УДК 631.4.178

# ОСОБЕННОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДВИГАТЕЛЯ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ

Болтянский О.В., к.т.н.,
Милаева И.И., ст. преподаватель
*Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь, Россия*

***Аннотация***. В статье рассмотрены особенности устройства и работы, преимущества и недостатки двигателей внутреннего сгорания работающих на водороде.

***Ключевые слова:*** водородное топливо, двигатель внутреннего сгорания, рабочий процесс.

***Постановка проблемы.*** Уровень загрязнения атмосферы сегодня достиг критического значения. Значительная часть выбросов приходится на транспортные средства. Автомобили способствуют появлению смога, загрязнению атмосферы, кислотным дождям, парниковому эффекту. Поэтому уменьшение выбросов является весьма актуальной проблемой.

Лучшим способом уменьшения выбросов является использование экологически чистого топлива [1]. Поэтому необходимо перевести автомобили на альтернативные виды топлива. Перевод автомобильного транспорта на альтернативное топливо, в частности, водород, дает принципиально новый подход к экономии сырьевых ресурсов, а также будет способствовать устранению токсичных выбросов.

Водород, с точки зрения сохранения окружающей среды, это идеальное топливо. Сгорая в чистом кислороде, он превращается в воду. Если его получать из воды путем электролиза, то процесс замыкается: вода-водород-вода. Ресурсы этого топлива колоссальные и постоянно возобновляются. Водород может стать универсальным топливом, вот почему его называют топливом будущего.

Внимание к использованию водорода в двигателях внутреннего сгорания и в других энергетических установках продолжает расти: во-первых, вследствие огромных его запасов в природе, и, во-вторых, благодаря почти полному отсутствию в продуктах сгорания основного парникового газа – двуокиси углерода.

***Основные материалы исследования.*** Проблема использования водорода в качестве топлива для ДВС включает обширный круг вопросов: возможность перевода на водород двигателей как с внутренним процессом смесеобразования, так и с внешним и искровым зажиганием; особенности организации рабочего процесса, параметров рабочего процесса двигателей при работе на водороде; оптимальные способы регулирования рабочего процесса; разработка систем топливоподачи и ряд других.

Водородные двигатели внутреннего сгорания, по сути, усовершенствованная версия бензиновых ДВС с похожей системой подачи и впрыска топлива и искровым зажиганием. При сгорании образуется необходимая для движения энергия. Сгорание топлива в двигателях внутреннего сгорания происходит не достаточно эффективно. В лучшем случае, в двигателе автомобиля полезно сгорает лишь 40% топлива (дизельного или бензина).

Принцип работы двигателя, работающего на водороде, а именно газе или смеси газов, аналогичен классическому двигателю внутреннего сгорания. Только вместо топливной смеси бензина или пропан-бутана в цилиндры подается смесь водорода и кислорода.

Отличительной особенностью такой установки является то, что при сгорании смеси выделяется вода, которая разъедает все металлические детали.

Наиболее перспективными являются двигатели на водородных топливных элементах. Под действием специальных катализаторов и на некоторых материалах реакция водорода и кислорода, взятых из воздуха, приводит к возникновению электрического тока. Он заряжает аккумулятор и приводит в движение двигатель.

Способ выделения газа основан на явлении электролиза воды. Циркуляционный резервуар предназначен для отделения газа от воды и снабжения газогенератора электролитом. В результате сгорания газа образуется сухой водяной пар, который в свою очередь, очищает клапанно-поршневую группу от нагара, улучшает теплообен между седлом и клапаном, что способствует увеличению ресурса двигателя. Также уменьшается загрязнение масла в двигателе и увеличивается межсервисный пробег.

Особенности рабочего процесса ДВС, использующих водород, определяются свойствами водородовоздушной смеси – пределами воспламенения и распространения фронта пламени, температурой и энергией воспламенения – все эти свойства у водорода лучше, чем у углеводородных топлив [2].

Имея скорость пламени, которая практически на порядок выше, чем у углеводородов, водород, действуя как своего рода катализатор «предварительного зажигания», воспламеняет рабочую смесь, обеспечивая полноту сгорания за короткое время, большее давление и тепловую энергию, что способствует увеличению крутящего момента [3]. При более полном сгорании топлива уменьшаются выбросы вредных веществ в отработавших газах. Нижний предел воспламенения водорода в несколько раз выше, чем у нефтяных топлив, что позволяет получить высокую экономичность по

сравнению с ДВС, работающими на топливе нефтяного происхождения.

Большое влияние на работу двигателя оказывает способ смесеобразования. При использовании водорода в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания может применяться внешнее или внутреннее смесеобразование.

При внешнем смесеобразовании степень гомогенности смеси определяется такими свойствами топлива, как температура кипения и диффузионная способность. Водород в этом отношении является наилучшим топливом, так как его температура кипения составляет минус 253°С, что в любых условиях работы двигателя исключает наличие жидкой фазы в рабочей смеси; коэффициент диффузии водорода превышает аналогичную величину бензина в 8 раз.

Можно сказать, что в атмосферных условиях водород всегда является газообразным и прекрасно перемешивается с воздухом. Эти свойства водорода обеспечивают формирование гомогенной смеси и исключают образование жидкой пленки на поверхностях впускного тракта вследствие переохлаждения смеси в процессе смесеобразования и ее расслоения под действием ускорений в изгибах впускного тракта и пульсаций потока на впуске.

При внутреннем смесеобразовании (с подачей топлива на линии сжатия) требования к топливам по скорости формирования гомогенной смеси более жесткие, поскольку время, отводимое на смесеобразование, в несколько раз меньше, чем при внешнем смесеобразовании. Свойства водорода удовлетворяют этим требованиям лучше любого из углеводородных топлив, как жидких, так и газообразных. Водород способен за очень короткое время (менее 1 мс) образовать горючую смесь, равномерно перемешиваясь с воздухом.

Преимущества и недостатки автомобилей на водородном топливе приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Преимущества и недостатки автомобилей на водородном топливе

| Преимущества | Недостатки |
|---|---|
| Высокая экологичность (продукт горения - вода) | Мощные аккумуляторы больших размеров приводят к увеличению веса автомобиля |
| КПД электродвигателя, приемистость, мощность на единицу массы значительно выше | Дорогие водородные топливные элементы |
| Электродвигатель прост в обслуживании | При использовании водородных элементов в автомобилях с ДВС велика взрыво- и пожароопасность |
| Малый уровень шума | Производство водородного топлива в 4 раза дороже производства бензина |

По сравнению с электромобилями, водородный двигатель «заряжается» мгновенно, ему требуется всего 5-10 минут, а полная зарядка электромобиля занимает 8-12 часов. Современные водородные автомобили способны преодолевать на одной заправке до 500 км. Более высок и КПД: если у ДВС он составляет 30-40%, то у автомобилей на водородных топливных элементах - от 60%.

***Выводы.*** Водород – перспективный источник топлива, который обладает многочисленными преимуществами перед ископаемым топливом. Чистые выбросы, высокая плотность энергии и универсальность делают его привлекательным вариантом для питания двигателей внутреннего сгорания. Особенности организации рабочего процесса двигателей представляют собой обширный комплекс научных инженерных задач. Однако стоимость, проблемы безопасности и ограниченная инфраструктура, связанная с

производством и транспортировкой водорода, все еще представляют значительные трудности. Главным препятствием применения водорода для ДВС является высокая стоимость его получения и способов аккумулирования.

**Список использованных источников**

1. Коробцев, С.В. Безопасность водородной энергетики/С.В. Коробцев, В.Н. Фатеев // Энергия: Экон., техн., экол. – 2013, № 2. – С. 9–16.

2. Бортников, Л.Н. Экспериментальная и расчетная оценка эффективности применения водорода на автомобиле / Л.Н. Бортников, Д.А. Павлов, М.М. Русаков // Автомобильная промышленность. -2013. -№ 6. - С. 28- 33.

3. Русаков, М.М. Водород и ДВС автомобиля / М.М. Русаков, Д.А. Павлов, А.П. Шайкин, Л.Н. Бортников, А.Н. Афанасьев // Международная научно-техническая конференция «Рабочие процессы и технология двигателей»: Сб. статей - Казань, КГТУ им. А.Н. Туполева, Институт авиации, наземного транспорта и энергетики, 2005.

4. Смоленский, В.В. Особенности процесса сгорания в бензиновых двигателях при добавке водорода в топливно-воздушную смесь [Текст]: автореферат дис. кандидата технических наук : 05.04.02 / В. В. Смоленский - Тольятти, 2007. - 20 с.

5. Шустров, Ф.А. Особенности использования водородного топлива в двигателях внутреннего сгорания для автономных гибридных энергетических систем // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5.

6. Мельников, В. В. Газовые системы / Автомобильний транспорт. - 2008. -158с.