

УДК 661.531 (56)

Г.К. Лавренченко, доктор техн. наук, А.В. Копытин, канд. техн. наук
 ООО «Институт низкотемпературных энерготехнологий», а/я 188, г. Одесса, Украина, 65026
e-mail: lavrenchenko.g.k@mail.ru
 ORCID: ¹<http://orcid.org/0000-0002-8239-7587>, ²<http://orcid.org/0000-0003-3514-0989>

РАЗРАБОТКИ И ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ CES-ТЕХНОЛОГИЙ

Спрос на электроэнергию является неравномерным. В связи с этим разрабатываются и применяются технологии, позволяющие создавать различные системы аккумуляции энергии. Цель таких систем — улучшение распределения и потребления электрической энергии в различные периоды времени. Рассматриваются основные технологии хранения энергии в виде воды (PSHE), сжатого воздуха (CAES) и криогенной жидкости (CES). Показано, что системы хранения энергии в виде жидкого воздуха LAES находят широкое применение и имеют относительно высокий коэффициент преобразования энергии, равный 60...70 %. С помощью CES-технологий можно создавать виртуальную криогенную трубу для резервирования энергии и её потребления в короткий промежуток времени.

Ключевые слова: Аккумуляция энергии криогенной жидкостью (CES). Гидроаккумуляционные ГЭС (PSHE). Аккумуляция энергии сжатым воздухом (CAES). Аккумуляция энергии в виде жидкого воздуха (LAES). Вода. Сжатый воздух. Жидкий воздух. Генератор. Хранилище. Теплота. Холод. Электрическая энергия.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время стремительно развивается технология аккумуляции энергии в виде криогенной жидкости CES (Cryogenic Energy Storage). С этой целью применяются жидкие азот или воздух. В связи с этим данную технологию иногда называют LAES (Liquid Air Energy Storage).

Воздух может быть получен в жидком состоянии путем охлаждения его примерно до 77 К (–196 °С) с использованием стандартного промышленного оборудования. При реализации обратного процесса и подводе теплоты к 1 м³ жидкого воздуха из него образуется около 700 м³ газообразного воздуха. Расширение полученного воздуха может быть полезно использовано в турбине для производства работы. Так как температура кипения жидкого воздуха существенно ниже температуры окружающей среды, то относительно просто можно обеспечить тепло регазификацию жидкого воздуха. Кроме этого для повышения эффективности производства работы при регазификации жидкого воздуха целесообразно использовать вторичное низкопотенциальное тепло, образующееся в результате реализации других технологий. Всё это позволяет разрабатывать и создавать новые энерго-сберегающие и энергопроизводящие CES-установки.

Аккумуляция энергии при помощи CES-установок позволяет решать ряд задач, связанных с переменным во времени потреблением энергии в периоды, когда спрос на неё выше возможностей энергетики. Такая зависимость имеет не только сезонный характер, обусловленный тем, что спрос на электрическую и тепловую энергию, как правило, в зимние месяцы выше, чем летом. Но кроме этого наи-

более ощутимы пиковые суточные колебания потребляемой электроэнергии.

Создание аккумуляющих энергетических станций даст возможность улучшить и потребление электрической энергии как в масштабе страны, города, так и в структуре крупных промышленных предприятий. Это также позволит таким структурам быть самодостаточными в выборе энергетического источника и управления его потенциалом.

Принцип аккумуляции энергии заключается в переводе одной формы энергии (первичной) в другую (вторичную) с последующим преобразованием последней (возобновлением) в электроэнергию в необходимый период времени. К энергии будем относить как собственно электроэнергию, так и теплоту или холод, которые при определённых обстоятельствах могут быть ценнее производимой электроэнергии.

При реализации криогенных процессов большое количество холода теряется из-за теплопритоков через изоляцию, а также в результате осуществления неэффективных процессов теплообмена. Значительными оказываются потери теплоты, вызванные несовершенством генерации электроэнергии. В связи с этим процессы перевода одного вида энергии в другую взаимосвязаны и характеризуются определённой эффективностью. Причём, чем выше коэффициент преобразования энергии, тем более эффективно работает система.

Организация хранения энергии в CES-установках не только позволит решить проблему «использования электроэнергии не в то время», но и повысить производительность системы электрообеспечения объектов в целом.

Одним из важных показателей, характеризующих