

УДК 621.6

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Николаева Е. Ю., студент гр. ВЭм-1-21, 1 курс
Науч. рук. д-р хим. наук, проф. Чичиров Андрей Александрович
ФГБОУ ВО «Казанский Государственный Энергетический
Университет»,
г. Казань, Республика Татарстан

Аннотация: В данной статье рассмотрены существующие методы производства водорода в промышленности. Проведено сравнение методов: электролиз воды, паровая или парокислородная конверсия метана (ПКМ), газификация угля, коксование.

Ключевые слова: водород, метод, производство, источник.

Водород - один из многих элементов, который в чистом виде практически не встречается в природе, но активно используется в промышленности и быту.

Одним из основных преимуществ водородной энергетики является широкий спектр химических методов получения водорода, как теоретических, так и коммерческих. Более 90% водорода, производимого и используемого в химической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности, получают методом паровой и парокислородной конверсии природного газа на крупных заводах мощностью от 6 до 50 тысяч тонн в год.

Электролиз воды - очень дорогая технология получения водорода. В общей сложности, на неё приходится всего 4-5% от общего объема производимого водорода.

Технология электролиза воды кажется привлекательной благодаря бережному отношению к окружающей среде и возможности создания установок с широким диапазоном производительности (от нескольких литров до сотен кубометров водорода в час). Метод прост и комфортен в эксплуатации, имеет высокую чистоту получаемого водорода. Кроме того, побочным продуктом является производство кислорода, ценного химического вещества.

Воздействуя на дистиллированную воду электрическим током, происходит разложение на компоненты - кислород и водород. Для выделения водорода существует множество методов разложения воды. Наиболее сложным и изученным методом является электролитический, он позволяет производить водород с КПД до 90%.

Паровая или парокислородная конверсия метана (ПКМ). Метан - основной компонент природного газа, его концентрация в нем колеблется от 77 до 99%. Высокое содержание метана в попутных нефтяных газах составляет

от 31 до 91%. Метан на самом деле представляет собой большую молекулу водорода, состоящую из одного атома углерода и 4 атомов водорода. Химическая формула показывает, что метан «сильно обогащен» водородом. Следовательно, производство водорода из метана должно быть самым дешевым.

Отделение водорода от углеродной основы в метане происходит в трубчатых печах (химических паровых реформерах) с внешним подводом тепла при температуре 750–850 градус Цельсия через стенку трубы на каталитических поверхностях (никель, корунд). Далее идет реакция с оксидом углерода. Это самый дешевый и рентабельный способ получения водорода.

Самый старый способ получения водорода - газификация угля. Производство водорода из угля связано с термическим разложением воды, а сам уголь используется непосредственно в качестве источника энергии и химического реагента. Уголь содержит много углерода, который вступает в реакцию с кислородом, водой и оксидом углерода.

Коксование - это разложение при высоких температурах без доступа воздуха твердого и жидкого ископаемого топлива с образованием летучих веществ и твердого остатка - кокса. Газообразные продукты, полученные при коксовании, вместе с водородом содержат водяной пар, летучие газообразные углеводороды, азот, углекислый газ, метан. Содержание водорода в газообразных продуктах коксования могут значительно отличаться - от 50% в угле, 20% в торфе, 35% в буром угле, до 80% в каменноугольной и буроугольной смолах.

Основными недостатками способов получения водорода из природного топлива являются выбросы в атмосферу большого количества углекислого газа, использование которого требует значительных капитальных затрат и эксплуатационных затрат, что значительно увеличивает стоимость конечного продукта.

Для сравнения методов необходимо учитывать экономические затраты. Газификация угля и паровая конверсия метана являются самыми недорогостоящими для получения водорода. Переход на электролиз или термохимические циклы — достаточно дорогостоящий процесс.

В заключении приведены сравнительные характеристики некоторых методов получения водорода.

Методы получения водорода	Источники	КПД, %	Температура, К	Стоимость, тыс. долл./т
Паровая конверсия	Природный газ	60-70	1000-1300	1,5-3
Парокислородная конверсия	Природный газ	65-70	1000-1200	1,1-1,5
Газификация угля	Уголь	60-80	1200-1400	2,0-2,5
Щелочной электролиз		20-30	350	3,9-5,1

ТПЭ	Электроэнергия базисная и «провальная»	20-36	450	2,5-3,2
Щелочной электролиз	Энергия от ЭС и ВЭУ	>6 >11	350	7,0- 10,0 10,0- 30,0
Высокотемпературный электролиз	Энергия и теплота от АЭС	40-42	1000-1300	2,3-3,5

Список литературы

1. Методы получения водорода в промышленном масштабе. Сравнительный анализ, Шафиев Д.Р., Трапезников А.Н., Хохонов А.А., Агарков Д.А., Бредихин С.И., Чичиров А.А., Субчева Е.Н., Успехи в химии и химической технологии. 2020. Т. 34. № 12 (235). С. 53-57. [Электронный ресурс]. https://elibrary.ru/download/elibrary_44712152_30607278.pdf.
2. Семенова, И.В. Производство электролитического водорода. Физико-химические закономерности, современное состояние и перспективы развития / И.В. Семенова // Энергосбережение и водоподготовка. - 2010. - № 3. - С. 15-21. [Электронный ресурс]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15223310>.
3. Астановский, Д.Л. Энергосберегающее, экологически чистое получение водорода из углеводородного сырья / Д.Л. Астановский, Л.З. Астановский, П.В. Кустов // НефтеГазоХимия. – 2016. – №. 3. – С. 10–16. [Электронный ресурс]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27518398>.
4. Дуников, Д.О. Водородные энергетические технологии / Д.О. Дуников // Водородные энергетические технологии: Материалы семинара лаборатории ВЭТ ОИВТ РАН: сборник научных трудов. –2017. – С. 5–21.
5. Глобальное энергетическое объединение: новые возможности водородных технологий, Филимонов А.Г., Филимонова А.А., Чичиров А.А., Чичирова Н.Д., Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 2. С. 3-13.