

УДК 621.3

Асинхронные генераторы для мини-ГЭС

Холопица И.В., Рапинчук Д.В.

Научный руководитель – ст. препод. ЗЕЛЕНКО В.В.

В последние годы во всем мире уделяется большое внимание развитию установок преобразования возобновляемых видов энергии в электрическую, децентрализации и созданию самообеспеченных энергорайонов. При этом аварии, катастрофические по экономическому ущербу и даже опасные с точки зрения обороноспособности страны землетрясения имеют локальные последствия.

Восстанавливаются сотни ранее необоснованно заброшенных мини-ГЭС (мГЭС) и строятся новые на гидротехнических сооружениях объектов неэнергетического назначения, к которым относятся водонапорные башни, оросительные системы сельского хозяйства, водокачки и др.

Ранее, до 60-х годов прошлого века, в СНГ было построено около 10 000 мГЭС. К началу 80-х годов работало всего около 1000 мГЭС. Многие из них требовали капитального ремонта, реконструкции с заменой турбин, генераторов, трансформаторов, аппаратуры автоматического управления.

В последние годы асинхронные генераторы (АГ) все более широко применяются для мини-ГЭС фирмами России, Украины, Германии, Великобритании, США, Японии и ряда других стран. Эти машины характеризуются простой и прочной конструкцией, малым числом рабочих частей, являющихся, как правило, стандартными с большой гибкостью в условиях полной автоматизации, надежностью в работе, относительно низкой стоимостью, с лучшими, чем у синхронных генераторов, массогабаритными показателями. Однако АГ на мини малых ГЭС с единичной мощностью 100 кВт и выше на сегодняшний день применяются редко, и вопрос этот до конца не изучен.

Применение асинхронных генераторов в составе автономного энергокомплекса обосновано по следующим причинам:

- применение асинхронных генераторов повышает надежность работы электроприводов механизмов
- асинхронные генераторы отличаются простотой конструкции и надежностью в эксплуатации, вследствие отсутствия подвижного щеточного контакта
- При применении асинхронных генераторов снижается трудоемкость и стоимость обслуживания генерирующих установок.

Вместе с тем АГ имеют большую мощность самовозбуждения и затрудняют регулирование выходного напряжения, необходимую для образования вращающегося магнитного поля. Реактивную мощность асинхронный генератор потребляет из сети, нагружая дополнительным реактивным током синхронные машины, которые включены в сеть параллельно с ним. Это потребление реактивной мощности является одним из основных недостатков асинхронных генераторов, препятствующим их широкому распространению.

Потребляемая небольшими асинхронными генераторами реактивная энергия для намагничивания практически не обременительна для мощных ЭЭС. В ряде случаев, при избыточной реактивной энергии (например, при недогруженных длинных линиях воздушной связи в системе) потребление ее асинхронными двигателями даже полезно. Если ЭЭС требует компенсации, то устанавливается нерегулируемая или регулируемая батарея конденсаторов (рис. 1).

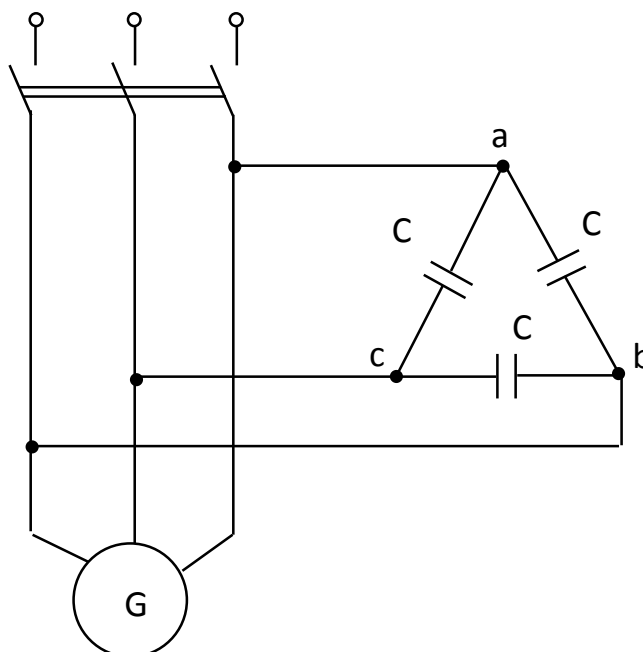


Рисунок 1 – Схема подключения конденсаторов для самовозбуждения автономного асинхронного генератора

Чтобы избежать скачков увеличения напряжения при аварийном отключении и разгоне асинхронных генераторов с подключенными конденсаторами, рекомендуется:

- если мГЭС работает автономно, то во время пуска агрегата конденсаторы (нерегулируемые автоматически) включать до выключателя, а после принятия нагрузки переключать в сторону потребителя (после выключения);
- при схеме постоянной работы мГЭС в энергосистеме конденсаторы постоянно должны быть подключены со стороны ЭЭС, т.е. после выключателей генераторов;

К недостаточно изученным вопросам можно отнести физические процессы самовозбуждения асинхронного генератора, работающего на автономную нагрузку, так как процесс самовозбуждения зависит не только от параметров сети, но и от конструктивных особенностей генератора.

Такое состояние проблемы, скорее всего, связано с преимущественным использованием до настоящего времени асинхронных машин в качестве двигателя, генераторного режима эти машины проектировались достаточно редко. К тому же статические конденсаторы, которые применяются в качестве источников реактивной мощности, необходимой для процесса возбуждения, являются весьма чувствительными к значительным изменениям напряжения, что может привести к выходу их из строя. Поэтому еще одной проблемой, требующей изучения, является исследование аварийных режимов работы асинхронных генераторов и разработка автоматических систем регулирования для обеспечения заданных параметров работы мГЭС.

Для того чтобы асинхронный генератор мог работать на собственную (автономную) сеть, он должен самовозбудиться. Как видно из векторной диаграммы (рис. 2), магнитный поток Φ_m в генераторе создается реактивной составляющей I_{12p} намагничивающего тока.

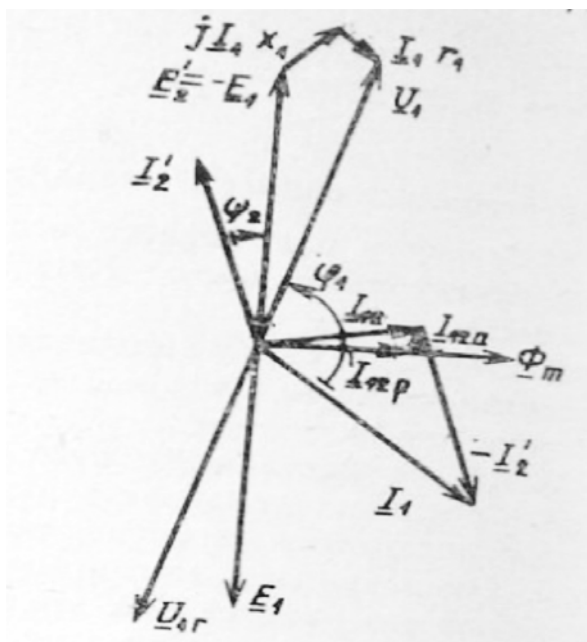


Рисунок 2 – Векторная диаграмма асинхронного генератора

Эта составляющая опережает индуцируемую в обмотке статора ЭДС E_1 на 90° . В автономном генераторе реактивный опережающий ток, необходимый для самовозбуждения, получается от конденсаторов, специально подключаемых к обмотке статора (рис. 2).

Первопричиной самовозбуждения генератора является наличие остаточного магнитного потока $\Phi_{ост}$ в стали ротора. При вращении ротора поток $\Phi_{ост}$ индуцирует в обмотке статора ЭДС $E_{ост}$. Эта ЭДС вызывает в конденсаторах ток, который, протекая по обмотке статора машины, усиливает магнитный ток. Большой магнитный поток увеличивает индуцируемую ЭДС, а эта приведет к повышению тока и потока, что в свою очередь вызовет дальнейшее возрастание ЭДС, и т.д.

Для самовозбуждения асинхронного генератора требуется конденсаторы с большой емкостью. Это увеличивает размеры и стоимость установки. Кроме того, при постоянной емкости конденсаторов увеличение нагрузки приводит к резкому понижению напряжения на выводах генератора, а его стабилизация встречает большие затруднения.

Благодаря конструктивной простоте и отсутствию скользящих контактов автономные асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором иногда находят применение в специальных установках.

Выводы:

1. Вопросы использования асинхронных генераторов, либо асинхронных двигателей в качестве генераторов на мГЭС, требуют дальнейшего изучения с детальной проработкой методик и теории работы АГ в нормальных, аварийных и переходных режимах при автономной работе и работе на ЭЭС.

2. Решение вышеуказанных задач позволит повысить технико-экономические показатели мГЭС, снизить капитальные затраты и себестоимость вырабатываемой электроэнергии, что в итоге приведет к более эффективному использованию возобновляемых источников энергии.

Литература

1. Токарев, Б.Ф. Электрические машины / Б.Ф.Токарев. – М.: Энергоатомиздат, 1989 – 657 с.
2. Кицис, С.И. «Расчеты характеристик асинхронных самовозбуждающихся генераторов» учебное пособие / С.И. Кицис. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. – 276 с.