

УДК 621.313.322

ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМОВ ЭНЕРГБЛОКА «СИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР – ОБЪЕДИНЕННЫЙ РЕГУЛЯТОР ПОТОКОВ МОЩНОСТИ»

И.С. Егоров, А.И. Гаврилов, М.Е. Гольдштейн

Рассмотрены особенности режимов энергоблока синхронный генератор – объединенный регулятор потока мощности при изменении нагрузки и напряжения генератора

Ключевые слова: синхронный генератор, объединенный регулятор потоков мощности, система возбуждения.

Напряжение и реактивная мощность синхронных генераторов на электростанциях регулируется изменением их тока возбуждения. Номинальный коэффициент мощности генераторов обычно 0,8–0,9. Так как сечение обмотки статора рассчитано на полный ток, то в некоторых режимах нагрузка генератора реактивной мощностью приводит к необходимости снизить его активную мощность. Эксплуатация генераторов с коэффициентом мощности близким к единице позволила бы увеличить на 10–20 % выдачу ими активной мощности. Общеизвестно, что система возбуждения сегодня является дорогостоящей и в то же время самой ненадежной системой генераторов [1]. Применение генераторов с нерегулируемым током возбуждения, существенно снижает затраты на систему возбуждения, увеличивает их надежность и облегчает эксплуатацию по сравнению с генераторами с регулируемым системами возбуждения.

Функции регулирования напряжения и реактивной мощности можно переложить на объединенный регулятор потоков мощности (ОРПМ), который успешно реализует подобные функции на подстанциях и ЛЭП энергосистем [2–6]. При этом увеличивается и быстродействие регулирования напряжения и реактивной мощности на шинах станции, так как оно не зависит от постоянной времени контура возбуждения генератора, а определяется только быстродействием ОРПМ. Схема подключения ОРПМ к выводам статора генератора приведена на рис. 1.

Регулирование напряжения блока синхронный генератор – ОРПМ осуществляется вводом с помощью сериесного трансформатора Т1 добавочного напряжения ΔU . Это напряжение создается преобразователем напряжения ПН1, позволяющим изменять в широких пределах величину и фазу добавочного напряжения. Величина напряжения изменяется путем его широтно-импульсной модуляции, а фаза изменением момента подачи первых импульсов управления (при симметричном управлении вентилями). Напряжение на выводах блока – это векторная сумма двух напряжений: напряжения на выводах статора синхронного генератора и напряжения по-

следовательной обмотки трансформатора T1. Преобразователь ПН2, связанный с выводами генератора трансформатором T2, обеспечивает генерацию или потребление реактивной мощности блока (в зависимости от режима) а также создает контур для протекания активной мощности между преобразователями ПН1 и ПН2.

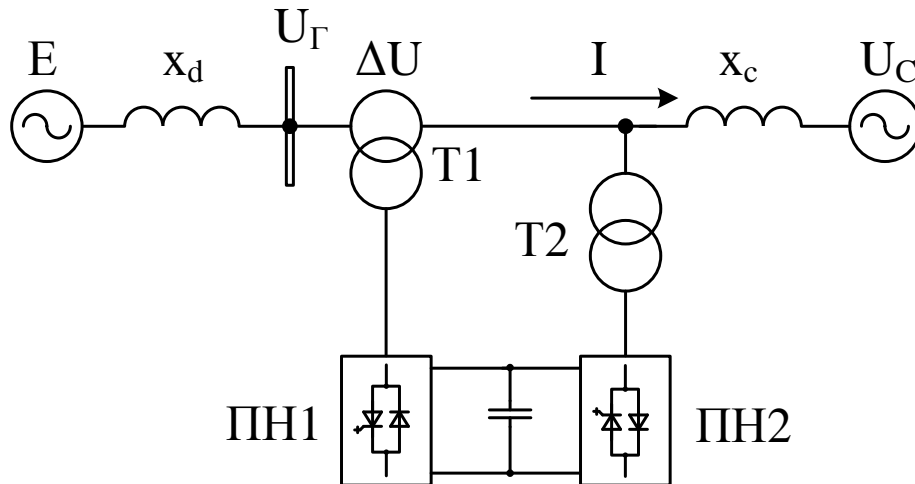


Рис. 1. Схема энергоблока синхронный генератор – ОРПМ

Преобразователь ПН1 является линейным звеном в диапазоне изменения коэффициента модуляции от нуля до единицы. По регулировочной характеристике преобразователя ПН1, связывающей величины коэффициента модуляции и выходного напряжения ПН1, определяются требования к диапазону изменения коэффициента модуляции при нормируемом диапазоне изменения напряжения ΔU . Увеличение напряжения на нагрузке осуществляется путем увеличения амплитуды входного сигнала блока ШИМ системы управления преобразователем ПН1. Если необходимо снижение напряжения блока до значений меньших чем напряжение генератора, следует изменить фазу входного сигнала блока ШИМ, для того чтобы в результате вектор выходного напряжения ПН1 стал противоположно направленным вектору напряжения статора генератора. Тогда результирующий вектор напряжения блока уменьшится.

При работе генератора с $\cos\varphi=1$ вектор тока статора I_1 совпадает по направлению с вектором напряжения на выводах статора генератора $U_{Г1}$, а вектор U_{C1} отстает от этих векторов на угол δ_1 (рис. 2). Так как при регулировании ток возбуждения не изменяется, то не меняется по величине и ЭДС генератора. Но, например, при увеличении мощности генератора увеличивается и его ток, а следовательно и падение напряжения на сопротивлении X_d (рис. 2). Увеличение нагрузки, например со значения P_1 до P_2 , производится повышением момента, приложенного к валу генератора. При этом угол δ увеличится до значения δ_2 и при сохранении $\cos\varphi=1$ необхо-

можно увеличить напряжение на выводах комплекса, вводя дополнительное напряжение ΔU с помощью преобразователя ПН1. Характерно, что такой режим сопровождается потреблением генератором реактивной мощности из сети, т.е. он переходит в режим недовозбуждения. Из векторной диаграммы (рис.2) следует, что ОРПМ позволяет сохранить режим с $\cos\varphi=1$ для генератора с нерегулируемым током возбуждения, при изменениях его активной нагрузки.

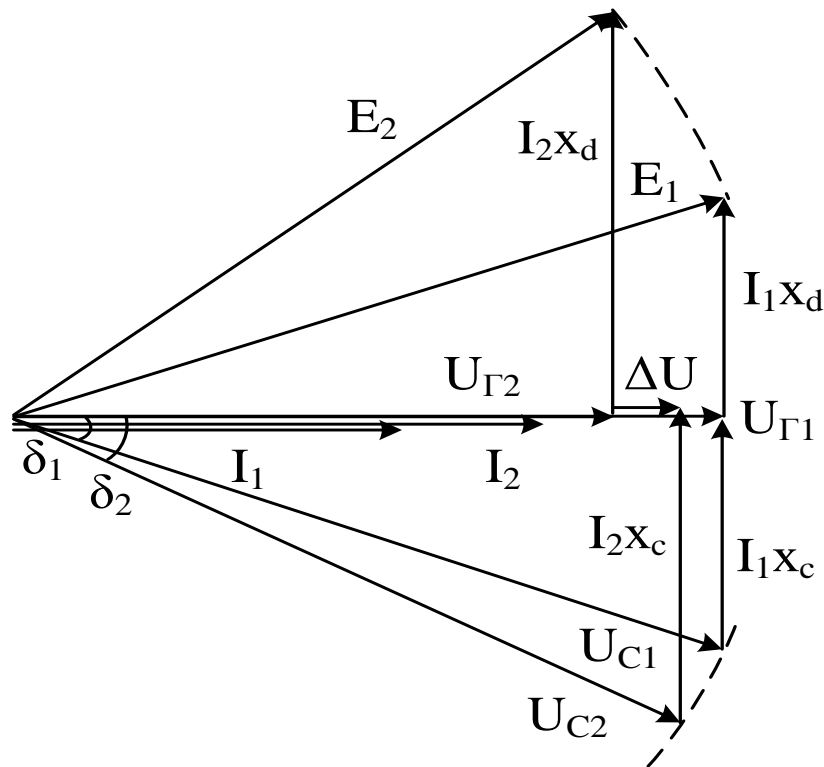


Рис. 2. Векторная диаграмма работы блока при увеличении активной нагрузки

Параметры основного оборудования ОРПМ (преобразователи и трансформаторы) определяются, прежде всего, мощностью, протекающей через ОРПМ. Диапазон изменения реактивной мощности ОРПМ определяется балансом реактивной мощности в точке подключения и зависит от режимов сети. Диапазон активной мощности ОРПМ зависит от глубины регулирования напряжения, т.е. от диапазона изменения величины ΔU , и от величины тока статора I_1 . Например, для генератора ТЗВ-63-2 при изменении ΔU в пределах $(0 \dots 0,1)$ номинального напряжения синхронного генератора ОРПМ должен пропускать 7.9 МВт. Параметры напряжений трансформаторов, преобразователей напряжения ПН1 и ПН2 зависят и от режима форсировки комплекса.

Заметим, что при аварийном отключении блока ускорять гашение поля нет необходимости, так как ЭДС генератора с неуправляемым возбуждением несущественно превышает его номинальное напряжение, и опасности

для изоляции не возникает. При повреждениях генератора или ОРПМ быстрое гашение поля генератора достигается вводом в работу устройства гашения поля. Но оно при этом выбирается только на ток возбуждения, соответствующий работе генератора с $\cos\varphi=1$, т.е. в 2,5 раза меньшем чем у типовых синхронных генераторов.

Таким образом, рассмотренная схема блока позволяет переложить функции регулирования напряжения и создания и потребления реактивной мощности с генератора на статический преобразователь. Это дает возможность упростить систему возбуждения, повысить надежность схемы выдачи мощности, увеличить выдаваемую в сеть активную мощность, а также повысить быстродействие регулирования напряжения и реактивной мощности.

Библиографический список

1. Андреев, А.Н. Эксплуатационная надежность вентильных систем возбуждения синхронных генераторов / А.Н. Андреев, М.Е. Гольдштейн, Р.А. Шаипов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2009. – Вып. 11. – № 15. – С. 135–137.
2. Рыжов, Ю.Л. Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.Л. Рыжов. – М: Издательский дом МЭИ, 2007. – 488 с.
3. Гаврилов, А.И. О регулировании режимных параметров подстанций с объединенным регулятором потока мощности / А.И. Гаврилов, И.С. Егоров // Научные труды 3-ей международной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи». Т. 1. – Екатеринбург, 2012. – С. 481–483.
4. Егоров, И.С. Средства регулирования режимов электрических сетей на базе силовой электроники / И.С. Егоров // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2012. – Вып. 18. – № 37(296). – С. 135–137.
5. Гольдштейн, М.Е. Универсальная математическая модель системы с вентильными асинхронными связями / М.Е. Гольдштейн, К.Ю. Филяев // Электричество. – 2008. – № 6. – С. 12–18.
6. Hingorani, Narain G. Understanding FACTS: concepts and technology of flexible AC transmission systems / Narain G. Hingorani, Laszlo Gyugyi. – New York: IEEE Press, 2000. – 432 p.

[К содержанию](#)