

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, УСТОЙЧИВЫЕ К ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИМ СРЕДАМ

А. А. Прядеин,

магистрант,

А. В. Ильин,

доц., канд. техн. наук,

А. А. Сутормина,

ведущий инженер

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург

В XXI в. водород становится одним из главных мировых источников альтернативного топлива. Существует несколько вариантов его эффективного использования на транспорте: для автомобилей на топливных элементах и для применения в двигателях внутреннего сгорания (ДВС) в качестве основного топлива и в качестве добавки к традиционным углеводородным топливам. Для реализации программы использования водорода в качестве альтернативного топлива необходимо решить важную проблему организации эффективного хранения водорода на борту транспортного средства.

Ключевые слова: водород, баллон, транспортное средство, альтернативное топливо, хранение водорода.

STRUCTURAL MATERIALS RESISTANT TO HYDROGEN- CONTAINING FRAMEWORKS

In the 21st century, hydrogen is becoming one of the world's main sources of alternative fuels. There are several options for its effective use in transport: for fuel cell vehicles and for use in internal combustion engines (ICE) as the main fuel and as an additive to traditional hydrocarbon fuels. To implement the program of using hydrogen as an alternative fuel, it is necessary to solve the important problem of organizing efficient storage of hydrogen on board a vehicle.

Keywords: hydrogen, balloon, vehicle, alternative fuel, hydrogen storage.

Хранить водород можно в газообразном виде под давлением, в жидком состоянии, в связанном виде в твердых или жидких носителях и в форме химических соединений, которые при разложении выделяют водород (аммиак, жидкие углеводороды).

Для транспорта наиболее важными являются следующие технологии:

- хранение сжатого газообразного водорода в резервуарах высокого давления;
- хранение жидкого водорода;
- хранение водорода в виде гидридов;
- хранение водорода в носителях.

Следует отметить, что хранение водорода отличается от хранения других видов моторных топлив, например бензина, тем, что системы хранения должны работать в неблагоприятных условиях: при криогенных температурах, при высоком давлении или при использовании материала, активного на воздухе, или в присутствии воды. Следовательно, необходимо обеспечивать надежность и безопасность системы хранения водорода.

На практике технология хранения водорода под давлением в резервуарах используется уже много лет, она аналогична технологии хранения природного газа. Как правило, при хранении водорода используются баллоны цилиндрического типа или контейнеры в виде труб большого объема. При использовании обычных стальных баллонов, заполненных водородом с давлением до 20 МПа, 4 кг водорода занимают объем 225 л. Массовая плотность по разным данным при давлении ~35 МПа составляет 6,7–8,7 % масс. Использование специальных баллонов позволит увеличить массовую плотность. В России созданы системы газобаллонного хранения водорода под давлением до 40 МПа, в том числе криволинейные титановые баллоны [1].

Водород хранят и транспортируют в стальных баллонах под давлением 150 кгс/см² (рис. 1). Водородный баллон стандартного размера содержит при таком давлении 6 м³ газа. При работе с водородом следует обращать особое вни-

вание на герметичность всей аппаратуры и газовых коммуникаций, так как водород способен проникать через мельчайшие неплотности, в результате чего могут образовываться взрывоопасные концентрации водорода в воздухе при содержании водорода в смеси 3,3–81,5 % [2].



Рис. 1. Стальной баллон для хранения водорода

В настоящее время водородные баллоны на 35 и 70 МПа сертифицированы в соответствии со стандартами ISO 11439 (Европа), NGV-2 (США), ReijikijunBetten (Исландия) и одобрены TUV (Германия) и КНК (Япония). Баллоны были использованы на нескольких опытных образцах автомобилей на топливных элементах и имеются в продаже. В соответствии с требованиями European Integrated Hydrogen Project (ЕИHP) для композитных баллонов на 70 МПа был продемонстрирован фактор безопасности 2,35 (давление разрыва ~165 МПа) [3].

Композитный баллон, выпускаемый фирмой «Quantum Technologies, Inc.», показан на рис. 2 [3].

Главный недостаток этого метода заключается в его небезопасности. К системе клапанов предъявляются жесткие требования (должны быть исключены утечка водорода и возможность образования взрывоопасной гремучей смеси). При использовании баллонов высокого давления требуется дополнительный контроль.

Проведя анализ, можно сделать вывод, что баллоны из композитных материалов выдерживают большее давление и меньший вес.

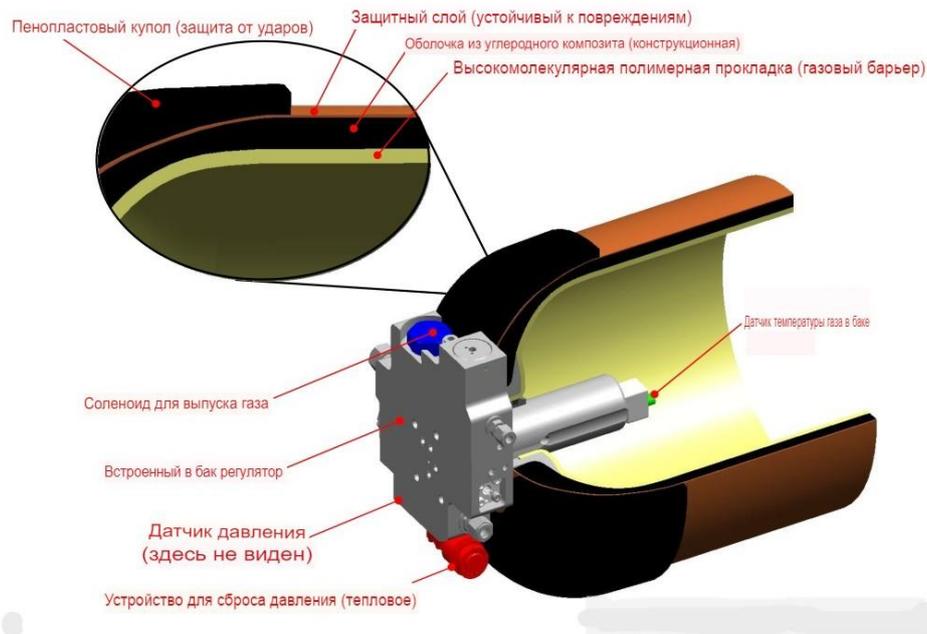


Рис. 2. Композитный баллон для хранения водорода

Список литературы

1. Системы хранения водорода / О. К. Алексеева, С. И. Козлов, Р. О. Самсонов и др. // Транспорт на альтернативном топливе. 2009. № 4 (10). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemy-hraneniya-vodoroda> (дата обращения: 15.11.2023).
2. Ялышко Г. Ф., Луговский В. П. Газосварочные работы. М. : Стройиздат, 1976. 187 с.
3. Physical hydrogen storage. URL: <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/physical-hydrogen-storage> (дата обращения: 15.11.2023).