

УДК 621.357.12

Серебряков И.М.

студент

Национальный исследовательский университет ИТМО (ИТМО)

(г. Санкт-Петербург, Россия)

**АНАЛИЗ РАЗВИТОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДЫ**

Аннотация: в работе рассмотрена технология получения водородного топлива путем электролиза воды, проанализированы новшества призванные увеличить эффективность протекания процесса электролиза путем звукового и лазерного воздействия на металл и электролит.

Ключевые слова: водород, электролиз, эффективность, водородное топливо.

Serebryakov I.M.

student

ITMO National Research University (ITMO)

(Saint Petersburg, Russia)

**ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF HYDROGEN PRODUCTION
TECHNOLOGY BY WATER ELECTROLYSIS**

Abstract: the paper considers the technology of obtaining hydrogen fuel by electrolysis of water, analyzes innovations designed to increase the efficiency of the electrolysis process by sound and laser exposure to metal and electrolyte.

Keywords: hydrogen, electrolysis, effectiveness, hydrogen fuel.

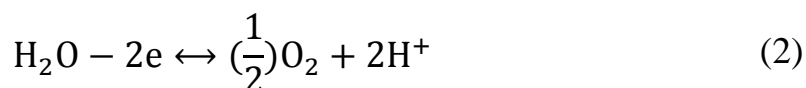
Водород является одним из наиболее перспективных веществ в мире. В настоящее время он широко используется в различных областях, таких как производство электроэнергии, металлургия, авиация, космические промышленности и многих других областях. Этот универсальный газ также является одним из наиболее важных элементов в переходе к экологически чистой, устойчивой и экономически эффективной энергетической системе. В этой статье мы рассмотрим процесс получения водорода методом электролиза воды, а также перспективы дальнейшего развития данной технологии.

Повышение эффективности процесса получения водорода связано с тремя факторами; Первое большой запас сырьевой базы; второе неэффективность электролиза; экологичность. Для наглядности определим энергетическую эффективность электролиза воды по методу [4].

Уравнение реакции:



В результате разряда гидроксильных ионов на аноде происходит выделение кислорода. Уравнение реакции:



Расход электроэнергии на производства 1 м³ водорода считаем по формуле 3:

$$\mathcal{E} = \frac{(P * t)}{V} * EE * CE = 6,7 \text{ кВт} * \text{ч}/\text{м}^3 \quad (3)$$

где \mathcal{E} - энергетические затраты на производство водорода (в кВт*ч/м³), P - мощность источника тока (в кВт), t - время электролиза (в часах), V - объем произведенного водорода (в м³), EE - электрическая эффективность конверсии (в %), CE - химическая эффективность конверсии (в %).

Переводим на килограмм водорода $\frac{6,7}{0,089} = 75,2 \text{ кВт} * \text{ч}$ где 0,089 плотность водорода при нормальных условиях. Находим тепловую энергию реакции по формуле 4:

$$q_4 = 75,2 * 3600 = 271011 \text{ кДж} \quad (4)$$

Будем считать, что электрическую энергию для реакции получаем с помощью атомной электростанции, тогда принимаем КПД согласно формуле 5.

$$\eta = \eta_{аэ} \eta_{пг} \eta_{эг} \eta_{м} \eta_{трэ} = 0,258 \quad (5)$$

Где $\eta_{аэ}$ КПД с графитоводным реактором – около 40%, $\eta_{пг}$ КПД парогенератора 90%, $\eta_{эг}$ КПД электрогенератора 90%, $\eta_{м}$ КПД механический 96%, $\eta_{трэ}$ КПД транспортировка электроэнергии по сетям 0,83 %.

Находим отношения теплоты сгорания суммарного топлива к теплоте сгорания водорода по формуле 6.

$$\Delta = \frac{q_4}{q_H} = \frac{271011}{121000} = 2,24 \quad (6)$$

Из формулы 5, что тепловая энергия 1 кг водорода в 2,24 раза меньше теплоты сгорания условного топлива, что безусловно энергетически не выгодно. Проанализировав работу [4], принимаем что для производства 1 кг водорода потребуется в 27 раз больше килограмм условного топлива. При этом из анализа работы [3] видно, что электролиз воды самый дорогостоящий способ получения водорода, не считая атомного термоэлектромза.

Для решения этой проблемы авторы работы [1] предлагают использовать высокочастотный генератор звуковых волн для разрушения водородных связей и схлопыванию пузырьков газа на поверхности электродов, что способствует образованию свободных молекул и уменьшению сопротивления электрического тока в электролизере. По утверждению авторов работы [1] при неизменном напряжении плотность тока увеличивается в 14 раз, что позволяет экономить около 27 % электроэнергии при той же производительности водорода.

Еще один способ повышения эффективности электролиза воды представлены в работе [2]. В работе используют лазерную абляцию

совместно с ультразвуковыми волнами для снятия оксидной пленки с алюминиевого анода и катода, что в свою очередь и провоцирует реакцию электролиза. Главным плюсом данного способа является получения водорода непосредственно из воды без выделения загрязняющих окружающую среду побочных продуктов.

В данной работе рассмотрены новейшие технологии усовершенствования технологии электролиза воды. При перерасчете стоимости водорода из работы [3] с учетом процента экономии энергии из работы [1], можно с уверенностью сказать, что на дистанции цена водорода полученного электролизом воды сможет составить конкуренцию традиционным способам получения водорода не только в экономическом плане но и в экологическом.

Использованные источники:

1. Ehrnst Y. et al. Acoustically- Induced Water Frustration for Enhanced Hydrogen Evolution Reaction in Neutral Electrolytes //Advanced Energy Materials. – 2023. – Т. 13. – №. 7. – С. 2203164.
2. Escobar-Alarcón L. et al. Hydrogen production by laser irradiation of metals in water under an ultrasonic field: A novel approach //International Journal of Hydrogen Energy. – 2019. – Т. 44. – №. 3. – С. 1579-1585.
3. Макарян И. А., Седов И. В. ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАСШТАБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ //Российский химический журнал. – 2021. – Т. 65. – №. 1. – С. 62-76.
4. Дубинин А. М., Кагарманов Г. Р., Финк А. В. Энергетическая эффективность ряда способов получения водорода //Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. – 2009. – Т. 52. – №. 2. – С. 54-56.