

**Повышение управляемости режимами и ограничения токов короткого замыкания в электрических сетях мегаполиса посредством электромеханических вставок переменного тока**

**Ю. Дементьев, Ю. Шакарян, П. Сокур \***  
ОАО «НТЦ ФСК ЕЭС»

**Н. Пинчук, В. Новожилов, В. Третьяков**  
ОАО «Силовые машины»

**В. Дьячков, Ю. Кучеров, Д. Ярош**  
ОАО «СО ЕЭС»

Россия

Концентрированная энергосистема практически любого мегаполиса характеризуется значительным электропотреблением, большой величиной установленных генерирующих мощностей и относительно короткими линиями электропередачи класса напряжения 110-500 кВ. Российский и мировой опыт показывает, что электропотребление мегаполисов имеет устойчивую тенденцию роста. В результате расчетный уровень токов короткого замыкания (ТКЗ) в основной электрической сети энергосистем мегаполисов превышает 63 кА, что превышает максимальное значение номинального тока отключения для серийно выпускаемых выключателей.

Для ограничения ТКЗ до требуемого уровня могут применяться специальные токоограничивающие устройства и токоограничивающие реакторы. Однако наиболее распространенной (вынужденной) мерой является секционирование электрической сети, вплоть до разделения энергосистемы на изолированные друг от друга фрагменты. Так, например, в московской энергосистеме в сети 220 кВ существует около 30 точек секционирования, а в сети 110 кВ около 100. Секционирование электрической сети позволяет снизить уровни ТКЗ, однако снижает возможности резервирования электроснабжения отдельных подстанций и энергорайонов, что приводит к снижению надежности электроснабжения потребителей.

Для объединения разомкнутых участков сети предлагается применение вставок постоянного тока. Такое решение позволяет обеспечить заданный переток активной мощности, регулирование реактивной мощности, необходимость в котором возрастает по мере развития кабельных сетей и ограничение ТКЗ. Основными недостатками данного технического решения являются высокая цена и значительные габаритные размеры, что вызывает сложности с отводом земельных участков для территории подстанции для размещения ВПТ в условиях городской застройки.

Практически полным аналогом вставки постоянного тока по техническим параметрам является электромеханическая вставка переменного тока на базе асинхронизированных машин (машин двойного питания). Электромеханическая вставка представляет собой агрегат, на общем валу которого установлены две электрические машины. Каждая из машин может работать как в генераторном, так и в двигательном режиме. За счет векторного управления возбуждения каждой из машин осуществляется независимое управление заданным перетоком активной мощности и

регулирование реактивной мощности в двух точках их подключения. Кроме того, электромеханическая вставка исключает передачу токов обратной и нулевой последовательности и высших гармоник тока и напряжения из одной сети в другую, фактически выполняя гальваническую развязку объединяемых участков сети.

Электромеханическая вставка переменного тока обладает следующими преимуществами по сравнению со вставками постоянного тока:

- меньшая занимаемая площадь;
- отсутствие высших гармоник;
- допустимая кратковременная перегрузка по току до двукратной величины;
- меньшая цена.

Проведены предварительные исследования и конструкторские проработки электромеханической вставки переменного тока номинальной мощностью 100 МВт и 200 МВт. Электромеханическая вставка представляет собой вертикальный агрегат из двух асинхронных двигателей-генераторов. За счет вертикальной компоновки удастся добиться минимизации занимаемой площади. Номинальная частота вращения ротора 750 об/мин. Охлаждение полностью воздушное. Система возбуждения каждого двигателя-генератора обеспечивает питание трехфазного ротора током с изменяемой частотой от 0 до 0,25 Гц. Для пуска агрегата из неподвижного состояния используется тиристорное пусковое устройство. Скорость набора активной мощности от нуля до номинальной не более 0,3 с.

В настоящее время рассматривается возможность применения такого устройства в системе электроснабжения г. Москвы. Так, например, при замыкании транзита 220 кВ от мощной ТЭЦ до крупной узловой подстанции 220 кВ ТКЗ возрастает до уровня 77 кА. При установке в этот транзит электромеханической вставки ТКЗ не превышает 49 кА, что позволяет объединить вынужденно разомкнутые участки сети, а также обеспечить возможность регулирования перетока активной мощности и напряжения в точке включения устройства.

Приводится экспертная оценка технического эффекта от применения электромеханических вставок переменного тока на нескольких объектах г. Москвы. Так, например, в сети 220 кВ энергосистемы г. Москвы достигается:

- ликвидация точек секционирования в местах установки электромеханической вставки;
- снижение ТКЗ в прилегающей к месту установки электромеханической вставки электрической сети 220 кВ (порядка 12 кА при одной вставке 200 МВт, порядка 30 кА при установке двух вставок, до 45 кА при установке четырех вставок);
- возможность регулирования напряжения (в диапазоне -4 +8 кВ) и, как следствие, сокращение объема требуемых дополнительных средств компенсации реактивной мощности;
- возможность регулирования перетоков активной мощности;
- расширение области допустимых режимов работы системообразующей сети за счет возможности управляемого изменения перетоков активной мощности по шунтирующим связям 220 кВ.

Выявлена необходимость решения задачи определению законов управления режимами работы электромеханических вставок переменного тока на базе асинхронизированных машин как в сложнзамкнутых, так и в распределительных высоковольтных сетях Московской энергосистемы для получения дополнительного технико-экономического эффекта.