

РАЗРАБОТАТЬ МЕТОДЫ ПРЯМОГО И КОСВЕННОГО  
ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ  
СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДОРОДНОГО  
ТОПЛИВА.

*Temirov Og'abek Farhod o'g'li,  
Buxoro davlat tibbiyot instituti "Biotibbiyot  
muhandisligi, biofizika va informatika "kafedrasi assistenti.*

**Annotatsiya.**

Ushbu maqolada vodorod yoqilg'isi olish va unga bog'liq jarayonlarda yuqori temperaturali qurilmalardan samarali foydalanish usullari bo'yicha olib borilgan ilmiy izlanishlar natijalari bayon qilingan. O'rganishlarga ko'ra suvda ekvivalent kislotalilikning oshishi bilan ko'proq protonlar hosil bo'ladi, ammo proporsional bog'liqlik yo'qligi va bunday ta'sirning sababi, taxminan, katalizatorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari yoki suvning o'zi bilan bog'liqligi aniqlandi. Bir necha tajriba natijalari maqoladan o'rin olgan bo'lib ular fizik-texnik jihatdan tahlil qilindi.

**Kalit so'zlari:** Vodorod yoqilg'isi, quyosh qurilmalari, katalitik hajm va sirt, kislotali katalizatorlar, aluminobor katalizatori, Vin qonuni.

**Abstract.**

This article presents the results of scientific research on effective methods of utilizing high-temperature systems in hydrogen fuel production and related processes. According to the studies, an increase in the equivalent acidity of water leads to the formation of more protons, but the absence of a proportional relationship and the reason for such an effect were found to be linked to the physicochemical properties of the catalysts or the water itself. Several experimental results are included in the article, which were analyzed from a physicochemical perspective.

**Key words:** Hydrogen fuel, solar systems, catalytic volume and surface, acidic catalysts, aluminobor catalyst, Vin's law.

**Аннотация.**

В этой статье представлены результаты научных исследований по эффективному использованию высокотемпературных систем для производства водородного топлива и связанных с этим процессов. Согласно исследованиям, повышение эквивалентной кислотности воды приводит к образованию большего количества протонов, однако отсутствие пропорциональной зависимости и причина такого воздействия были установлены как связанные с физико-химическими свойствами катализаторов или самой воды. Несколько экспериментальных результатов, представленных в статье, были проанализированы с физико-технической точки зрения.

**Ключевые слова:** Водородное топливо, солнечные системы, каталитический объем и поверхность, кислотные катализаторы, алюмини-боровой катализатор, закон Вина.

**Введение.** Роль катализаторов в производстве водорода путем электролиза воды не имеет себе равных. Водород стал перспективной заменой ископаемого топлива, представляя собой чистый и возобновляемый источник энергии. Основная задача заключается в эффективном производстве водорода для удовлетворения спроса в коммерческих масштабах. Электролиз расщепления воды является перспективным методом достижения эффективного производства водорода с точки зрения преобразования и хранения энергии, при этом катализ или электрокатализ играют решающую роль. Разработка активных, стабильных и экономически эффективных катализаторов или электрокатализаторов является ключевым требованием для достижения желаемого электрокаталитического производства водорода путем расщепления воды для практических применений, что составляет центральное внимание этого обзора [5]. Он начинается с введения оценки эффективности расщепления воды для различных электрокатализаторов с точки зрения активности, стабильности и эффективности. Затем следует представление современных знаний о механизмах реакции двух полуреакций, реакции выделения водорода (HER) и реакции выделения кислорода (OER), с точки зрения как щелочной, так и кислотной среды. Обсуждаются последние достижения в разработке и подготовке наноструктурированных электрокатализаторов на основе благородных и неблагородных металлов. Выделены новые стратегии и концепции для повышения электрокаталитической активности и стабильности в HER и OER, с упором на синергетическую структуру, морфологию, состав и активные центры наноструктурированных электрокатализаторов. Наконец, также представлены будущие проблемы и перспективы эффективного производства водорода из электролиза воды при разработке активных и надежных электрокатализаторов для HER и OER [1].

**Материалы и методы.** Энергия и окружающая среда являются двумя основными проблемами, имеющими важное значение для экономического и социального устойчивого развития мира в современном обществе. В 2018 году 79,5% энергетической экономики полагались на традиционные источники энергии, такие как уголь, нефть и природный газ, которые являются невозобновляемыми и вредными для окружающей среды. Для решения этой проблемы существует глобальное движение по поиску возобновляемых и чистых альтернатив ископаемому топливу. Природа предлагает различные возобновляемые источники, такие как солнечная энергия, энергия ветра,

гидроэнергетика, энергия биомассы и другие. Однако такие источники энергии иногда недоступны из-за региональных или сезонных факторов. В результате, наряду с исследованием возобновляемых источников энергии для широкомасштабного использования, существует потребность в эффективных системах преобразования и хранения энергии. Этот спрос стал ключевой движущей силой для многих инноваций в системах преобразования и хранения энергии. [9]

Фактически, производство водорода путем электролиза воды, преобразование водорода в электричество с использованием топливных элементов и хранение энергии с использованием литий-ионных или металл-воздушных батарей привлекли значительное внимание в последние десятилетия. Хранение избыточной электроэнергии с крупных производственных установок для хранения энергии на основе батарей становится все более сложным, поскольку это очень дорого и требует больших площадей для установки. Необходим альтернативный способ хранения энергии с избыточной электроэнергией, произведенной солнечной или ветровой энергией.

Производство водорода из воды методом электролиза стало перспективной стратегией преобразования больших объемов электроэнергии из возобновляемых источников энергии в чистое топливо — водород (H<sub>2</sub>).

Энергия связи водорода с кислородом составляет 495 кДж/ моль, в то время как максимальная энергия видимого ультрафиолетового излучения составляет 315 кДж, что означает, что прямой фотолиз воды невозможен. В присутствии катализаторов молекулы воды активируются, образуя определенные комплексы, в которых энергия связи водорода с кислородом снижается, что позволяет фотолизу продолжаться в соответствии с приведенными выше уравнениями. Сочетание процессов 2 и 3 имеет определенные противоречия — в качестве фотокатализаторов обычно используются оксиды металлов, которые, с одной стороны, могут эффективно адсорбировать молекулы воды с энергией адсорбции более 140 кДж/ моль для реакции. С другой стороны, используемые оксиды металлов имеют небольшой внешний фотоэлектрический эффект для проведения реакции. Процесс может происходить по ходу процесса в соответствии с уравнением прямой ионизации воды электрическим током под напряжением 27 В/см или путем очистки воды радиоактивным излучением. Ни один из этих двух методов не является практичным. Поэтому принято использовать определенный класс катализаторов, способных генерировать требуемые ионы из воды для исследований. Среди различных гетерогенных катализаторов мы считаем, что кислотные катализаторы являются наиболее подходящими.

**Результаты.** В любой воде, за исключением особо чистой, присутствуют ионы водорода и гидроксильные группы. В присутствии кислотных катализаторов происходит следующий процесс [2]:



С уменьшением числа гидроксильных групп увеличивается число ионов водорода. В качестве кислотных катализаторов в нашем исследовании использовались кислотные катализаторы, полученные из каолина, алюминия-бора и сульфированного диоксида титана.

Приготовление катализатора каолиновой кислоты осуществлялось по разработанной нами методике из ангреноского каолина марки АСТ-30. Каолин загружался в анодное отделение электролизера. Для перемешивания использовался сжатый воздух. Для промывки каолина применялось напряжение 24 В. В этих условиях смешанный каолинит К, Na, Mg и Ca превращался в Н-каолинит [7].



а)



б)

Рисунок 1. Фотографическое изображение никель -Ренеевского катализатора в испытательной установке солнечного концентратора, расположенного в фокальной зоне (а) и в керамическом катализаторе Н-каолинит (б).

Процесс проводили в течение 9 часов, при этом в катодном отделении рН достигал 11, а в анодном — 4. После промывки продукт отжимали от воды с помощью лавсанового фильтра, затем высушивали. Из высушенного продукта формовали таблетки и спекали при температуре 700°C в течение 2 часов. Полученный катализатор анализировали с помощью рентгеноструктурного анализа, ВЭТ (каталитический объем и поверхность) и химического состава. По данным рентгеноструктурного анализа, продукт, полученный после электрохимической промывки, имеет вид Н-каолинита. Поверхность и размер пор полученного катализатора превышают таковые у исходного продукта и катализатора, полученного при стандартной кислотной промывке [7].

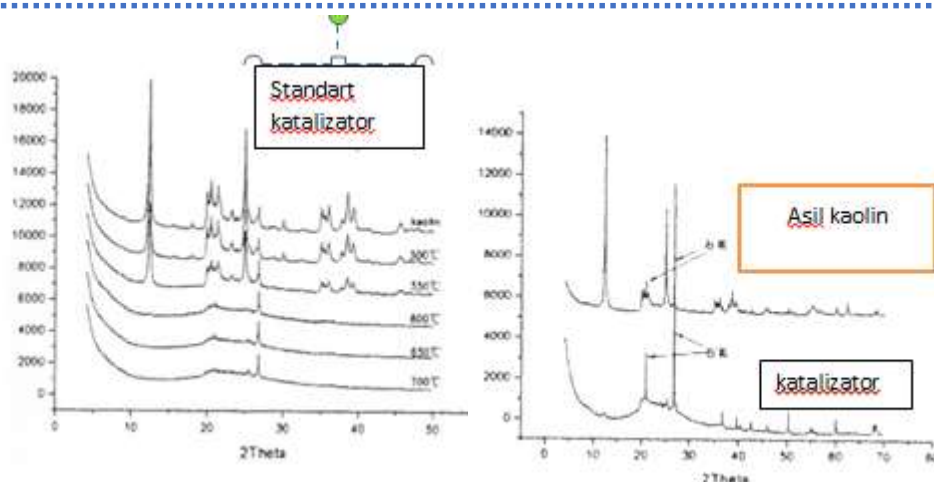


Рисунок 2. Рентгеноструктурный анализ каолинового катализатора.

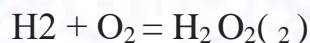
Имя	Поверхность, м <sup>2</sup> / г	Объем, мл/г
Н-каолинит	25	0,11
Стандарт	15	0,086
Оригинал	15	0,081

Таблица 1.1. Определение удельной площади поверхности и объема пор методом БЭТ.

**Обсуждение и выводы.** Для получения катализатора алюмобор оксид алюминия смешивают в эквимольном количестве с борной кислотой, тщательно перемешивают, а затем спекают при 400°C в течение 4 часов. Для получения сульфированного титана диоксид титана растворяют в серной кислоте. Затем смесь обрабатывают при 500°C в течение 2 часов до получения твердого, нерастворимого в воде остатка [3]. Полученные катализаторы тщательно промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции и определяют эквивалентную кислотность по отношению к серной кислоте описанным выше способом. Установлено, что Н-каолинит на 70% сильнее серной кислоты, катализатор алюмобор на 90%, а сульфированный титан в 1300 раз сильнее серной кислоты [8].

Кислотные катализаторы измельчаются до размера частиц 5-10 мм и загружаются в проточный реактор, а никель Ренея фиксируется в двухсопловой кварцевой сферической колбе. Для закрепления никеля Ренея используются рисовые связующие. На этапе кислотной очистки с кислотными катализаторами в воде за счет контакта с воздухом и протекания реакции накапливается

кислород. Растворимость кислорода в воде составляет 30%. Кроме того, в воде присутствуют ионы  $H_2$ ,  $H_3O^+$  и  $H_4^{++}$ . На этапе обработки полученной системы реакция продолжается в фотореакторе, в результате чего выделяется водород. Образующийся водород обладает высокой реакционной способностью и быстро реагирует с кислородом, образуя перекись водорода по реакции [4]:



Версии	Кислотный катализаторы		
	Кислотный катализаторы	$Al_2O_3 - B_2O_3$	Т и
Эквивалентная кислотность $H_2SO_4$			1300 марта
Количество остатка от карбонатной руды			
Массовое число протонов	60 г	79 г	85 г

Таблица 2. Влияние кислотных катализаторов на разложение карбонатной руды.

Очевидно, что с увеличением эквивалентной кислотности в воде генерируется больше протонов, но пропорциональной зависимости нет. Причина такого эффекта, вероятно, связана с физико-химическими свойствами катализаторов или самой воды.

#### ССЫЛКИ .

1. Максимилиан Шаленбах , Герт Тьяркс , Марсело Кармо , Вибке Люке , Мартин Мюллер и Детлеф Столтена . Кислотный или щелочной? К новому взгляду на эффективность электролиза воды. Журнал Электрохимического общества, 163 (11) F3197-F3208 (2016).
2. Дэвенпорт Р.Дж., Шуберт Ф.Х. « Электролиз космической воды: космическая станция через перспективные миссии » // Журнал Источники энергии. - 1991. - Т. 36. С. 235.
3. [https://www.sosvetom.ru/images/data/gallery/587\\_137\\_cloud-box-m1-usermanual-\(rus\)-pdf](https://www.sosvetom.ru/images/data/gallery/587_137_cloud-box-m1-usermanual-(rus)-pdf) .
4. Барановский П.И., Клочков В.П., Потыкевич И.В. Яримотказгичли электроника. Материализация хусусиятлари. Каталог. Киев, 1975, 704 б.
5. <https://solmetric-pv-analyzer.software.informer.com/3.7> .

6. [Рахимов Р.Х.](#), [Ермаков В.П.](#) Применение функциональной керамики для сушек красок, полимеризация высокомолекулярных соединений и вулканизация смолы. Комп. н аботехнолог., 2017, [выпуск 4](#), с. 60–62.
7. Акбаров Р.Ю. Оптимальные углы наклона солнечной установки для Паркентского района (Узбекистан). Материалы международной научной конференции « Новые материалы и гелиотехнологии » 20-21 мая 2021 года. г. Паркент, Узбекистан. С. 186-190.
8. Sattarov, S. A., & Metinqulov, J. T. (2023). PREPARATION OF METAL-CONTAINING NANOSTRUCTURES IN NANOREACTORS OF POLYMER MATRICES. *Экономика и социум*, (11 (114)-2), 412-418.
9. Metinqulov, J. T. (2024). MA'LUMOTLARNI QAYTA ISHLASHDA KP580VM80A MIKROPROTSESSORINING O'RNİ. *Экономика и социум*, (1 (116)), 332-334.
10. Podlepetskiy, B., & Metinqulov, J. T. (2024). MIKROKONTROLLERLARGA O'RNATILGAN TAYMERLAR. *Экономика и социум*, (3-2 (118)), 281-284.