ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА БАЗЕ CAES-ТЕХНОЛОГИЙ

Д. Ю. Сысоева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Сычёв

Рассмотрены принципы работы накопителей энергии на сжатом воздухе (CAES), зарубежный опыт их применения и возможности использования таких накопителей в условиях Республики Беларусь для выравнивания графиков электрической нагрузки.

Ключевые слова: CAES-накопитель, сжатый воздух, накопитель энергии, соляная каверна, электропотребление.

В Республике Беларусь поставлена задача повышения эффективности работы энергосистемы, в том числе за счет внедрения систем накопления электроэнергии. Одним из перспективных направлений является использование накопителей энергии на сжатом воздухе или CAES-накопителей (Compressed Air Energy Storage) в соляных кавернах.

Целью работы является ознакомление с системой CAES и ее применением к условиям Солигорского месторождения для последующей оценки влияния данной системы на работу энергосистемы.

Технология CAES основана на следующем принципе: в периоды снижения электрической нагрузки (ночью) избыточная электроэнергия используется для работы компрессоров, которые сжимают воздух и закачивают его в подземное хранилище. В периоды роста нагрузки (днем) сжатый воздух выпускается из хранилища, подогревается и поступает на турбину, которая вращает генератор и вырабатывает электроэнергию.

Таким образом, CAES-система выполняет роль буфера: она поглощает избыточную энергию и отдает ее обратно в часы пиковых нагрузок энергосистемы.

В мире для CAES-систем чаще всего используют соляные каверны – искусственные полости, созданные в соляных пластах методом скважинного выщелачивания, которые достаточно легко создаются: достаточно пробурить скважину и закачивать пресную воду, которая растворяет соль, после чего рассол откачивается на поверхность, а на месте соли образуется полость нужной формы и объема [1].

Глубина залегания соляных пластов от 500 до 800 м является оптимальной для CAES-систем, так как обеспечивает достаточное горное давление для удержания сжатого воздуха.

Солигорское месторождение калийных солей, расположенное на территории Республики Беларусь, является одним из крупнейших в мире. Мощные соляные пласты залегают здесь на глубине от 400 до 1000 м, что идеально подходит для создания каверн под хранение сжатого воздуха. Кроме того, в регионе уже развита промышленная и транспортная инфраструктура, что упрощает возможное строительство CAES-станции.

Возникает закономерный вопрос: почему нельзя использовать уже существующие шахтные выработки ОАО «Беларуськалий». Причина заключается в особенностях их создания. Шахты были пройдены механическими комбайнами и взрывными работами, что привело к образованию микротрещин в окружающей породе. Через эти трещины сжатый воздух будет утекать и герметичность хранилища не будет обеспечена.

Кроме того, шахтные выработки рассчитаны на статические нагрузки, тогда как CAES-система предполагает циклические изменения давления (ежедневные зарядки и разрядки). Это может привести к усталостным разрушениям породы, обрушению кровли и провалам на поверхности. Поэтому для CAES-систем необходимо создавать новые каверны методом выщелачивания, а не использовать старые шахты.

Реализация CAES-проекта в Солигорском районе позволила бы:

– сглаживать суточные пики и провалы в электропотреблении;

– повысить надежность работы энергосистемы;

– более эффективно использовать существующие генерирующие мощности.

Мировой опыт, включая успешно работающие станции в Германии (Хунторф, с 1978 г.), США (Макинтош, с 1991 г.) и современные китайские проекты мощностью до 300 МВт [2], подтверждает техническую осуществимость и экономическую целесообразность CAES-технологий при наличии подходящих геологических условий.

Таким образом, технология CAES является перспективным способом накопления электроэнергии, а Солигорское месторождение обладает необходимыми геологическими условиями для ее реализации в Беларуси. Несмотря на то, что существующие шахты не пригодны для хранения сжатого воздуха, метод скважинного выщелачивания позволяет создавать новые герметичные каверны в соляных пластах [1].

Основные выводы:

– CAES-системы используются в качестве накопителей энергии для выравнивания графиков электрической нагрузки энергосистем, опыт их применения накоплен в Германии, США, КНР;

– Солигорское месторождение обладает необходимыми геологическими условиями для реализации CAES-накопителей в Беларуси, при этом должны создаваться новые герметичные каверны в соляных пластах методом скважинного выщелачивания;

– для реализации проекта создания CAES-накопителей в Беларуси необходимы дополнительные исследования и детальная технико-экономическая оценка такого проекта.

Литература

1. Сжатый воздух и соляные шахты – новое слово в энергетике Китая // Ecosphere.press. – 2025. – URL: https://ecosphere.press/2025/01/15/szhatyj-vozduh-i-solyanye-shahty-novoe-slovo-v-energetike-kitaya/.
2. Китай запускает крупнейший в мире завод по хранению энергии на сжатом воздухе // Habr.com. – 2022. – URL: https://habr.com/ru/companies/first/articles/692740/.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

П. А. Ходыко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: Т. В. Алферова, С. Г. Жуковец

Рассмотрено применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для диагностики объектов электроэнергетики в условиях цифровизации энергетической отрасли Республики Беларусь. Показано, что традиционные методы контроля (наземные осмотры, пилотируемая авиация) являются ресурсоемкими и связаны с рисками для персонала. Описаны основные направления использования БПЛА: инспекция линий электропередачи (провода, изо-