РАЗДЕЛ XI. ЭНЕРГЕТИКА

Соболь А.Н., Андреева А.А.

Области применения и возможность использования асинхронных генераторов в автономных ветроэнергетических установках

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.

Трубилина

(Россия, Краснодар)

doi: 10.18411/lj-02-2021-62

idsp: ljjournal-02-2021-62

Аннотация

Автономные асинхронные генераторы можно классифицировать в зависимости от способа возбуждения, характера частоты, способа стабилизации напряжения, конструктивного исполнения и числа фаз. Достаточно актуальным является вопрос использования автономных асинхронных генераторов с емкостным возбуждением в ветроэнергетических установках. Преимущества ветроустановок на основе асинхронного генератора двойного питания: использование полупроводникового преобразователя меньшей мощности, что позволяет значительно снизить его стоимость.

Ключевые слова: автономный асинхронный генератор, область применения, электростанция, возобновляемые источники энергии, ветроэнергетическая установка.

Abstract

Autonomous asynchronous generators can be classified depending on how the excitation frequency character, a method of stabilizing a voltage, type and number of phases. The issue of using autonomous asynchronous generators with capacitive excitation in wind power plants is quite relevant. Advantages of wind turbines based on a dual power asynchronous generator: the use of a semiconductor converter of lower power, which can significantly reduce its cost.

Keywords: autonomous asynchronous generator, scope, power plant, renewable energy sources, wind power plant.

Автономные асинхронные самовозбуждающиеся генераторы (ААГ) находят широкое применение в промышленности, в основном как автономные источники электропитания. Они различаются по способу возбуждения, характеру частоты (постоянная, изменяющаяся), способу стабилизации напряжения, конструктивному исполнению, числу фаз.

ААГ в зависимости от конкретных условий применения выполняются с короткозамкнутым, фазным или полым ротором. Источниками формирования необходимой энергии возбуждения ротора могут являться статические конденсаторы или вентильные преобразователи с искусственной коммутацией вентилей. ААГ с емкостным самовозбуждением имеет простую конструкцию, высокую надежность, относительно небольшую стоимость, является бесконтактной машиной.

Имеющиеся в настоящее время конденсаторы имеют достаточно малые удельные показатели. Таким образом, удельная масса ААГ получается меньше, чем у синхронных генераторов. Например, удельная масса конденсаторов К78-17 меньше в 3,45 раза по сравнению с конденсаторами МБГЧ [2]. Современные системы регулирования ААГ обеспечивают стабильное значение выходного напряжения и его частоты даже при значительных изменениях частоты вращения приводного механизма.

ААГ относительно легко включаются на параллельную работу, даже при значительных рассогласованиях частот вращения роторов генераторов, имеют хорошее качество выходного напряжения.

Целесообразность применения в установке для регулирования частоты асинхронного самовозбуждающегося генератора была показана еще в первой половине прошлого века [3]. Генератор вращался приводным двигателем с постоянной скоростью. Необходимый для возбуждения реактивный ток создавался конденсаторами. Регулирование частоты производится путем изменения величины емкости конденсаторов. Система достаточно проста, надежна и не требовала для своего обслуживания высококвалифицированного персонала.

Автономный асинхронный генератор с емкостным самовозбуждением можно использовать для питания асинхронных электродвигателей, электробытовых приборов, для нужд освещения, обогрева и т. д. в районах, удаленных от линий электропередач и электростанций местного значения.

В ряде стран в мощных энергосистемах параллельно синхронным генераторам включают асинхронные генераторы. По условию поддержания постоянства напряжения возбуждение синхронных генераторов при этом увеличивают, вследствие чего повышается их устойчивость. Целесообразность совместимой параллельной работы источников становится еще более очевидной, если учесть, что значительная часть активной мощности системы вырабатывается асинхронными генераторами.

Возможности применения асинхронных генераторов в крупных энергосистемах в связи с увеличением дальности передачи электрической энергии и мощности источников придается большое значение. Передача реактивной мощности приводит к уменьшению пропускной способности линии. Также гораздо экономичнее устанавливать источники реактивной мощности (синхронные компенсаторы, косинусные конденсаторы) в местах ее потребления. Повышение коэффициента мощности синхронных генераторов связано с недоиспользованием их реактивной мощности и уменьшением устойчивости. Асинхронные генераторы мощностью 22 – 300 тыс. кВт значительно дешевле синхронных генераторов такой же мощности. В мощных энергосистемах передавать на большие расстояния целесообразно только активную мощность, используя для этой цели и асинхронные генераторы, получающие реактивную мощность от синхронных генераторов.

Для получения постоянного тока или переменного тока стабильной частоты в широком диапазоне мощностей, а также для осуществления стартерных режимов (запуск двигателей постоянного тока) перспективно применение асинхронных генераторов с вентильным возбуждением, которые могут выполняться как с короткозамкнутым, так и с фазным ротором.

Недостаточность и неравномерность размещения ископаемых энергетических носителей по Земле с каждым годом становится все более важной проблемой. Стоит задача о незамедлительном нахождении и практическом использовании возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для решения энергетических проблем [4]. По данным Международного энергетического агентства (МЭА) первичные энергоносители, или классические источники производства энергии, составляют на данный момент основу электроэнергетики любой страны. По данным МЭА электростанции работают: на нефти – 38 %, на природном газе – 20 %, на угле – 27 %, что составляет 85 % от общего производства энергетических ресурсов. Остальные 15 % приходятся на АЭС и на электростанции, работающие от возобновляемых энергетических источников. Росту интереса к ВИЭ содействовало подорожание с 70-х годов 20 века энергоносителей (преимущественно нефти), которое, в свою очередь, создало сокращение использования минеральных топливных ресурсов для выработки электрической энергии. Объем добычи и стоимость энергоносителей в большей степени определяют направление развития мировой энергетики. К тому же, тепловая и

атомная энергетика создают сильные нарушения в окружающей природной среде, а расширение масштабов производства электрической энергии на базе органического топлива может повергнуть к глобальным экологическим проблемам для всей планеты. Все это способствует повышению внимания к ВИЭ [2].

Западная Европа стремительной скоростью развивает энергетику на возобновляемых и неиссякаемых источниках – альтернативную энергетику, главная роль в которой относится к ветроэнергетике, как самому широкодоступному способу получения энергии среди возобновляемых источников.

Развитие технологии современного преобразования ветряной энергии начинается с 1970 годов, и быстрый рост наблюдается с 1990-х годов.

Выгодность ветроэнергетической установки (ВЭУ), значение КПД зависят не столько от конструкции лопастей и другого оборудования, но от правильности выбора электрогенератора.

Для использования на ветроэнергетических установках возможны следующие типы генераторов:

- 1) асинхронные генераторы с короткозамкнутым ротором;
- 2) асинхронные генераторы двойного питания;
- 3) синхронные генераторы с электромагнитным возбуждением;
- 4) асинхронизированный синхронный генератор;
- 5) асинхронные генераторы с фазным ротором;
- 6) синхронные генераторы (СГ) с магнитоэлектрическим возбуждением, т.е. с возбуждением от постоянных магнитов и некоторые другие.
- 7) Специальные СГ: индукторные СГ, генераторы с когеобразным ротором и некоторые другие.

Каждый из вышеуказанных типов генераторов имеет свои «плюсы» и «минусы».

Преимущества ВЭУ на основе асинхронного генератора двойного питания: использование полупроводникового преобразователя меньшей мощности (около 30% от мощности ВЭУ), что позволяет значительно снизить его стоимость и потери. Благодаря этому, при достаточно высоких средних скоростях ветра (более 7,5 м/с) ВЭУ на основе асинхронных генераторов двойного питания чуть более эффективны. Следует отметить, что дальнейшее развитие ВЭУ идет по пути оптимизации существующих разработок, использования новых профилей лопастей, материалов.

Надо сказать, что использование асинхронного генератора в ветроустановке вызывает трудности, связанные с возможным появлением разного рода его неисправностей [5]. Такими неисправностями могут быть, например, различные витковые короткие замыкания в обмотке статора [6]. Таким образом на данный момент имеется необходимость в разработке соответствующих защитных устройств [7, 8].

1. Богдан А.В. Диагностика повреждений обмотки статора автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Известия вузов. Электромеханика. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2013. – № 1. С. 70-71.
2. Богдан А.В. Измерение сопротивления нулевой последовательности силового трансформатора У/УН-12 [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев, В.А. Богдан // Сельский механизатор, – М.: ООО «Нива», 2018. № 11. С. 40 – 41.
3. Богдан А.В. Информационные признаки повреждения обмотки статора для построения релейной защиты автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Известия вузов. Электромеханика. Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2017. – № 6. С. 72-76.
4. Богдан А.В. Математическая модель самовозбуждения автономного асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 36. С. 322-324.
5. Богдан А.В. Обнаружение виткового замыкания в обмотке статора асинхронного генератора [Текст]. / А.В. Богдан, А.Н. Соболев, Н.С. Баракин // Сельский механизатор – М.: ООО «Нива», 2018. – № 7-8. С. 44 – 45.

-
6. Пат. 66127 U1 Российская Федерация, МПК Н 02 К 11 00, Н 02 Н 7 08. Устройство для дифференциальной защиты асинхронного генератора[Текст]. / Соболев А. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет. № 2006147115/22; заявл. 27.12.06; опубл. 27.08.07, Бюл. № 24. – 4 с.
 7. Пат. 2313890 Российская Федерация, МПК 51 Н02М 7/08, Н02Н 3/28. Устройство для дифференциально-фазной защиты [Текст]. / Богдан А.В., Соболев А. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет. № 2006124282; заявл. 06.07.2006; опубл. 27.12.2007, Бюл. № 36. – 5 с.
 8. Пат. 2295815 Российская Федерация, МПК 51 Н02Н 7/08, G01М 15/00, Н02К 15/00. Устройство защиты машин переменного тока [Текст]. / Богдан А.В., Стрижков И.Г., Потапенко И.А., Соболев А.Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет. № 2005131150; заявл. 07.10.2005; опубл. 20.03.2007, Бюл. № 8. – 4 с.
-