

УДК 621.316

Юрченко Иван Олегович, студент, 4 курс
Долгопол Татьяна Леонидовна, доцент
(КузГТУ, г. Кемерово)
Yurchenko Ivan, student
Dolgopol Tatiana, docent
(KuzSTU, Kemerovo)

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛИКВИДАЦИИ ДЕФИЦИТА МОЩНОСТИ В ОТДЕЛЬНЫХ ЭНЕРГОРАЙОНАХ

ELABORATION OF MEASURES TO ELIMINATE THE SHORTAGE OF ELECTRICAL CAPACITY IN CERTAIN REGIONS

Увеличение электрической нагрузки в отдельных регионах России за счет бытовых или промышленных потребителей обуславливает необходимость выбора наиболее эффективного варианта покрытия дефицита мощности. В статье на примере энергосистемы Оренбургской области произведено сравнение как традиционных способов решения данной проблемы, так и с использованием самых современных технологий.

There is the necessity of choosing the most efficient way to cover the deficit of power, because the domestic or industrial consumers' electrical load is increasing in certain Russian regions. This paper compares the traditional ways and the methods with using the most modern technologies to solve this problem, taking the power system of the Orenburg region as an example.

В 2015 году в России произошло общее уменьшение электропотребления на 0,5% по сравнению с 2014 г. [1]. При этом в отдельных регионах остро стоит проблема с дефицитом мощности, причиной возникновения которой является увеличение нагрузки из-за необходимости электрификации вводимых в эксплуатацию новых месторождений нефти и газа. Покрытие дефицита возможно либо за счет ввода новых генерирующих мощностей в данном регионе, либо перетоками мощности из соседних регионов при наличии резерва по пропускной способности линий электропередач.

Увеличение генерации требует развития и сетевого хозяйства: строительства новых подстанций и сооружения линий электропередач. Увеличение генерации за счет строительства традиционных тепловых электростанций не только очень затратное, но и долгосрочное мероприятие. Наиболее подходящим вариантом, как по затратам, так и срокам ввода в эксплуатацию является использование газотурбинных электростанций

(ГТЭС). ГТЭС могут быть использованы в качестве резервных источников питания, включаемых при возникновении аварийных ситуаций в энергосистеме, а в районах строительства в качестве временных электростанций. Наиболее же целесообразно использовать их в местах новых разрабатываемых месторождений полезных ископаемых, особенно в районах месторождений нефти, где ГТЭС могут работать на попутном газе.

Лидером в утилизации попутного нефтяного газа является ОАО «Сургутнефтегаз», 47% всех объектов которого снабжаются электроэнергией благодаря переработке газа. В энергосистеме Кузбасса уже два года находится в эксплуатацию газотурбинная электростанция «Новокузнецкая», предназначенная для покрытия дефицита мощности в период пиковых нагрузок на юге региона.

ГТЭС «Новокузнецкая» работает не постоянно, не более 2000 часов в год, только в пиковом режиме, когда электропотребление в энергосистеме резко увеличивается и затем быстро падает.

Таким образом, преимущества ГТЭС очевидны: возможность работы на попутном газе, небольшой срок изготовления (12 месяцев), а также короткий период монтажа и проведения пусконаладочных работ, способность оперативно выдавать электроэнергию, так как время набора мощности составляет не более 18 минут.

Другим вариантом решения проблемы дефицита мощности является передача избыточной энергии из соседних регионов. Как правило, это связано с необходимостью увеличения пропускной способности имеющихся линий и подстанций в энергосистеме. Для этой цели можно использовать современные технологии, такие, например, как система FACTS.

Суть этой электросетевой технологии заключается в том, что электрическая сеть из пассивного устройства по передаче электрической энергии превращается в устройство, активно участвующее в управлении режимами работы сетей. Кроме повышения пропускной способности линий электропередач, устройства FACTS предназначены для снижения потерь в электрических сетях, обеспечения принудительного распределения мощности в электрических сетях в соответствии с требованиями диспетчера, повышения надежности электроснабжения потребителей, а также обеспечения устойчивой работы энергосистемы при различных возмущениях. Существует множество технических устройств, входящих в состав FACTS, но рассмотрим из них только использование таких элементов, как СТАТКОМ, УУПК, ОПРМ. Статический компенсатор реактивной мощности на базе преобразователя напряжения (СТАТКОМ) предназначен для стабилизации напряжения, увеличения пропускной способности ЛЭП, повышения устойчивости при переходных процессах, УУПК (управляемое устройство продольной компенсации) регулирует сопротивление линии и тем самым обеспечивает перераспределение мощности по ЛЭП, Объединенный регулятор потоков активной и реактивной мощности (ОПРМ) применяется для

комплексного регулирования потоками активной и реактивной мощности, передаваемой по линии.

Еще одним способом повышения эффективности работы электрических сетей за счет управления энергопотоками является применение фазоповоротных трансформаторов.

Как известно, потоки активной мощности в линиях переменного тока пропорциональны синусу угла фазового сдвига между векторами напряжений источника питания, расположенного в начале линии, и электроприемника в конце линии. Меняя величину угла фазового сдвига между векторами напряжений источника и электроприемника в одной или нескольких линиях, можно перераспределить потоки мощности между ними. Фазоповоротный или фазосдвигающий трансформатор (ФПТ) осуществляет это принудительное, целенаправленное изменение значения угла фазового сдвига.

Таким образом, с помощью ФПТ можно управлять потоками активной и реактивной мощностей в трехфазных сетях переменного тока и в режиме максимальной нагрузки разгрузить наиболее загруженную линию, перераспределив потоки мощности оптимальным образом.

Наиболее актуально использование фазоповоротных трансформаторов в мощных ЛЭП, так как за счет оптимизации условий работы сети их высокая стоимость быстро окупается.

В Великобритании фазоповоротные трансформаторы начали применять еще в 1969, во Франции их устанавливают начиная с 1998 года, с 2002 года началось внедрение в Голландии и Германии.

В России до сих пор не установлено ни одного ФП, что серьезно замедляет развитие энергосистемы России, хотя в СССР велись разработки так называемого кросс-трансформатора и в 2009 году был применен первый в СНГ фазоповоротный трансформатор в Казахстане.

Дефицит мощности можно ликвидировать применением схемных решений. Этот вариант можно назвать практически бесплатным, но очень малоэффективным. Фактически это «выжимание» всего, что можно из имеющейся системы. Результат достигается путем дозагрузки мало загруженных линий и уменьшения проходящих мощностей.

Рассмотрим эффективность и целесообразность различных вариантов по ликвидации дефицита мощности на примере Оренбургской области. Оренбургская энергосистема состоит из четырех энергорайонов: Восточный, Центральный, Западный и Северный. Восточный и Центральный энергорайоны имеют развитую энергетическую инфраструктуру. По состоянию на 2015 год энергосистема Оренбургской области является избыточной, однако Северный и Западный энергорайоны являются дефицитными, поэтому электроснабжение потребителей на их территории осуществляется от энергосистем соседних регионов: Татарстана, Самарской области и Башкортостана. Анализ указанных энергорайонов показал, что

электрические сети в них развиты слабо, электростанции отсутствуют. В настоящее время электрическая нагрузка составляет 50 МВт в Северном энергорайоне и 150 МВт – в Западном. При этом в Западном энергорайоне Оренбургской энергосистемы уже появилась высокая вероятность ввода графика временного отключения из-за превышения максимально допустимых перетоков мощности. Возникновение еще большего дефицита электрической энергии в указанных энергорайонах обусловлено разработкой новых месторождений по добыче полезных ископаемых (нефти и газа): нехватка мощности составит около 600 МВт к 2025 году.

Результаты сравнения способов покрытия дефицита мощности по экономическим затратам и срокам реализации сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты оценки мероприятий по ликвидации дефицита мощности

Наименование мероприятия	Срок реализации, год	Затраты, млрд. руб
Увеличение пропускной способности имеющихся линий (установка FACTS) СТАТКОМ, ОПРМ, УУПК	2,5	1,8
Строительство новых сетей (ЛЭП, ПС): двухцепные ЛЭП 220 кВ, ЛЭП 110кВ, ПС 500/220/110	4 - 5	4,7
Применение фазоповоротного трансформатора	3	2
ГТЭС	5 - 6	18
Реализация схемных решений	3 месяца	0

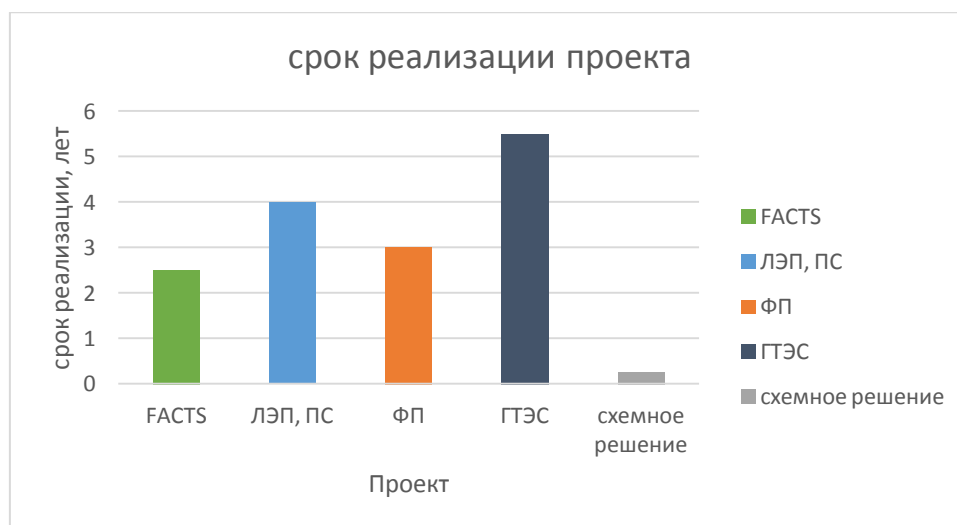


Рис. 1. Сравнение сроков реализации проектов

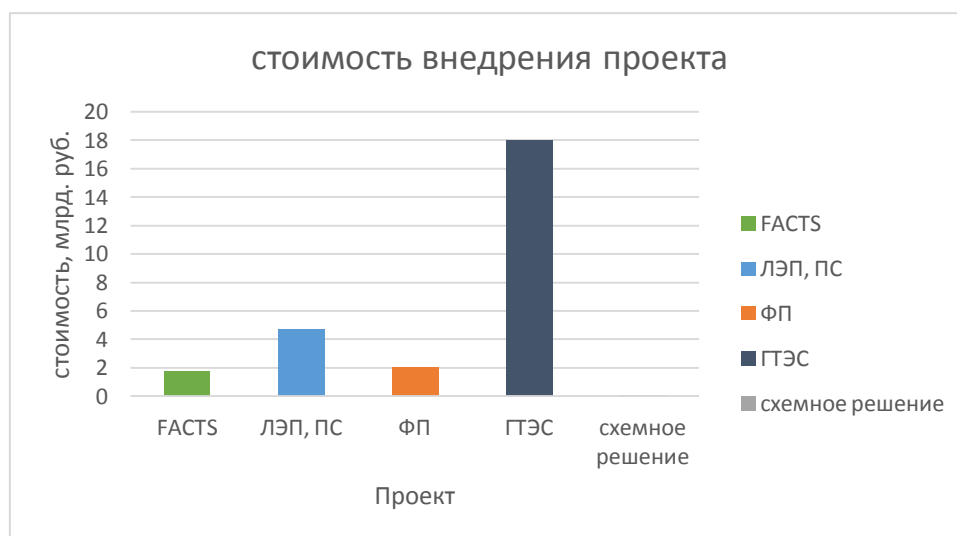


Рис. 1. Стоимость реализации проектов

Проанализировав полученные результаты, можно сказать, что самым целесообразным вариантом является установка системы FACTS как по стоимости, так и по времени реализации. Кроме этого система FACTS позволяет увеличить энергоэффективность системы в целом, что является одной из основных целей программы развития энергетики РФ до 2025 года.

Для решения проблемы дефицита мощности в Оренбургской области был выбран комплексный вариант, реализуемый в течение определенного периода времени: сначала установка системы FACTS с одновременным началом сооружения ЛЭП и строительства подстанций, а затем установка ГТЭС для покрытия пиковых нагрузок.

Стоит отметить, что система FACTS внедряется в течение 2 - 3 лет и решает уже существующую на данный момент проблему с дефицитом мощности, все остальные варианты требуют большего периода времени для их реализации.

Список литературы

1. Интернет ресурс: сайт министерства энергетики РФ [<http://minenergo.gov.ru/node/3851>]
2. Интернет ресурс: Международная энергосберегающая компания [<http://iescorporation.org/facts/index.html>]
3. Интернет ресурс: сайт ПАО «ФСК ЕЭС» [http://fsk-ees.ru/common/img/uploaded/managed_systems.pdf]
4. Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ для электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС».
5. СТО 56947007- 29.240.121-2012 Сроки работ по проектированию, строительству и реконструкции подстанций, и линий электропередачи 35-1150 кВ.