

DOI: 10.26104/NNTIK.2023.43.90.010

Суюнбаев М.Н., Абдулдаев М.С.

СУУТЕК ЭНЕРГЕТИКАСЫ – ЭҢ МААНИЛҮҮ  
ЭНЕРГЕТИКАЛЫК РЕСУРС

Суюнбаев М.Н., Абдулдаев М.С.

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА - ВАЖНЕЙШИЙ  
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РЕСУРС

M. Suyunbaev, M. Abduldaev

HYDROGEN ENERGY IS THE MOST IMPORTANT  
ENERGY RESOURCE

УДК: 621.22:543.632.43

Суутек энергетикасы – бул суу энергияны сактоо, ташуу, өндүрүү жана керектөө каражаты катары колдонууга негизделген тармак. Сууну электрол издөө эң ыңгайлуу жана жөнөкөй ыкма. Электролиз – бул кычкылтек менен водородко туруктуу электр тогунун таасири менен суунун ажыроо процесси. Суутек энергияны сактоо жана сактоо каражаты катары жогорку потенциалга ээ, ошондой эле кайра жаралуучу энергияны өндүрүү учурунда электр энергиясын керектөөнүн туруксуздугу шартында электр тармактарынын жүзүн тең салмактайт. Суутек энергиясынын кубаттуулугун райондоштуруунун негизги факторлору баса белгиленди. Ушул факторлордун негизинде эки келечектүү район бөлүнгөн: Кара-Балта шаарынын түндүк-батышында (Чүй облусу) жана Сары-Жаз суусунун орто бөлүгү дарыянын каньонуна чейин (Ысык-Көл облусу).

**Негизги сөздөр:** суутек энергиясы, суу гидролизи, жашыл энергия, ультраузсуз суулары.

Водородная энергетика – это отрасль, основанная на использовании водорода в качестве средства для аккумуляции, транспортировки, производства и потребления энергии. Электролиз воды – наиболее удобный и простой метод. Электролиз – это процесс разложения воды под действием постоянного электрического тока на кислород и водород. Водород имеет высокий потенциал применения в качестве средства хранения и накопления энергии, а также балансировки нагрузки энергосетей в условиях нестабильности потребления электроэнергии при ее генерации с использованием возобновляемых источников энергии. Выделены основные факторы районирования мощностей водородной энергетике. На основе этих факторов выделены два перспективных района: северо-западнее г. Кара-Балта (Чуйская область) и средняя часть течения р. Сары-Джаз до каньона реки (Иссык-Кульская область).

**Ключевые слова:** водородная энергетика, гидролиз воды, зеленая энергетика, ультрапресные воды.

Hydrogen energy is an industry based on the use of hydrogen as a means for the accumulation, transportation, production and consumption of energy. Electrolysis of water is the most convenient and simple method. Electrolysis is the process of decomposition of water under the action of direct electric current on oxygen and hydrogen. Hydrogen has a high potential for use as a means of energy storage and storage, as well as load balancing of power grids in conditions of instability of electricity consumption during its generation using renewable energy sources. The main factors of the zoning of hydrogen energy capacities are highlighted. Based on these factors, two promising areas have been identified: north-west of the city of Kara-Balta (Chui region) and the middle part of the course

of the Sary-Jazz River to the canyon of the river (Issyk-Kul region).

**Key words:** hydrogen energy, water hydrolysis, green energy, ultra-fresh water.

Энергия стала ключевым моментом для решения основных мировых проблем. Ситуация в Европе показала, что энергетическое оружие эффективней «Цирконов», «Калибров» и «Кинжалов». При этом энергетическое оружие, в отличие от обычного еще и приносит прибыль. Но прибыль от сегодняшней энергетике не вечна.

Эволюция энергетике в целом выглядит следующим образом:

Мускульная энергия человека - мускульная энергия животных – древесина - ветер – уголь – углеводороды (нефть, газ) – атомная энергия – водородная энергия.

В физике такие переходы называют фазовыми переходами и этим фундаментальным явлениям посвящено множество исследований. Физические превращения, которые наблюдаются при фазовых переходах в первую очередь, проявляются во внезапном переходе в новое состояние, новую пространственную и временную структуру системы. Так при нагревании воды до точки кипения никаких видимых изменений не наблюдается. Но при достижении температуры кипения вода сразу превращается в пар, когда в газообразном состоянии коренным образом меняется организация молекул воды.

До фазового перехода к водородной энергетике осталось примерно 15 лет. Это совсем немного.

**Водородная энергетика** – это отрасль, основанная на использовании водорода (H<sub>2</sub>) в качестве средства для аккумуляции, транспортировки, производства и потребления энергии.

Потенциал рынка водородной энергетике огромен. К 2050 году 1/4 мировых потребностей в энергии будет покрываться за счет водорода, а цена водорода снизится до уровня прошлогодних цен на газ. При благоприятном сценарии развития за следующие 30 лет отрасль привлечет около \$11 трлн инвестиций, а продажи водородного топлива по всему миру достигнут \$700 млрд в год [1].

**Производство водорода. Электролиз воды** – более удобный и простой метод. Электролиз – это процесс разложения воды под действием постоянного электрического тока на кислород и водород. Химическая реакция идет по схеме:  $2\text{H}_2\text{O} + \text{энергия} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ . Преимущества:

- доступное сырье – деминерализованная вода и электроэнергия;
- во время производства отсутствуют загрязняющие выбросы;
- процесс автоматизирован;
- на выходе получается достаточно чистый (99,99%) продукт.

Недостатки: получение водорода дороже, чем при риформинге в 1,5-3 раза. Используется в небольшом объеме и считается потенциальной технологией будущего.

**Использование атомной энергии** для производства водорода возможно в различных процессах: химических, электролиз воды, высокотемпературный электролиз. Себестоимость процесса \$2,33 / 1 кг водорода.

Существенный недостаток **Электролиза** – большие энергозатраты, необходимые для проведения реакции. То есть получается несколько странная ситуация: для получения водородной энергии нужна... энергия. Во избежание возникновения при электролизе ненужных затрат и сохранения ценных ресурсов некоторые компании стремятся разработать системы полного цикла «электричество – водород – электричество», в которых получение энергии становится возможным без внешней подпитки [2].

Себестоимость «зеленого» водорода около \$6-7/1 кг (что пока нерентабельно); «голубой» и «желтый» водород в несколько раз дешевле «зеленого» – от 2\$/1 кг.

В структуре себестоимости «зеленого» водорода значительную долю занимают дополнительные расходы на очистку воды для электролиза. В среднем для производства 1 тонны водорода требуется 9 тонн очищенной воды. В свою очередь, для получения 1 т чистой воды потребуется в два раза больший объем неочищенной воды – следовательно, с потерями соотношение приближается к 20 т воды на 1 т водорода.

Перспективные методы производства водорода (**пиролиз, плазменная конверсия**) имеют положительные стороны: отсутствуют выбросы  $\text{CO}_2$ , есть возможность получения побочной продукции и др. Но в то же время эти методы весьма энергозатратны, для них характерны высокие температуры.

По прогнозам международного агентства, возобновляемой энергетики IRENA, «зеленый» водород к 2025 г будет стоить \$4-6/кг с перспективой снижения цен до \$2/кг к 2040 г. [1]

У водорода пока еще столько проблем, что работать с ним могут только большие корпорации – окупаемость здесь не так важна, если будет возможность занять у государства на приемлемых условиях. Energy Net полагает, что источниками производства водорода могли бы быть АЭС, работающие не на полную мощность. Росатом активно принимает участие в маркетинговых исследованиях. Тем более что у корпорации есть и дочерняя структура по ветрогенерации, и НИИ по разработке энергоблоков малой мощности [3].

Снизить расходы на производство «зеленого» водорода можно, выбрав для его производства регион с высоким гидроэнергетическим потенциалом. Таким, которым обладает Кыргызстан. Например, разместить производственные мощности можно рядом с гидроэлектростанциями КР, где относительно недорогая гидроэлектроэнергия в ценовом коридоре 2-2.3 цента за кВт/ч, а суммарный среднегодовой речной и подземный сток достаточны для масштабного производства водорода.

Эти факторы формируют благоприятные условия для развития водородной энергетики. Кыргызстан располагает природно-климатическими условиями для развития водородной энергетики. Кыргызстан имеет достаточный потенциал для развития производства «зеленого» водорода.

Во всех методах, кроме электролиза, Кыргызстан не имеет конкурентных преимуществ. «Преимущества Кыргызстана обусловлено наличием дешевой гидроэнергии и водных ресурсов горных рек – то есть критически необходимыми условиями для производства «зеленого» водорода по конкурентоспособной цене», - отмечают эксперты ЕАБР.

ГЭС Кыргызстана в месяцы большого притока воды могут переводить излишки электроэнергии в водород при помощи электролиза воды. Полученный водород далее можно хранить. И это еще одно важное его преимущество. Дело в том, что большинство накопителей энергии, используемых в промышленных масштабах, позволяют покрывать только пиковые потребности в течение суток из-за короткого срока хранения энергии - например, литий-ионные аккумуляторы работают до 4-х часов, гидроаккумуляторы - около 12.

Вместе с тем для решения проблемы дефицита электроэнергии в осенне-зимний период и профицита в весенне-летний в Кыргызстане, системы накопления электроэнергии (СНЭ) должны располагать возможностями хранения энергии не менее года.

Данный фактор может сделать Кыргызстан – востребованным в качестве площадки для размещения производства «зеленого» водорода, который получается благодаря процессу электролиза. Он нуж-

дается в большом объеме чистой воды и электроэнергии. Учитывая природно-ресурсный потенциал Кыргызстана, процесс электролиза воды представляет собой перспективное решение вызовов водно-энергетического комплекса стран [6].

Водород имеет высокий потенциал применения в качестве средства хранения и накопления энергии, а также балансировки нагрузки энергосетей в условиях имеющей место нестабильности потребления электроэнергии при ее генерации с использованием возобновляемых источников энергии.

Применение атомной энергетики в производстве водорода способно повысить его эффективность с учетом возможностей обеспечения дешевой энергией. Оценки ОЭСР показали, что стоимость произведенного на новых АЭС электричества обойдется от 2.1 до 3.1 цента за кВт-час (при учетной ставке 5%). Себестоимость 1 кВт/ч электроэнергии на Токтогульской ГЭС составляет 16 тыйынов. Средняя цена на электричество Госагентством по регулированию топливно-энергетического комплекса установлена в размере 4 сомов 70 тыйынов или 5,6 цента.

Производство водорода наиболее перспективно для стран, испытывающих профицит и энергии, и воды (ЛЕТОМ).

Потребление водорода наиболее перспективно для стран, испытывающих дефицит и энергии, и воды.

Невозможно спускать в реки воду, использованную для охлаждения реакторов (ЗИМОЙ). Вода в реках и так очень теплая из-за жары, а попадание в них воды из АЭС приводит к превышению ее максимально допустимой температуры. использует речную воду для охлаждения реакторов, часть ее испаряется, из-за чего в реку возвращается меньше воды. А та, что сбрасывается обратно, на 6 градусов теплее, чем до забора. Она еще больше подогревает реку, что приводит к гибели микроскопических водорослей. Ими питаются маленькие рыбы, которыми в свою очередь питаются более крупные рыбы. Таким образом в реке полностью нарушается пищевая цепочка".

На фоне российской специальной военной операции на Украине тарифы на электроэнергию в Германии подскочили до €477,50 за мегаватт-час – 47,75 евроцент / кВт/час [5].

Кыргызстан, как одно из первых государств постсоветского пространства, вступивших в ВТО. Он готов предложить инвесторам преимущества. Так, к примеру, горная страна может стать для бизнеса площадкой для работы с рынками самых разных регионов мира. Республика участвует не только в ЕАЭС, что позволило снять таможенные барьеры в рамках Евразийского союза.

Открытая торговая политика позволила КР обрести преимущества и непосредственно на европейском рынке, что может быть интересно для российско-

го бизнеса. Так, к примеру, Евросоюз ввел в отношении республики специальный льготный режим ВСП+, который гарантирует освобождение продукции, произведенной в КР, от таможенных пошлин. Речь идет о 6,2 тысячи товарных позиций. С рядом членов ЕС Кыргызстан подписал соглашения об избежании двойного налогообложения, а также защите и поощрении инвестиций. Иными словами, горная республика располагает завидным потенциалом. Вопрос только в том, сможет ли она его реализовать самостоятельно. Ответ: пытаются.

С конца февраля 2022 года официальный Бишкек решил перехватить IT-специалистов, выезжающих из России. Кыргызская сторона освободила от ряда налогов резидентов Парка высоких технологий (ПВТ) и снизила ставки по некоторым другим платежам. Этот шаг, уже получил оценку со стороны иностранных, прежде всего российских, IT-компаний. Зарубежные специалисты проходят регистрацию в местном ПВТ [5].

Министерство энергетики и российская корпорация "Росатом" 20 января 2022 года на "Экспо-2020" подписали меморандум о возможном совместном строительстве атомной станции малой мощности. Сотрудничество с большими корпорациями России обеспечит технологическую сторону водородной энергетики Кыргызстана.

Нестабильность выработки электроэнергии по сезонам и времени суток также является фактором районирования, так как утилизация электроэнергии при электролизе водорода является способом стабилизации потребления.

Чтобы сократить расходы на очистку и деминерализацию воды, установки для электролиза целесообразно устанавливать в зонах ультрапресных вод. Причем поверхностные воды можно использовать в теплое время года, а в зимнее время дополнительно использовать подземные воды.

Пока есть время надо отрабатывать производство водорода в разных природных условиях. Горные условия Кыргызстана делают его естественным полигоном с разнообразными условиями для нахождения наиболее конкурентоспособных условий для генерации «зелёного водорода».

Наличие железной дороги и/или газопроводов (метана) или хотя бы их проектов является важным фактором районирования водородной энергетики.

Таким образом, основные факторы районирования мощностей водородной энергетики следующие:

1. Доступность чистых и ультрапресных поверхностных и подземных вод.
2. Доступность мощностей по выработке дешёвой электроэнергии с атомных и электростанций.
3. Доступность газопроводов или наличие потенциальных инвесторов на их строительство.

4. Доступность железной дороги.
5. Нестабильность выработки электроэнергии.
6. Нестабильность потребления электроэнергии АЭС.
7. Малоосвоенные и/или малонаселенные территории.
8. Доступность работников с инженерным и техническим образованием и навыками.
9. Благоприятная роза ветров.
10. Низкий уровень радиофобии.
11. Низкий уровень активности деструктивных экологических НКО.

На основе этих факторов районирования выделены два перспективных района: северо-западнее г. Кара-Балта (Чуйская область) и средняя часть течения р. Сары-Джаз до каньона реки (Иссыккульская область).

Дальнейшее уточнение локации требует изучения инженерно-технических и инженерно-геологических полевых обследований.

#### Литература:

1. Водородная энергетика: начало большого пути. 2.11.18 Блог компании Toshiba Энергия и элементы питания-Экология.
2. Толкачев В. Водородная энергетика: что это такое и почему за ней будущее. 21.01.21 <https://nat-geo.ru/science/vodorodnaya-energetika-chto-eto-takoe-i-pochemu-za-nej-budushee/>
3. Гриб Н. Водородная энергетика: мифы и реальность. - <http://www.ngv.ru/magazines/article/vodorodnaya-energetika-mify-i-realnost/>
4. Строительство АЭС в Кыргызстане. За и против. [https://kaktus.media/doc/454669\\_stroitelstvo\\_aes\\_v\\_kyrgyzstane.\\_za\\_i\\_protiv.html](https://kaktus.media/doc/454669_stroitelstvo_aes_v_kyrgyzstane._za_i_protiv.html)
5. <https://rg.ru/2022/07/06/otkrytie-respubliki.html>
6. [https://finance.rambler.ru/markets/49177498/?utm\\_content=finance\\_media&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylink](https://finance.rambler.ru/markets/49177498/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink)
7. Абдулдаев М.С., Липкин В.И. Гидроэнергетические потенциалы рек Тосор, Тон, Актерек, Турасу бассейна озера Иссык-Куль. / Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2022. №. 3. С. 39-47.