

ской канализации. – М.: ЦБНТИ, 1980. – 27 с.

3.Сідак В.С. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 225 с.

4.Усык А.А. Моделирование процесса десорбции газа в подводящее пространство канализационного коллектора // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.74. – К.: Техніка, 2007. – С.320-328.

5.Усык А.А., Деркач И.Л. Моделирование процесса выделения сероводорода в сточных водах // Водопостачання та водовідведення. – 2009. – №3. – С.22-28.

Получено 26.12.2009

УДК 621.658

П.Ю.НЕЧВОЛОД

Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного НАН Украины

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ ВОДОРОДА КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИДА ТОПЛИВА

Выполнен обзор проблем современной водородной энергетики. Рассматриваются различные технологии получения водорода из воды, горючих ископаемых, метанола и биоматериалов.

Виконано огляд проблем сучасної водневої енергетики. Розглядаються різноманітні технології отримання водню з води, паливних копалин, метанолу та біоматеріалу.

In this article the problems of the current hydrogen technologies are reviewed. Various technologies of obtaining hydrogen from water, combustible fossils, methanol and biological materials are considered.

Ключевые слова: водородные технологии, энергоносители, альтернативные виды топлив, двигатель внутреннего сгорания (ДВС), энергетические и экологические показатели.

Истощение мировых запасов природных ископаемых ведет к неизбежному росту цен на энергоносители и созданию кризисных ситуаций в экономике. Одной из ключевых проблем современной энергетики является эффективное использование альтернативных видов топлив из возобновляемого сырья.

Среди существующих альтернативных топлив для энергетических установок водород занимает особое место. Использование водорода как топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) датируется 40-ми годами прошлого века, впервые на водороде работали двигатели грузовых машин в блокаде Ленинграда.

Фундаментальные работы по разработке технологий получения, хранения и использования водорода как топлива для энергетических установок в СССР впервые были проведены учеными в ИПМаш НАН Украины им. А.Н.Подгорного.

Проблемными вопросами в использовании водорода как альтер-

нативного топлива являются: снижение энергетических затрат на получение и хранение водорода, а также способы организации рабочего цикла поршневого двигателя при работе на чистом водороде и его смесях с другими видами топлив (природным газом, бензином, дизельным топливом и др.) [1-15].

Основными преимуществами использования водорода в качестве альтернативного топлива являются в принципе неисчерпаемые запасы водорода в виде молекул воды, а также его высокие энергетические и экологические показатели [1-7].

В связи с этим правительства большинства развитых стран, таких как Япония, США, Германия, Канада, Россия и др. разрабатываются и внедряются государственные программы по использованию водорода в качестве альтернативного топлива. Например, правительство Российской Федерации утвердило в 2004 г. Государственную программу развития водородной энергетики в России “Программа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по водородной энергетике и топливным элементам” [14]. В рамках этой программы планируется снижение зависимости от существующих энергоносителей (нефти и газа) за счет использования водорода в энергетике и на транспорте.

В Индии, начиная с 2004 г., введена в действие государственная программа по переводу коммунального транспорта с ДВС на смесь водорода и природного газа [10]. Крупнейшие автостроительные компании Индии (BASAS AUTO, Ashok Leyland, Tata Motors и др.) проводят исследовательские и опытно-конструкторские работы по переводу ДВС на смешанное топливо с добавлением водорода [15]. Исследуются моторные свойства газообразных топлив с процентным содержанием водорода от 12 до 30% [10].

Значительный прорыв в разработке технологий получения, хранения и использования водорода как альтернативного топлива добились такие всемирно известные компании, как Toyota, BMW, Daimler Chrysler. Так, по данным на февраль 2009 г., японская компания Toyota имеет более 770 патентов на способы получения, хранения и использования водорода [16]. Автомобили этой компании оснащены гибридными двигателями с топливными элементами.

Компания BMW использует водородное топливо на моделях своих автомобилей, оснащенных двигателями с искровым зажиганием, например BMW 735i. При этом водородное топливо хранится на борту автомобиля в сжиженном виде в специальном криогенном баке при температуре минус 253 °С, а запас хода у таких автомобилей составляет порядка 300 км [17]. Неизбежные суточные потери водорода не пре-

вышают 2% при неработающем двигателе.

Проблема безопасного хранения запаса водорода на борту транспортного средства и способа его эффективного использования – одна из ключевых для современной автоиндустрии.

Улучшение экологических показателей поршневого ДВС, работающего на смесях водорода с традиционными топливами отмечается в работах большинства отечественных и зарубежных авторов [4, 5, 10, 17].

Таким образом, из проведенного литературного обзора видно, что исследования по разработке и внедрению технологий получения дешевого водорода, его хранения на транспортном средстве, а также совершенствования способов организации рабочего цикла поршневого ДВС являются актуальными и приоритетными направлениями мировой энергетики.

Целью данной работы ставилось выполнение обзора современных способов получения и хранения водорода как альтернативного экологичного топлива для энергетических установок, в том числе ДВС.

На сегодня существует множество способов получения водорода, среди которых можно выделить следующие:

- получение водорода путем разложения молекул воды;
- получение водорода из метана;
- получение водорода из метанола;
- получение водорода из дешевой биомассы.

Остановимся подробно на каждом способе. Получение водорода путем разложения молекул воды может проводиться различными способами: термическим, электролитическим, каталитическим, термохимическим, термогравитационным и др.

При этом значительные затраты энергии при получении водорода из воды идут на преодоление межмолекулярных связей воды. В случае использования высокотемпературных гелиевых реакторов для получения водорода из воды появляется возможность производства электроэнергии с высоким КПД в газотурбинном цикле. Принцип работы такого комплекса основан на разделении молекулы воды на водород и кислород. При достижении температуры 1000 °С кислород мигрирует через мембрану, а в резервуаре остается чистый водород [18]. Для изготовления мембраны применяются тончайшие керамические пластины, предотвращающие повторную рекомбинацию кислорода и водорода.

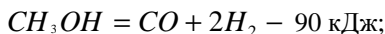
Также вызывает определенный интерес способ получения водорода при помощи энергии солнечного света. Устройство [19] состоит из двух электрически связанных между собой светочувствительных

панелей. Первая состоит из прозрачной панели, покрытой полупроводящим слоем оксида металла. Энергия солнечного света используется для расщепления молекул воды на атомы водорода и кислорода. Остальная часть светового спектра, проходя сквозь слой, падает на вторую панель. Эти панели создают электрический потенциал, который используется для расщепления молекул воды.

Получение водорода из метана освоено в промышленных масштабах, путем паровой конверсии последнего. При этом пар и тепловая энергия требуются, чтобы отделить водород от углеродной основы. Процесс отделения происходит в химических паровых реформах на каталитических поверхностях при температурах порядка 850 °С. Первая ступень процесса – расщепление метана и водяного пара на водород и монооксид углерода. На второй ступени “реакция сдвига” превращает монооксид углерода и воду в диоксид углерода и отделяется водород.

Из метанола водород получают двумя способами:

– метод каталитического разложения с последующей конверсией монооксида углерода



– метод каталитической паровой конверсии в одну стадию



Процесс протекает при температуре 320 °С. При этом метанол можно использовать как горючее для процессов конверсии. Согласно данным [1, 2], КПД процесса получения водорода составляет до 70%. В случае, если теплота для процесса получения водорода подводится извне, теплота сгорания водорода, полученная методом каталитического разложения на 22%, а водорода, полученного методом паровой конверсии, на 15% превосходит теплоту сгорания затраченного метанола [1].

Технологии производства водорода из дешевой биомассы разрабатываются учеными США. Проект получил название “MADISON”. Согласно данным [20], водород может составлять до 50% продуктов переработки глюкозы. Другими материалами переработки могут выступать газообразные алканы (пропан, бутан и др.). Глюкоза может быть получена из сахарной свеклы, зернового крахмала, а также отходов целлюлозно-бумажной промышленности и древесных опилок.

Процесс получения водорода происходит в жидкой фазе при температуре порядка 220 °С, что позволяет снизить объем энергозатрат по сравнению с получением водорода из этанола или горючих ископаемых при температурах 600-800 °С. Побочный продукт получения водорода из биомассы – углекислота может быть использована при вы-

рацивании растительного сырья в теплицах.

Проблема безопасного хранения водорода также является очень актуальной для промышленности и энергетики. Низкая плотность газообразного водорода (0,09 кг/м³ [17]) и низкая температура его сжижения, а также высокая взрывоопасность и активность создают целый ряд сложностей.

В соответствии с классификацией департамента энергетики США методы хранения водородного топлива можно разделить на две группы:

- физические методы (хранение в сжатом или сжиженном виде);
- химические методы (взаимодействие водорода с некоторыми материалами).

Сжатый газообразный водород хранится в газовых баллонах (стальных или выполненных из углепластика) под давлением до 35 МПа; также газообразный водород может храниться в стационарных резервуарах и трубопроводах. Сжиженный водород может храниться в стационарных и установленных на транспорте криогенных контейнерах под давлением до 40 МПа.

Химический метод хранения водорода характеризуется сильным взаимодействием молекулярного или атомарного водорода с материалом среды его хранения [1, 2]. При этом выделяют следующие химические методы хранения водорода:

- адсорбционный (цеолиты и родственные соединения, активированный уголь, углеводородные наноматериалы);
- абсорбция в объеме материала (металлогидриды);
- химическое взаимодействие (аланаты и органические гидриды, аммиак, губчатое железо и водореагирующие сплавы на основе алюминия и кремния).

По результатам проведенного обзора можно сделать вывод, что водородное топливо обладает целым рядом преимуществ по сравнению с традиционными топливами – высокими энергетическими и экологическими показателями, а также неисчерпаемыми ресурсами. Однако существующие технологии получения водорода в промышленных масштабах из-за своей энергозатратности и незначительно развитой инфраструктуры по поставке водородного топлива потребителям не дают пока возможности использовать водород повсеместно как основное топливо для двигателей транспортных средств.

1. Гамбург Д.Ю. и др. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение / Под ред. Д.Ю. Гамбурга, Н.Ф. Дубовкина. – М.: Химия, 1989. – 672 с.

2. Обзор методов хранения водорода / Институт проблем материаловедения НАН Украины // <http://shp.by.ru/sci/fullerene/forums/ichms/2003>.

3.Мацевитый Ю.М., Соловей В.В., Черная Н.А. Повышение эффективности металлгидридных элементов теплоиспользующих установок // Проблемы Машиностроения. – 2006. – 9, № 2. – С. 85-93.

4. Канило П.М., Шадрина М.В. Анализ эффективности и перспектив применения водорода на автомобильном транспорте // Проблемы машиностроения. – 2006. – 9, № 2. – С.154-159.

5. Водород в двигателях газотурбинного типа и энерготехнологических установках / Канило П.М., Соловей В.В., Костюк В.Е., Костенко К.В. // Проблемы машиностроения. – 2007. – 10, № 4. – С. 26-32.

6.Кравченко О.В. Получение водорода в процессах гидрокавитационной обработки воды и водосодержащих суспензий и эмульсий // Проблемы машиностроения. – 2007. – 10, № 2. – С.103-110.

7. Мищенко А.И., Савицкий В.Д., Байков В.А. Новый способ работы поршневого двигателя с искровым зажиганием на водороде // Вопросы атомной науки и техники. Сер. Атомно-водородная энергетика и технология. – 1987. – Вып. 3. – С.33-37.

8.Способ получения водорода из метанола. Патент Российской Федерации на изобретение № 2285660 / Черепнова А.В., Лендер А.А., Павлова Н.П., Какичев А.П., Митронов А.П. – RU 2004113411/15; Заявл. 29.04.2004; Оpubл. 20.10.2006.

9.James Dumesic. University of Wisconsin-Madison. http://www.eurekaalert.org/pub_releases/2002-08/uow-wte082302.php - 2002 г.

10.Bajaj Auto Limited Annular Report. <http://www.bajajauto.com> – 2008г.

11.Hara N. Catalyst for hydrogen generation and catalyst for purifying of exhaust gas. Патент США № 7229947. 2007.

12.Sato H. Hydrogen generator. Патент США № 7285143. 2007.

13.Shinagawa T. Hydrogen-fueled internal combustion engine. Патент США № 7448348. 2008.

14.Yoshida N. Fuel cell system, mobile unit equipped with the system, and control method for the fuel cell system. Патент США № 7482074. 2009.

15.Кузык Б.Н., Кушлин В.И., Яковец Ю.В. На пути к водородной энергетике. – М.: Ин-т экономических стратегий, 2005. – 160 с..

16.Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО “КЖИ “За рулем”, 2004. – 992 с.

17.Парамонов В. Новая технология получения чистого водорода // <http://science.compulenta.ru/52286> –2004 г.

18.Способ получения молекулярного водорода. Патент Российской Федерации на изобретение № 2283899 / Адамов Г.Е., Голдобин И.С, Гребенников Е.П., Девятков А.Г. – RU 2005116511/15; Заявл. 31.05.2005; Оpubл. 20.09.2006.

19.Cryogenic Nitrogen Technology // <http://www.gassystemscorp.com/cryogenic.html> – 2007 г.

Получено 13.01.2010

УДК 658.5.012.2

А.Ю.СТАРОСТИНА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

**РАЗВИТИЕ ПРОГРАММЫ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ
КОММУНАЛЬНОЙ СФЕРЫ УКРАИНЫ ПОСРЕДСТВОМ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ МЕТОДОЛОГИИ
УПРАВЛЕНИЯ**

Рассматривается возможность применения инновационной методологии управления для формирования более эффективной системы энергопотребления в коммунальной сфере.

Розглядається можливість використання інноваційної методології управління для формування ефективної системи енергоспоживання в комунальній сфері.

Possibility of application of innovative methodology of management for forming effective system of energy consumption in the communal sphere is examined.

Ключевые слова: энергопотребление, программный менеджмент, коммунальная сфера, энергосбережение, P2M.

Длительный период использования энергоресурсов нашей страны привел к появлению большой и разветвленной системы энергопотребителей. В связи с этим начали возникать затруднения в управлении энергетическим комплексом, а также необходимость поиска и внедрения инновационных механизмов энергосбережения.

Одним из наиболее энергозатратных потребителей является коммунальный сектор государства. Коммунальные предприятия используют энергоресурсы в двух основных направлениях: как первичное сырье для производства конечного продукта и как ресурс, необходимый для поддержания производственных мощностей в надлежащем состоянии. Сегодня картина энергопотребления в коммунальном секторе выглядит достаточно печально. Оборудование, которое должно давать основную энергосберегающую составляющую, на коммунальных предприятиях используется свыше шестидесяти лет и, естественно, за такой период уже не способно давать заложенную в технических характеристиках экономию энергии. Оборудование также поддается моральному износу, современные инновационные технологии способны в несколько раз увеличить размер сэкономленных энергоресурсов.

Еще одна постоянная проблема, которая сопровождает коммунальную сферу, это недостаток финансирования. Но тем не менее многие руководители коммунальных предприятий задумываются над возможностью получить весомый доход от экономии энергоресурсов.