

УДК 621.313.332

А.Ю. Мезеря, Д.В. Ириков

*Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков*

## **ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ НА МИНИ-ГЭС**

*В статье затронуты вопросы использования асинхронных генераторов на мини-ГЭС.*

***асинхронные генераторы, мини-ГЭС***

### **Актуальность темы**

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.

Энергетический потенциал малых и мини-ГЭС Украины на малых речках оценивается, без учета микро-ГЭС и использования водотоков систем технического водоснабжения, в 2300 – 2400 МВт (12,0 – 12,5 млрд. кВт·ч), а первоочередной экономически целесообразный и экологически безопасный потенциал составляет 600 – 700 МВт (3 – 7 млрд. кВт·ч) [1].

Исходя из этого, Госкомэнергосбережением Украины был разработан, а Верховным Советом Украины принят Закон Украины «Об альтернативных видах жидкого и газового топлива», в котором определены правовые, социальные, экономические, экологические и организованные принципы производства и потребление альтернативных видов жидкого и газового топлива на основе привлечения нетрадиционных источников и видов энергетического сырья. Положительным моментом является то, что впервые в Украине принят законопроект, который на государственном уровне способствует развитию использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ). Подготовлен к принятию Верховным Советом Украины также и проект Закона Украины «Об альтернативных источниках энергии», который призван законодательно определить условия для максимального удовлетворения потребностей Украины в энергоносителях за счет использования альтернативных НВИЭ и очерчивает их номенклатуру, а также определяет порядок их добычи и использования [1].

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 [2, 3].

Требуется обобщение полученного опыта восстановления и эксплуатации этих ГЭС. На мГЭС мощностью 500-800 кВт при работе в мощных электроэнергетических системах с надежной связью наиболее простым и дешевым является альтернативный вариант – использование насосов вместо гидротурбин, а вместо синхронных генераторов – асинхронные электродвигатели в качестве генераторов. Они характеризуются более простыми эксплуатационными характеристиками, автоматизацией и защитой, имеют высокие надежные показатели работы электрического оборудования. Эксплуатационного персонала требуется меньше и более низкой квалификации. Меньше простоев в ремонте, что в итоге компенсирует некоторое снижение коэффициента полезного действия агрегатов ГЭС.

### Асинхронные генераторы для мини-ГЭС

В последние годы асинхронные генераторы (АГ) все более широко применяются для микро-ГЭС фирмами России, Украины, Германии, Великобри-

тании, 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 устойчивость работы электроприводов механизмов и повышает качество энергии;

- асинхронные генераторы выравнивают несимметрию линейных и фазных напряжений, а также несимметрию токов нагрузки;

- асинхронные генераторы при параллельной работе с сетью не вносят искажений в форму кривой линейных и фазных напряжений, а, наоборот, улучшают её за счет демпфирования внешних гармонических составляющих тока и напряжения, создаваемых насыщенными дросселями, трансформаторами, преобразователями на выпрямителях и тиристорах, персональными компьютерами и др.;

- в случае параллельной работы электроагрегатов с асинхронными генераторами отпадает необходимость применения сложных автоматических систем синхронизации;

- асинхронные генераторы не требуют защиты от коротких замыканий, так как в этом режиме он теряет возбуждение, что равносильно его отключению от сети;

- асинхронные генераторы отличаются простой конструкции и надежностью в эксплуатации.

При установке асинхронных генераторов на ГЭС, работающих на достаточно мощную энергосистему, их возбуждение обеспечивается энергосистемой. Следует лишь учесть, что асинхронный генератор для своей работы требует частоту вращения на 2 – 3% выше синхронной, при этом скольжение в генераторном режиме

$$S_r = \frac{n_1 - n_2}{n_1} < 0$$

и теоретически может изменяться в пределах  $0 > S > -\infty$ . Однако на практике высокая скорость не допустима как по условиям механической прочности, так и из соображений ограничения потерь.

Основной особенностью, повышающей стоимость АГ, является необходимость установки батареи конденсаторов в случае высоких требований со стороны системы к компенсации реактивной мощности (рис. 1). Кроме того, следует учитывать, что напряжение у асинхронного генератора изменяется от нагрузки (на 18% от холостого хода до полной

нагрузки). На рис. 2 показана внешняя характеристика асинхронного генератора, где значение напряжения и мощности нагрузки  $P$  даны в относительных единицах.

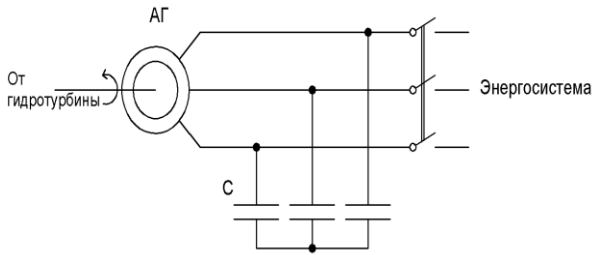


Рис. 1. Схема конденсаторного возбуждения асинхронного генератора

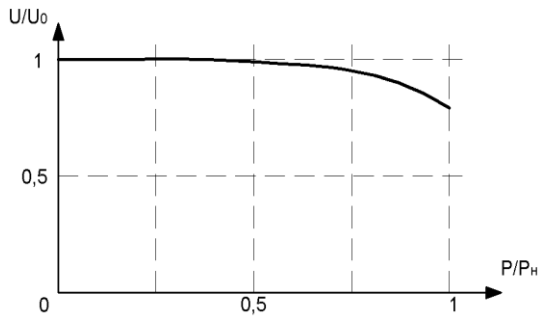


Рис. 2. Внешняя характеристика асинхронного генератора

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 основным недостатком 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.

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, с разработкой для него теории, расчетных методик и проектирования, а для 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.

## 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. В литературе отсутствуют четкие рекомендации и критерии выбора типа генератора на МГЭС (синхронные либо асинхронные) в зависимости от мощности и положения МГЭС ЭЭС.

3. 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.

## Список литературы

1. Програма розвитку нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики, складова частина Національної енергетичної програми України до 2010р. / Держкоменергозбереження. – К., 1997.
2. Карелин В.Я., Волианик В.В. Сооружения и оборудование малых гидроэлектростанций. – М.: Энергоиздат, 1986. – 320 с.
3. Малая гидроэнергетика / Л.П. Михайлов, Б.Н. Фельдман, Т.К. Марканова и др. – М.: Энергоиздат, 1989. – 430 с.

Поступила в редколлегию 1.12.2006

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Ф. Артюх, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.