

Список использованных источников

1. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Значение географических лесных культур в сохранении биологического разнообразия древесных растений // Биологическое разнообразие лесных экосистем. – М.: Типография Россельхозакадемии, 1995. – С. 325-327.
2. Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 216 с.
3. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. – Т. 24. – № 2. – С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16
4. Мельник Л.П., Мерзленко М.Д. Динамика участия лиственницы в составе естественного возобновления за пределами её ареала // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2021. – №4 (52). – С. 19-31.
5. Melnik P.G., Karasyov N.N. Productivity of different larch types in Moscow region // Eurasian Forests – Hungarian Forests: Materials of the VI International Conference of Young Scientists. – М.: MSUF, 2006. – P. 83-85.

УДК 620.9

С.А. Тагоев

Таджикский технический университет имени академика М.С. Осими
Душанбе, Таджикистан

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

Аннотация. Научная статья посвящена анализу перспективных направлений развития водородной энергетики в условиях Республики Таджикистан и проблем, которые необходимо решить для их реализации.

S.A. Tagoev

Tajik Technical University named after Academician M.S. Osimi
Dushanbe, Tajikistan

PROMISING DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN ENERGY IN THE INTERESTS OF THE REPUBLIC OF TAJIKISTAN

Abstract. The scientific article is devoted to the analysis of promising directions for the development of hydrogen energy in the conditions of the Republic of Tajikistan and the problems that need to be solved for their implementation.

Водородная энергетика является одним из направлений развития возобновляемых источников энергии на фоне ограничения выбросов парниковых газов, потребности улучшения экологической ситуации, особенно качества атмосферного воздуха крупных городов, поиска решений аккумулирования энергии.

Для развития «зеленой» водородной энергетике (производство водорода путем электролиза воды с возобновляемым источником электроэнергии), в конкретно взятой стране, необходим ряд условий:

- наличие доступной и относительно дешевой электроэнергии от возобновляемых источников;
- доступность пресной воды;
- заинтересованность инвесторов;
- наличие специалистов по водородной энергетике;
- наличие инфраструктуры по хранению и транспортировке водорода;
- нормативно-правовая база в области водородной энергетике, особенно по технике безопасности, по хранению, транспортировке водорода и эксплуатации соответствующих оборудования.

Первые два пункта можно назвать «фундаментом» водородной энергетике, которые имеются в Таджикистане (пресная вода) или появятся в ближайшем будущем (дешевая электроэнергия от возобновляемых источников). Остальные пункты зависят от стремления общества по созданию водородной энергетике, и которые можно решить в течении короткого времени.

В Таджикистане преобладает «зеленая» энергетика, так как примерно 93% установленной мощности электростанций или 97% годовой электрической энергии производится на основе возобновляемых источников энергии – гидроэлектростанциях. Таджикистан обладает высоким гидроэнергетическим потенциалом (527 млрд. кВт·ч в год), из которого сегодня используется только около 5%. Строится и сдается в эксплуатацию еще один источник «зеленой» энергии - Рогунская ГЭС. Ввод в эксплуатацию всех шести гидроагрегатов запланирован на 2029 год, набор проектной отметки НПУ водохранилища — 2032 год. Проектная мощность Рогунской ГЭС

равна 3600 МВт с 6-ю агрегатами по 600 МВт каждый и годовой выработкой электроэнергии 13,1 млрд. кВт·ч/год [1].

Дешевая и доступная электроэнергия позволяет обеспечить потребность страны другими видами энергий, так как электроэнергию можно легко преобразовать в другие виды энергии. Одно из перспективных направлений, который нуждается в дешевой и доступной электроэнергии, является “зеленое” производство водорода [2]. В летнее время, когда потребность в энергии уменьшается, есть возможность направить часть электроэнергии гидроэлектростанций на производство «зеленого» водорода.

Промышленное производство водорода на основе дешевой и доступной электроэнергии позволяет создать несколько “зеленых” направлений техники и технологий, в частности:

- создание и эксплуатация теплоэлектроцентралей на водороде, и их эксплуатация в отопительном сезоне (рис. 1). При сжигании водорода продуктом сгорания является только водяной пар;

- применения водорода в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) транспортных средств, что наряду с электротранспортом улучшает экологическую обстановку городов;

- производство топливных элементов и их применение в качестве автономного источника электроэнергии в объектах непрерывного электроснабжения, в транспорте, туристической отрасли, в быту и т.д.;

- применение в химической промышленности, при производстве удобрений, пластмасс и т.д.;

Часть производимого водорода можно направить на экспорт, чтобы получить доход для покрытия затрат на производство и хранение и транспортировку водорода.

Проблемой является хранения водорода при высоком давлении и себестоимость производства водородного топлива;

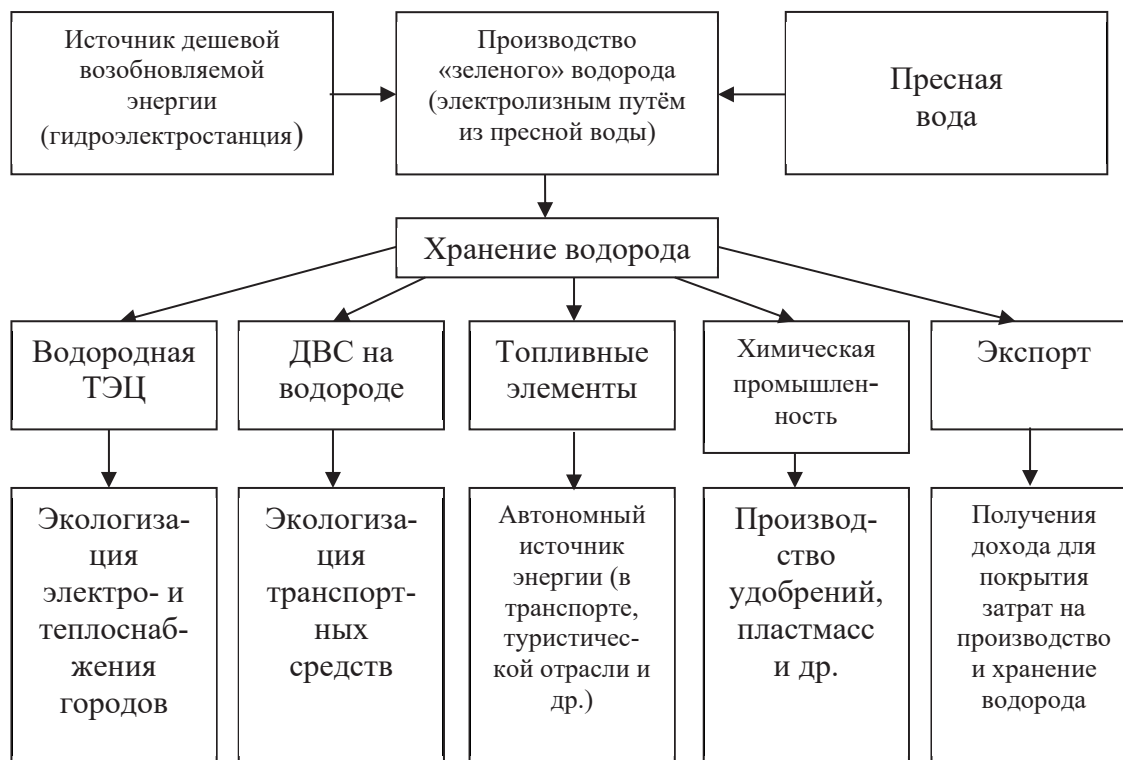


Рис. 1 - Перспективные направления развития водородной энергетики в Таджикистане

Себестоимость производства водорода зависит от технологии, стоимости электроэнергии и уровня загрузки мощностей. На сегодняшний день, «зеленый» водород должен стоить не более \$2,5 за 1 кг, чтобы быть конкурентоспособным. Для этого необходима и низкая цена электролиза, и дешевая электроэнергия. В качестве источника дешевой электроэнергии может выступать ГЭС в летнее время (неотопительный сезон).

Теплота сгорания водорода - 140 МДж/кг, что в несколько раз больше теплоты сгорания углеводородных топлив. Затраты на получение водорода электролизом составляет от 160 МДж/кг = 44,4 кВт·ч. Себестоимость производства водорода при цене электроэнергии для промышленных потребителей в Таджикистане 0,056\$ составит $44,4 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \times 0,056 = 2,49\$/\text{кг}$, что показывает конкурентоспособность водорода с другими видами топлива. В летнее время можно применять более низкие тарифы на электроэнергию для отдельных отраслей промышленности, в частности, производства водорода.

До 2032 года в Таджикистане появится доступная и дешевая электроэнергия, благодаря введению на полную установленную мощность Рогунской ГЭС. До этого времени необходимо привлечь инвесторов по созданию предприятий по производству «зеленого» водорода, инфраструктуру по хранению и транспортировке водорода.

Также необходимо начать подготовку кадров, по всему спектру водородной энергетики и промышленности, создание законодательной базы по безопасному использованию, эксплуатации и хранению водорода. Таджикистану, как стране с развивающейся экономикой, следует обратиться к развитым странам-разработчикам и производителям оборудования по производству, хранению и применению водорода (электролизёры, водородно-кислородные парогенераторы и др.) за финансовой и технологической помощью, чтобы страна смогла создать свою водородную энергетику [3].

Таким образом, производства «зеленого» водорода методом электролиза на основе дешевой электроэнергии ГЭС позволят создать и развивать новое направление в «зеленой» энергетике Таджикистана – водородную энергетику, создать водородную ТЭЦ, повысить экологическую безопасность энергоснабжения городов, создать новые рабочие места. Освоение «зеленого» водорода может стать важным шагом к достижению важнейших целей: укрепление климатической стабильности, энергетической и экономической безопасности и современному развитию Республики Таджикистан.

Список использованных источников

1. Рогунская ГЭС. <https://ru.wikipedia.org>.
2. Водородная энергетика. <https://ru.wikipedia.org>.
3. Валамат-Заде Т.Г. Краткий обзор возможностей и перспективы развития водородной энергии в Таджикистане. <https:// mts.tj>.

УДК 504.3.054

Ю.А. Тунакова¹, С.В. Новикова¹, А.Р. Шагидуллин², В.С. Валиев²

¹Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева (КАИ)

²Институт проблем экологии и недропользования Академии наук
Республики Татарстан
Казань, Россия

СПОСОБ НЕЙРОСЕТЕВОГО РАСЧЁТА КОНЦЕНТРАЦИЙ ПАРНИКОВОГО ГАЗА ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Аннотация. Значительные пространственно-временные ограничения по определению содержания диоксида углерода могут быть нивелированы за счет