев автоэлектрики пользуются индикаторами на лампах накаливания, на светодиодах, простенькими "китайскими" тестерами. Работа с ними имеет существенный недостаток, так как для подключения к цепи необходимо два провода, что влечет путаницу проводов, нарушение контакта с "массой" автомобиля.

Я разработала простой пробник, не имеющий таких недостатков, так как в нем взамен обычно длинного провода, подключаемого к "массе" автомобиля, использовано сопротивление тела автоэлектрика.

Данный пробник подключается к измеряемой цепи только одним щупом, функцию второго щупа выполняет тело автоэлектрика, что освобождает его от длинных проводов и решает проблему контакта с "массой". Пробник (см. рисунок) состоит из усилителя постоянного тока, выполненного на транзисторах VT1, VT2 и нагруженного на светодиод VD2. Пробник имеет цепь защиты от перенапряжения по входу, выполненную на резисторах R1, R2 и стабилитроне VD1. В режиме контроля напряжения +12 В прикладывается к входу пробника на щуп XP1, а минусом через переходное сопротивление тела автоэлектрика - на сенсорный контакт E1 "U" и вызывает свечение светодиода VD2.

В режиме контроля сопротивления напряжение от внутренней батарейки GB1 через резистор R4, сенсорный контакт E2 "R", переходное сопротивление тела и проверяемую цепь поступает на вход пробника (щуп XP1) и вызывает свечение светодиода VD2. В качестве транзисторов VT1, VT2 можно использовать КТ3102Е.

Пробник монтируется в любом малогабаритном пластмас-



совом корпусе (у меня он выполнен в корпусе "китайского" карманного приемника, в нем есть батарейный отсек). Щуп XP1 закрепляется прямо на корпусе пробника и представляет собой длинный болт диаметром 3 мм, хорошо заточенный.

Сенсорные контакты E1, E2 выполнены в виде полосок из нержавеющей жести, закрепленных на корпусе в удобном месте.

Работа с пробником.

1. В режиме контроля напряжения автоэлектрик одной рукой берется за сенсорный контакт "U", а другой рукой - за "массу" автомобиля и, касаясь щупом XP1 электроцепи, контролирует напряжение 12 В по свечению светодиода.

2. В режиме проверки целостности электрической цепи автоэлектрик берется одной рукой за сенсорный контакт "R", а другой рукой и щупом XP1 проверяет целостность цепи. Наличие цепи индицируется светодиодом.

Автором изготовлено несколько пробников, которые успешно работают около года.