

УДК 54

## ПРЕИМУЩЕСТВА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА

С.С. Власов ХНб-121, 4 курс

Научный руководитель: И.В. Исакова, к.х.н., доцент

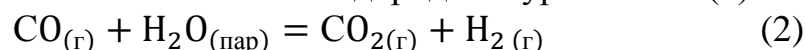
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

Водород широко распространён во всей Вселенной (основная часть состава звёзд). На Земле его количество достаточно велико и составляет 1% от массы земной коры, хотя в виде простого вещества практически не встречается в природе, большая часть его содержится в виде органических соединений. Молекулярный водород используется в химической промышленности для производства многих продуктов, таких как аммиак, метанол, соляная кислота и приходится получать его из различных водородосодержащих веществ, в основном из органических соединений [1].

Паровая конверсия метана водяным паром является одним из самых распространённых способов получения водорода. Его суть заключается во взаимодействии метана с водяным паром в присутствии катализатора (оксида никеля, нанесённого на оксид алюминия) при высоких температурах (800-900°C) по следующему уравнению:



Образовавшийся по уравнению (1) оксид углерода(II) используют для получения дополнительного количества водорода по уравнению (2)



Реакция является каталитической – проходит двухступенчатая конверсия водяным паром на среднетемпературном (Fe-Cr при 400°C) и низкотемпературном (Zn-Cr-Cu при 250-300°C) катализаторах. Данный метод очень хорошо подходит для крупнотоннажных производств. Недостатками метода можно назвать металлоёмкость и громоздкость оборудования, достаточно высокие затраты на обогрев реакционной зоны (решается введением циркуляции топочных газов) [2].

В основе получения водорода методом термического разложения углеводородов лежит процесс нагревания их без присутствия окислителя. Этот метод нашёл ограниченное применение в промышленности и до определённого времени, так как получаемый водород загрязнён большим количеством примесей, а установки были только периодически действующими. В настоящее время существуют непрерывные установки с чистотой водорода 97-98%. Непрерывность действия связана с использованием движущейся насадки-катализатора. В качестве сырья могут использоваться как жидкое углеводородное сырьё (в основном это остаточные продукты переработки нефти), так и газообразное (чаще всего

низшие алканы). Высокотемпературная переработка связана с образованием наиболее термически устойчивого углеводорода – метана, так что процесс будет лимитироваться именно стадией распада метана, по уравнению (3)

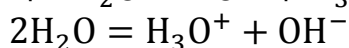
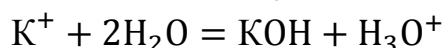
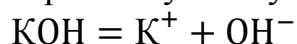


Углерод оседает на насадке, которая очищается, разогревается до 1400°C и возвращается обратно в аппарат. Термическое разложение жидких углеводородов отличается несущественно. Происходит оно в два этапа: разложение жидких углеводородов до углеводородного газа и его дальнейшее термическое разложение. Недостатком данного метода можно считать низкую чистоту конечного продукта (по сравнению с другими методами), а также высокую температуру процесса [3].

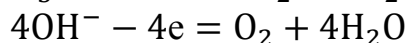
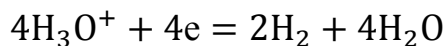
Электролитическое производство водорода является одним из перспективных направлений при условии удешевления электроэнергии. Суть заключается в разложении воды под воздействием электрического тока до водорода и кислорода по уравнению:



Так как очищенная вода плохо подвергается электролизу, добавляется, обычно, 30% раствор KOH, который не участвует в реакции напрямую.



Затем на катоде происходит процесс дегидратации иона оксония с образованием воды и водорода, а на аноде – разряд и дегидратация гидроксид-иона:



Газы разделяются в разделительных колоннах и уходят на промывку.

Данный способ позволяет не только не задействовать полезные ископаемые (при использовании возобновляемых источников энергии), но и снизить тепловые выбросы в атмосферу – получение водорода из воды электролизом. Температура процесса колеблется в диапазоне от 60 до 80°C (для сравнения, температура 1 ступени конверсии CO - 400°C). Также отсутствуют какие-либо выбросы вредных веществ, так как при электролизе воды образуется только водород и кислород, которые если и попадают в атмосферу, то никаким образом не наносят вред. Раствор KOH, который используется в небольших количествах в качестве электролита, почти не расходуется, так как не участвует непосредственно в реакции [4]. Метод применяется для малотоннажных производств. К недостаткам можно отнести завышенную себестоимость конечного продукта вследствие высоких затрат на электроэнергию, но использование альтернативных источников энергии, таких как солнечные батареи или ветряные генераторы, позволяет снизить стоимость в несколько раз [5].

Конструкции современных электролизёров компактны, что выгодно отличает их от, например, конверторов. Существуют компании, которыми

электролизёры уже разработаны, проведены их испытания и налажено серийное производство аппаратов. Степень превращения воды в них достигает 99%, а выход по току – 70%. Например, в линейке электролизёров одной бельгийской компании, на производство 1 м<sup>3</sup> водорода расходуется обычно 4,2 кВт-час электроэнергии, а энергопотребление в масштабах всей установки не превышает 4,8 кВт-час/м<sup>3</sup>. Обе эти цифры характеризуют установки с максимальным током через модуль 440 А. Конструкцию электролизёра можно описать следующим образом: внутри располагаются два предэлектрода, биполярная пластина, анод, катод и неорганическая мембрана. Водород и кислород выделяются, соответственно, на катоде и аноде, а мембрана предотвращает обратную реакцию и производит разделение. Эти основные компоненты конструкции собираются, в ходе уникального патентованного процесса, и результатом сборки является «конфигурация с нулевым зазором», где расстояние между различными компонентами электролитического процесса приближается к нулю. «Конфигурация с нулевым зазором» в сочетании с уникальной запатентованной неорганической мембраной обеспечивает установке самое низкое энергопотребление среди всех предлагаемых сегодня водородных генераторов[6].

Таким образом, использование электролитического метода производства водорода при внедрении новейших разработок позволяет снизить тепловое загрязнение окружающей среды на производстве, а также потребление природных ресурсов, которые можно направить на другие производства.

#### Список литературы

1. Волков А.М. Большой химический справочник /Волков А.М., Жарский И.М. — М.: Современная школа, 2005. - 608 с.
2. Шевченко Т.М. Химическая технология неорганических веществ. Подготовка сырья. Курс лекций./ Шевченко Т.М. — Кемерово: Кузбассвуиздат, 2012 - 136 с.
3. Кондауров Б.П. Общая химическая технология / Кондауров Б.П., Александров В.И., Артемов А.В – М.: Академия, 2005 - 586 с
4. Якименко Л.Н. Получение водорода, кислорода, хлора и щелочей./ Л.Н. Якименко — Москва, Химия, 1981
5. Истомина Н.В. Оборудование электрохимических производств. Учебное пособие./, Сосновская Н.Г., Ковалюк Е.Н – Ангарск: АГТА, 2010 - 247 с
6. Руководство по монтажу и эксплуатации системы НуSTAT-A. – Ойвел(Бельгия), 2007г – 242 с.