

ПРОБЛЕМЫ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЛДОВЫ, УКРАИНЫ И РУМЫНИИ

Постолатий В. М., Быкова Е. В.

Институт энергетики Академии наук Молдовы

Предложены варианты создания управляемых межсистемных связей, которые позволяют осуществлять совместную работу энергосистем Молдовы, Украины и Румынии.

Постановка проблемы. В прошлые годы электроэнергетические системы Молдовы, Украины и Румынии работали синхронно в объединенной энергосистеме. В силу изменившейся ситуации в 90-годы произошло отключение энергосистемы Румынии и Болгарии от энергосистемы Молдовы и Украины, которые продолжают работать параллельно и синхронно в составе объединенной энергосистемы стран СНГ. Энергосистема Украины продолжает экспортировать электроэнергию от Бурштынской ГРЭС путем выделения части блоков данной электростанции для работы в островном режиме.

В энергосистеме Молдовы также предпринимались попытки осуществить экспорт электроэнергии от Молдавской ГРЭС по существующим ВЛ-110 кВ для питания «острова» нагрузок в Румынии. Существующая ВЛ-400 кВ Молдавская ГРЭС– Исакча на участке Вулканешты – Исакча отключена, а ВЛ 750кВ Южно – Украинская АЭС – Исакча – Варна на территории Молдовы демонтирована.

Работы по "большой синхронизации" энергосистем стран СНГ и ОЭС Европы практически прекращены, хотя и остаются актуальными.

В последнее время большое внимание уделяется решению проблемы совместной работы энергосистемы Молдовы с энергосистемой Румынии [1]. Предпочтительным является вариант совместной работы энергосистем Молдовы с энергосистемой Румынии при сохранении параллельной работы с энергосистемой Украины.

Частными решениями в этой области являются разрабатываемые технические предложения по созданию связей класса 330-400 кВ энергосистем Молдовы и Румынии с использованием вставок постоянного тока (ВПТ). В качестве таковых рассматриваются следующие места установки ВПТ:

- ВПТ 330/400 кВ на подстанции Бельцы 330 кВ с сооружением ВЛ-400 кВ Бельцы – Сучава;
- ВПТ на подстанции Яссы и строительство ВЛ-330 кВ Страшены – Яссы;
- ВПТ на подстанции 400 кВ Вулканешты с включением в работу участка ВЛ-400 кВ Вулканешты-Исакча.

В комплексе этих работ рассматривается также вариант строительства второй цепи ВЛ-330 кВ Бельцы – Днестровская ГЭС (Украина).

Основные проблемы заключаются в большой стоимости ВПТ, сложности эксплуатации и недостаточном реагировании их на переходные режимы для обеспечения динамической устойчивости энергосис-

тем при возникновении больших системных возмущений.

В настоящей работе предлагается альтернативный вариант решения проблемы, а именно: применение межсистемных управляемых электропередач переменного тока на базе компактного исполнения и в варианте двухцепных управляемых самокомпенсирующихся воздушных линий (УСВЛ) с применением фазорегулирующих трансформаторных устройств (ФРТУ). Такие электропередачи содержат в себе элементы "Smart Grid".

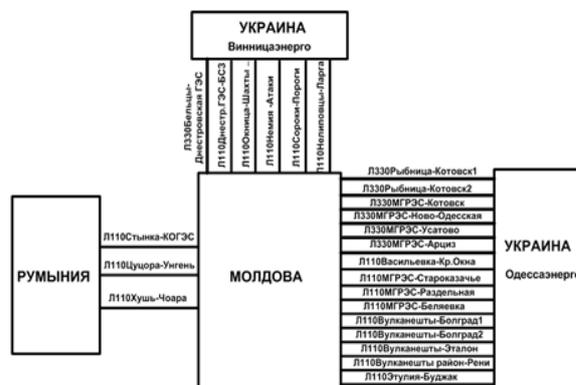
Анализ последних публикаций в этой области показывает, что УСВЛ и ФРТУ обладают целым рядом технических, режимных и экономических преимуществ по сравнению с традиционными средствами транспорта электроэнергии и управления режимами энергосистем.

Цель статьи - рассмотрение вариантов по созданию управляемых связей переменного тока между энергосистемами Молдовы и Румынии при сохранении параллельной работы с энергосистемой Украины и усилении с ней межсистемных связей, а также анализ системной эффективности применения управляемых связей переменного тока.

Основные результаты исследований

В качестве исследуемой рассматривается объединенная энергосистема Молдовы, Украины и Румынии. Моделируются режимы с учетом перспективных уровней электропотребления и генерации на 2015 год.

Основные существующие связи энергосистем Молдовы, Украины и Румынии показаны на рис. 1.



Связи по высоковольтным линиям электропередач между Молдовой, Украиной и Румынией

Рисунок 1 – Связи по высоковольтным линиям электропередач между Молдовой, Украиной и Румынией

Энергосистема Молдовы работает параллельно с энергосистемой Украины по 7 ВЛ-330 кВ и 14 ВЛ-110 кВ. С энергосистемой Румынии связь осуществляется по одной ВЛ-400 кВ и трем ВЛ-110 кВ. Работа может осуществляться только в островном режиме.

В перспективе намечается строительство второй цепи 330 кВ Бельцы – Днестровская ГЭС, ВЛ-400кВ Бельцы – Сучава, ВЛ-330 кВ Бельцы – Страшены – Кишинев.

В качестве альтернативы предлагается вариант двухцепной УСВЛ 330 кВ Бельцы – Сучава вместо одноцепной ВЛ-400 кВ.

С использованием программы RASTRWin были выполнены расчеты исходного режима при условии параллельной работы рассматриваемых энергосистем с существующими связями и при введении в работу новых ВЛ.

В качестве средств регулирования режимов межсистемных связей предусматривается применение ФРТУ. Место их установки определено на подстанции 330 кВ Бельцы на ВЛ-400(330) кВ Бельцы – Сучава, на подстанции 400 кВ Вулканешты на ВЛ Вулканешты – Исакча и на подстанции 330 кВ Молдавская ГРЭС на ВЛ-330 кВ Молдавская ГРЭС-Кишинев. Фрагмент одного из вариантов расчетных схем показан на рис.2.

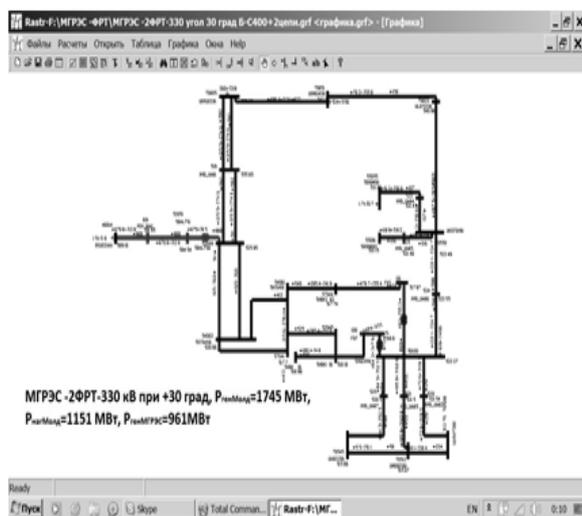


Рисунок 2 – Фрагмент одного из вариантов расчетных схем

В работе рассматривается два типа ФРТУ – с ограниченным диапазоном регулирования углового сдвига выходной системы векторов напряжений по отношению к входной и с круговым вращением векторов напряжений одной системы по отношению к другой.

Первый тип устройств предназначен для регулирования перетоков мощности внутри системы или перетоков мощности по межсистемным связям синхронно работающим энергосистем.

Второй тип устройств предназначен для соединения несинхронно работающих энергосистем и регу-

лирования перетоков мощности между ними по соединяющим ВЛ.

Первый тип устройств включался в схему на ВЛ - 330 кВ МГРЭС – Кишинев, а второй тип устройств – на ВЛ, связывающих энергосистемы Молдовы и Румынии.

Особенностью регулирования фазовых сдвигов систем векторов напряжений у ФРТУ второго типа является то, что функционально они обеспечивают, прежде всего, согласование частот соединяемых энергосистем, и обеспечение условий их параллельной работы.

Регулирование величины и знака перетока мощности между энергосистемами ФРТУ осуществляют, аналогично, первому типу ФРТУ, за счет введения дополнительного углового сдвига между выходной и входной системами векторов напряжений.

В вариантах электропередач с применением двухцепных и многоцепных УСВЛ, фазорегулирующие устройства могут выполнять роль устройств, изменяющих эквивалентные параметры самих ВЛ, у которых сближены цепи и между ними обеспечено увеличенное электромагнитное взаимное влияние, величина и знак которого зависят от конструкции ВЛ и углового сдвига между системами векторов напряжений цепей.

Описанию устройств ФРТУ и УСВЛ посвящены работы [2], результаты которых частично использованы в данной статье.

УСВЛ с применением ФРТУ относятся к категории управляемых электропередач переменного тока, обладающих свойствами "Smart Grid".

На основании выполненных исследований, расчетов и анализа, установлены зависимости перетоков мощности по внутрисистемным и межсистемным линиям электропередачи.

Часть из них иллюстрируется на рис.3-5.

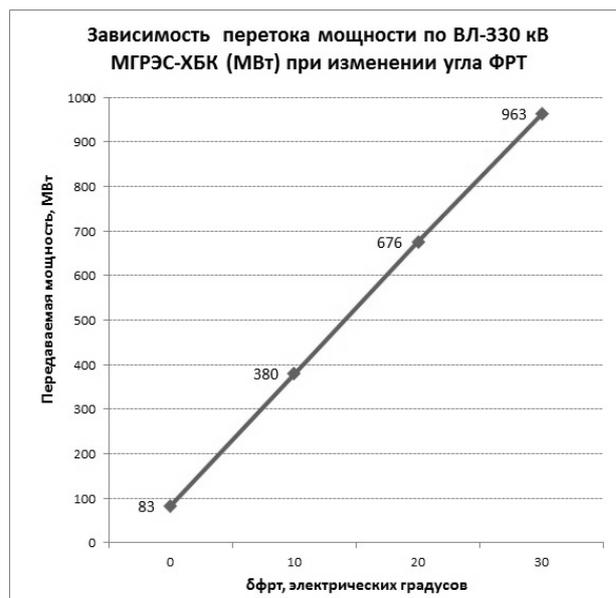


Рисунок 3 – Переток мощности по ВЛ-330 кВ МГРЭС – Кишинев при изменении угла ФРТУ

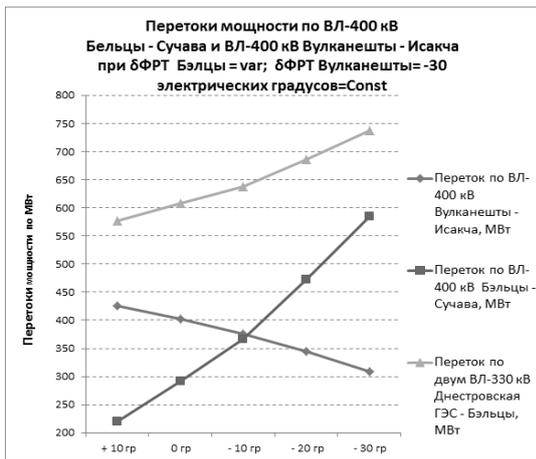


Рисунок 4 – Перетоки мощності по ВЛ-400 кВ Бэльцы – Сучава и ВЛ-400 кВ Вулканешты – Исакача при δ ФРТ Бэльцы = var; δ ФРТ Вулканешты = -30 электрических градусов = Const



Рисунок 5 – Перетоки мощності по ВЛ-400 кВ Вулканешты – Исакача и ВЛ-400 кВ Бэльцы – Сучава при δ ФРТ Вулканешты = var и δ ФРТ Бэльцы = 0 электрических градусов

Регулирование углового сдвига систем векторов напряжений с помощью ФРТУ, установленных на двухцепной ВЛ-330 кВ МГРЭС – ХБК – Кишинев в пределах $0-30^\circ$ обеспечивает изменение величины потока мощності по этим двум цепям ВЛ -330 кВ в сторону подстанции 330 кВ Кишиневская от 83 МВт (при угле 0°) до 963 МВт (при угле 30°).

При изменении знака угла регулирования поток мощності изменит свое направление, соответственно. Фазорегулирующие устройства, установленные на межсистемных связях с энергосистемой Румынии, обеспечивают изменение в широких пределах величины перетоков мощності и их направления.

Выбор режима может осуществляться по техническим и коммерческим соображениям.

Учитывая, что объединенная энергосистема содержит ряд замкнутых контуров, регулирование перетоков мощності является взаимно зависимым

Регулирование величины перетока мощності по одной ВЛ сопровождается изменениями потока мощ-

ности и по другим ВЛ. Поэтому, для поддержания постоянства перетока мощності по одной ВЛ при изменении потока мощності в другой, требуется соответствующая корректировка углового сдвига на ФРТУ первой ВЛ.

Приведенные графики дают наглядную зависимость потоков мощності по ВЛ, обеспечиваемых с помощью ФРТУ и характеризуют системную эффективность применения управляемых электропередач переменного тока.

Для реализации на практике предложенных управляемых электропередач необходимы совместные усилия заинтересованных энергосистем, научных и проектных организаций.

Выводы. Из приведенных результатов исследований следует, что:

1.Ряд проблем обеспечения совместной работы энергосистем Молдовы, Украины и Румынии можно успешно решить путем создания управляемых электропередач переменного тока на базе применения высоковольтных линий повышенной пропускной способности и использования фазорегулирующих трансформаторных устройств.

2. С помощью управляемых электропередач и фазорегулирующих устройств можно обеспечить регулирование перетоков мощності по величине и знаку как внутри систем, так и по межсистемным связям, а также решить проблему соединения несинхронно работающих энергосистем.

Список использованных источников

1. Энергетическая стратегия Республики Молдова до 2030 года, 2013.
2. Постолатий В. М. Научная школа в области управляемых электропередач. Этапы исследований и библиография. / В. М. Постолатий. Монография – Кишинев, типография АНМ, 2012.- 196 с.

Анотація

ПРОБЛЕМИ СУМІСНОЇ РОБОТИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ МОЛДОВИ, УКРАЇНИ ТА РУМУНІЇ

Постолатій В. М., Бикова Е. В.

Запропоновані варіанти створення керованих між системних зв'язків, які дозволяють здійснити сумісну роботу енергосистем Молдови, України та Румунії.

Abstract

PROBLEMS OF JOINT WORK OF ELECTRIC POWER SYSTEMS OF MOLDOVA, UKRAINE AND ROMANIA

V. Postolati, E. Bykova

The variants of controlled transmissions lines that allow the joint work of energy systems of Moldova, Ukraine, and Romani are proposed.