

важнейших задач, решение которой требует качественных изменений во всех сферах образования, культуры, жизни.

Экологический мониторинг реки Воронеж необходим и в дальнейшем для оценки роли техногенных факторов, в целях разработки единой системы управления и охраны реки и принятия управленческих решений.

### **Список использованных источников**

1. Мишон В.М. Бассейн Верхнего Дона: водные ресурсы, гидрология, гидрография / В.М. Мишон, М.В. Болгов, Н.И. Сенцова // Воронеж: Тр. НИИ Геологии ВГУ, Вып.26. Изд-во Воронеж. Гос. Ун-та, 2005 г. – 139 с.

2. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова // Ленинград: Гидрометеиздат, 1977 г. – 541 с.

3. Росгидромет [[www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru)]. – Официальный сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. <http://www.meteorf.ru>. // 2015 г.

4. Муниципальная программа «Охрана окружающей среды города Липецка на 2014 – 2016 годы» / Постановление администрации города Липецка от 30 сентября 2013 г. № 2264.

5. Гидрохимический режим реки Воронеж на территории города Липецка / К.В. Марченко, Т.Н. Крамарева // Современные экологические проблемы Центрально-Черноземного региона : материалы заочной международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 15 июля 2016 г.) .— Воронеж, 2016 .— Вып. 2 : Особоохраняемые природные территории. Интродукция растений – 2016. – С. 153-156.

УДК 620.9(985)

**С.Б. Кривский**

Фонд поддержки высокотехнологичных инновационных программ социально-экономического развития Арктики, международного и регионального сотрудничества «Арктика-СГ»

### **СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ «ALUMO POWER» ДЛЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ**

Фонд «Арктика-СГ» в настоящее время осуществляет реализацию инновационного проекта по разработке системы хранения и генерации энергии «Alumo Power», основанной на изобретениях группы ученых в области алюмоводородной энергетики. Данные системы являются привлекательной альтернативой нынешнему топливу в будущем.

Водород – самый распространенный элемент во Вселенной, и в качестве газа его можно использовать так же, как и природный газ. Водород производит нулевые выбросы углерода при использовании в качестве энергии. Водород обеспечивает высококачественное тепло, помогая удовлетворить ряд энергетических потребностей, которые трудно получить путем прямой электрификации. Это делает водород недостающим звеном в трансформации глобальной энергетической системы.

Исследования в этой области активно ведутся уже на протяжении десятилетий, однако до сих пор остаются нерешенными проблемы хранения и транспортировки водорода. Проблемы водородной энергетики повышают интерес к твердофазным веществам, в частности к алюминию. Хранение и транспортировка алюминия проблем не вызывают. На свойствах этого металла и построена технология получения экологически чистой электроэнергии. Технология накопления энергии основана на уникальных свойствах алюминия. Это связано, в первую очередь, с тем, что алюминий – самый распространенный на планете Земля металл. Он является третьим во всех соединениях всех элементов, и 16 % земной коры – это алюмосодержащие оксиды и гидроксиды, то есть алюминий составляет 9 % земной коры. Во-вторых, алюминий обладает уникальными свойствами, позволяющими использовать его в качестве энергоносителя и материала для хранения энергии. Они позволяют хранить энергию и легко перемещать ее в изолированные энергетические зоны, тем самым изменяя принцип доступности дешевой и экологически чистой энергии.

Система хранения и генерации энергии «Alumo Power» состоит из двух элементов: энергетической установки «Alumo Power» и электролизера «Alumo Power», предназначенного для восстановления алюминия из оксида алюминия.

Энергетическая установка «Alumo Power» представляет собой компактный комплекс по производству электрической энергии, предназначенный для применения на объектах коммерческого и гражданского использования в качестве резервного и/или автономного источника питания, в том числе для таких объектов как дата-центры, медицинские центры, удаленные имущественные комплексы, научные объекты, а также для полевых условий, в том числе и в тяжелом климате. Аналогов указанной энергетической установки на сегодняшний день в мире нет.

Основой работы установки является технологический процесс гидротермального окисления алюминия (Al), в результате которого выделяется большое количество водорода, преобразуемого посредством топливных элементов установки «Alumo Power» в электрическую энергию. В результате окисления алюминия также получается оксид

алюминия  $Al_2O_3$ , который, в последствии, восстанавливается в электролизере «Alumo Power» до алюминия (Al) и может быть использован повторно неограниченное количество раз как возобновляемое топливо для данной энергетической установки, что снижает себестоимость производимой энергии.

Для обеспечения электроэнергией электролизера «Alumo Power» в целях восстановления алюминия, как сырья для получения электроэнергии, могут быть задействованы как возобновляемые источники энергии, такие как ветрогенераторы, солнечные батареи, так и традиционные источники генерации – ГРЭС, АЭС и другие.

Таким образом, использование алюминия в генераторе «Alumo Power» для производства электроэнергии, его восстановление в электролизере до первоначального состояния и доставка восстановленного алюминия от местонахождения электролизера до места установки энергетической установки «Alumo Power», используемой потребителями, позволяет получить замкнутый цикл оборота энергоносителя.

Реализация данного проекта, использующего инновационные технологии в производстве, направлена на решение таких недостатков существующих энергетических систем (дизельгенераторные установки, водородные источники питания, аккумуляторные батареи) как: высокая цена мобильной электроэнергии, небезопасная эксплуатация, климатические ограничения, сложная и дорогая утилизация, невозможность регенерации топлива и загрязнение окружающей среды.

Существенным преимуществом системы хранения и генерации «Alumo Power» является:

- стоимость электроэнергии, вырабатываемой системой «Alumo Power» в 1,5, а в перспективе в 2 и более раза ниже, чем при эксплуатации ДГУ с учетом доставки углеводородного топлива и проведения технического обслуживания дизельгенераторных установок;
- работа в тяжелых климатических условиях от  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , которая обеспечивается самой инновационной технологией;
- получение в результате работы генератора «Alumo Power» электричества и высокопотенциального тепла (в примере установки на 50 кВт – 400 МДж), которое в применении к Арктическому региону является даже более ценным продуктом, чем само электричество и может быть использовано для теплоснабжения небольшого поселка;
- безопасность транспортировки и хранения алюминия как энергоносителя;
- цикличность энергоносителя, который является возобновляемым источником энергии;

– экологичность при эксплуатации алюмоводородной установки «Alumo Power», так как нет выбросов в атмосферу отработанных вредных газов и отсутствует необходимость утилизации металлической тары углеводородного топлива, как при работе дизельгенераторных установок (ДГУ);

– надежная работа энергетической установки «Alumo Power», так как в установке практически отсутствуют трущиеся механические детали;

– срок эксплуатации энергетической установки «Alumo Power» составляет 40 000 часов и определяется сроком эксплуатации водородных топливных элементов до их капитального ремонта;

– низкая стоимость эксплуатационных расходов при техническом обслуживании системы «Alumo Power».

УДК 620.92(476)

**Н.Г. Кротова**

НИЭИ Министерства экономики Республики Беларусь

### **ВОЗОБНОВЛЯЕМАЯ ЭНЕРГЕТИКА БЕЛАРУСИ: ВЧЕРА И СЕГОДНЯ**

Рост мирового энергопотребления и неизбежное сокращение природных запасов углеводородного топлива существенно повысили интерес к использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Ускоренное развитие возобновляемой энергетики является уже сложившейся тенденцией для высокоразвитых стран мира, поскольку наряду с повышением энергетической безопасности и снижением зависимости от закупок нефти и газа, данное направление позволяет параллельно решать задачу уменьшения выбросов в атмосферу парниковых газов.

Среди европейских стран на рынке «зеленых» технологий лидером является Германия. 23% всех патентуемых в мире технологий в сфере экологии и свыше 30% в сфере солнечной и ветроэнергетики приходится на немецкие компании. На предприятиях, работающих в «зеленом» секторе, занято 4,5% всего экономически активного населения. Наиболее успешной и основной «зеленой» отраслью Германии является энергетика – разработка, развитие и внедрение возобновляемых источников энергии. В 2018 году в Германии из возобновляемых источников было произведено 38 % электроэнергии [1].

В Беларуси альтернативная энергетика получила развитие сравнительно недавно. Еще десять лет назад на ВИЭ приходилось чуть более