

УДК 621.316

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ  
В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
FUNCTIONALITY OF APPLICATION OF ELECTRIC POWER STORAGE  
IN THE POWER SYSTEM OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Гецман Е.М., магистр техн. наук, Мешкова А.Н.  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Беларусь  
K. Hetsman, Master of Engineering Science, A. Meshkova  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*Аннотация: В работе рассмотрены основные показатели энергосистемы Республики Беларусь. Приведены аспекты работы энергосистемы с учетом ввода Белорусской атомной станции с выделением преимуществ внедрения систем накопления в энергосистему и их связь с интеграцией возобновляемых источников энергии в процесс производства электроэнергии.*

*Abstract: The paper considers the main indicators of the power system of the Republic of Belarus. Aspects of the power system operation are given, taking into account the commissioning of the Belarusian nuclear power plant, highlighting the advantages of introducing storage systems into the power system and their connection with the integration of renewable energy sources into the process of generating electricity.*

Ключевые слова: мощность, возобновляемые источники энергии, накопители энергии.

Keywords: power, renewable energy sources, energy storage.

## ВВЕДЕНИЕ

В течение последних лет в странах, принявших на себя ответственность по увеличению внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ), реализуются стратегии управления спросом, предложения и накопления энергии. На первый план выходит задача регулирования мощности между поставщиком и потребителем в период неравномерности поставок электроэнергии от установок по использованию возобновляемых источников энергии, особенно рассматривается в контексте «умных сетей». Участие данных сетей в графике нагрузки способствует надежной и эффективной работе энергосистемы и приводит к экономии топливных ресурсов.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Энергосистема Республики Беларусь (ОЭС Беларуси) представляет собой сложный комплекс, включающий в себя электростанции, котельные, электрические и тепловые сети, связанные общностью режима их работы на территории страны. Установленная мощность ОЭС Беларуси на 01.01.2021 составила порядка 8 897,31 МВт. Максимум потребляемой мощности в первом квартале 2021 года

составил – 6 272 МВт, что на 1,08 % больше относительно максимума 2017 года – 5 779 МВт [1]. Начиная с 2013 года это наибольший уровень максимальной мощности ОЭС Республики Беларусь.

Согласно приведенным показателям Белорусская энергосистема обладает достаточным количеством генерирующих мощностей для обеспечения потребляемой нагрузки. Однако согласно стратегии развития отрасли в последнее десятилетие интенсивно реализуется ряд мероприятий, повышающих эффективность удовлетворения потребителей в тепло- и электроэнергии. Безусловно, ввиду отсутствия доступных и экономически целесообразных способов хранения больших объемов электроэнергии и, соответственно, необходимости поддержания баланса между генерацией и изменяющимся потреблением особо значимым условием является ввод в баланс электрических мощностей Белорусской атомной электростанции (БелАЭС), что оказывает значительное влияние на саму энергосистему и планирование ее режимов.

После ввода в эксплуатацию БелАЭС из топливного баланса энергосистемы планируется сокращение и вытеснение доли энергоисточников на традиционных видах энергоресурсов (природный газ, реже мазут). В первом квартале 2021 года доля БелАЭС составила порядка 16 % по отношению к декабрю 2020 (в пределах 75 %) и изменялась в сторону уменьшения в рамках испытаний или до 0 % при проведении остановов для ремонтных работ / В случае вывода АЭС на полную номинальную мощность прослеживается тенденция замещения ботки конденсационными энергоблоками (КЭС) и частичное увеличение генерации теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). При этом отмечается, что замещение выработки ТЭЦ характеризуется режимом работы АЭС в базовой части графика покрытия потребления, посредством не участия АЭС в регулировании изменения активной мощности (согласно соображениям безопасности частое регулирование мощности АЭС вообще нежелательно), что впоследствии, приводит к вынужденным и длительным разгрузкам ТЭЦ ниже теплового графика (рисунок 1).

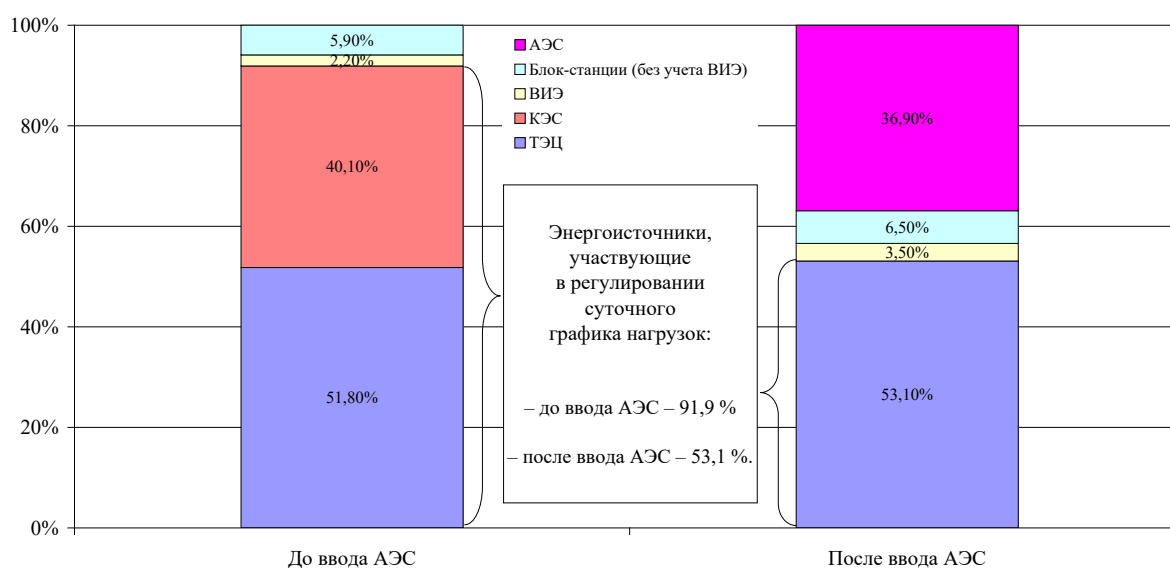


Рисунок 1 – Структура мощности в типовой зимний день

Для отопительного периода до ввода еще БелАЭС была характерна значительная доля ТЭЦ (54 %) и меньшая – КЭС (36 %), а в межотопительный – преобладание доли КЭС (63 %) за счет снижения «тепловой» нагрузки и, соответственно, снижения теплофикационной выработки ТЭЦ (25 %).

Варьирование данных показателей в сторону снижения и наоборот требует серьезных компенсационных мероприятий, особенно в периоды прохождения ночных провалов и выравнивания коэффициента неравномерности электрической нагрузки, где должно быть предусмотрено резервирование в любой момент времени энергоблока большой единичной мощности.

В мировой практике к данным мероприятиям относят следующие:

- строительство пиковых газотурбинных электростанций (пиковых ГТЭС);
- строительство гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС).

На первое место выходят высокоманевренные источники пиковой мощности – ГАЭС, время включения которых составляет всего 20–30 секунд, в то время как для газотурбинных электростанций этот показатель достигает порядка 6–7 минут из состояния холостого хода и могут выступать в виде аккумуляторов электрической энергии.

Учитывая разнообразие видов систем хранения энергии, доля гидроаккумулирующих мощностей в совокупной мощности систем хранения энергии составляет 96 %. При этом ГАЭС преимущественно используются в связке с гидроэлектростанцией и АЭС, и их мощность составляет порядка 15 % пиковой мощности АЭС (для РБ при строительстве ГАЭС мощность должна составить до 1000 МВт). В условиях интеграции БелАЭС альтернатива строительство нескольких ГАЭС позволило бы решить проблемы в Белорусской энергосистеме.

Отраслевая программа развития электроэнергетики на 2016–2020 годы и план развития электроэнергетической сферы на период до 2025 года, предусматривает резерв мощности для устранения небаланса электрических мощностей при аварийных остановках энергоблоков БелАЭС в энергосистеме за счет строительства пиково-резервных источников на базе газотурбинных энергоустановок, так и отдельных источников на парогазовых блоках мощностью суммарной мощностью 800 МВт [2, 3].

На второй квартал 2021 года запланирована поставка немецкой корпорации Siemens Industrial Turbomachinery первой газотурбинной установки и генератор для Новополоцкой ТЭЦ (ввод в эксплуатацию запланирован в 2022 году). Однако следует учесть, что использование пиково-резервных источников является лишь частным случаем их эксплуатации в определенные дни года для покрытия пиковых нагрузок.

В связи с предстоящим изменением топливно-энергетического баланса в энергосистеме прослеживается тенденция прироста использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). В данных условиях ожидается рост рынка хранения энергии и обусловлен развитием электрогенерации на основе ВИЭ, обладающих нерегулируемым режимом работы выработки и значительной возможностью мгновенно генерировать мощность в течение коротких временных интервалов (ветровые и солнечные установки). Основным барьер которых,

в дальнейшем требует интенсивной автоматизации магистральной и распределительной сетей, а также наличия значительного резерва мощностей либо накопителей энергии, которые большую часть времени остаются недозагруженными.

Однако использование технологий накопления электроэнергии предоставляет ряд преимуществ:

- Сокращение спроса на ископаемое топливо за счет замещения топливной генерации без создания новых генерирующих мощностей и углеродного следа.

- Возможность создания резерва без необходимости поддержания дорогостоящих регулирующих мощностей на балансе энергосистемы. В энергосистемах с генерацией, значительно превышающей потребление, возникает необходимость одновременного поддержания резерва на оборудовании электростанций в виду нехватки их регулировочного диапазона (только для целей регулирования суточного графика, т. к. в целом снижаются технико-экономические показатели станций).

- Внедрение установок накопителей электроэнергии для конечных потребителей связано с повышением надежности энергоснабжения и организации бесперебойности питания и созданием собственного горячего резерва на случай аварий. Хранилища могут запасать электроэнергию путем изменения ее стоимости, в частности, позволяя сглаживать суточные пики, следовательно, решат вопрос эффективного прохождения ночного минимума и малого на нее спроса и выдавать в моменты пика потребления для сглаживания (ограничения) предела потребляемой от сети мощности, что позволяет привести к снижению платы за потребляемую мощность.

Не стоит забывать, что, несмотря на дальнейший рост производства электрической энергии из ВИЭ и значительное сокращение выбросов для обеспечения надежных поставок требуются значительные инвестиции для обеспечения гибкости и устойчивости энергетических систем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Безусловно, распространение развития гибридных проектов с ВИЭ способствует росту рынка хранения электроэнергии (опыт Китая (19 % от мира), Японии (17 %) и стран Европы (Испания, Италия, Германия и др.)), предоставляя, таким образом, спектр возможностей по интеграции солнечной и ветровой энергии в энергосистему, распределенной генерации и «умных сетей». Таким образом, накопители энергии могут стать важным элементом электроэнергетики в будущем. Динамичное развитие технологий в этом направлении может заметно изменить энергосистемы. Это в определенной степени негативно скажется на спросе на ископаемые топлива, так как накопители станут все больше замещать тепловую генерацию в роли балансирующего в электроэнергетических системах.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГПО Белэнерго [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.energo.by/content/deyatelnost-obedineniya/osnovnye-pokazateli/>. – Дата доступа : 26.04.2021.

2. Волчек, О.В. Строительство гидроаккумулирующих электростанций как эффективные компенсационные мероприятия в белорусской энергосистеме после ввода БелАЭС / О.В. Волчек [и др.] // Энергоэффективность. – 2017. – № 9 (239). – С. 4–9.

3. Комплексный план развития электроэнергетической сферы на период до 2025 года», утвержденным Постановлением Совета министров Республики Беларусь № 169 от 01.03.2016 [Электронный ресурс]. – Режим доступа. <https://minenergo.gov.by>. – Дата доступа: 10.05.2021.

4. Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minenergo.gov.by>. – Дата доступа. 10.05.2021.