ЗАДАЧИ СОГЛАСОВАНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ТРАДИЦИОННЫМИ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ В ОБЪЕДИНЕННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ УКРАИНЫ И КРЫМА

Велиев Т.Ю., студент группы НВИЭ-501, Сокут Л.Д., доцент, канд. техн. наук
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В работе рассматриваются особенности совмещения режимов генерации традиционных электростанций гарантированной мощности с режимами генерации солнечных и ветровых электростанций, мощность которых определяется вероятностными характеристиками первичных энергоносителей – энергией ветра и солнечного излучения.

ВВЕДЕНИЕ

Возможности совмещения режимов генерации традиционных электростанций гарантированной мощности - атомных (АЭС), тепловых (ТЭС), теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), а также гидроэлектростанций (ГЭС, ГАЭС) в объединенной энергосистеме Украины (ОЭСУ) и, в частности, в Крыму с режимами генерации солнечных (СЭС) и ветровых электростанций (ВЭС), мощность которых определяется вероятностными характеристиками первичных энергоносителей – энергией ветра и солнечного излучения, являются насущной технической задачей в связи с ростом мощности ВЭС и СЭС.

Как известно [1], режимы работы ОЭСУ определяются суточными графиками покрытия нагрузок (СГПН) – согласованием генерируемой мощности источников и потребляемой мощности приемников. СГПН в ОЭСУ сложились за многолетний период эксплуатации исключительно с традиционными электростанциями гарантированной мощности.

СГПН включает базовую (нерегулируемую) часть мощности в составе АЭС, промышленных ТЭС и ТЭЦ, регулируемую часть, которая обеспечивается ТЭС, и резервную часть мощности за счет ГЭС и ГАЭС. Включение ВЭС и СЭС возможно только в регулируемую и в резервную часть СГПН [2]. Однако, при этом требуется тщательная оценка прогнозируемой вероятностной мощности ВЭС и СЭС с учетом фактических значений коэффициентов использования установленной мощности (КИУМ) и определение алгоритма регулирования мощности ОЭСУ в случае отклонения заявленной в СГПН прогнозируемой мощности ВЭС и СЭС на предстоящее время (обычно на 6 часов, на двое суток и на семь суток) от фактической, получаемой в это время.

Очевидно, алгоритм должен предусматривать почасовую и посуточную замену мощности ВЭС и СЭС в действующем СГПН за счет других станций и должен предусматривать быстрый ввод резервов замены за счет ТЭС в случае отказа генерации ВЭС и СЭС.

Различие в параметрах и режимах работы традиционных электростанций гарантированной мощности и электростанций на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) характеризуем несколькими показателями, важными с точки зрения реализации СГПН в ОЭСУ (табл.1): - установленная мощность;- количество блоков мощности; - регулируемый диапазон мощности;- время выхода на режим; - скорость регулирования мощности;- степень автоматизации;

- вероятность реализации мощности в СГПН; среднегодовая величина КИУМ [1,2].

Таблица 1

Параметры электростанций

Параметры	АЭС	ТЭС	ГЭС	ВЭС	СЭС
Установленная мощность станции, МВт	1000-6000	100-3600	30-361	1,5-200	8-1000
Установленная	600, 1000	От 10 до 300	От 3 до	От 0,1 до 3,0	0,5

мощность блока, МВт			117		
Количество энергоблоков	1-6	2-12	4-16	15-100	Более 100
Средняя годовая величина КИУМ	0,9	0,6...0,75	0,5	0,1...0,3	0,1...0,2
Регулируемый диапазон мощности, % от номинальной	нет	до 30	до 90	до 95	до 95
Способ регулирования мощности	P*	P**	P***	P****	P*****
Время выхода на режим, час	Свыше 48	От 6 до 12	до 0,3	При наличии первичного энергоносителя	
				до 0,15	до 0,1
Скорость регулирования мощности; % от номинала в минуту	Нет	0,6	0,1	При наличии первичного энергоносителя 0,05	
Степень автоматизации	Полная	Частичная		Полная	
Вероятность реализации мощности в СГПН	Только в базовой части графика	В базовой и регулируемой части	Только в резервной части графика	В регулируемой части графика при наличии заявки по прогнозу на 6, 48 и 168 часов, только за счет уменьшения доли ТЭС	

Дополнительные обозначения в табл.1:

P* - регулирование мощности введением поглощающих стержней в технологических режимах;

P** - регулирование мощности либо числом включенных блоков ТЭС (заявка на предстоящее включение за сутки, по СГПН.), либо изменением мощности турбины, глубина изменения до 23 % от номинальной величины;

P*** - регулирование числом включенных блоков и мощностью гидротурбины;

P**** - регулирование числом включенных ВЭУ; регулированием мощности режима генерации трехфазного асинхронного генератора с фазным ротором (генератора двойного питания) при мощных ВЭУ;

P***** - регулирование числом включенных фотопреобразователей и инверторов;

P****, P***** - оба вида регулирования в заданном объеме возможны только при наличии первичного энергоносителя.

Из данных табл.1. следует, что совмещение режимов генерации АЭС, ТЭС, ТЭЦ, ГЭС, ГАЭС в объединенной ОЭСУ с режимами генерации СЭС и ВЭС представляет сложнейшую технико-экономическую задачу. Решение этой задачи осложняется, в первую очередь, технической отсталостью и соответственно недостатком режимов и диапазонов регулирования технически устаревших традиционных электростанций, имеющих срок службы свыше 30...40 лет.

Повышение скорости и глубины регулирования блоков ТЭС требует огромных затрат. Для примера, при модернизации Бурштынской ТЭС (ОАО «Западэнерго», в составе ТЭС 8 блоков по 195 МВт, 4 блока по 185 МВт) при включении ее в восточно-европейскую объединенную энергосистему (ОЭС) «CENTREL» для экспорта электроэнергии было затрачено 8 миллионов долларов США [3].

Значительные масштабы использования ВЭС в энергосистемах Западной Европы и Америки свидетельствуют о возможности удовлетворительного совмещения режимов ветрогенерации с режимами электростанций гарантированной мощности. Условия такого совмещения в каждой энергосистеме определяются, в основном, техническими возможностями регулирующих электростанций и экономической целесообразностью использования этих возможностей в режимах генерации ВЭС.

ОЭСУ в силу сложившейся структуры источников генерации не располагает достаточным объемом регулируемых мощностей. Введение ВЭС в ОЭСУ должно выполняться с учетом ее специфики. Ветропотенциал территории Украины, который оценивается величиной 16 ГВт, может быть освоен по условиям регулирования мощности в ОЭСУ не более чем на 25% [3,4].

ВЭС в ОЭСУ должны замещать своей рабочей мощностью мощность ТЭС конденсационного типа. В результате замещения достигается снижение расхода органического топлива и уменьшение техногенной нагрузки на естественную среду. Замещение мощности ГЭС нежелательно по экономическим соображениям, т.к. электроэнергия ГЭС на порядок дешевле электроэнергии ВЭС. Замещение мощности АЭС, работающих в базисном режиме, недопустимо. Мощности промышленных станций и ТЭЦ, работающих по графикам тепловой нагрузки, также не могут быть замещены [1].

При этом замещаемые конденсационные ТЭС должны иметь техническую возможность изменять свою рабочую мощность, следуя характеру изменения мощности ВЭС. Регулирование мощности ТЭС не должно приводить к ухудшению технического состояния энергетического оборудования и экономическим потерям. В Украине подобным требованиям в наибольшей мере отвечают блочные ТЭС, которые могут снижать рабочую мощность на 22% – 23% от максимальной мощности до технического минимума. При расчетах мощностей ВЭС и ТЭС в относительных единицах, т.е. по отношению к величине мощности регулирующих тепловых станций $T_{min} = 1$ о.е. для любых суток, диапазон регулирования ТЭС составляет 0,3 о.е. Значения T_{min} в ожидаемых графиках покрытия нагрузок целесообразно принимать для рабочих дней, т.к. их количество в году составляет 70%, и использование ВЭС в эти дни наиболее эффективно. По данным [2,3] значения T_{min} в рабочие дни 2015 года изменяются по сезонам в пределах 8,1–13,2 ГВт. Учитывая, что часть ОЭСУ Украины работает в ОЭС CENTREL (участок Бурштынской ТЭС, установленной мощностью 1 ГВт), а перспективные территории для строительства ВЭС находятся вне этого участка, расчетная величина T_{min} должна быть уменьшена примерно на 1 ГВт, поэтому возможно оценить приемлемую установленную мощность ВЭС величиной от 3 ГВт до 5 ГВт. На начальном этапе развития промышленной ветроэнергетики Украины средняя величина 4 ГВт может служить достаточным ориентиром для реализации программ инвестирования ВЭС до 2015 года [4].

Нестабильность ветра, как энергоносителя, характеризуется колебаниями ветроэнергии до 50% в ее прогнозе для часовой вариации. Ошибка в сторону увеличения мощности (+) в ночные часы суток требует введения ограничений для ВЭС, а ошибки в сторону (–) компенсируются мощностью ТЭС. Ошибки ($\pm$) в прогнозе для других часов суток компенсируются регулируемой частью мощности ТЭС. Влияние положительных ошибок, приводящих к превышению предельной мощности ВЭС, можно устранить ограничениями мощности ВЭС.

Скорость изменения мощности ВЭС в колебаниях может превысить скорость изменения мощности ТЭС. Для совмещения скоростных характеристик ВЭС и регулирующих ТЭС (табл.1.) необходим дополнительный резерв мощности ГЭС. Суммарный объем вторичного резерва для компенсирующей мощности и совмещения скоростных характеристик оценивается величиной, в 1,5 – 1,9 раз превышающей значение фактически реализуемой мощности ВЭС за счет низких значений КИУМ.

В Крыму потребляемая мощность согласно СГПН составляет от 1 до 1,3 ГВт. Для Крыма характерно наличие двух максимумов суточной электрической нагрузки – зимнего, аналогично другим областям Украины и, в отличие от других районов, летнего максимума.

Летний максимум обусловлен курортным сезоном, в котором растет энергопотребление из-за практически вдвое возрастающего количества населения и, к тому же, за счет высокого уровня комфорта санаторно-курортных учреждений (например, повсеместного использования кондиционеров). Принимая значения T_{min} в 2015 году в Крыму в тех же пределах, что и в ОЭСУ, т.е. в пределах 0,4 – 0,6 ГВт, можем оценить среднюю величину мощности ВЭС и СЭС в Крыму для реализации программ инвестирования до 2015 года в пределах 0,2 – 0,3 ГВт. Причем для покрытия летнего максимума нагрузок в СГПН Крыма будут эффективны СЭС с наибольшей генерацией в летние месяцы.

ВЫВОДЫ

Совмещение режимов генерации традиционных электростанций гарантированной мощности с режимами генерации ВЭС и СЭС, мощность которых определяется вероятностными характеристиками первичных энергоносителей, представляет сложнейшую технико-экономическую задачу, решение которой осложняется технической отсталостью и соответственно недостатком режимов и диапазонов регулирования мощности традиционных электростанций и ограниченным опытом использования ВЭС и СЭС большой установленной мощности в ОЭСУ и в Крыму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая эксплуатация электрических станций и сетей. Правила.- Киев: Объединение энергетических предприятий «Отраслевой резервно-инвестиционный фонд развития энергетики», 2003 – 628 с.
2. В.А. Нейман. Ветроэлектрическая мощность в объединенной энергосистеме // Відновлювана енергетика. 2008. – № 2– С.58 –62.
3. Нейман В.А. Условия участия ВЭС в едином режиме покрытия нагрузок энергосистемы.: матеріали ХІ міжнародної конференції «Відновлювана енергетика ХХІ століття» (Миколаївка, АР Крим, 13-17 вер. 2010 р.) / В.А. Нейман, НАНУ, КПІ. – Київ, 2010. – С. 192-196.
4. Нейман В.А., Кармазин А.А. Предельная величина мощности ВЭС в ОЭС Украины // Электрические сети и системы. – 2008. – № 3. – С.15 – 17.

УДК 620.92:502.174.3):697.7

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НВИЭ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Ляшенко А.О., студент, Герчио И.Ю., старший преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Обобщена и проанализирована практическая информация по вопросам эффективного использования НВИЭ для удовлетворения потребностей «домашнего» энергосбережения. Сформулированы ряд принципов, которые могут способствовать более оптимальному и экономически выгодному использованию НВИЭ для отопления, горячего водоснабжения наших домов.

Энергосбережение, возобновляемые источники энергии, сравнительная характеристика, комбинирование энергоснабжения от возобновляемых и традиционных источников энергии.

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее важной составляющей цивилизованного развития и существования современного человеческого общества является научно-технический прогресс, материальную основу которого составляет энергия, потребляемая во всё возрастающих количествах. Мы живём в «эпоху ограничений», а это значит, что земные традиционные энергетические ресурсы не безграничны и исчерпаемы и единственный путь к выживанию