

УДК 621.432.9

**ОСОБЕННОСТИ УСТРОЙСТВА ВОДОРОДНОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Клюев В.В, Евсиевич И.С.

Научный руководитель – старший преподаватель Михальцевич Г.А.

В настоящее время самыми популярными двигателями являются двигатели внутреннего сгорания. Однако экологическая ситуация заставляет задуматься о нецелесообразности их использования. Эта и многие другие причины приковали взгляды ученых всего мира к двигателям, способным работать на альтернативной энергии. Альтернативным аналогом двигателей внутреннего сгорания являются электродвигатели. Но они все еще не решают массу проблем, в том числе и экологических. Одним из примеров альтернативной электрической энергии это использование водорода. Вот о нем мы сейчас и поговорим.

Причины выбора водорода не случайны. Во-первых, это самый простой и распространённый газ в природе. Во-вторых, реализация его в качестве топлива, представляет идеальный экологически чистый процесс. Выбросы газов сведены к нулю из-за отсутствия процесса горения, а также полное отсутствие биения и вибраций, обусловленных электрическим приводом. Для того чтобы разобраться, так ли хорош водородный двигатель, разберемся со следующими пунктами.

**Водородный двигатель и принцип его работы**

Принцип работы водородного двигателя стоит начать с изучения способа получения самого водорода. Ведь именно этот процесс и лег в основу изобретения. Водород получают процессом электролиза воды.

При этом выделяется как сам водород, так и кислород. То есть, затрачивая электроэнергию, мы разлагаем воду на два элемента. А почему бы не запустить этот процесс обратно? Эта идея и стала основой для принципа работы водородного двигателя (рис. 1).

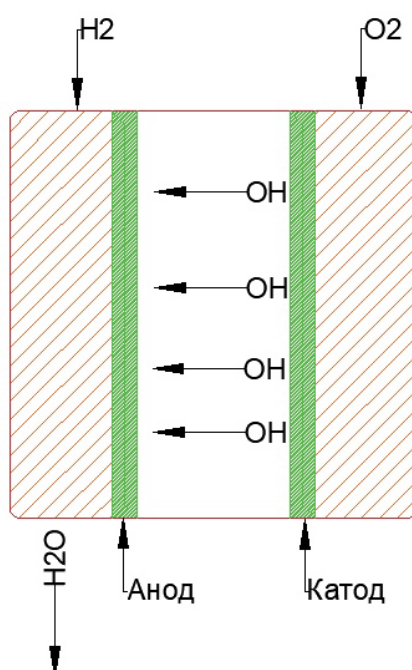


Рисунок 1 – Процесс обратного электролиза.

Водородный двигатель состоит из двух энергетических элементов, отделенных друг от друга тонкой платиновой мембраной. Через один элемент проходят потоки воздуха, через второй поступает водород. Водород стремится соединиться с воздухом, тем самым запуская процесс. Молекула водорода состоит из одного протона и одного электрона. При достижении платиновой мембраны они разделяются – протон пропускается через нее, а электрон нет. Подведя проводник к мембране и выходу воздуха наружу, получим путь электронов, по которому они способны соединиться с протонами, при этом проходя через ротор двигателя, приводят в действие электропривод. На выходе, соединяясь, получается дистиллированная вода. Дистиллированная вода является абсолютно экологически чистым продуктом, не оказывающим вредных эффектов на окружающую среду.

### **Реализация и исполнение**

Возможности для использования водородных двигателей не ограничены, устанавливать их можно как в автомобили, так и в корабли.

Несмотря на то, что сгорание водорода несколько легче внедрить в автобусы (из-за более крупных размеров моторного отсека, составляющего меньшую часть от общего размера, более низких рабочих скоростей (при городском использовании), так же автобусы могут размещать водород, хранящийся на крыше), более привлекательным выглядит вариант установки такой системы в легковой автомобиль. Отличный запас хода, наряду с отсутствием вредных выбросов, что может быть лучше?

Рассмотрим возможности реализации. Прямой впрыск в цилиндр, по определению, представляет собой разумную концепцию образования смеси, поскольку он, по сути, исключает возможность обратного воспламенения, поскольку воздушно-топливная смесь образуется в цилиндре после закрытия впускного клапана. Прямой впрыск в цилиндр в водородном двигателе может осуществляться двумя способами: прямым впрыском в цилиндр высокого давления (HPDI) и прямым впрыском в цилиндр низкого давления (LPDI). Правильно спроектированная система LPDI облегчает впрыск водорода на ранней стадии такта сжатия и, следовательно, существует более высокая возможность для лучшего смешивания водорода и воздуха. В системе HPDI давление настолько велико, что водородное топливо можно впрыскивать непосредственно в камеру сгорания даже во время такта сжатия. Эффективная система HPDI предотвращает возгорание во впускном коллекторе и самовоспламенение во время сгорания и, таким образом, позволяет достичь контролируемого сгорания.

### **Проблемы**

Несмотря на относительную простоту реализации и внушительные возможности для использования, водород в качестве топлива для двигателя обладает рядом значительных недостатков, из-за которых рентабельность реализации данного топлива ставится под вопрос.

Самая серьезная проблема заключается в том, что водород находится в топливном баке транспортного средства, в связи с этим, безопасность должна

быть на уровень выше той, что представлена у аналогичных автомобилей на бензине (так как водород в 10 раз горючее, чем бензин).

Также, для создания сети водородных заправок требуются внушительные средства (около 2 млн. долл. на одну среднюю заправку), помимо этого, довольно дорога сама доставка водорода на заправочные станции, так как оборудование всех АЗС установками по выработке водорода приведет к дополнительным нерентабельным вложениям.

Ещё одна проблема в водородных двигателях – это «обратная вспышка», то есть, по сути, предварительное воспламенение  $H_2$ , сталкивающегося с горячими поверхностями его прохождения.

Нельзя не учесть тот факт, что водородный автомобиль тяжёлый из-за сложной конструкции: много топливных ячеек, аккумулятор, электропреобразователь, большие баллоны для водорода, где давление целых 700 атм. В электромобиле, к примеру, всё проще – требуется только место под большой АКБ.

Так же, серьёзным минусом является более низкая плотность энергии при давлениях, подходящих для поршневых цилиндров, рабочий объем должен быть в два-три раза больше, чем для бензиновых двигателей, что вызывает проблемы с пространством в моторных отсеках легковых автомобилей.

### Итоги

Таким образом, несмотря на все недостатки, использование водорода в качестве топлива все же имеет право на существование. Двигатели внутреннего сгорания, работающие на водороде, в среднем, примерно на 20% эффективнее сопоставимых бензиновых двигателей, не говоря о гибридной установке, которая обеспечивает прирост производительности до 50%. Тепловой КПД двигателя можно повысить за счет увеличения степени сжатия или удельной теплоемкости. В водородных двигателях оба отношения выше, чем в сопоставимых бензиновых двигателях, из-за более низкой температуры самовоспламенения водорода и его способности гореть в обедненных смесях.

Водородный автомобиль считается самым не засоряющим окружающую среду транспортом наряду с электрокарами. Заправка авто на водородном топливе занимает считанные минуты, а «горючего» хватит на 400 км и более. А баллон водорода после использования оставляет после себя полведра чистой воды.

### Литература

1. Водород. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Водород> – Дата доступа: 20.10.2020
2. Водород. [Электронный ресурс] URL: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-hydrogen-generation-technologies/hydrogen-generation-by-water-electrolysis> – Date of access: 20.10.2020.
3. Устройство водородного двигателя. [Электронный ресурс] URL: <https://www.popularmechanics.com/cars/car-technology/a25633143/how-hydrogen-engines-work/> – Date of access: 20.10.2020.