

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Карасёв В.В., Сидорин К.А.

Научный руководитель – Танана Т.В., старший преподаватель

Состояние нашей атмосферы за последние несколько десятков лет ощутимо ухудшилось, и последствия этого мы начинаем ощущать уже сейчас. Небезопасными для окружающей среды стали химическая промышленность, нефтеперерабатывающая отрасль, добыча топливно-энергетических ископаемых, транспорт и энергетика.

Одной из технологий, которые могут помочь компенсировать этот ущерб является использование водорода как чистого топлива. Водородная энергетика — отрасль энергетики, основанная на использовании водорода в качестве средства для аккумуляции, транспортировки и потребления энергии. Водород выбран как наиболее распространенный элемент на поверхности земли и в космосе. Теплота сгорания водорода наиболее высока, а продуктом сгорания в кислороде является вода (которая вновь вводится в оборот водородной энергетике).

Основными и самыми дешёвыми способами получения водорода являются: газификация угля, паровая конверсия лёгких углеводородов, электролиз воды, пиролиз биомассы. Самым старым и дешёвым среди них является газификация угля.

Газифицировать можно любое топливо: ископаемые угли, торф, мазут, кокс, древесину и другие. Газификацию топлив проводят в газогенераторах, а получаемые газы называют генераторными. Их применяют как топливо в металлургических, керамических, стекловаренных печах, в бытовых газовых приборах, двигателях внутреннего сгорания и т.д. Кроме того, они служат сырьём для производства водорода, аммиака, метанола, искусственного жидкого топлива. Себестоимость процесса 2-2.5 доллара за килограмм водорода. В будущем возможно снижение цены до 1.5 долларов, включая доставку и хранение.

При электролизе воды через неё пропускается постоянный электрический ток. При этом происходит диссоциация воды с образованием молекул кислорода O_2 и выделением положительно заряженных ионов водорода H^+ , электронов e^- . На катоде ионы водорода H^+ принимают электроны, образуя газообразный водород H_2 . Себестоимость процесса — 6-7 долларов за килограмм водорода при использовании электричества из

промышленной сети; 7-11 долларов при использовании электричества, получаемого от ветрогенераторов; 10-30 долларов при использовании солнечной энергии. С развитием технологий стоимость производства водорода данным способом уменьшится в несколько раз.

Паровая конверсия — получение чистого водорода из лёгких углеводородов путём парового риформинга (каталитической конверсии углеводородов в присутствии водяного пара). Риформирование газового пара является самым популярным и самым дешевым способом производства водорода. В сравнении с электролизом воды, процесс паровой конверсии гораздо менее энергозатратный, что отражается на себестоимости — всего 2-5 долларов за килограмм конечного продукта. В настоящее время данным способом производится примерно 90-95% всего водорода.

Использование водорода, полученного из биомассы, экономически выгодно, так как для производства топлива используются различные биологические отходы. При термохимическом методе обработки биомассы себестоимость процесса 5-7 долларов за килограмм водорода. В будущем возможно снижение до 1-3 долларов за счёт развития технологии. Также возможно получение водорода биохимическим методом благодаря различным бактериям. Этот процесс проходит при $t = 30^{\circ}\text{C}$ и нормальном давлении, чем весьма удобен, при этом себестоимость процесса около 2 долларов.

Как мы знаем, электрические станции не всегда работают в режиме, обеспечивающем максимальную выгоду производства электроэнергии. В те часы, когда электроэнергия потребляется не так интенсивно, можно перенаправить избыточные мощности электростанций на производство водорода, тем самым сохраняя стабильно высокую мощность и обеспечивая водородную инфраструктуру необходимым количеством топлива. Согласно прогнозам экспертов, производство водорода за счёт мощностей атомных электростанций со временем будет наращиваться. Примерно к 2050 году будет производиться около 2800 миллиардов кубических метров водорода в год для удовлетворения запросов промышленности и транспорта.

На данный момент существуют технологии, позволяющие использовать водород в качестве топлива: различные топливные элементы, двигатели внутреннего сгорания и газотурбинные двигатели. Также в этой области ведутся многочисленные разработки, которые будут удешевлять стоимость этих технологий, делая их более надёжными и безопасными, тем самым обеспечивая финансовую возможность использования этих технологий рядовым потребителем.

Водородный топливный элемент осуществляет превращение химической энергии водорода в электрическую минуя малоэффективные, идущие с большими потерями, процессы горения. Для топливных элементов нет жёстких ограничений по КПД как у тепловых машин. У существующих сейчас топливных элементов КПД составляет около 60-80%, а у тепловых машин результативный максимум примерно 53%, а чаще всего вблизи 35-38% из-за множества составляющих и термодинамических ограничений. Топливные элементы достаточно компактны, производят мало шума, слабо нагреваются, более эффективны с точки зрения потребления топлива по сравнению двигателями внутреннего сгорания.

Сегодня в США, странах ЕС, Японии и Китае приняты и реализуются национальные и международные программы по разработке элементов водородной энергетики, в том числе на возобновляемых источниках энергии. Согласно прогнозам, будет наращиваться производство автомобилей (к 2021 будет ежегодно производиться порядка 16 тысяч автомобилей с топливными элементами и двигателями внутреннего сгорания, использующими в качестве источника энергии водород, а к 2027 году эта цифра вырастет уже до примерно 72 тысяч автомобилей в год). В первую очередь это связано с тем, что ископаемые ресурсы нашей планеты кончаются, а значит, экологический и энергетический кризисы могут сделать развитие водородной энергетики приоритетным направлением мировой экономики.

На данный момент, различные транспортные средства могут использовать в качестве топлива водород: это могут быть как машины с двигателями внутреннего сгорания (далее – ДВС), так и с газотурбинными двигателями. При использовании водорода в ДВС его мощность снижается до 65-82% в сравнении с бензиновым двигателем, однако, если внести некоторые изменения в систему зажигания, то мощность двигателя увеличивается до 117% относительно бензинового аналога. На данный момент многие компании (Toyota, Honda, Audi, BMW, Ford, Nissan) производят автомобили, которые используют в качестве топлива водород. В мире уже насчитывается около тысячи водородных заправочных станций. В Лондоне в настоящий момент эксплуатируется более 8000 авто, работающих на двигателях внутреннего сгорания, работающих на водороде.

Японские автопроизводители также активно развивают свои программы серийного производства водородных автомобилей. В марте 2016 года запущено серийное производство водородного автомобиля HondaFCV, а Nissan работает над промышленной реализацией своего концепта Terra. В связи с этим активно развивается и заправочная инфраструктура для автомобилей с водородными топливными ячейками. В данный момент, в Японии действует около 60 водородных заправочных станций. Но согласно разработанной правительственной программе, к 2020 году их число должно увеличиться на 160 единиц. Эти водородные заправочные комплексы

должны обслуживать 40 тыс. автомобилей на водородном топливе, которые появятся к этому времени в Японии. В качестве мер стимулирования развития национальной сети водородных заправочных станций, со стороны правительства предусматривается компенсация трети расходов на открытие таких станций. Сейчас примерная стоимость стационарной водородной заправочной станции составляет около 300 тыс. долларов США.

Резюмируя всё вышеперечисленное, следует отметить, что уже сейчас существует достаточно развитая и жизнеспособная инфраструктура водородной энергетики. С каждым годом она будет занимать всё больше и больше позиций в различных сферах нашей жизни за счёт удешевления производства самого водорода и развития технологий, которые сделают отрасль водородной энергетики одной из важнейших в мире.

Литература:

1. habr.com/ru/company/toshibarus/blog/428511
2. eneca.by/ru_toplivnyy_element0
3. financialexpress.com/archive/tata-steel-develops-hydrogen-production-tech-granted-pct/370776/0
4. promved.ru/articles/article.phtml?id=811&nomer=29
5. Козлов С. И. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы. - М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. - 520 с