ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА ИЗ ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ И ЕГО БЕЗОПАСНОЕ НАКОПЛЕНИЕ В МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ СИСТЕМАХ

Гасанов А.М., Самедов Э.А.*
Управление Экологии Государственной Нефтяной Компании
Азербайджанской Республики,
пр. Гейдара Алиева 113, Баку, 1029 Азербайджан
**Факс: (+994 12) 514 18 67* *E-mail: Etibar.Semedov@socar.az*

Введение

Мировые запасы ископаемых топлив в последние десятилетия быстро истощаются. По последним прогнозам ожидается, что в течение 20 лет добыча нефти и угля достигнет максимума, а затем начнет снижаться.

Для решения взаимосвязанных энергетических и экологических проблем мировое сообщество приняло решение о переходе на водородное топливо. Водород является чрезвычайно эффективным и экологически чистым топливом. Водород, получаемый с использованием возобновляемых источников энергии, будет служить устойчивому развитию и стабильности.

Результаты и обсуждение

Для реализации водородной энергетической программы на сегодняшний день необходимо решить следующие актуальные задачи:

- разработка экологически чистых методов получения водорода;
- разработка систем безопасного и высокоемкого накопления, хранения и транспортировки водорода;
- разработка систем преобразующих химическую энергию водорода в другие виды энергии.

В настоящее время для получения водорода широко используются методы, основанные на конверсии природного газа. В качестве сырья для получения водорода можно использовать также попутные нефтяные газы, которые являются побочным продуктом нефтедобычи. Примерный состав попутного нефтяного газа для одного из месторождений на Каспии представлен в следующей таблице 1.

Потери попутного нефтяного газа связаны с неподготовленностью инфраструктуры для его сбора, подготовки, транспортировки и переработки, отсутствием потребителя. В этом случае попутный нефтяной газ просто сжигается на факелах.

Таблица 1.

Компоненты	***Объемн. %***	***Весов. %***	***Молярн. %***
CH_4	87.01	71.59	86.89
C_2H_6	3.55	5.47	3.57
C_3H_8	1.43	3.24	1.45
C_4H_{10}	0.87	2.57	0.89
C_5H_{12}	0.47	1.73	0.49
C_6H_{14}	0.16	0.70	0.18
CO_2	6.51	14.70	6.53
O_2	0.00	0.00	0.00
N_2	0.00	0.00	0.00
	100.00	100.00	100.00

Рассмотрим процесс получения водорода паровой конверсией метана:

1) первая стадия – конверсия метана в трубчатой печи,

$CH_4 + H_2O + 206\ кДж \rightarrow CO + 3H_2$

$CH_4 + CO_2 + 248\ кДж \rightarrow 2CO + 2H_2$

2) вторая стадия – доконверсия остаточного метана кислородом воздуха,

$CH_4 + 0{,}5O_2 \rightarrow CO + 2H_2 + 35{,}6\ кДж$

3) третья стадия – конверсия оксида углерода водяным паром,

$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2 + 41\ кДж.$

Паровая конверсия метана протекает при давлении парогазовой смеси 2-3 МПа, соотношении водяного пара и газа близком к 2:1 в присутствии катализаторов. Следует отметить, несмотря на то, что конверсия метана – реакция эндотермическая и для ее протекания требуются температуры порядка 800˚С половина получаемого водорода выделяется в этом случае из воды. С энергетической точки зрения процесс может проводиться в трубчатых печах обогреваемых снаружи сжигаемым в печах метаном, водяной пар также может получаться использованием тепла сжигаемого метана. Также следует отметить, что процесс паровой конверсии метана протекает в присутствии катализаторов

на основе оксидов алюминия, бария, кальция и солей никеля.

Преобразование энергии природного газа путем химической конверсии его в водород и последующим преобразованием химической энергии водорода в топливных элементах в электрическую энергию является в настоящее время наиболее приемлемым, поскольку коэффициент полезного действия топливных элементов намного превышает коэффициент полезного действия газопаровых турбогенераторов. Следует отметить, что помимо экономической рентабельности этот процесс преобразования отличается также высокой экологичностью.

Выше описанный процесс паровой конверсии метана осуществляется в модульных газоэлектрогенераторных установках на основе высокотемпературных топливных ячеек в расплавах карбоната. Ионы карбоната проходят через мембрану и достигают анода, где выпускают атом кислорода, который, соединяясь с водородом, выделенным из природного газа, образует воду:

$$(CO_3)^{-2} + H_2 \rightarrow CO_2 + 2e^- + H_2O.$$

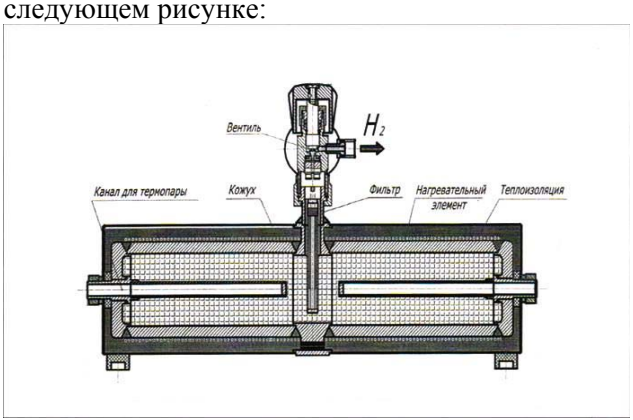
Параллельно образуются CO_2 и два свободных электрона. Электроны текут по проводнику к катоду, образуя электрический ток. Похожим образом, оставшиеся молекулы CO_2 поступают на катод, где абсорбируются свободные электроны и атом кислорода из воздуха. Далее молекулы CO_2 участвуют в реакции в качестве ионов карбоната.

Рабочая температура в модуле составляет порядка 650˚С, что обеспечивает три преимущества:

- температура является достаточно высокой, чтобы применяться для производства пара;
- температура является достаточно высокой, чтобы обеспечить реформинг внутри топливной ячейки – в этом случае, достигается наивысший коэффициент полезного действия;
- температура является достаточно низкой, чтобы позволить применить традиционные металлы и с их традиционной обработкой, как для ячеек, так и для модуля.

Топливные ячейки подобной конструкции отличают компактное расположение всех горячих компонентов в одном цилиндрическом корпусе.

Для буферного накопления электрической энергии в условиях морской платформы можно использовать относительно безопасное хранение водорода в металлогидридных системах. При этом наряду с использованием материалов с высокой адсорбционной емкостью можно использовать также высокообъемные накопители. В высокообъемных накопителях водорода для улучшения механизмов тепломассообмена наиболее приемлемой конструкцией является многосекционная конструкция. Конструкция аккумулятора состоящего из двух секций изготовленного в рамках проекта AZ-02 совместно с лабораторией № 67 Института Проблем Материаловедения АН Украины при поддержке Украинского Научно-Технологического Центра приведена на следующем рисунке:



Испытания тепловых характеристик экспериментального портативного (вместимость ~ 200 л) аккумулятора показали высокую эффективность секционной конструкции.

Выводы

Таким образом, системы преобразования энергии попутных нефтяных газов в энергию водорода и накопление ее в многосекционных металлогидридных системах могут оказаться довольно перспективными как с энергетической, так и с экологической точек зрения.

Литература

1. Месяц Г.А., Прохоров М.Д. Водородная энергетика и топливные элементы. Вестник Российской Академии Наук. 2004, т. 74, №7.

2. Samedov E.A. “Structural Researches Carbonmetallic Nanocompositions on the Basis of LaMnNi”. “Carbon Nanomaterials in Clean Energy Hydrogen Systems”. Springer, 2008, p. 263-268.