УДК 621.311

РЕЖИМЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ МОЛДОВЫ ПРИ ВВЕДЕНИИ В РАБОТУ ВСТАВКИ ПОСТОЯННОГО ТОКА НА ПОДСТАНЦИИ ВУЛКАНЕШТЬ ДЛЯ СВЯЗИ С ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ РУМЫНИИ

В. М. Постолатий, В. П. Берзан, Е. В. Быкова
Институт энергетики Академии наук Молдовы

Аннотация. *В статье представлены результаты анализа режима работы энергосистемы Республики Молдова при реализации межсистемной связи с Румынией с применением вставки постоянного тока (ВПТ) на трансформаторной подстанции Вулкэнешть. Установка ВПТ в Вулкэнешть позволяет осуществлять переток мощности по ЛЭП 330 кВ Вулканешты-Кишинев до 571 МВт при изменении величины и направления перетока мощности по ЛЭП 330 кВ из Кишинева в сторону МГРЭС, переток с севера и востока уменьшается (ЛЭП 330 кВ Бельцы- Днестровская ГЭС и ЛЭП 330 кВ Котовск-МГРЭС). Асинхронная связь с Румынией приводит к изменениям потоков мощности как в электроэнергетической системе Республики Молдова, так и в сетях украинской, румынской энергосистем и влияет на режим работы МГРЭС. Ставится задача о необходимости комплексного исследования новых условий работы энергосистемы Молдовы. Необходимо также учитывать интересы энергосистем Украины и Румынии, а также Молдавской ГРЭС при рассмотрении дальнейших направлений развития энергетики региона, включая технические и экономические аспекты*.

Ключевые слова: *межсистемная связь, вставка постоянного тока, переток мощности, потери активной мощности, тариф.*

Введение

Развитие межсистемных связей энергосистемы Молдовы и Румынии рассматривается в качестве приоритетной задачи для молдавской энергосистемы [1-4]. В Энергетической стратегии Республики Молдова указано на сценарий, что присоединение к ENTSO-E может быть выполнено с использованием вставок постоянного тока (ВПТ), т.е. использовать асинхронный тип межсистемной связи, и необходимо также строительство высоковольтных линий: ВЛ400 кВ Бэлць (РМ)-Сучава (Румыния); ВЛ 330/400 кВ Стрэшень-Унгень(РМ)-Яссы (Румыния); ВЛ400 кВ Исакча (Румыния)-Вулкэнешть (РМ) в сторону Кишинэу ВЛ 330 кВ или ВЛ 400 кВ. В Энергетической стратегии РМ до 2020[1], а также в Энергетической стратегии до 2030 [2] предусматривается строительство трех вставок постоянного тока по 500 МВт каждая.

В настоящее время ВПТ в Вулканештах считается приоритетом (статус абсолютно необходимого объекта), межсистемная связь Бэлць-Сучава считается дополняющим проектом, который обеспечивает режим экспорт-импорт –транзит, как и межсистемная связь Стрэшены-Яссы, которая обеспечит выполнение не только прироста возможности обмена мощностью энергосистем, но и выполнение условия n-2.

В 2015 году между ГП "Moldelectrica" (РМ) и Исследовательским и проектным институтом в области энергетики (ISPE - Institutul de Studii si Proiectari Energetice, Румыния) был подписан договор о разработке технико-экономического обоснования (ТЭО) выполнения межсистемных связей молдавской и румынской энергосистем [5]. Согласно опубликованным данным ТЭО [6], установленная мощность ВПТ Вулкэнешть предусматривается в размере 2х300МВт, ВПТ Бэлць 400МВт и ВПТ Стрэшень 300МВт. В данном ТЭО рассмотрены и обоснованы технические решения, которые относятся к ВПТ Вулкэнешть и ВЛ Вулкэнешть-Кишинэу, в том числе приведены некоторые данные о статической устойчивости, уменьшении потерь мощности в энергосистеме при использовании ВЛ 400 кВ Вулкэнешть-

© В. М. Постолатий, В. П.Берзан, Е. В.Быкова 2017

Кишинэу, минимальные значения параметров режима в узлах при коротких замыканиях. Эти данные указывают на то, что реализация асинхронной межсистемной связи молдавской и румынской энергосистем, даже в случае строительства одной из запланированных ВПТ, а именно ВПТ Вулкэнешть, приводит к изменениям режима работы молдавской энергосистемы. Поскольку молдавская энергосистема имеет хорошие связи с украинской, то эти ВПТ могут влиять и на режим украинской энергосистемы, а также энергосистемы Приднестровья. С этой точки зрения комплексное исследование возможных изменений в режиме работы взаимосвязанных энергосистем при укреплении межсистемных связей с Румынией, в том числе особенности изменения перетоков мощности в объединенной энергосистеме при различной мощности ВПТ Вулкэнешть, представляются актуальной задачей.

Формулировка задачи исследования

Укрепление межсистемных связей молдавской и румынской энергосистем с сохранением синхронной связи молдавской и украинской энергосистем приведет к изменению распределения потоков мощности в сетях синхронно работающих энергосистем. Поскольку процесс формирования межсистемных связей с Румынией будет достаточно продолжительным во времени, необходимо согласование характера взаимоотношений как с украинской стороной, так и с МГРЭС. Для этого необходимо иметь наиболее полную картину особенностей работы взаимодействующих энергосистем (молдавской и украинской) при изменении топологии и направлений потоков мощности в электросети при включении в работу ВПТ со стороны румынской энергосистемы.

Поскольку первой намечается строительство ВПТ Вулкэнешть и ВЛ Вулкэнешть-Кишинэу, рассмотрим в данном исследовании в качестве частной задачи особенности перетоков мощности в энергосистемы Молдовы и приграничных участков высоковольтной сети. Целесообразно рассмотреть режимы в региональной энергосистеме при изменении топологии молдавской энергосистемы и мощности, инжектируемой в молдавскую энергосистему (импорт электроэнергии) из Румынии.

Основные межсистемные связи молдавской энергосистемы

На рис. 1 приведена структурная схема межсистемных связей энергосистемы Молдовы с энергосистемами Украины и Румынии. Действующими в настоящее время являются ЛЭП 330 кВ и 110 кВ энергосистем Молдовы и Украины. Эти связи представлены 7-ю ВЛ 330 кВ и 14 ВЛ 110 кВ. Воздушные линии ВЛ400 кВ Вулкэнешть –Исакча и ВЛ 110 кВ (всего 4 линии) в сторону Румынии в настоящее время отключены.

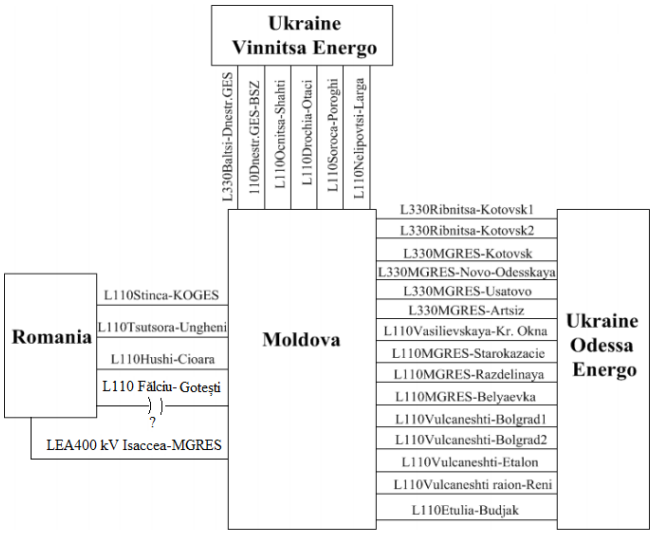

Рис.1.Электрические линии межсистемных связей энергосистемы Молдовы с энергосистемами Украины и Румынии

Молдавская ГРЭС по ВЛ 400 кВ с трансформаторной подстанции Вулкэнешть питает потребителей как Молдовы, так Украины. На эту линию работают 2 энергоблока по 200 МВт МГРЭС. С шин МГРЭС напряжением 330 кВ электрическая энергия поступает в энергосистему Молдовы и Украины. Отметим такую особенность работы энергосистемы Молдовы как постоянный транзит мощности из энергосистемы Украины (север и восток Молдовы) в Одесскую энергосистему.

Асинхронная связь энергосистем Молдовы и Румынии

Энергосистема Молдовы работает синхронно с энергосистемами стран СНГ, и режим ее работы зависит от режима объединенной энергосистемы. Укрепление функциональных связей молдавской энергосистемы (асинхронная связь) с энергосистемой Румынии при строительстве 3-х ВПТ мощностью 600, 400 и 300 МВт приведет к изменению существующих перетоков мощности в энергосистеме Молдовы. Оценить эти изменения можно на основе расчета базового (существующего на данный момент режима) и определения режимов при инжекции электрической мощности со стороны энергосистемы Румынии через ВПТ по ВЛ 400 кВ Исакча-Вулкэнешть- ВПТ Вулкэнешть- ВЛ 330 кВ Вулкэнешть- Кишинэу..

Рассмотрим случай передачи мощности в молдавскую энергосистему через ВПТ Вулкэнешть, когда будет сохранена электрическая связь ВПТ по существующей ВЛ-400 кВ с МГРЭС, и в случае отключения этой связи.

Режим энергосистемы определим с учетом взаимовлияния на региональном уровне, для чего воспользуемся расчетной схемой, условно представленной на рис. 2.

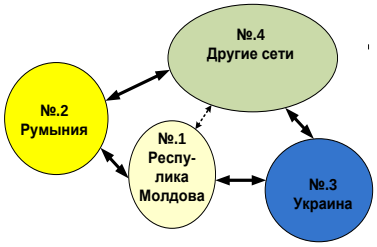

Рис.2. Условное графическое представление взаимосвязи различных частей расчетной объединенной энергосистемы

Эквивалентная схема для расчета режима региональной объединенной энергосистемы включает 4 части: электроэнергетическую систему Молдовы (обозначена через №1); Румынии (№ 2); Украины (№ 3); остальные электрические сети (№4). Расчетная схема включает 5100 узлов, 7800 ветвей и имеет источники с суммарной мощностью 122 ГВт. Эквивалентная расчетная схема объединенной энергосистемы соответствует состоянию на 2015 год и учитывает все источники генерации, в том числе и ВПТ Вулкэнешть, которая рассматривается как источник генерации активной мощности в узле 400 кВ Вулкэнешть.

4.1. режим работы энергосистем Молдовы и Румынии

В Энергетической стратегии Республики Молдова до 2030 года установленная мощность ВПТ в Вулкэнешть указана на уровне 500 МВт, которая должна передаваться в сторону Кишинэу по ВЛ 330 кВ. Расчетная схема энергосистемы Молдова составлена с учетом указанных особенностей. Фрагмент схемы замещения при включении ВПТ Вулкэнешть приведен на рис. 3.

В схеме замещения ВПТ Вулкэнешть представлена как источник генерации активной мощности, одновременно полагая, что ВПТ имеет устройства компенсации реактивной мощности. Расчеты выполнялись при изменении мощности ВПТ в пределах 100-500 МВт с шагом изменения 100 МВт.

Было принято, что топология электрических сетей и режим генерации собственных источников (МГРЭС+ТЭЦ-2+ТЭЦ-1+ТЭЦ Норд и ГЭС Дубоссары+ГЭС Костешть) сохраняется как и в базовом режиме. Отличие заключается в том, что добавлена ВЛ 330 кВ Вулкэнешть-Кишинэу.

На рис. 3 представлен фрагмент расчетной схемы для зоны с узлом подключения ВПТ на подстанции Вулкэнешть. Штриховые линии указывают на участки цепи, исключенные из схемы замещения при расчете параметров исследуемого режима сети.

В исходном базовом режиме мощность ВПТ равна нулю.

В табл. 1 представлены результаты расчета стационарного режима электроэнергетической системы Республики Молдова, как части региональной

объединенной энергосистемы. Представленые результаты относятся к базовому сценарию (ВПТ и ВЛ 330 кВ Вулкэнешть-Кишинэу не включены в расчетную схему). Электрическая связь подстанции 400 кВ Вулкэнешть с МГРЭС сохранена по существующей ВЛ 400 кВ.

На рис.4 представлены потоки мощности в сетях 330 кВ молдавской энергосистемы для базового режима.

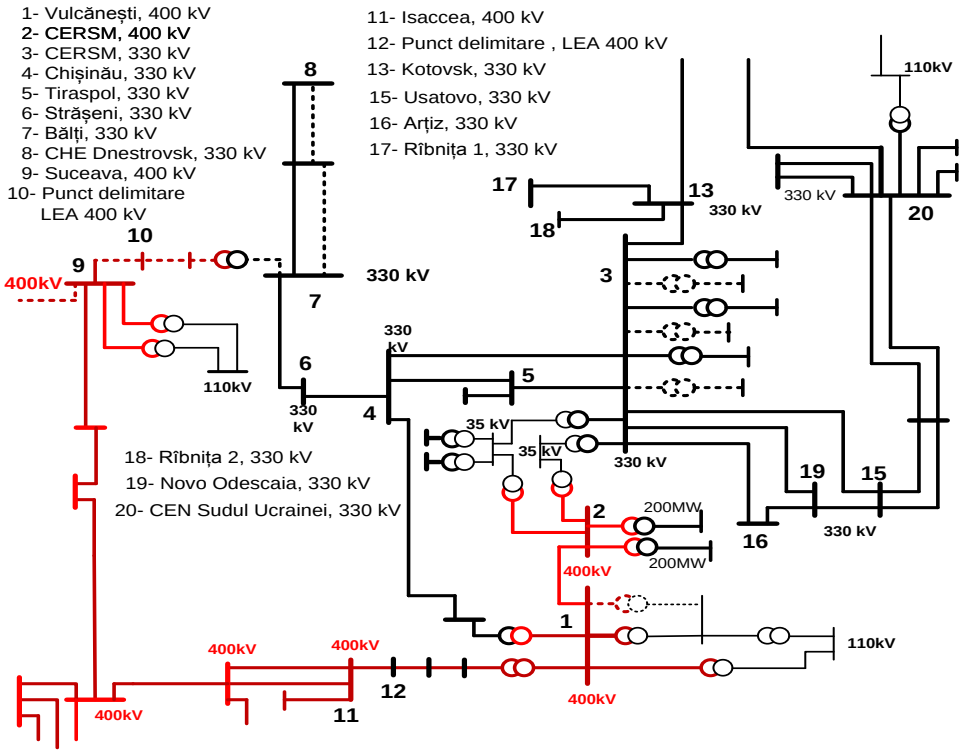

Рис. 3. Фрагмент расчетной схемы замещения энергосистемы Молдовы при добавлении в узел 400 кВ Вулкэнешть ВПТ и одноцепной ВЛ 330 кВ в сторону Кишинэу

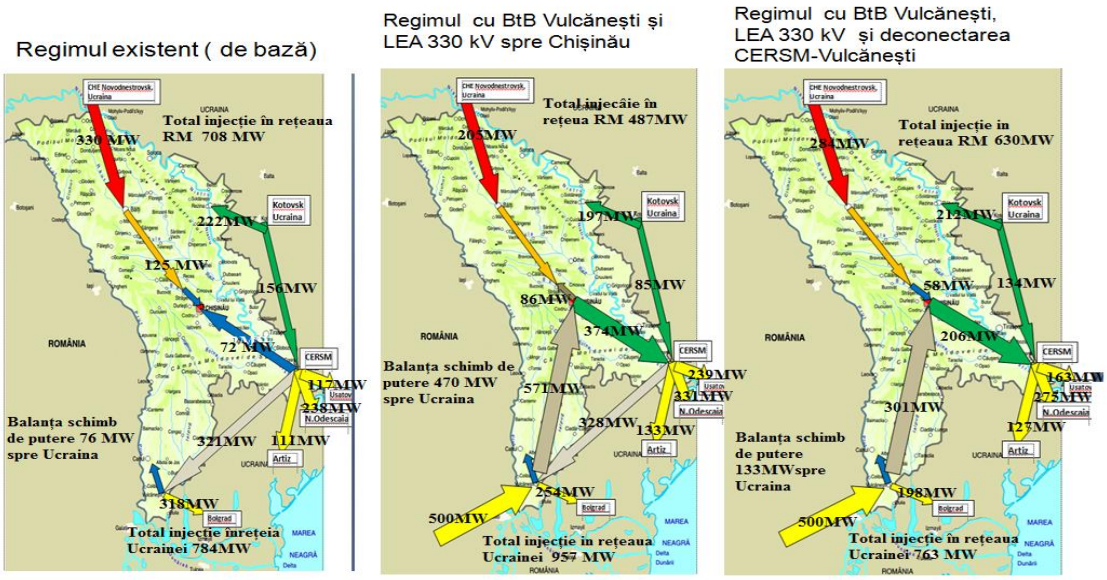

Рис.4. Направление потоков мощности для различных вариантов топологии сетей высокого напряжения 330/400 кВ энергосистемы Молдовы

Таблица 1.

Изменение режима работы молдавской энергосистемы при установке на подстанции Вулкэнешть ВПТ мощностью 500 МВт

Характеристика топологии анализируемой цепи и исходные обобщенные данные	Исходная схема без ВПТ-базовый режим		ВПТ на подстанции 400 кВ Вулкэнешть	
	Мощность, МВА, МВт, МВАр	Коммен-тарии	Мощность, МВА, МВт, МВАр	Комментари и
Обобщенные данные по расчетной схеме				
Число узлов	5105		5108	
Число ветвей	7811		7816	
Число зон	4		4	
Молдова	Nr.1		Nr.1	
Румыния	Nr.2		Nr.2	
Украина	Nr.3		Nr.3	
Остальная часть сети	Nr.4		Nr.4	
Суммарная установленная мощность генерации ($P_{\Sigma G}$)	122052		122722	Плюс 500 МВт ВПТ Вулкэнешть
Суммарная нагрузка ($P_{\Sigma S}$)	118839		119939	
Переменные суммарные потери ($P_{\Sigma \mathrm{var}}$)	2961		3132	
Постоянные суммарные потери ($P_{\Sigma const.}$)	251		250.04	
Суммарная мощность генерации в Молдове (P_{MG})	1127		1627	ВПТ считается как собственная генерация
Суммарная мощность нагрузки в Молдове (P_{MG})	1151		1651	
Потери в ЭЭС Молдовы (D_M)	82.3		88.16	
Импорт (-) и экспорт (+) в Молдове $P_{\mathrm{Imp}/Exp}$	-107	Из Украины	-113	Из Украины
Потребленная мощность в Молдове ($P_{Mcons.}$)	1234		1651	
Характеристика потоков мощности в электрических линиях ЭЭС Молдовы				
ВЛ 330-1 МГРЭС-Кишинэу	35.1-j21.5	На Кишинэу	188-j21	На МГРЭС
ВЛ 330-2 МГРЭС-Кишинэу	37-j19.6	На Кишинэу	186-j31	На МГРЭС
ВЛ330 ГЭС Новоднестровск-Бэлць	330+j77,6	На Бэлць	205+j86	На Бэлць
ВЛ 330 Стрэшень- Кишинэу	125+j57.3	На Кишинэу	86+j80.5	На Стрэшень
ВЛ 330 МГРЭС-Усатово	117.3+j84	На Усатово	239+j65	На Усатово
ВЛ 330 МГРЭС-Новая Одесса	238+j124.4	На Н.Одесск.	331+j116	На Новую Одессу.
ВЛ 330 МГрЭС-Арциз	111+j33.2	На Арциз	133+j28	На Арциз
ВЛ Котовск-МГРЭС	156+j19.6	На МГрЭС	85+j42	На МГРЭС
ВЛ 330-1 Котовск-Рыбница	104.3+j13.2	На Рыбницу	78.2+j18.3	На Рыбницу
ВЛ 330-2 Котовск-Рыбница	118.9+j19.2	На Рыбницу	118.9+j19.1	На Рыбницу
ВЛ 400 МГРЭС-Вулкэнешть	321+j3.8	На Вулкэнешть	328.5+j36.3	На Вулкэнешть
ВЛ 400 Исакча- Вулкэнешть	0	Отключена	500+j0	На

				Вулкэнешть
ВЛ 330 Вулкэнешть - Кишинэу	0	Не построена	571-j18.4	На Кишинэу

Таблица 2.

Баланс обменной мощности по сетям 330/400кВ Молдова-Украина-Румыния

Направление потока обменной мощности	Молдова-Украина, МВт	Украина-Молдова, МВт	Небаланс по обменной мощности Молдова-Украина, МВт	Румыния-Молдова, МВт	Небаланс по обменной мощности Молдова-Румыния, МВт
Базовый сценарий	708	784	76	0	0
ВПТ +ВЛ330 кВ (Вулкэнешть-Кишинэу)+ВЛ400 кВ (МГРЭС- Вулкэнешть)	487	957	470	500	-500
ВПТ +ВЛ330 кВ (Вулкэнешть-Кишинэу)	630	763	133	500	-500

В базовом сценарии загрузка в ВЛ 330 кВ МГРЭС-Кишинэу составляет около 15% от натуральной мощности и поток энергии направлен в сторону Кишинэу. Поток мощности от величины ее по ВЛ 330 кВ ГЭС Новоднестровск (Украина) - Бэлць (Молдова) близок по значению к натуральной мощности этой одноцепной линии. По линии ВЛ 400 кВ МГРЭС-Вулканешть передается 321 МВт активной мощности в базовом режиме, которая распределяется по сетям 110 кВ с шин подстанции Вулкэнешть потребителям с юга Молдовы и Украины. В табл. 3 представлены данные о потреблении мощности от подстанции Вулкэнешть потребителями из Молдовы и Украины по ВЛ 110 кВ для базового режима и при изменении мощности ВПТ от 100 МВт до 500 МВт. При параллельной работе ВПТ и МГРЭС и регулировании мощности инжекции ВПТ в линии высокого напряжения наблюдается рост потока мощности в ВЛ 110 кВ, через которые питаются потребители юга Молдовы и Украины, но темп прироста значений этих потоков мощности в линиях 110 кВ ниже, чем прирост мощности инжекции в молдавскую энергосистему от ВПТ.

Таблица 3.

Потоки активной мощности по ВЛ 110 кВ в узле Вулкэнешть к потребителям из Молдовы и Украины

ВПТ, МВт	Украина, МВт	Молдова, МВт	Украина+Молдова, МВт
0	97	74	168
100	99	86	185
200	104	99	203
300	109	110	219
400	114	123	237
500	118	134	252

Анализ потокораспределения в базовом варианте в сетях 330 кВ показывает, что от шин 330 кВ МГРЭС в сторону Украины (Усатово, Новая Одесса, Арциз) передается в базовом варианте около 466 МВт, а по ВЛ 330 кВ Котовск- МГРЭС на шины 330 кВ МГРЭС, поступает 156 МВт. Переток можно рассматривать в качества особенности режима для базового варианта функционирования молдавской энергосистемы параллельно с энергосистемой Украины.

Суммарный входной поток мощности из энергосистемы Украины в энергосистему Молдовы по линиям ВЛ 330 кВ ГЭС

Новоднестровск (Украина)- Бэлць (Молдова) и Котовск- Рыбница, а также с учетом перетока по ВЛ 330 кВ Котовск- МГРЭС равен в базовом режиме 709 МВт. Активная мощность, передаваемая из Молдовы в Украину по югу в базовом режиме, составляет 466 МВт, а с учетом перетока от шин 110 кВ подстанции Вулкэнешть суммарное значение перетока в южном направлении из Молдовы в Украину составляет около 563 МВт, т.е. небаланс находится на уровне 10 МВт.

Установка ВПТ в Вулкэнешть приводит к изменению перетока активной мощности в сетях высокого напряжения.

Включение в рассечку ВЛ 400 кВ Исакча-Вулкэнешть ВПТ 500 МВт и подключение к этому узлу ВЛ 330 кВ Вулкэнешть-Кишинэу сопровождается изменением перетока мощности между энергосистемами Молдовы, Украины и Румынии. В базовом сценарии по ВЛ 400 кВ от МГРЭС в сторону подстанции Вулкэнешть протекает 328 МВт активной мощности, что в сумме обеспечивает в этом узле приток в 828 МВт по стороне 400 кВ. По ВЛ 330 кВ Вулкэнешть-Кишинэу в сторону Кишинэу передается 571 МВт, а 254 МВт распределяется потребителям Украины и Молдовы по сетям 110 кВ.

Существенным моментом следует считать и то, что произошло изменение не только значения потока мощности в ВЛ 330 кВ МГРЭС-Кишинэу, но и его направление из узла нагрузки Кишинэу в сторону шин 330 кВ МГРЭС. Суммарное изменение потока мощности с учетом изменения его направления в ВЛ -330 кВ МГРЭС- Кишинэу составило 446 МВт. При этом произошло уменьшение значения потока активной мощности по ВЛ330 кВ ГЭС-Новоднестровск – Бэлць с 330 МВт до 205 МВт. В этом режиме возрастет выдача мощности с шин 330 кВ МГРЭС в сторону Украины (в сторону Усатово, Новая Одесса и Арциз) до значения 703 МВт, что почти в два раза превышает обменную мощность с этих шин по сравнению с базовым сценарием. Уменьшается поток мощности с 156 до 85 МВт в сторону МГРЭС по ВЛ 330 кВ Котовск – МГРЭС.

Включение в узле Вулкэнешть ВПТ приводит к существенному небалансу по обменной мощности между энергосистемами Молдовы и Украины. Для рассмотренных сценариев этот небаланс составил: 76 МВт (базовый сценарий), 470 МВт (параллельная работа ВПТ и МГРЭС в узле Вулкэнешть) и 133 МВт при отключении ВПТ 500 МВт от ВЛ 400 кВ МГРЭС-Вулкэнешть.

Данные из табл. 3, которые относятся только к узлу Вулкэнешть, показывают на достаточно очевидное влияние величины мощности, передаваемой по ВПТ, на характер загрузки ВЛ 110 кВ, которые питают электрической энергией потребителей юга Украины и Молдовы. Следовательно, оценка уровня небаланса по обменной активной мощности между энергосистемами Молдовы и Украины должна призводиться с учетом и перетока мощности по линиям связи напряжением 110 кВ. Неучет перетоков по этим линиям может привести к ошибочным выводам о режиме работы молдавской энергосистемы.

Появление небаланса по обменной мощности между энергосистемами Молдовы и Украины может быть источником недоразумений в отсутствие контрактных обязательств сторон.

Изменение топологии молдавской энергосистемы при эксплуатации ВПТ 500 МВт Вулкэнешть и ВЛ 330 кВ Вулкэнешть-Кишинэу приводит к увеличению по расчетным данным потерь мощности в рассмотренной объединенной региональной энергосистеме с 2961 МВт (базовый сценарий) до 3132 МВт, следовательно прирост потерь активной мощности на 171 МВт или на 5,77 %. Потери активной мощности (расчетные) при передаче по ВПТ 500 МВт Вулкэнешть в молдавскую энергосистему возрастают по сравнению с базовым сценарием на 5,86 МВт, т.е. на 7,1 %.

Рассмотренный вариант сооружения ВПТ на подстанции 400 кВ Вулкэнешть и передача дополнительной мощности из энергосистемы Румынии в энергосистему Молдовы требует тщательного анализа как режимных, так и стоимостных и тарифных показателей. При вводе еще двух ВПТ и соответствующих линий электропередачи Стрэшень-Яссы, Белць- Сучава могут быть значительно увеличены перетоки мощности из энергосистемы Румынии в энергосистему Молдовы и наоборот. Это еще в большей мере повлияет на режимы не только молдавской, но и украинской энергосистем. В связи с этим, развитие межсистемных связей энергосистем Молдовы и Румынии носит международный характер и поэтому должно осуществляться с учетом интересов и, соответственно, обязательств, всех заинтересованных сторон.

Отечественный и международный опыт подтверждает несомненную целесообразность создания и развития объединенных энергосистем. В итоге, реализация крупных проектов подобного типа должна сопровождаться получением суммарного экономического эффекта для

участвующих сторон и удешевлением тарифов на электрическую энергию, отпускаемую потребителям, повышением надежности энергоснабжения, показателей энергетической безопасности в масштабах каждой страны и региона в целом.

Важно также провести работу по оценке имеющихся резервов в существующих энергосистемах. К таким резервам относятся недоиспользованные мощности Молдавской ГРЭС, восстановление ВЛ 750 кВ Южно-Украинская АЭС – Исакча и других. Необходимо также использовать новые современные эффективные средства генерации и передачи [9] электроэнергии и управления режимами энергосистем.

Выводы

1.Реализация межсистемной асинхронной связи молдавской и румынской энергосистем при строительстве ВПТ приводит к существенному изменению перетоков активной мощности в молдавской и украинской энергоситемах.

2.Возникает небаланс энергосистемы Молдовы по перетокам с севера республики по ВЛ 330 кВ и в сторону Украины с юга. Величина этого небаланса по перетоку составляет порядка 133 МВт при отключении ВЛ 400 кВ МГРЭС-Вулкэнешть и порядка 470 МВт при параллельной работе ВПТ в Вулкэнешть и МГРЭС и при сохранении их связи по ВЛ 400 кВ МГРЭС-Вулкэнешть.

3.Вследствие возникших перетоков мощности по внутренним сетям высокого напряжения (от Вулкэнешть в сторону Кишинэу и от Кишинэу в сторону шин 330 кВ МГРЭС) наблюдается увеличение потерь активной мощноси в молдавской энергосистеме на 7,1% по сравнению с базовым вариантом. Рост суммарных потерь мощности в рассмотренной объединенной энергосистеме равен 171 МВт (2961 МВт до 3132 МВт), что составляет 5,77%.

4.Реализация проекта усиления межсистемных связей энергосистем Молдовы и Румынии затрагивает интересы и Украины и МГРЭС. Для исключения возможных сложностей в будущем, гармонизации интересов, а также оптимизации функционирования региональной энергосистемы необходимо согласовать режимы работ энергетических объектов, принадлежащих заинтересованным сторонам.

5.При выполнении ТЭО следует рассматривать и варианты принудительного регулирования потоков мощности по внутренним сетям и межсистемным связям молдавской и украинской энергосистем за счет использования специальных фазорегулирующих устройств. Последние могут успешно решить возможные проблемы из-за нерегулируемого обмена потоками мощности между молдавской, украинской и румынской энергосистемами.

Список использованной литературы

1 Hotărîre Nr.958 din 21.08.2007 cu privire la Strategia energetică a Republicii Moldova pînă în anul 2020. http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&id=325108

2 HOTĂRÎRE Nr.102 din 05.02.2013 cu privire la Strategia energetică a Republicii Moldova pînă în anul 2030. http://lex.justice.md/md/346670/

3 Strategii de cheltuieli in domeniul energetic: 2013 – 2015, 2014 − 2016, 2015 − 2017, 2016 − 2018. http://www.mec.gov.md/ro/content/strategii-de-cheltuieli-domeniul-energetic

4 Raport privind implementarea SSC in domeniul energetic pentru 2013 şi 2015. http://www.mec.gov.md/ro/content/strategii-de-cheltuieli-domeniul-energetic.

5 Strategii de cheltuieli in domeniul energetic: 2013 – 2015, 2014−2016, 2015−2017, 2016−2018. http://www.mec.gov.md/ro/content/strategii-de-cheltuieli-domeniul-energetic

6 Moldova-Romania Power Systems Interconnection Project. http://www.moldelectrica.md/ro/pages/mold_rom_project_en

7 Cinci proiecte care vor consolida securitatea energetică a Moldovei. http://capital.market.md/ro/content/cinci-proiecte-care-vor-consolida-securitatea-energetica-moldovei?page=5

8 Anca Popescu, Daniela Burnete, Marian Dobrin. Posibilităţile de creştere a siguranţei în alimentarea cu energie în Republica Moldova.[Text] International conference "Energy of Moldova – 2016. Regional aspects of Development" 29 September -1 October, 2016 - Chisinau, Republic of Moldova. Pp.630−634. http://www.ie.asm.md/assets/files/16A-102.pdf

9 Постолатий В.М., Быкова Е.В., Суслов В.М., Шакарян Ю.Г., Тимашова Л.В., Карева С.Н. Эффективность компактных управляемых высоковольтных линий электропередачи. [Текст] *Problemele energeticii regionale*. Nr.3(29), 2015. pp.1−17. ISSN 1857-0070

MODES OF THE MOLDOVA'S POWER SYSTEM WITH BACK-TO-BACK INSATALTION AT THE SUBSTATION VULCANESTI FOR CONNECTION WITH THE POWER SYSTEM OF ROMANIA

V. Postolaty, V. Berzan, E. Bykova
Institute of Power Engineering of the Academy of Science of Moldova

Abstract. *The results of analysis of the operating mode of power system of the Republic Moldova when accomplishing the interconnection with the power system of Romania using the Back-to-Back (BtB) power unit at the transformer station Vulcanesti have been presented in the paper. Installation of BtB leads to the loading of overhead power line (OPL) 330kV Vulcanesti-Chisinau up to 571 MW with the change of the value and the direction of power flux in OPL from Chisinau toward Kuchurgan power station, the decrease of power flux entering the north of the country (OPL 330kV HPP Dnestrovsk - Balti) and in the OPL 330kV (Kotovsk- Kuchurgan power station).*
It is pointed that the accomplishment of asynchronous interconnection with Romania has the impact at regional scale causing the change of power fluxes both in the power system of the Republic of Moldova and of Ukraine with Romania including the Moldovan GRES.
The task is put on the need for a comprehensive study of the new operating conditions of the Moldovan energy system. It is also necessary to take into account the interests of the energy systems of Ukraine and Romania, as well as the Moldovan GRES when considering further directions for the development of the region's energy, including technical and economic aspects.

Key words: *interconnection, power system, Back-to-Back, distribution, power fluxes.*

РЕЖИМИ ЕНЕРГОСИСТЕМИ МОЛДОВИ ПРИ ВВЕДЕННІ В РОБОТУ ВСТАВКИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА ПІДСТАНЦІЇ ВУЛКАНЕШТЬ ДЛЯ ЗВ'ЯЗКУ З ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ РУМУНІЇ

В. М. Постолатій, В. П. Берзан, О. В. Бикова
Інститут енергетики Академії наук Молдови

Анотація. *У статті представлені результати аналізу режиму роботи енергосистеми Республіки Молдова при реалізації міжсистемного зв'язку з Румунією із застосуванням вставки постійного струму (ВПТ) на трансформаторній підстанції Вулкэнешть. Установка ВПТ у Вулкэнешть дозволяє здійснювати перетікання потужності ЛЕП 330 кВ Вулканешты-Кишинів до 571 МВт при зміні величини і напряму перетікання потужності по ЛЕП 330 кВ з Кишинева у бік МГРЭС, перетікання з півночі і сходу зменшується (ЛЕП 330 кВ Бельцы-Дністровська ГЭС і ЛЕП 330 кВ Котовск- МГРЭС). Асинхронний зв'язок з Румунією призводить до змін потоків потужності як в електроенергетичній системі Республіки Молдова, так і в мережах української, румунської енергосистем і впливає на режим роботи МГРЭС Ставиться завдання про необхідність комплексного дослідження нових умов роботи енергосистеми Молдови. Необхідно також враховувати інтереси енергосистем України і Румунії, а також Молдавською ГРЭС при розгляді подальших напрямів розвитку енергетики регіону, включаючи технічні і економічні аспекти.*

Ключові слова: *міжсистемний зв'язок, вставка постійного струму, перетікання потужності, втрати активної потужності, тариф.*

Получено:17.04.2017

Постолатий В. М. Академик АНМ, доктор хабилитат технических наук, зав. Лабораторией управляемых линий электропередачи. Области научного интереса: управляемые самокомпенсирующиеся линии электропередачи, компактные ВЛ, оборудование регулирования режимов в энергосистемах, энергетическая безопасность. Автор более 250 научных публикаций, 30 патентов на изобретения, в том числе 21 зарубежного патента. E-mail: postolatii@rambler.ru

Postolaty V.M. Academician of the ASM, doctor habilitat of technical sciences, head. Laboratory of controlled power lines. Areas of scientific interest: controlled self-compensating transmission lines, compact overhead lines, equipment for regulating modes in power systems, energy security. The author of more than 250 scientific publications, 30 patents for inventions, including 21 foreign patents

Берзан В. П. Доктор хабилитат технических наук, зам. Директора по науке Института энергетики АНМ. Область научных интересов: энергетика, установившиеся и переходные процессы в электрических цепях, математическое моделирование, диагностика энергооборудования. Автор более 350 научных публикаций, 30 патентов на изобретения, в том числе 1 зарубежного патента, 12 монографий, 3 учебных пособия. E-mail: berzan@ie.asm.md

Berzan V.P. Doctor habilitat of technical sciences, deputy Director for Science of the Institute of Energy of the ASM. Area of scientific interests: power engineering, steady and transient processes in electrical circuits, mathematical modeling, diagnostics of power equipment. The author of more than 350 scientific publications, 30 patents for inventions, including 1 foreign patent, 12 monographs, 3 manuals

Быкова Е. В. Доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Лаборатории управляемых электропередач Института энергетики АНМ. Сфера научных интересов: электрические сети и системы и управление ими, управляемые электропередачи, энергетическая безопасность, моделирование процессов в энергетике. E-mail: elena-bicova@rambler.ru

Bykova E. V. Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Controlled Power Transmission of the Energy Institute of the ASM. Sphere of scientific interests: electrical networks and systems and their management, controlled power transmission, energy security, modeling of processes in power engineering