

УДК 621.311

ВСТАВКА ПОСТОЯННОГО ТОКА МЕЖДУ ЭНЕРГОСИСТЕМАМИ БЕЛАРУСИ И ПОЛЬШИ

Солодуха А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор ФЕДИН В.Т.

Существует определенная заинтересованность западноевропейских стран, особенно Германии, в поставках больших объемов электроэнергии из России. При этом транзит электроэнергии через территорию Беларуси является наиболее коротким и, соответственно, дешевым. В настоящее время прорабатывается идея транснационального энергетического моста Восток-Запад из России в Германию через территории Беларуси и Польши. Реализация такого глобального и дорогостоящего проекта, затрагивающего интересы многих стран, в силу своей масштабности и множества различных факторов может состояться уже к 2020 г. или позже. Однако, сооружение «энергомоста» не исключает использования других возможностей реализации транзитного потенциала республики.

Одной из таких возможностей может быть усиление электрических связей энергосистем Республики Беларусь и Республики Польша. Так как Польская энергосистема переходит на параллельную работу с энергосистемами Западной Европы, то связь между энергосистемами Беларуси и Польши может быть осуществлена только через вставку постоянного тока 330/400 кВ. Кроме целей транзита мощности эта связь может быть использована в определенные периоды времени для обмена мощностями между Польшей и Беларусью, что позволит создать более конкурентную среду при импорте электроэнергии в республику.

Нами осуществлен обзор по имеющимся в мире вставкам и передачам постоянного тока и, после детального анализа, произведен выбор возможной схемы вставки постоянного тока, которая может быть построена для связи двух энергосистем Беларуси и Польши (рисунок 1), а также произведен выбор параметров оборудования вставки постоянного тока.

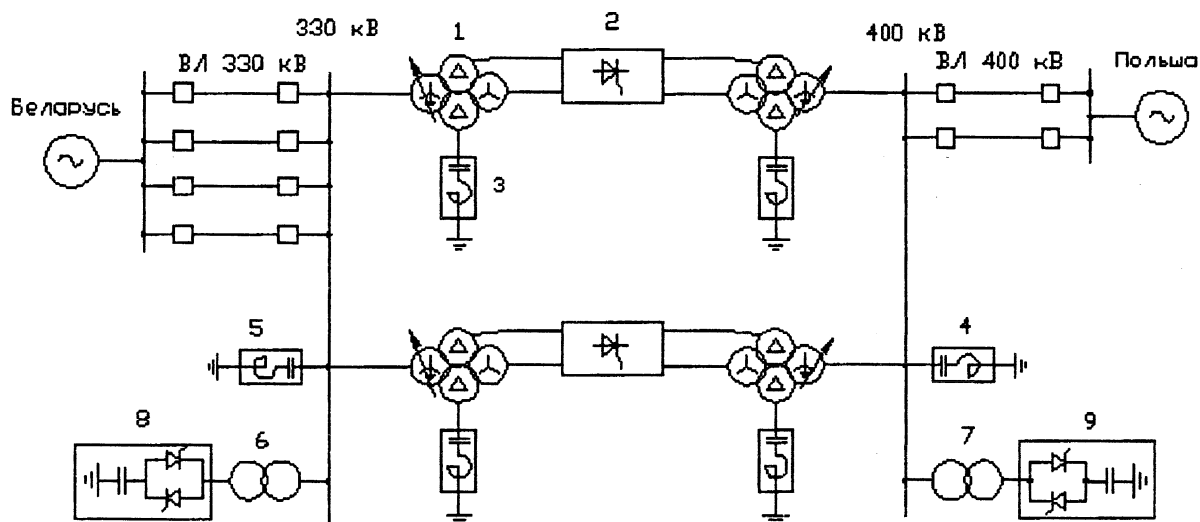


Рис. 1. Упрощенная схема ВПТ: 1 – мостовой четырехобмоточный трансформатор соответственно 330/70/35 кВ и 400/70/35 кВ; 2 – 12-фазный выпрямительно-инверторный блок 500 МВт, 2940 А, 170 кВ со сглаживающими реакторами в полюсах; 3–5 – конденсаторные батареи фильтров 35 кВ и широкополосных фильтров; 6 и 7 – трехфазный трансформатор соответственно 250 МВА, 400/35 кВ и 250 МВА, 330/35 кВ; 8 и 9 – статические тиристорные компенсаторы

На рисунке 1 показаны два преобразовательных блока, мощность каждого из которых составляет 500 МВт. Таким образом, суммарная мощность вставки постоянного тока составляет 1000 МВт.

Конструктивной особенностью данной вставки постоянного тока является применение четырехобмоточного трансформатора с РПН на высшей стороне. Причем низшая обмотка выполнена так, что ее реактивное сопротивление близко к нулю.

Принятая схема каждого преобразовательного блока подстанции не имеет глухого заземления на полюсах или в любой другой точке схемы; она полностью симметрична и обеспечивает 12-фазный режим работы блока.

В связи с указанными особенностями в схеме исключается:

- возникновение однополюсных токов КЗ большой величины при перекрытии изоляции в любой точке контура постоянного тока блока и взаимное влияние смежных мостов на работу друг друга;
- появление постоянной составляющей напряжения на вентильных обмотках трансформаторов;
- разные условия работы для вентилях анодных и катодных групп при зажигании и погасании вентилях.

Высоковольтные тиристорные вентили (ВТВ) выполнены на выпрямленный ток 2940 А и обратное напряжение 120 кВ. В модули ВТВ встроены их емкостно-омические цепочки демпфирования, а также анодные реактивные сопротивления. Всего в один мост входит 210 тиристорных модулей.

При работе вставки постоянного тока в сеть выдаются высшие гармоники для компенсации которых нами были выбраны фильтры высших гармоник, а именно для компенсации 5, 11 и 13-ой узкополосные фильтры, а для 17-ой и далее – широкополосный фильтр (рисунок 2), где приведены численные значения емкостей (мкФ), индуктивностей (мГн) и активных сопротивлений (Ом).

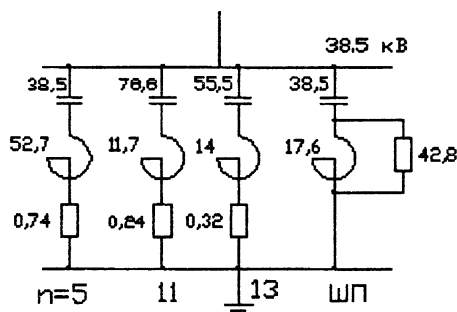


Рис. 2. Схема фильтров высших гармоник

На основании расчетов различных режимов работы вставки постоянного тока нами была построена совмещенная внешняя характеристика выпрямителя и инвертора (рисунок 3) при следующих допущениях:

- отсутствие пульсаций в выпрямленном токе;
- активные сопротивления элементов схемы не учитываются;
- реальные вентили заменяются идеальными;
- система ЭДС, действующих в схеме замещения, симметрична и синусоидальна;
- собственные емкости оборудования не учитываются.

Вставки постоянного тока потребляет большое количество реактивной мощности, примерно половину от выдаваемой активной мощности, поэтому для устойчивой работы и для поддержания напряжения постоянным на шинах вставки постоянного тока нами было решено установить компенсирующие устройства реактивной мощности –

статические тиристорные компенсаторы, расчетная мощность которых должна составлять 249,6 Мвар на стороне 330 кВ и 249,6 Мвар на стороне 400 кВ, остальная реактивная мощность в 249,6 Мвар будет вырабатываться фильтрами высших гармоник.

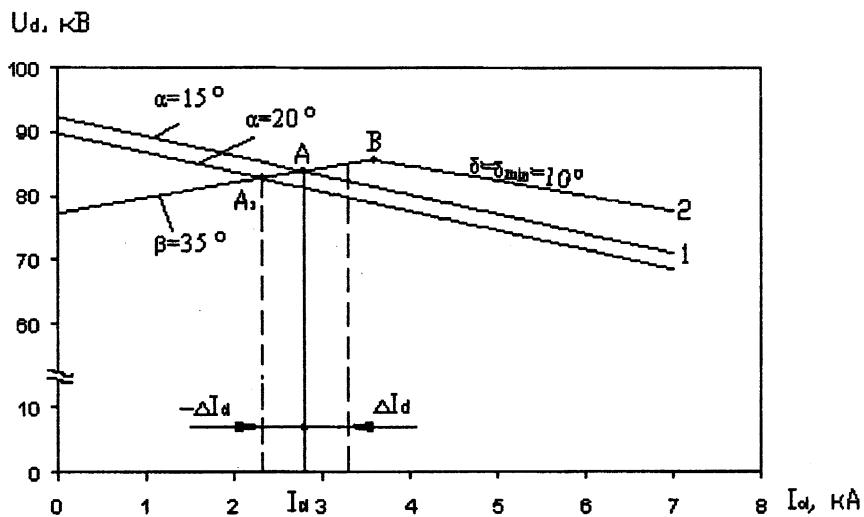


Рис. 3. Внешние характеристики: 1 – выпрямителя; 2 – инвертора

После выбора схемы и параметров вставки постоянного тока нами были рассчитаны потери мощности и КПД вставки постоянного тока. Так, в номинальном режиме при передаче 1000 МВт потери активной мощности составляют 39 МВт, а КПД вставки постоянного тока составляет 95,4 %.

УДК 611.311

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Потанков В.В.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ЦЫГАНКОВ В.М.

У большинства людей солнечная электроэнергетика ассоциируется, прежде всего, с солнечными фотоэлектрическими батареями. Однако, уже много лет используются теплообменные элементы с селективным светопоглощающим покрытием. Образующие его вещества обладают свойством поглощать практически всю падающую на них солнечную энергию (до 97 %) при крайне незначительном собственном тепловом излучении (3–4 %).

Мощность солнечного излучения на поверхности земли при безоблачном небе составляет около 1 кВт/м². Для получения электроэнергии в промышленных масштабах необходимы мощности порядка миллиона киловатт. Это значит, что для промышленной солнечной электростанции с коэффициентом полезного действия порядка 10 % и с учетом неравномерности мощности теплового излучения в течение суток необходима площадь в десятки квадратных километров.

Площадка для размещения приемников солнечного излучения должна быть ровной, пригодной для обслуживания и ремонта оборудования, свободной от хозяйственной деятельности человека.

Найти подходящую площадку, удовлетворяющую этим требованиям, чрезвычайно сложно даже в пустынях Австралии и Северной Африки, не говоря уже о густонаселенных странах Европы и Азии.