

5. Лебедев Ю.В., Лебедева Т.А. Зеленая экономика, зеленая энергетика, зеленые инвестиции // Мат-лы XII Международной конференции «Российские регионы в фокусе перемен». Москва. 2014 г.

УДК 54.052

Н. Назаргулыев, О. Язханова, Б. Пирниязова
Международный университет нефти и газа им. Я. Какаева
Ашхабад, Туркменистан

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОРЫВ

Аннотация. Водород – самое распространенное вещество во Вселенной. Водородная энергетика – самый смелый и перспективный проект 21 века. Необходимо использовать экологические, экономические и технологические преимущества природного газа при развитии водородной энергетики.

N. Nazargulyyev, O. Yazhanova, B. Pirniyazova
International Oil and Gas University named after Yagshygeldi Kakayev
Ashgabat, Turkmenistan

HYDROGEN ENERGY. TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH.

Abstract. Hydrogen is the most common substance in the universe. Hydrogen energy is the most daring and promising project of the 21st century. It is necessary to use the environmental, economic and technological advantages of natural gas in the development of hydrogen energy.

В чистом виде на Земле водород, хотя он и является самым распространенным химическим веществом во Вселенной и составляет почти 75 процентов ее чистой массы, практически не встречается. Его нужно извлекать из других соединений, используя различные методы.

К ним относятся: паровая конверсия природного газа, газификация угля, электролиз воды, пиролиз и частичное окисление.

Цветовая градация водорода зависит от способа его выработки и, так называемого, углеродного следа, то есть количества вредных выбросов.

«Зеленый» водород произведён с помощью энергии из возобновляемых источников методом электролиза воды. Он считается самым чистым.

«Голубой» водород произведен из природного газа.

Желтый» водород произведен при помощи атомной энергии.

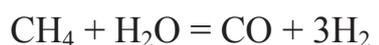
«Серым» водородом называют вещество, при производстве которого вредные выбросы попадают в атмосферу.

Себестоимость «зеленого» водорода около 10 долларов за 1 кг. «Голубой» и «желтый» водород в несколько раз дешевле «зеленого» - от 2 долларов за килограмм.

Паровая конверсия - получение чистого водорода из лёгких углеводородов путём парового риформинга. Паровой риформинг – это процесс каталитической конверсии углеводородов в присутствии водяного. Реформирование газового пара является самым популярным и самым дешевым способом производства водорода. По сравнению с электролизом воды, количество водорода, полученного на единицу потребляемой энергии, намного выше.

Реформирование парового природного газа включает два этапа. Первый этап называется первым риформингом. Он происходит в трубах, заполненных никелевым катализатором, который нанесен на алюминиевую подложку. Тепло, необходимое для процесса, подается через стенки труб, нагретых снаружи путем сжигания другой части природного газа.

Химические процессы, происходящие при этом, описываются формулой (для метана):



Получаемый водород может быть разной чистоты. Водород чистотой 95-98 % называется особо чистым.

В зависимости от дальнейшего использования, водород получают под различным давлением: от 1,0 до 4,2 МПа.

Сырье (природный газ или легкие нефтяные фракции) подогревается до 350—400° в конвективной печи или теплообменнике и поступает в аппарат десульфирования. Конвертированный газ из печи охлаждается в печи-утилизаторе, где вырабатывается пар требуемых параметров. После ступеней высокотемпературной и низкотемпературной конверсии CO газ поступает на адсорбцию CO₂ и затем на метанирование остаточных оксидов. В результате получается водород 95-98,5 % чистоты с содержанием в нем 1-5 % метана и следов CO и CO₂.

В том случае, если требуется получать особо чистый водород, установка дополняется секцией адсорбционного разделения конвертированного газа. В отличие от предыдущей схемы конверсия CO здесь одноступенчатая. Газовая смесь, содержащая H₂, CO₂, CH₄, H₂O и небольшое количество CO, охлаждается для удаления воды и направляется в адсорбционные аппараты, заполненные цеолитами. Все примеси адсорбируются в одну ступень при температуре окружающей среды. В результате получают водород со степенью чистоты 99,99 %. Давление получаемого водорода составляет 1,5-2,0 МПа.

Водород может играть важную роль наряду с электричеством в низкоуглеродной экономике, поскольку сам может служить источником как тепла, так и электричества. Он также предоставляет множество вариантов, которые можно использовать в зависимости от конкретных обстоятельств.

В настоящее время наиболее экономически эффективным способом получения водорода с низким углеродным следом является его централизованное производство на базе технологий паровой конверсии метана и газификации угля с обеспечением улавливания углекислого газа, а также методом электролиза воды на базе электроэнергии атомной электростанции и гидроэлектростанции. Наиболее экологичный способ производства водорода методом электролиза воды на базе электроэнергии возобновляемых источников энергии существенно дороже способов производства из ископаемого сырья. При реализации проектов производства водорода ключевыми факторами конкурентоспособности будут являться стоимость водорода и его углеродный след [2].

В свете вышеприведенных фактов при реализации Водородной стратегии важно соблюдать принцип технологической нейтральности. Для объективного сравнения различных технологий и способов производства водорода необходимо в полной мере учитывать жизненные циклы получаемого водорода.

Внедрение дискриминационных механизмов, направленных против водорода, получаемого из природного газа в соответствии с требованиями углеродоемкости процессов, может привести к экономически неэффективной политике декарбонизации экономики, а также к увеличению выбросов парниковых газов.

Имеет смысл использовать экологические, экономические и технологические преимущества природного газа при развитии водородной энергетики. Поэтапная декарбонизация экономики, основанная на использовании метано-водородного топлива, а затем и водорода, может обеспечить экономическое развитие и достижение

климатических целей на 2030 и 2050 годы при использовании существующей газовой инфраструктуры для поставок природного газа в качестве сырья для производства водорода [3].

Список использованных источников

1. «Нефтегазовая вертикаль», №1-2, 2021, Метан, водород, углерод: новые рынки, новые возможности;
2. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е. Экология. – Москва, 2004. – 124с.
3. Радченко Р.В., Мокрушин А.С., Тюльпа В.В. Водород в энергетике. - Екатеринбург издательство уральского университета, 2014. – 87с.

УДК 541.183

**С.В. Марцева¹, И.Л. Кулинич¹, А.Р. Цыганов²,
А.С. Панасюгин²**

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь

ОЦЕНКА УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, НАНОСИМОГО ПРИ ХРАНЕНИИ ШЛАКОВ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМИНИЯ

Аннотация. На основании эмпирических данных, удельных ставок экологического налога на выброс загрязняющих веществ в атмосферу, утвержденных налоговым кодексом РБ и термодинамических расчетов было определено ориентировочное удельное соотношение продуктов гидролиза и продуктов их термического окисления, образующихся при воздействии влажной атмосферы на алюминиевые шлаки.

**S.V. Martseva¹, I.L. Kulinich¹, A.I.R. Tsyganov²,
A.I.S. Panasyugin²**

¹Belarusian National Technical University

²Belarusian State Technological University
Minsk, Belarus

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL DAMAGE CAUSED DURING THE STORAGE OF ALUMINUM RECYCLING SLAGS