

Абдылдаев Рысбек Нурмаматович – к.т.н., доцент,  
Базарбаев Адилет – магистрант,  
Ошский технологический университет

## **ПРИМЕНЕНИЕ УПРАВЛЯЕМЫХ ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

*Рассмотрены сведения о шунтирующих реакторах. Даны краткие описания наиболее часто применяемых типов шунтирующих реакторов. Проведён сравнительный анализ с указанием основных достоинств и недостатков разных типов реакторов.*

*Ключевые слова: линии электропередач, напряжение, потери мощности, пропускная способность, управляемые компенсирующие устройства, управляемый шунтирующий реактор, гибкие системы передачи переменного тока.*

Абдылдаев Рысбек Нурмаматович – т.и.к., доцент,  
Базарбаев Адилет – магистрант,  
Ош технологиялык университети

## **ЭЛЕКТР ЧУБАЛГЫЛАРДЫ КОМПЕНСАЦИЯЛОО ҮЧҮН БАШКАРЫЛУУЧУ ШУНТИРДИК РЕАКТОРЛОРДУ КОЛДОНУУ**

*Шунтирдик реакторлор жөнүндө маалыматтар каралды. Берилген шунтирдик реакторлордун эң көп колдонулган түрлөрүнүн кыскача сүрөттөлүшү. Ар түрдөгү көрсөтүлгөн реакторлордун артыкчылыктарын жана кемчиликтерин салыштырып, талдоо менен өткөрүү.*

*Негизги сөздөр: электр чубалгылары, чыңалуу, кубаттуулуктун жоготуусу, өткөрүү жөндөмдүүлүгү, башкаруу компенсациялоо түзүлүштөрү, башкарылуучу шунтирдик реактор, өзгөрмө токту ийкемдүү тутумун өткөрүп берүү.*

Abdyldayev Rysbek Nurmamatovich – Ph.D. associate professor,  
Bazarbaev Adilet – graduate student,  
Osh technological university

## **APPLICATION GUIDED BYPASS REACTORS FOR INDEMNIFICATION ON THE LINES OF ELECTRICITY TRANSMISSIONS**

*Information is considered about bypass reactors. Short most often applied type declarations are given bypass reactors. A comparative analysis is conducted with pointing of basic dignities and lacks of different types of reactors.*

*Key words: lines of electricity transmissions, tension, losses of power, admission capacity, guided compensative devices, guided bypass reactor, flexible alternative current transmission systems.*

**Введение.** С каждым годом увеличивается рост потребления электроэнергии и одной из первостепенных задач электроэнергетики становится совершенствование структуры сетей. Линии электропередач (ЛЭП) генерируют реактивную мощность. Ее избыток в сети, как нам известно, ведет к увеличению потерь электроэнергии, что напрямую влияет на пропускную способность ЛЭП. При малой нагрузке ЛЭП и в

случае холостого хода из-за генерируемой ею реактивной мощности могут возникать ситуации, при котором уровень напряжения в конце линии будет превышать значение в начале. При работе электроустановок при повышенном напряжении ведет к уменьшению сроков службы и снижению показателей надежности сети. И для снижения уровней напряжения наиболее целесообразным представляется управлять реактивной мощностью.

**Актуальность.** В электрической системе нашей Республики существует ряд актуальных проблем, которые негативно влияют на ее работоспособность. Из-за недостатка объема средств регулирования возникают проблемы неоптимального распределения потоков мощности, что в свою очередь ведет к повышению напряжения на отдельных участках и недостаточной пропускной способности системных линий электропередач. На данный момент ведутся исследования, результаты которых позволят решить ряд актуальных проблем. Для обеспечения надежного функционирования без внедрения современных технологий и применения новейших технических устройств невозможно.

В энергосистеме нашей Республики на данный момент имеются определенные трудности в регулировании напряжения в сети которые питаются от ВЛЭП. Для поддержания напряжения во всех случаях используют нерегулируемые ШР. При снижении напряжения их отключают, при повышении включают. Существующий метод регулирования напряжения имеет существенные недостатки, происходит скачкообразное регулирование и не поддерживается на одном уровне напряжение. Из-за чего во всей системе, подключенной к этой подстанции, напряжение не постоянно.

В настоящее время наиболее перспективными устройствами для компенсации реактивной мощности являются управляемые статические средства компенсации-управляемые шунтирующие реакторы (УШР).

**Постановка задачи.** Приведем основные характеристики исследуемого объекта.

На гидроэлектростанциях (ГЭС), в основном расположены на юге Республики, вырабатывается около 80 % от установленной генерируемой мощности электростанций. Основные потребители около 65 % размещены на севере.

В 2015 году введены в эксплуатацию ВЛ 500 кВ «Датка-Кемин» и подстанции «Кемин» и «Датка». Эта линия обеспечивает функционирование межсистемной связи Север-Юг. От ее надежной работы зависит электроснабжение потребителей севера Республики.

ВЛ 500 кВ «Датка-Кемин» длиной 405 км оснащена с двух концов ШР типа ВКД мощностью 120 МВар и коммутируется ЭВ типа LW. Также со стороны подстанции «Датка» на шинах ОРУ-500 кВ установлена группа однофазных ШР (рис. 1).

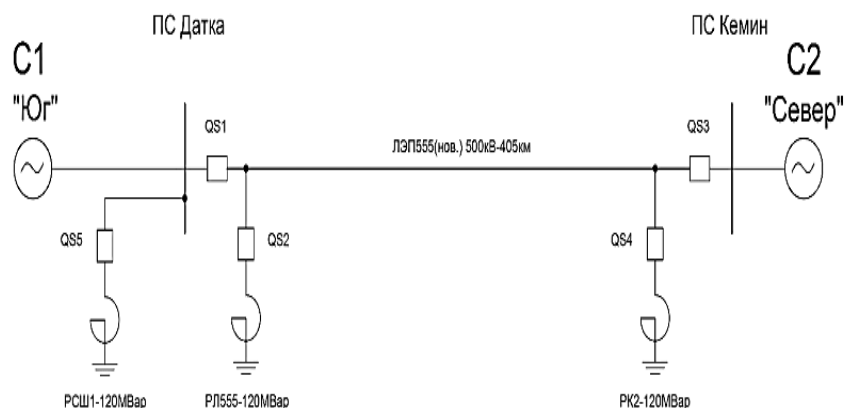


Рис. 1. Принципиальная упрощенная схема ВЛ 500кВ Датка-Кемин

ШР используются только в двух режимах: включено и отключено. Частые коммутации ведут к переходным процессам приводящие к преждевременному выходу их из строя. На данный момент технические и экономические требования к ЛЭП все больше возрастают. И применение УШР позволит повысить эффективность работы ЛЭП, за счет увеличения диапазона передаваемой мощности от холостого хода до допустимой перегрузки.

Основное назначение ШР это снижение избыточной реактивной мощности для стабилизации уровней напряжения. ШР потребляют реактивную мощность, что в свою очередь ведет к снижению напряжения в сети. В связи с этим их применяют для регулирования напряжения и реактивной мощности, разгружая их по реактивной мощности. ШР рассчитаны на высокие и сверхвысокие напряжения и могут подключаться к шинам подстанции, а также присоединяться непосредственно к линиям электропередач 500 кВ и выше.[1]

Шунтирующий реактор- электромагнитное устройство, имеющее большую индуктивность для компенсации зарядной мощности ЛЭП. Обычно ШР устанавливают в начале и в конце ЛЭП кВ. Согласно рекомендациям ШР устанавливают:

- при компенсации до 80 % зарядной мощности;
- при передаче длиной до 1000 км мощностью в расчете 0,7-0,9МВАр на каждый километр длины линии.

При установках ШР учитываются все отрицательные стороны:

- частые включения и отключения выключателем.
- дискретное регулирование напряжения;
- вызывает удорожание;
- увеличивает потери электроэнергии;
- появляются перенапряжения;
- снижается надежность линии.

Во многих странах ведутся исследования и внедряются различные регулируемые компенсирующие устройства для компенсации реактивной мощности, в частности УШР.[2]

Использование УШР в системообразующих сетях помогает решать проблему низкой пропускной способности ряда связей. Целесообразность использования УШР для решения данной проблемы рассмотрена на примере увеличения пропускной системной связи между Севером и Югом (ЛЭП 500 кВ «Датка-Кемин»).

В качестве альтернативного варианта нами рассматривалась возможность оснащения подстанций «Датка» и «Кемин» современными FACTS- устройствами, а именно, замена неуправляемых ШР на УШР.

На основе анализа данных установившихся режимов линии 500 кВ «Датка-Кемин» соединяющий Север-Юг при их различной загрузке были определены критерии величин напряжения и мощности реакторов. Эксперименты были проведены для различных значений передаваемой мощности, в качестве основных режимов рассматривали два режима передачи мощности. Первый режим при 20 % загрузке, второй при 80 % загрузке.

Получение расчетных значений напряжения и мощности реакторов на подстанциях «Датка» и «Кемин» при изменении коэффициента управления реактора  $K_{ou}$  по каналу отклонения напряжения для установки устройств компенсации.

Далее на графиках приведены результаты расчета установившихся значений напряжения и мощности реакторов на подстанциях «Датка» и «Кемин» для двух режимов передачи мощности (рис.2-5).

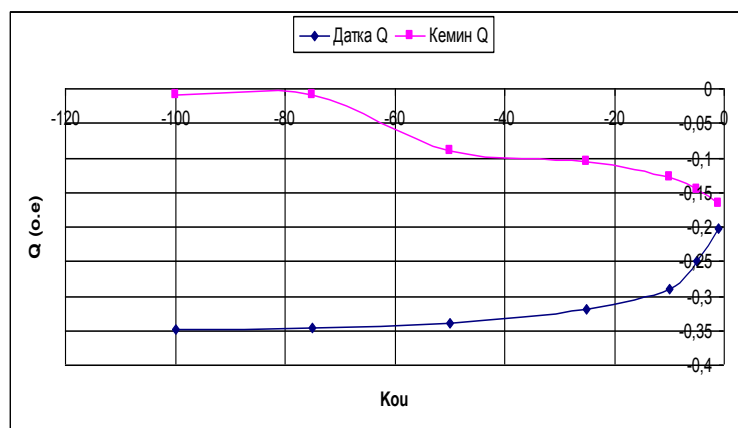


Рис. 2. График изменения мощности реактора на подстанциях «Датка» и «Кемин» в функции коэффициента управления реактора по каналу отклонения напряжения в режиме передачи мощности 1.

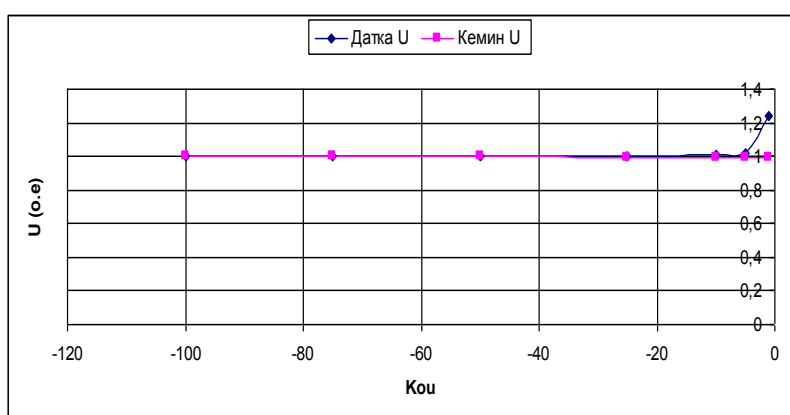


Рис. 3. График изменения напряжения на подстанциях «Датка» и «Кемин» в функции коэффициента управления реактора по каналу отклонения напряжения в режиме передачи мощности 1.

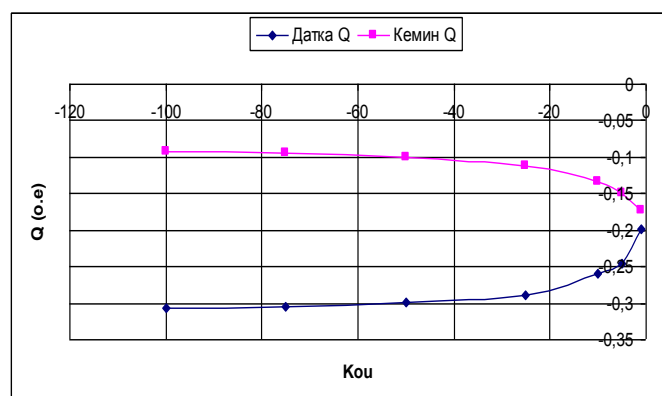


Рис. 4. График изменения мощности реактора подстанциях «Датка» и «Кемин» в функции коэффициента управления реактора по каналу отклонения напряжения в режиме передачи мощности 2.

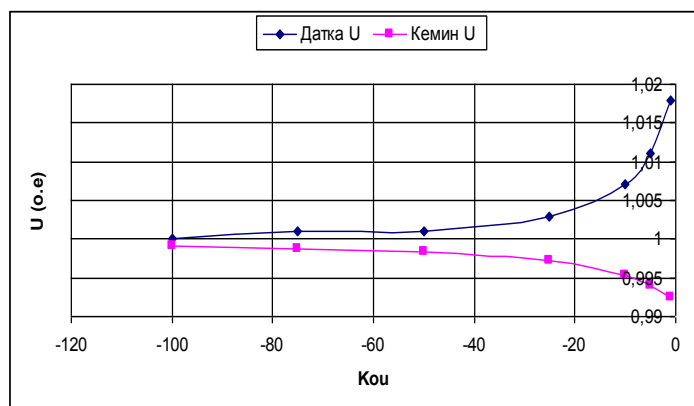


Рис. 5. График изменения напряжения на подстанциях «Датка» и «Кемин» в функции коэффициента управления реактора по каналу отклонения напряжения в режиме передачи мощности 2.

Анализ полученных данных показал, что при значении коэффициента регулирования  $K_{ou}=-1$  реакторы поддерживают требуемый уровень напряжения в системе, как на подстанции «Датка» так и на подстанции «Кемин». При усилении мощность реактора немного увеличивается на подстанции «Датка». В режиме больших нагрузок при значении коэффициента регулирования  $K_{ou}=-1$  реактор на подстанции «Кемин» отключается, так как уровень напряжения немного повышается, но не превышает критического. При усилении регулирования уровень напряжения на подстанции «Датка» понижается из-за увеличения мощности реактора, обеспечивающий компенсацию избыточной реактивной мощности в системе.

Таким образом, на подстанции «Датка» есть необходимость установки УШР, а на подстанции Кемин установки ШР.

Сделав анализ полученных данных линии 500 кВ «Датка-Кемин» соединяющий Север-Юг сформулировали следующие условия выбора установки УШР в системе. Установка УШР целесообразна на подстанциях, для которых выполняются следующие условия: отклонение напряжения превышает 5%, изменение напряжения  $\delta U$  при изменении коэффициента регулирования реактора по каналу отклонения напряжения  $K_{ou}>5\%$ ,

Эффективность предлагаемых мероприятий оценивалась по изменению пропускной способности сечения по связи Север-Юг, относительно пропускной способности этого же сечения, полученной для исходной схемы.

Таким образом, применение управляемых шунтирующих реакторов может стать альтернативой дорогостоящему строительству новых ЛЭП и повысить пропускную способность при меньших капиталовложениях.

#### Выводы:

1. При анализе установившихся режимов в энергосистеме, необходимо, прежде всего, сделать оценку отклонения напряжения на подстанциях, определить степень изменения мощности реактора для поддержания напряжения в указанном диапазоне и мощность компенсирующего устройства.
2. На основе сравнения полученных значений с критериальными, делать выводы о необходимости установки УШР или ШР в системе.

#### Литература:

1. Долгополов А.Г. Релейная защита управляемых шунтирующих реакторов [Текст] / А.Г. Долгополов // -М., НТФ «Энергопрогресс».-2011.
2. Дорожко Л.И. Сравнительный анализ различных конструкций шунтирующих реакторов [Текст] / Л.И. Дорожко, Л.В. Лейтес // Электротехника.-№2. - 1991.