

# **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ НАГРУЖЕНИЯ РЕЗЕРВНЫХ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОВ**

**А. А. Смахтин**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научный руководитель М. Н. Погуляев

Повышение эффективности использования энергетических ресурсов является одной из важнейших проблем современности. Это определяется не только ростом потребности в различных видах энергии, но и тем, что по объему использования энергетических ресурсов мир приближается к предельному порогу.

При решении задач снижения энергопотребления следует обращать особое внимание на побочные (вторичные) энергоресурсы, выделяемые в ходе реализации различных технологических процессов.

На электромашиностроительных и промышленных предприятиях к таким вторичным ресурсам следует отнести в первую очередь электроэнергию, вырабатываемую при испытаниях электрических дизель-электрогенераторов. Особенно актуальным это является для предприятий, выпускающих передвижные электростанции, состоящие из приводного дизельного двигателя, электрического генератора, аппаратуры управления и представляющие собой готовые изделия для выработки электроэнергии.

ГОСТами 11828–86, 16556–81, 14965–80, ГОСТ Р 53178–2008, ГОСТ Р 53176–2008, ГОСТ Р ИСО 8528-1–2005 определены требования и методы испытаний, которым подвергаются установки электрогенераторные с бензиновыми, дизельными и газовыми двигателями внутреннего сгорания. Важнейшими из них являются испытания под нагрузкой, когда программа испытаний реализуется при моделировании различных нагрузочных воздействий, соответствующих реальным условиям использования данных автономных генераторов. В большей степени это касается резервных электростанций старых типов, количество которых достаточно велико.

Однако в настоящее время даже регламентные испытания под нагрузкой, за малым исключением, не выполняются. Это обусловлено техническими и организационными трудностями реализации нагрузок с заданными параметрами. Испытания проводятся на холостом ходу, в лучшем случае при нагружении на «жидкостной» реостат (рис. 1, а).

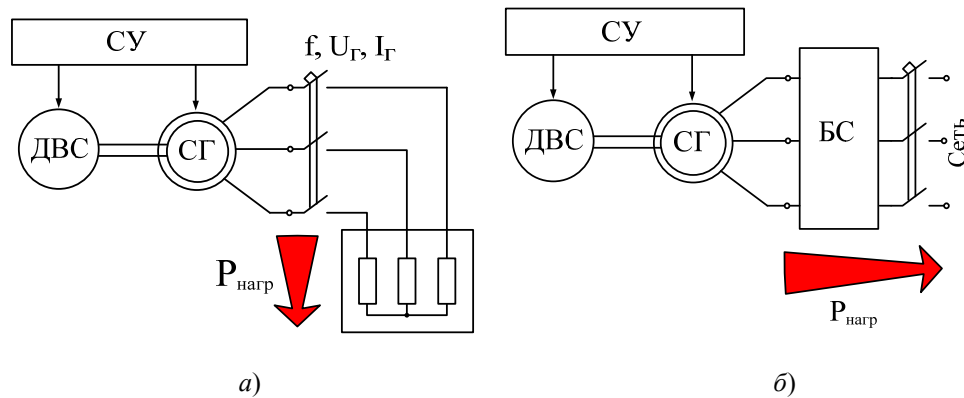


Рис. 1. Структурная схема при испытании дизель-генератора с помощью: а) «жидкостного» реостата; б) блока согласования (СУ – система управления; ДВС – двигатель внутреннего сгорания; СГ – синхронный генератор;  $f, U_G, I_G$  – частота, напряжение, ток генератора;  $P_{нагр}$  – мощность нагрузки)

При проведении таких испытаний, присутствуют следующие недостатки:

- не проверяются устройства стабилизации частоты и величины напряжения генератора при переменной нагрузке, функционирование систем РЗА, АВР;
- закоксуется приводной дизельный двигатель;
- нагружение на «жидкостной» реостат обеспечивает только активный характер нагрузки, в то время как гораздо большее воздействие на выходное напряжение синхронного генератора оказывает активно-индуктивная нагрузка и к тому же такой режим испытаний является энергозатратным, что при постоянном росте цен на энергоресурсы, становится острой проблемой при испытаниях.

Поскольку потребитель по разным причинам не может создать для диагностики резервной электростанции ожидаемую нагрузку, ее можно смоделировать. Причем режим работы такой модели должен быть энергосберегающим, что в общем случае подразумевает рекуперацию вырабатываемой в процессе испытаний энергии в сеть.

Для решения этих задач необходимо устройство, моделирующее нагрузку в рамках конкретной резервной электростанций и создающее нагрузку в пределах ожидаемой вследствие чрезвычайной ситуации, обязателен энергосберегающий режим работы такого устройства. Реализовать вышесказанное можно, подключив резервную электростанцию к сети через блок согласования (БС) (рис. 1, б).

В простейшем случае БС представляет собой комплект контактов, замыкаемых после синхронизации генератора с сетью.

Прямое подключение генератора к сети с точки зрения диагностики не всегда эффективно, поскольку в этом случае можно получить только статические U-образные (рис. 2, а) и угловые характеристики (рис. 2, б) и по ним лишь косвенно оценивать работу систем управления и функционирование элементов резервной электростанции (дизель-генератора).

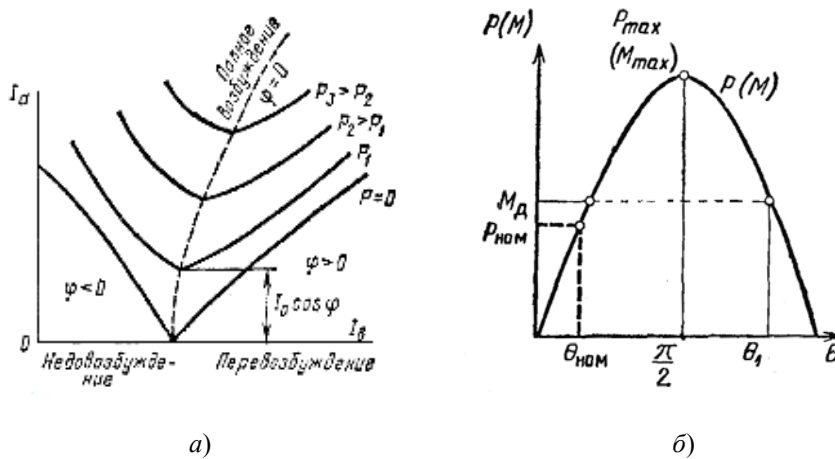


Рис. 2. Характеристики неявнополюсного синхронного генератора:  
а – U-образные характеристики; б – угловые характеристики

Наиболее предпочтительнее в этом отношении являются системы с блоком согласования, выполненным по схеме вентильного каскада (ВК), в котором мостовой выпрямитель *UZ* подключен к обмоткам статора синхронного двигателя, и регулируемый инвертор *UF*, подключенный к сети (рис. 3). С помощью ВК можно моделировать как статические, так и динамические нагрузки.

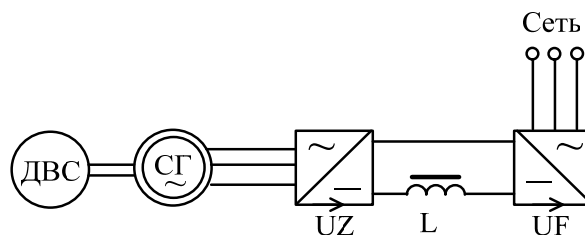


Рис. 3. Принципиальная схема стенда нагружающего устройства на основе вентильного каскада

В вентильном каскаде в зависимости от параметров, предъявляемых к нагрузочному устройству, может использоваться неуправляемый или управляемый выпрямитель *UZ*.

Использование нагрузочного устройства по схеме ВК отвечает всем требованиям регламента испытаний и при этом является энергосберегающим.

К недостаткам предложенного БС на основе вентильного каскада относится то, что ток в фазах обмотки якоря является несинусоидальным. Высшие гармонические тока якоря создают дополнительные электрические потери в проводниках обмотки якоря (из-за явления вытеснения тока), увеличивая на 5–8 % основные электрические потери в ней. Дополнительные магнитные потери в стали магнитопровода, появляющиеся от высших гармонических поля, невелики. При достаточно мощной сети высшие гармоники тока практически не повлияют на нее, но при малой мощности сети необходимо предусматривать фильтрокомпенсирующие устройства.

При использовании БС с вентильным каскадом массогабаритные показатели увеличиваются, однако испытательную установку можно выполнить мобильной. Это дает возможность испытывать стационарные дизель-генераторные станции независимо от места их установки и тем самым снизить срок окупаемости данного испытательного устройства.

Блок согласования на основе вентильного каскада способен обеспечить статическую и динамическую нагрузку резервной электростанции в соответствии с регламентом и при этом позволяет осуществить рекуперацию энергии, вырабатываемой дизель-генератором в сеть.

#### Литература

1. Брускин, Д. Э. Электрические машины и микромашины : учеб. для электротехн. специальностей вузов / Д. Э. Брускин, А. Е. Зохорович, В. С. Хвостов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 528 с.
2. Штерн, В. И. Дизель-генераторы переменного тока напряжение до 400 В / В. И. Штерн, А. А. Самойлов. – М. : Энергия, 1972. – 104 с.
3. Алябьев, В. Н. Об испытаниях электроагрегатов по энергосберегающей технологии / В. Н. Алябьев, О. М. Рыбалкин, В. В. Шевяков. – Курск. политехн. ин-т. – Курск, 2011. – Деп. в ВИНТИ, № 691 в 2011.