

Высоковольтные системы стабилизации напряжения на базе УШР и БСК и перспективные разработки

В последние десятилетия все более актуальным становится вопрос стабилизации напряжения в электрических сетях различного класса напряжения. Причиной тому является высокий износ электросетевого оборудования электрических сетей, который согласно информации из справочных изданий превышает отметку в 50%. Учитывая сохраняющуюся в последние годы тенденцию сокращения объемов инвестиций в строительство новых электросетевых объектов и реконструкцию существующего физически и морально устаревшего оборудования, ситуация изменится не скоро.

Работы по созданию эффективного инновационного оборудования для автоматического регулирования напряжения были начаты еще в конце прошлого века. Так, в 1989 году коллективом российских ученых и конструкторов был создан опытно-промышленный образец однофазного шунтирующего управляемого реактора типа РОДУ-60000/500 мощностью 60 Мвар для ВЛ-500 кВ, который успешно прошел все заводские испытания и подтвердил эффективность на сетевом стенде подстанции 500 кВ Белый Раст ПО «Дальние электропередачи».

Следующим этапом в разработке систем стабилизации напряжения послужило создание в 1998 году головного промышленного образца УШР типа РТУ-25000/110-У1 (управляемого шунтирующего реактора 110 кВ мощностью 25 Мвар), который, совместно с установленной на подстанции 110 кВ «Кудымкар» в сетях «Пермэнерго» батареей статических конденсаторов (БСК) мощностью 52 Мвар вот уже на протяжении 15 лет эффективно решает вопросы стабилизации напряжения в сети.

В настоящее время ООО «ЭСКО» предлагает широкий спектр технических решений по стабилизации напряжения с применением имеющегося, выпускаемого промышленно оборудования. Это источники реактивной мощности (ИРМ) на базе УШР и БСК, являющиеся по существу первым отечественным оборудованием для FACTS-технологии – комплекса технических и информационных средств авто-

матического управления параметрами линий электропередачи.

Оборудование ИРМ полностью соответствует электротехническим требованиям и внесено в справочник по проектированию электрических сетей (под редакцией Д. Л. Файбисовича) в раздел «5.5 Компенсирующие устройства», с указанием номенклатуры и схем ИРМ для классов напряжения 6÷500 кВ.

Кроме того, на серию реакторов УШР в 2004 году в установленном порядке дополнительно были разработаны и согласованы в ОАО «ФСК» технические условия ТУ 3411-001-53950285-2004 «Реакторы управляемые трехфазные масляные тип РТУ мощностью от 32000 до 180000 квар классов напряжения 110, 220, 330 и 500 кВ».

Основное назначение ИРМ – это превращение электрической сети из «пассивного» устройства транспорта электроэнергии в «активный» элемент управления режимами работы. Данное оборудование обеспечивает:

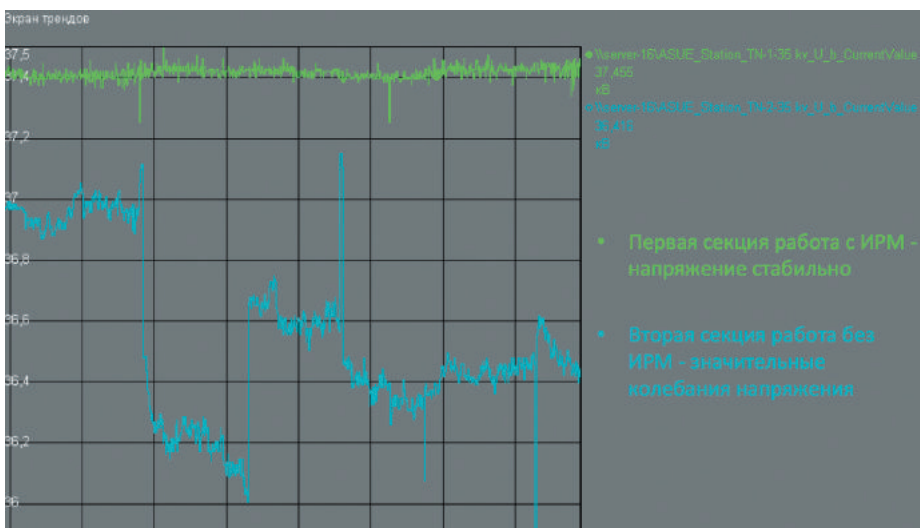
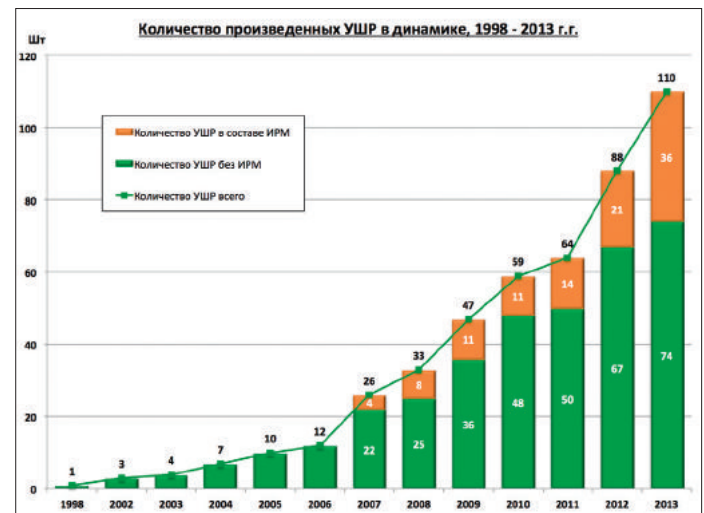
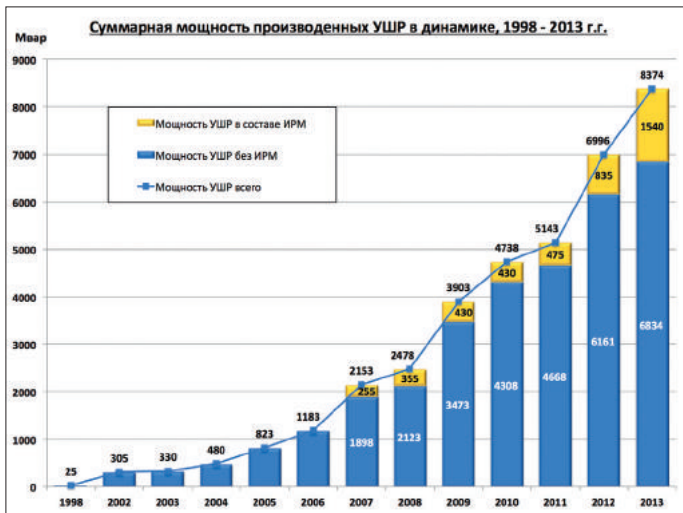
- повышение напряжения до заданного уровня;
- автоматическую стабилизацию напряжения с точностью $\pm 0,5\%$ при колебаниях в сети вплоть до $\pm 15\%$;
- повышение пропускной способности линий электропередачи и трансформаторов до полутора раз;
- снижение удельных потерь в линиях электропередачи и трансформаторах до 30%;
- сохранение устойчивости работы сети при кратковременных провалах напряжения до 30%;
- исключение работы РПН трансформаторов в нормальных режимах;
- обеспечение заданного (принудительного) распределения реактивной мощности;
- обеспечение устойчивой работы генераторов с заданным cos ϕ ;
- снижение уровня высших гармоник напряжения;
- снижение предпосылок развития аварий из-за локальных аварийных возмущений в сети и как следствие – снижение потенциального ущерба потребителей.

За последние 15 лет УШР и ИРМ подтвердили свою эффективность на 86 объектах (от Заполярья до экватора). При этом объем поставок оборудования по проектам с использованием технических решений ООО «ЭСКО» за этот период составил 8374 Мвар, из них 33% в количественном исчислении в составе ИРМ (1540 Мвар), в том числе 19 штук УШР 6÷35 кВ суммарной мощностью 325 Мвар.

В 2009 году были реализованы первые системы стабилизации напряжения с применением ИРМ 35 кВ, а с 2011 года налажено производство ИРМ с УШР 6, 10 и 35 кВ нового

Ассортимент выпускаемого оборудования динамично расширялся в зависимости от потребностей и на сегодня включает в себя следующее:

Наименование	Номинальная мощность, Мвар				
УШР 6, 10, 35 кВ для электрических сетей с изолированной нейтралью	3,6	6,3	10	16	25
УШР 110, 220, 330, 500 кВ для электрических сетей с заземленной нейтралью	25	63	100	180	
ИРМ 6 ÷ 500 кВ на базе УШР и БСК	от $\pm 3,6$ до ± 180				



Важное преимущество новых ФТК в том, что БСК подключается не к высоковольтной сети, а к относительно низковольтной обмотке специального трансформатора с регулируемым насыщением фаз. Это позволяет использовать существенно более простую, относительно низковольтную БСК, а также ограничивает броски тока при включении БСК (дополнительное важное увеличение надежности работы ФТК) и служит дополнительным фильтром высших гармоник. Вторичная обмотка специального трансформатора может быть также использована как дополнительный источник напряжения для питания собственных нужд подстанции.

Предлагаемые ООО «ЭСКО» источники реактивной мощности (ИРМ) эффективно решают назревшую проблему создания надежных, быстродействующих и плавно регулируемых систем стабилизации напряжения. Достаточное быстродействие и широкий диапазон регулирования реактивной мощности оптимизируют стационарные режимы работы электрических сетей и синхронных генераторов по критериям потерь мощности и устойчивости, а регулировочные возможности указанных ИРМ практически позволяют отказаться от недостаточно надежных устройств РПН трансформаторов и резко облегчить работу коммутационной аппаратуры. ■

Пример эффективности работы ИРМ 35/10/10 в сети 35 кВ

поколения, обладающих лучшими техническими характеристиками и меньшими массо-габаритными параметрами. При этом потребность в данных ИРМ возникла в слабых и изношенных электрических сетях среднего напряжения региональных электросетевых и нефтедобывающих компаний, и она была технически и экономически обоснованной.

Основными заказчиками УШР и ИРМ являются следующие энергетические системы и организации: ОАО «ФСК ЕЭС», ОАО «КЕГСОС», АО «Lietuvos Energija»; ОАО «МЭС Сибири», ОАО «МЭС Востока», ОАО «Сетевая компания» (Татарстан), ОАО МРСК «Центра и Поволжья», ОАО МРСК «Северо-Запада» «Комизэнерго», ОАО «Тюменьэнерго», ООО «Нарьянмарнефтегаз», ОАО «НК «Роснефть», ЗАО «Ванкорнефть», ОАО «ДРСК», ОАО «Газпром нефть», «ЛУКОЙЛ Оверсиз» и другие.

На постоянной основе проводятся работы по совершенствованию оборудования. Так, с учетом проведенных исследований, накопленного опыта проектирования и производства, а также исходя из анализа результатов многих заводских и сетевых испытаний, специалистами ООО «ЭСКО» была проведена очередная инновационная разработка для FACTS-технологии – ферро-тиристорный компенсатор (ФТК) реактивной мощности, обладающий лучшими по сравнению с ИРМ (на базе УШР и БСК) технико-экономическими показателями.

В состав оборудования ФТК входит трансформатор с регулируемым насыщением фаз, быстродействующий регулятор насыщения фаз трансформатора, широкополосный фильтр высших гармоник и батарея конденсаторов (БСК).

География поставок УШР по состоянию на 1 августа 2014 года:

	Россия	Казахстан	Ангола	Беларусь	Литва
Количество, шт *	84	14	9	2	1
Мощность, Мвар	6264	785	785	360	180

* - в том числе в составе ИРМ.

ООО «Электросетевые компенсаторы» (ООО «ЭСКО»)

111250 Москва, ул. Красноказарменная, 14
Телефон: (495) 995-52-28, факс: 995-52-29
www.eskomoscow.com