

4. Зихерман М.Х. Трансформаторы напряжения для сетей 6–10 кВ. Причины повреждения // Новости ЭлектроТехники. – 2004. – № 1(25).
5. <http://www.electroshield.ru>
6. <http://www.elec.ru>
7. <http://market.elec.ru>
8. <http://ukrelektrik.com>
9. Кадомская К.П., Лаптев О.А. Предотвращение самопроизвольного смещения нейтрали – задача для разработчиков ТН // Новости ЭлектроТехники. 2009. № 4(58). С. 37.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ УПРАВЛЯЕМОГО ШУНТИРУЮЩЕГО РЕАКТОРА И БАТАРЕИ СТАТИЧЕСКИХ КОНДЕНСАТОРОВ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Суворов А.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Одним из важнейших режимных параметров электроэнергетических систем (ЭЭС) являются напряжения, значения которых в наибольшей мере связано с перетоками реактивной мощности (РМ). Основные средства регулирования напряжения и генерации РМ сосредоточены на электрических станциях, а средств расположенных в электрических сетях недостаточно для регулирования РМ и поддержания напряжения в допустимых пределах. Например, в российских сетях, наиболее распространенными средствами компенсации реактивной мощности (СКРМ) являются шунтирующие реакторы, которые обеспечивают только одноступенчатое регулирование. Эффективным путем решения указанной проблемы является применения устройств FACTS (Flexible Alternative Current Transmission Systems - Гибкие системы передачи электроэнергии переменным током), к которым относятся: управляемые шунтирующие реакторы (УШР), статические тиристорные компенсаторы (СТК), статические синхронные компенсаторы (СТАТКОМ) и другие [1]. Среди FACTS устройств наиболее распространённым в настоящее время является УШР. В настоящее время разработано два типа управляемых реакторов: УШР трансформаторного типа (УШРТ) и УШР с подмагничиванием (УШРП), в российских сетях наиболее распространены УШРП.

Исследования эффективности применения УШРП и анализ полученных режимов проводились в реально проектируемом в настоящее время энергокластере «Эльгауголь» в ОЭС Восток. Исследуемый энергорайон, как и любая современная ЭЭС, образует большую, нелинейную, динамическую систему. Проектирование, исследование и эксплуатация таких систем является трудной задачей из-за сложности получения достоверной и своевременной информации о протекающих процессах в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах. Получение информации о протекающих процессах в ЭЭС путем натуральных испытаний, за редким исключением, недопустимо, а из-за сложности ЭЭС невозможно полноценное физическое моделирование. В результате основным путем получения необходимой информации об ЭЭС является математическое моделирование [2]. Моделирование исследуемой ЭЭС проводилось на Всережимном моделирующем комплексе реального времени электроэнергетических систем, который был создан в Энергетическом институте Томского политехнического

университета [3]. Целью работы является исследование эффективности применения УШРП для регулирования напряжения и РМ, что позволит:

1. Поддерживать допустимый уровень напряжения в ЭЭС;
2. Снизить потери электроэнергии при ее транспортировке и распределении;
3. Оказать положительное влияние на режимы работы энергорайона и энергосистемы в целом.

Целью первого эксперимента было исследование применения УШР для поддержания напряжения в узле нагрузки при работе электрооборудования по реальному суточному графику активной и реактивной нагрузки горнодобывающего предприятия. Для оценки влияния УШР в данном эксперименте осциллографировались процессы при включенных (рисунок 1), а затем при отключенных (рисунок 2) СКРМ. В исследуемом энергорайоне совместно с УШРП установлено две батареи статических конденсаторов (БСК) для генерации РМ. Как видно из диаграмм на рисунке 1, при увеличении нагрузки «отрабатывают» заданные уставки по напряжению, разгружая реактор по мощности. При достижении максимальной нагрузки происходит форсированная разгрузка реактора, благодаря этому напряжение на шинах нагрузки не выходит из допустимой 5-ти процентной зоны от уставки, перебоя в питании потребителей не произошло.

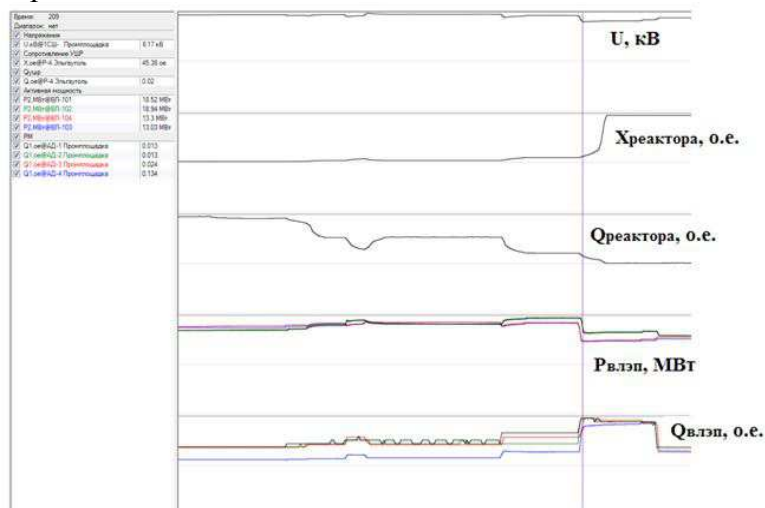


Рис. 1. Осциллограммы изменения нагрузки при включенных УШР и БСК на ПС Эльгауголь

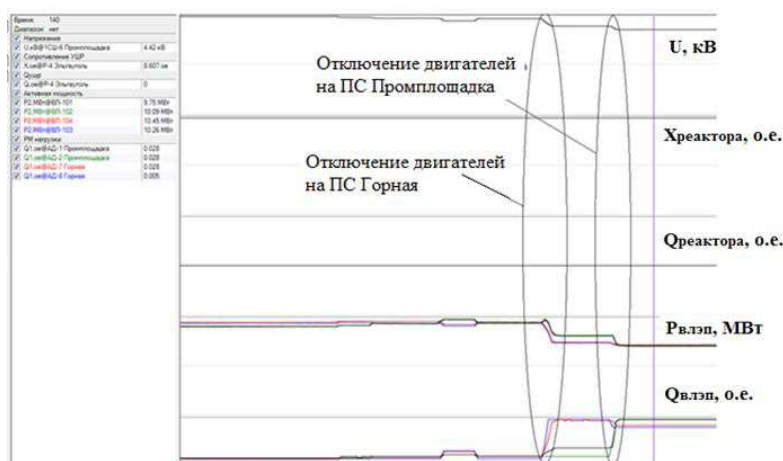


Рис. 2. Осциллограммы изменения нагрузки при выключенных УШР и БСК на ПС Эльгауголь

Согласно рисунку 2, во время набора нагрузки произошло значительное снижение напряжения, что, в конечном счете, привело к остановке двигателей на ПС Промплощадка и ПС Горная, питаемых от шин 110 кВ ПС Эльгауголь, где установлены СКРМ. Вследствие этого активная мощность линий отходящих от шин 110 кВ ПС Эльгауголь резко уменьшилась, а реактивная мощность увеличилась. Таким образом, подводя итоги экспериментов, продемонстрированных на рисунках 1 и 2, можно сделать вывод о том, что от УШР зависит бесперебойность питания ключевых потребителей энергокластера «Эльгауголь».

При исследовании влияния СКРМ на потери снимались показания потерь активной и реактивной мощности линий электропередач и трансформаторов энергокластера при работе электрооборудования по заданному графику нагрузки. Полученные диаграммы представлены на рисунке 3. Представленные результаты показывают, что активные и реактивные потери в энергокластере при отключенных СКРМ выше, чем при их функционировании.

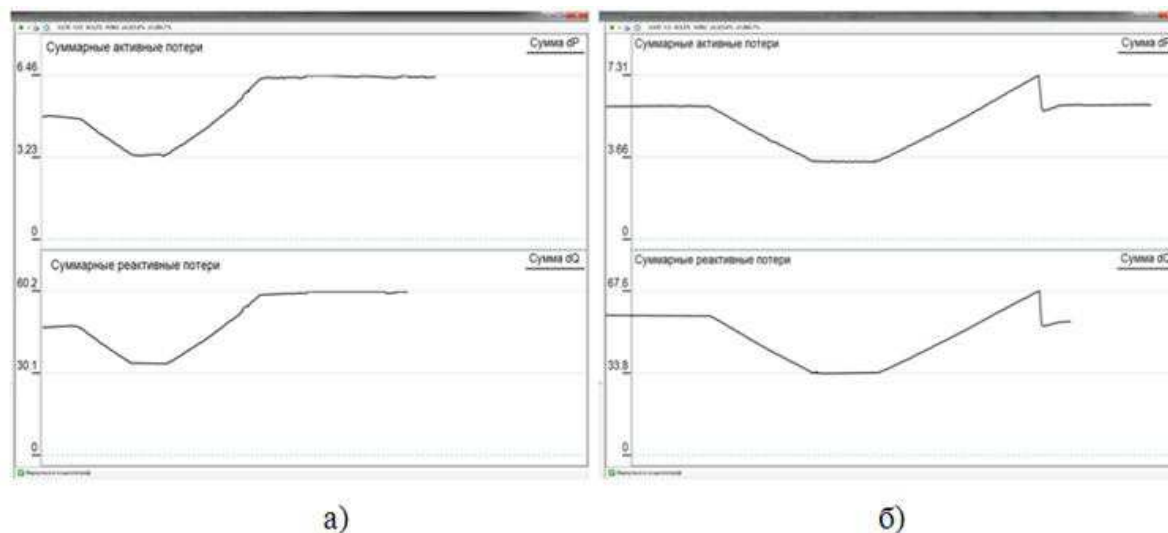


Рис. 3. Осциллограммы суммарных текущих потерь в энергокластере при
а) функционирующих СКРМ б) отключенных СКРМ

Закключение.

В настоящее время регулирование уровня напряжения и генерация РМ в электрических сетях осуществляется с помощью шунтирующих реакторов, конденсаторных батарей, коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов, которые могут обеспечить только ступенчатое регулирование, которого оказывается недостаточным для поддержания уровня напряжения в допустимых пределах. В связи с этим обоснованным и целесообразным становится рассмотренный в работе подход к решению проблемы, который заключается в применении УШР и БСК, которые позволяют производить автоматическое плавное регулирование напряжения и РМ. В результате исследований установлено, что совместное применение УШР и БСК позволит:

1. Поддерживать допустимый уровень напряжения в ЭЭС в нормальных режимах;
2. Снизить потери мощности в энергокластере;
3. Оказать положительное влияние на режим работы ЭЭС.

Однако было установлено, что в аварийных режимах УШР в силу своей инерционности, не всегда способен обеспечить устойчивость узлов нагрузки. Это зависит от многих факторов, например от места короткого замыкания, от времени

работы защиты, от длительности АПВ и др. Поэтому в некоторых случаях целесообразно использовать более быстродействующее устройство, например такое как статический синхронный компенсатор (СТАТКОМ).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочкин В.И., Шакарян Ю.Г. Применение гибких (управляемых) систем электропередачи переменного тока в энергосистемах. – М.: Торус Пресс, 2011. – 326 с.
2. Веников В.А. Теория подобия и моделирование применительно к задачам электроэнергетики. – М.: Высшая школа, 1966. – 487 с.
3. Боровиков Ю. С., Гусев А. С., Сулайманов А. О. Принципы построения средств моделирования в реальном времени интеллектуальных энергосистем // Электричество. – 2012. – №6. – С. 10-13.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ НА ГОРЕНИЕ УГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

Кузнецов А.В., Бугаков Е.Б.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СОРАН, г. Новосибирск

Для реализации механической активации требуется воздействие на твердое топливо внешних сил, в угольном топливе используются различные типы измельчения, в результате которых осуществляется уменьшения характерных размеров, что увеличивает площадь реакционной поверхности, а также изменения химической активности топлива. При создании системы механоактивационного измельчения решающим фактором является выбор наиболее эффективного и технически достаточно простого реализуемого способа измельчения, позволяющего максимально увеличить химическую активность топлив. Для решения этой проблемы было проведено исследование влияния способов измельчения углей различных стадий метаморфизма в энергонапряженных мельницах различного типа – виброцентробежных, планетарных, дезинтеграторах. На первом этапе нами использовались методы дифференциально-термического анализа, позволяющие исследовать в процессе термического разложения реакционных свойств углей, подвергнутых механохимической обработке.

Этот метод позволяет анализировать процессы термоокислительной деструкции (ТОД) угольного вещества, нагреваемого со скоростью 10-30⁰С в минуту, что, конечно, отличается от реального нагрева, воспламенения и горения частиц в пылеугольном факеле в топочной камере.

В качестве объектов исследования использованы пробы углей Кузнецкого угольного бассейна марок Д и Т с зольностью $A^c = 6.46\%$ и 6.15% и выходом летучих компонентов V^{daf} - 41% и 12.4% соответственно. Пробы подвергались сверхтонкому диспергированию в мельницах, отличающихся видом механических воздействий – использовался дезинтегратор, для которого характерно ударное разрушение и центробежно-планетарная мельница типа М-3 с истирающе-раздавливающим видом воздействия при отношении массы мелющих тел к углю 10:1.

На рис. 1 приведены кривые изменения энергии активации процесса ТОД. Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод, что интенсивная механическая обработка высокометаморфизованного тощего угля повышает его реакционную способность, проявляющуюся в снижении величины энергии активации