

образцов, что это связано с увеличением доли гидролизованной формы активного красителя при повышении температуры;

– количественного содержания ковалентносвязанного красителя на волокне больше в случае традиционной подготовки под крашение и хлопчатобумажной и льняной ткани, но оценка окрашенных образцов с использованием программы декатировки цвета показала, что ткани, подготовленные с использованием «биоотварки», окрашиваются активными красителями более равномерно.

Таким образом, возможно рекомендовать переход на энергосберегающий экологически чистый режим крашения целлюлозных материалов активными красителями при температуре 60 °С за счет замены операции щелочной отварки на ферментную предварительную подготовку полотен.

УДК 620.9

ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Лесюкова В. В., Лапченко Д. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: ms.lesyukova@mail.ru

Summary. *The influence of hydrogen as a fuel on improving environmental safety, characteristics of the prospects for its use have been investigated. The conclusion about the relevance of the introduction of hydrogen into the energy system of the Republic of Belarus for the development of a decarbonized economy is made.*

Водородное топливо – путь к повышению устойчивого развития мирового сообщества. Производство и использование данного энергоисточника сведет к нулю углеродные выбросы в энергетическом секторе, избавит страны, не обладающие собственными топливными ресурсами, от энергозависимости со стороны внешних государств, что благоприятно скажется на состоянии их экономик. Положительным глобальным аспектом станет возможность частичного отказа от ископаемых источников энергии.

Характеристики видов водорода, представленные в таблице 1, должны быть учтены на начальном этапе внедрения водородного топлива.

Таблица 1 – Характеристики производства водорода

Вид водородного топлива	Способ получения	Себестоимость в среднем, долл. / т у. т.	Углеродная эмиссия при производстве, т CO ₂ -экв. / т у.т.
«Серый» водород	Паровая конверсия метана	26,13	10
«Голубой» водород	Паровая конверсия метана с применением технологии улавливания и хранения углекислого газа	43,55	3,68
«Зеленый» водород	Электролиз энергией, получаемой от возобновляемых источников энергии	84,49	0

Исследование характеристик водородного топлива позволяет сделать вывод о целесообразности производства «зеленого» водорода в экологическом аспекте по причине

нулевой углеродной эмиссии как при производстве, так и при потреблении данного вида топлива. Существенным недостатком в настоящее время является высокая себестоимость выработки (84,49 долл./т у.т. в сравнении с себестоимостью производства природного газа, равной 31,59 долл./т у.т.), однако данный уровень по прогнозам должен быть снижен до конкурентоспособного значения к 2025 году.

Применение водорода как энергоносителя предполагает развитие водородоориентированной системы, в которой наибольшим успехом достигла автомобильная промышленность, став основным направлением внедрения водородного топлива. Достаточно широкая область применения водорода создает множество перспектив для перехода к декарбонизированной экономике Республики Беларусь – начиная с возможности водородной трансформации авиационного транспорта в Беларуси и заканчивая реализацией потенциала компенсации профицита электроэнергии БелаЭС посредством внедрения проекта по производству водорода для высокоэффективных топливных элементов наземного и воздушного транспорта. Водородное топливо обладает возможностью внедрения водорода в транспортный сектор Беларуси посредством оснащения различных видов транспорта водородными двигателями и строительство первой сетевой инфраструктуры заправочных водородных станций.

Внедрение водородных технологий в автомобильную промышленность является перспективным путем развития декарбонизации. Для реализации таких проектов важно обеспечить потребителя не только инновационными электромобилями на водородных топливных элементах, но и развернуть необходимую для их обслуживания инфраструктуру. Расширение сети водородных автомобильных заправочных станций является важнейшим компонентом, который оказывает решающее влияние на коммерциализацию технологии в целом.

Проектирование водородной заправочной инфраструктуры начинается с рассмотрения водородного рынка, стадии его освоения на глобальном уровне и освещения проблемных зон. Разработка алгоритма построения модели электролизерной водородной станции основывается на сравнительной характеристике ее архетипов. Различия архетипов LDV (станция, обслуживающая легковые автомобили) и HDV (станция, обслуживающая большегрузные автомобили) устанавливаются по профилю потребления водородного топлива, затратам на строительство и эксплуатацию электролизера. Сведем технико-экономические показатели станций различных архетипов в настоящем времени и перспективе на 2030 год в таблицу 2:

Таблица 2 – Технико-экономические показатели HRS различных архетипов в 2020 г. и 2030 г.

Показатель	LDV		HDV	
	2020 г.	2030 г.	2020 г.	2030 г.
Капитальные затраты на электролизер, долл./кВт	1470	820	1045	580
Эксплуатационные расходы электролизера, долл./кВт	40	21	29	15
Потребление электроэнергии, кВтч/кг	50 – 62	45 – 56	50 – 65	45 – 56
Срок службы электролизера, лет	15	15	15	15
Капитальные затраты HRS, долл./кг	4640	2784	2436	1510
Обслуживание HRS, долл./кг	1,16	0,35	1,16	0,35
Срок службы HRS, лет	12	15	12	15
Коэффициент использования HRS, %	100	100	100	100

Моделирование работы электролизеров осуществляется в соответствии с заданным временем работы и его точкой уставки (точкой срабатывания, рабочей точкой, %

номинальной мощности МВт, при которой работает электролизер), в ходе которого выявляются два возможных направления функционирования: с повышенной гибкостью или же повышенной эффективностью исходя из функциональной зависимости потребления электроэнергии электролизером от его рабочей точки, повышенного КПД указанного оборудования при нагрузке до 40 % и снижения его гибкости. Данная зависимость позволяет сделать вывод о возможности использования электролизеров в качестве гибких нагрузок для балансировки энергосистемы в долгосрочной перспективе.

Для перехода к водородной энергетике требуется колоссальный объем инвестиций и время для реализации новых технологий. Активная декарбонизация и повсеместное внедрение «зеленого» водорода как топлива должны снизить его стоимость и сделать его более доступным для всех сфер жизнедеятельности человека.

Проведенное исследование показало, что применение водородного топлива является актуальным решением для развития декарбонизированной экономики, диверсификации видов топливно-энергетических ресурсов и повышения уровня энергетической самостоятельности в соответствии с Национальной стратегией устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь.

УДК 628.112

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГИДРОЭЛЕВАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ПРОБОК ИЗ СКВАЖИН ГЛУБИНОЙ ДО 70 МЕТРОВ

*Медведева Ю. А. аспирант, Ивашечкин В. В. д.т.н., профессор, Сацута Е. С. студент
Белорусский национальный технический университет
e-mail:satsuta.eugene@gmail.com*

Summary. *An example of calculating the parameters of an installation containing a hydraulic elevator is given, which allows, at a given depth and diameter of a well, to graphically select a working pump, the diameters of the supply and jet pipelines, and then adjust the dimensions of the hydraulic elevator and supply pipeline, and analyze the efficiency of the installation.*

В БНТУ для удаления песчаных пробок при текущем ремонте скважин предложено применять гидроэлеваторную установку, имеющую достаточно несложное технологическое оборудование [1].

Рассчитаны параметры гидроэлеваторной установки для работы в скважинах глубиной до 70 м, типичной для г. Минска. Установка состоит из гидроэлеватора, трубопроводов и рабочего насоса, установленного в баке (рис. 1).