

УДК 621.314

Ъ

Е.А.Алсуфьев, Д.А.Бузыкин (5 курс, СПГГИ(ТУ)), О.В.Суслова, к.т.н., доц. СПИМаш

СИНТЕЗ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ПОЛНОСТЬЮ УПРАВЛЯЕМЫХ ВЕНТИЛЯХ

В настоящее время накоплен большой опыт конструирования и эксплуатации вставок постоянного тока (ВПТ) и передач постоянного тока (ППТ) [1], построенных на базе традиционных вентилях. Развитие преобразовательной техники с применением полностью управляемых вентилях (ПУВ) в электроприводе и преобразователях частоты создало условия для использования схем преобразователей с ПУВ в электропередачах и вставках постоянного тока. В качестве основных достоинств таких преобразователей можно отметить возможность плавного и практически независимого регулирования активной и реактивной мощностей и решение проблем, связанных с повышенными системными требованиями к качеству электроэнергии, а также проблемам, возникающих при примыкании преобразователей к маломощным сетям переменного тока.

В основу построения систем регулирования преобразователей тока на ПУВ при использовании однократного за период основной частоты управляющего импульса могут быть положены традиционные принципы регулирования ППТ и ВПТ. В этом случае обычно применяются 12-фазные двухмостовые схемы преобразователей. Преобразователи тока на ПУВ с управлением по законам ШИМ дают некоторые преимущества и экономию на устройствах фильтрации высших гармоник, и, несмотря на повышенные потери, их можно было бы использовать для ВПТ небольшой мощности, когда применение многомостовых схем не целесообразно. Принципы регулирования этих ВПТ существенно отличаются от традиционных.

Система регулирования для ВПТ с ПУВ имеет иерархическую структуру и содержит следующие блоки.

На нижней ступени:

- регулятор разомкнутого типа, задающий отношение Q/P на шинах подстанции на выпрямительной и инверторной сторонах;
- формирователь уставки по выпрямленному току $I_{d,уст}$;
- регулятор выпрямленного тока.

На высшей ступени:

- регулятор активной мощности P , формирующий дополнительную составляющую суммарной уставки по току ($\Delta I_{dуст}$);
- регулятор напряжения на шинах подстанции, уточняющий заданное отношение Q/P на шинах подстанции (при необходимости);
- регулятор, оптимизирующий коэффициенты модуляции преобразователей ВПТ, воздействующий на РПН преобразовательных трансформаторов.

Регулятор тока работает следующим образом. На вход системы поступают сигналы уставок по активной мощности инвертора и выпрямителя, максимальное значение выпрямленного напряжения, соответствующее нулевому углу управления инвертора, рассчитанное при номинальном напряжении на шинах подстанции, текущее значение выпрямленного тока в заданной ветви от датчика тока, максимальные и минимальные значения коэффициентов модуляции выпрямительного и инверторного блоков.

Исходя из полученной активной и реактивной мощностей выпрямительного и инверторного блоков, а также мощности, выдаваемой конденсаторными батареями, рассчитываются углы управления выпрямителем и инвертором по формулам:

$$f_{i_v} = \arctg \frac{Q_v - Q_{kb}}{P_{v_ref}}, f_{i_i} = \arctg \frac{Q_i - Q_{kb}}{P_{i_ref}}, \quad (1)$$

где Q_v, Q_i – реактивные мощности выпрямителя и инвертора, Q_{kb} – мощность конденсаторной батареи, P_{v_ref}, P_{i_ref} – уставки по активной мощности выпрямителя и инвертора.

Углы управления выпрямительным и инверторным блоками f_{i_v} и f_{i_i} отсчитываются от базовых значений f_{i_v0} и f_{i_i0} – углов управления, при которых реактивная мощность блоков равна нулю.

Уставка по выпрямленному току I_{d_ref} вычисляется по формуле:

$$I_{d_ref} = \frac{P_{i_ref}}{U_d * \cos(f_{i_i})}. \quad (2)$$

Для обеспечения астатичного регулирования к ней добавляется корректирующая составляющая, формируемая путем интегрирования сигнала рассогласования между заданной и действительной активными мощностями блока. Корректирующая составляющая ограничивается в диапазоне 10% от $I_{dном}$.

Далее происходит вычисление сигнала рассогласования по выпрямленному току. В зависимости от знака сигнала рассогласования вырабатываются команды на понижение или повышения коэффициентов модуляции выпрямителя или инвертора. Регулятор тока имеет интегральный закон регулирования.

Исходя из полученных значений коэффициентов модуляции и в соответствии с выражением (1), рассчитываются амплитуды и углы сдвига модулирующих синусоид для каждой из фаз обоих преобразовательных блоков.

Проведенные расчеты установившихся и переходных процессов подтвердили работоспособность данного алгоритма управления и регулирования ВПТ с преобразователями тока.

Особенностью описанной системы регулирования является обеспечение приемлемого качества переходного процесса при коротком замыкании в сетях без нарушения коммутаций вентилях. Опыты, проведенные на разработанной цифровой модели передачи постоянного тока с системой регулирования, показали, что при коротком замыкании на линии постоянного тока значительных бросков тока не наблюдается, система работает устойчиво.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Балыбердин Л.Л., Галанов В.И., Ковалев В.Д. и др. Опыт создания и работы выпрямительно-инверторной Выборгской подстанции // Электрические станции, №12, 2001. с.63-68.