

ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Ф.М. Абдулназаров, студент группы 17В41,

научный руководитель: Полицинский Е.В., к.пед.н., доцент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Водородная энергетика сформировалась как одно из направлений развития научно-технического прогресса в середине 70-х годов 20-го века. По мере того, как расширялась область исследований, связанных с получением, хранением, транспортировкой и использованием водорода, становились все более очевидными экологические преимущества водородных технологий в различных областях народного хозяйства. Успехи в развитии ряда водородных технологий продемонстрировали, что использование водорода приводит к качественно новым показателям в работе систем или агрегатов. А выполненные технико-экономические исследования показали, что, несмотря на то, что водород является вторичным энергоносителем, то есть стоит дороже, чем природные топлива, его применение в ряде случаев экономически целесообразно уже сейчас. Поэтому работы по водородной энергетике во многих, особенно промышленно развитых странах относятся к приоритетным направлениям развития науки и техники.

При нормальных условиях, в свободном состоянии водород – бесцветный газ, без запаха и вкуса. Водород имеет плотность в 14 раз меньшую плотности воздуха. Он обычно и существует в комбинации с другими элементами, например, кислорода в воде, углерода в метане и в органических соединениях. Поскольку водород химически чрезвычайно активен, он редко присутствует как несвязанный элемент.

Охлажденный до жидкого состояния водород занимает 1/700 объема газообразного состояния. Водород при соединении с кислородом имеет самое высокое содержание энергии на единицу массы: 120.7 ГДж/т. Это – одна из причин, почему жидкий водород используется как топливо для ракет и энергетике космического корабля, для которой малая молекулярная масса и высокое удельное энергосодержание водорода имеет первостепенное значение. При сжигании в чистом кислороде единственные продукты - высокотемпературное тепло и вода. Таким образом, при использовании водорода не образуются парниковые газы и не нарушается круговорот воды в природе.

Запасы водорода, связанного в органическом веществе и в воде, практически неисчерпаемы. Разрыв этих связей позволяет производить водород и затем использовать его как топливо. Разработаны многочисленные процессы по разложению воды на составные элементы.

При нагревании свыше 2500⁰С вода разлагается на водород и кислород (прямой термоллиз). Столь высокую температуру можно получить, например, с помощью концентратов солнечной энергии. Проблема здесь состоит в том, чтобы предотвратить рекомбинацию водорода и кислорода.

В настоящее время в мире большая часть производимого в промышленном масштабе водорода получается в процессе паровой конверсии метана (ПКМ). Полученный таким путем водород используется как реагент для очистки нефти и как компонент азотных удобрений, а также для ракетной техники. Пар и тепловая энергия при температурах 750-850⁰С требуются, чтобы отделить водород от углеродной основы в метане, что и происходит в химически паровых реформерах на каталитических поверхностях. Первая ступень процесса ПКМ расщепляет метан и водяной пар на водород и монооксид углерода. Вслед за этим на второй ступени "реакция сдвига" превращает моно оксид углерода и воду в диоксид углерода и водород. Эта реакция происходит при температурах 200-250⁰С.

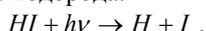
В 30-е годы в СССР получали в промышленных масштабах синтез-газ путем паро-воздушной газификации угля. В настоящий момент в ИПХФ РАН в Черноголовке разрабатывается технология газификация угля в сверхадиабатическом режиме. Эта технология позволяет переводить тепловую энергию угля в тепловую энергию синтез-газа с КПД 98%.

Начиная с 70-х годов прошлого века в стране были выполнены и получили необходимое научно-техническое обоснование и экспериментальное подтверждение проекты высокотемпературных гелиевых реакторов (ВТГР) атомных энерготехнологических станций (АЭТС) для химической промышленности и черной металлургии. Среди них АБГУ-50, а позднее - проект атомной энерготехнологической станции с реактором ВГ-400 мощностью 1060 МВт для ядерно-химического комплекса по производству водорода и смесей на его основе, по выпуску аммиака и метанола, а также ряд последующих проектов этого направления.

Основой для проектов ВТГР послужили разработки ядерных ракетных двигателей на водороде. Созданные в нашей стране для этих целей испытательные высокотемпературные реакторы и демонстрационные ядерные ракетные двигатели продемонстрировали работоспособность при нагреве водорода до рекордной температуры 3000К.

Высокотемпературные реакторы с гелиевым теплоносителем - это новый тип экологически чистых универсальных атомных энергоисточников, уникальные свойства которых - способность вырабатывать тепло при температурах более 10000С и высокий уровень безопасности - определяют широкие возможности их использования для производства в газотурбинном цикле электроэнергии с высоким КПД и для снабжения высокотемпературным теплом и электричеством процессов производства водорода, опреснения воды, технологических процессов химической, нефтеперерабатывающей, металлургической и др. отраслей промышленности.

В качестве источника атомного водорода используют вещества, отщепляющие при их облучении атомы водорода. Например, при облучении ультрафиолетовым светом йодистого водорода происходит реакция с образованием атомного водорода:



Для получения атомного водорода применяется также метод термической диссоциации молекулярного водорода на платиновой, палладиевой или вольфрамовой проволоке, нагретой в атмосфере водорода при давлении менее 1,33 Па. Диссоциации водорода на атомы можно достигнуть и при использовании радиоактивных веществ. Известен способ получения атомного водорода в высокочастотном электрическом разряде с последующим вымораживанием молекулярного водорода.

Водород в значительных количествах содержится во многих газовых смесях, например в коксовом газе, в газе, получаемом при пиролизе бутадиена, в производстве дивинила.

Для извлечения водорода из водородосодержащих газовых смесей используют *физические методы выделения и концентрирования водорода*.

Низкотемпературная конденсация и фракционирование. Этот процесс характеризуется высокой степенью извлечения водорода из газовой смеси и благоприятными экономическими показателями. Обычно при давлении газа 4 МПа для получения 93-94%-ного водорода необходима температура 115К. При концентрации водорода в исходном газе более 40% степень его извлечения может достигать 95%. Расход энергии на концентрирование H₂ от 70 до 90% составляет примерно 22 кВт.ч на 1000м³ выделяемого водорода.

Адсорбционное выделение. Этот процесс осуществляется при помощи молекулярных сит в циклически работающих адсорберах. Его можно проводить под давлением 3-3,5 МПа со степенью извлечения 80-85% H₂ в виде 90%-ного концентрата. По сравнению с низкотемпературным методом выделения водорода для проведения этого процесса требуется примерно на 25-30% меньше капитальных и на 30-40% эксплуатационных затрат. Адсорбционное выделение водорода при помощи жидких растворителей. В ряде случаев метод пригоден для получения чистого H₂. По этому методу может быть извлечено 80-90% водорода, содержащегося в исходной газовой смеси, и достигнута его концентрация в целевом продукте 99,9%. Расход энергии на извлечение составляет 68 кВт.ч на 1000м³ H₂.

Получение водорода электролизом воды. Электролиз воды один из наиболее известных и хорошо исследованных методов получения водорода. Он обеспечивает получение чистого продукта (99,6-99,9% H₂) в одну технологическую ступень. Этот метод получил применение в ряде стран, обладающих значительными ресурсами дешевой гидроэнергии. Наиболее крупные электрохимические комплексы находятся в Канаде, Индии, Египте, Норвегии, но созданы и работают тысячи более мелких установок во многих странах мира. Важен этот метод и потому, что он является наиболее универсальным в отношении использования первичных источников энергии. В связи с развитием атомной энергетики возможен новый расцвет электролиза воды на базе дешевой электроэнергии атомных электростанций. Ресурсы современной электроэнергетики недостаточны для получения водорода в качестве продукта для дальнейшего энергетического использования.

Электрохимический метод получения водорода из воды обладает следующими положительными качествами: 1) высокая чистота получаемого водорода – до 99,99% и выше; 2) простота технологического процесса, его непрерывность, возможность наиболее полной автоматизации, отсутствие движущихся частей в электролитической ячейке; 3) возможность получения ценнейших побочных продуктов – тяжелой воды и кислорода; 4) общедоступное и неисчерпаемое сырье – вода; 5) гибкость

процесса и возможность получения водорода непосредственно под давлением; б) физическое разделение водорода и кислорода в самом процессе электролиза.

Во всех процессах получения водорода разложением воды в качестве побочного продукта будут получаться значительные количества кислорода. Это даст новые стимулы его применения. Он найдет свое место не только как ускоритель технологических процессов, но и как незаменимый очиститель и оздоровитель водоемов, промышленных стоков. Эта сфера использования кислорода может быть распространена на атмосферу, почву, воду. Сжигание в кислороде растущих количеств бытовых отходов сможет решить проблему твердых отходов больших городов.

Еще более ценным побочным продуктом электролиза воды является тяжелая вода – хороший замедлитель нейтронов в атомных реакторах. Кроме того, тяжелая вода используется в качестве сырья для получения дейтерия, который в свою очередь является сырьем для термоядерной энергетики.

Литература.

1. Гамбург Д.Ю. Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение / Д.Ю. Гамбург, В.П. Семёнов, Н.Ф. Дубовкин. – М.: Химия, 1989 – 672с.
2. Саратовских М.С. Получение водорода / М.С. Саратовских, Е.Е. Агеева: http://www.abitura.com/modern_physics/hydro_energy

ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА И ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

Д.Ю. Богданов, студент группы 17В41,

научный руководитель: Полицинский Е.В., к.пед.н., доцент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

Влажность воздуха – это величина, характеризующая содержание водяных паров в атмосфере Земли – одна из наиболее существенных характеристик погоды и климата.

Влажность воздуха в земной атмосфере колеблется в широких пределах. Так, у земной поверхности содержание водяного пара в воздухе составляет в среднем от 0,2 % по объёму в высоких широтах до 2,5 % в тропиках. Упругость пара в полярных широтах зимой меньше 1 мбар (иногда лишь сотые доли мбар) и летом ниже 5 мбар; в тропиках же она возрастает до 30 мбар, а иногда и больше. В субтропических пустынях упругость пара понижена до 5 – 10 мбар.

Абсолютная влажность воздуха (f) — это количество водяного пара, фактически содержащегося в 1 м³ воздуха. Определяется как отношение массы содержащегося в воздухе водяного пара к объёму влажного воздуха. Обычно используемая единица абсолютной влажности – грамм на метр кубический, (г/м³). В таблице 1 приведена зависимость максимальной абсолютной влажности от температуры.

Относительная влажность воздуха (φ) – это отношение его текущей абсолютной влажности к максимальной абсолютной влажности при данной температуре. Она также определяется как отношение парциального давления водяного пара в газе к равновесному давлению насыщенного пара. Относительная влажность обычно выражается в процентах.

Таблица 1.

Зависимость максимальной абсолютной влажности от температуры

Температура t , °С	-30	-20	-10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Максимальная абсолютная влажность f_{max} , (г/м ³)	0,29	0,81	2,1	4,8	9,4	17,3	30,4	51,1	83,0	130	198	293	423	598

Относительная влажность очень высока в экваториальной зоне (среднегодовая до 85 % и более), а также в полярных широтах и зимой внутри материков средних широт. Летом высокой относительной влажностью характеризуются муссонные районы. Низкие значения относительной влажности наблюдаются в субтропических и тропических пустынях и зимой в муссонных районах (до 50 % и ниже).

С высотой влажность быстро убывает. На высоте 1,5 – 2 км упругость пара в среднем вдвое меньше, чем у земной поверхности. На тропосферу приходится 99 % водяного пара атмосферы. В среднем над каждым квадратным метром земной поверхности в воздухе содержится 28,5 кг водяного пара.