

(/)

**Первый автосервисный журнал**  
Издается с 1997 года

«АБС Авто» февраль 2018 (/list/magazine/251)

[Главная \(/\)](#) / [Автомобили](#) / [Технические решения \(/list/category/tehnicheskie-resheniya\)](#)

# Применение водорода в качестве топлива



## Визитная карточка

*Александр Юрьевич Раменский, к. т. н.*

*Президент Национальной ассоциации водородной энергетики (НАВЭ РФ), вице-президент Международной ассоциации водородной энергетики (IAHE), председатель технического комитета РОССТАНДАРТА «Водородные технологии» (ТК 029).*

Применение водорода в качестве топлива, в том числе в смеси с различными газами, имеет давнюю историю. Первый патент на изобретение водородного автомобиля получил в 1807 году Франсуа Исаак де Риваз.

В 1860 году Этьен Ленуар запатентовал двигатель внутреннего сгорания (ДВС), работающий на светильном газе, состоящем наполовину из водорода. Двигатель Ленуара мощностью 12 л. с. получил распространение на локомотивах, судах, транспортных экипажах и др. Однако в последующие годы этот тип ДВС был вытеснен двигателем Отто.

Светильный газ, который использовался в качестве моторного топлива для первых ДВС, состоял в основном из водорода (H<sub>2</sub> – 50%, CH<sub>4</sub> – 34%, CO – 8% и др.) и производился в Российской империи с использованием технологии пиролиза каменного угля. Начиная с XIX века, вплоть до 30-х годов прошлого столетия светильный газ использовался для уличного освещения городов. В старом Санкт-Петербурге работы, связанные с его обращением, включая производство, хранение и распространение осуществляло Общество столичного освещения и ряд других компаний.

В Советском Союзе работы по исследованию водорода в качестве моторного топлива начались в 1935 году в Московском механико-машиностроительном институте им. М. В. Ломоносова (МММИ), в настоящее время МГТУ им Н.Э. Баумана. Профессор В. И. Сороко-

## НОВОСТИ И СОБЫТИЯ

 Катализатор для водородных ТЭД ([/article/katalizator-dlja-vodorodnyh-te](#))

 Новое бесплатное приложение MyValeoParts для поиска запчастей ([/article/novoe-besplatnoe-prilozhenie-myvaleoparts-dlja-poiska-zapchastej](#))

 Bosch, Vodafone и Huawei позволят автомобилям с интеллектуальными системами «общаться» между собой ([/article/bosch-vodafone-i-huawei-pozvoljat-avtomobiljam-s-intellektualnymi-sistemami-%C2%ABobschatsja%C2%BB-mezhdu-soboj](#))

 Концерн ZF ставит рекорд продаж в 2017 году и расширяет научно-исследовательскую деятельность ([/article/koncern-zf-stavit-rekord-prodazh-v-2017-godu-i-rasshirjaet-nauchno-issledovatelstvu-dejatelnost](#))

 Для тех, кому за 300: рейтинг самых надежных авто ([/article/dlja-teh-кому-za-300-rejting-samyh-nadezhnyh-avto](#))

 Mitsubishi Motors поставит партию электромобилей для

Новицкий с коллегами опубликовал научно-исследовательский отчет «Об использовании возможности работы двигателя на водороде». В этой работе исследовалось влияние добавок водорода к бензину на двигателе ЗИС-5 [1]. Впоследствии в 1939 году В. И. Сороко-Новицкий организовал и возглавил кафедру «Автомоторные двигатели» (АТД) в Московском автомобильном институте (МАМИ). За 80 лет существования кафедры АТД МАМИ подготовила тысячи инженеров-механиков по специальности ДВС. Следует отметить, что поисковые работы того времени по применению водорода и его добавок к бензину носили в основном исследовательский характер и связаны были с изучением теории рабочих процессов ДВС. Водород как горючая субстанция в камере сгорания ДВС обладает повышенной скоростью тепловыделения и широким пределом воспламенения. Эти свойства сделали его незаменимым инструментом в исследовании рабочих процессов ДВС на различных режимах работы.



Б.И. Шелищ (слева), В.И. Сороко-Новицкий (справа)

Практическое же применение водорода в качестве моторного топлива началось в 1941 году в блокадном Ленинграде. Техник-лейтенант Б. И. Шелищ предложил использовать водород, «отработавший» в аэростатах, как моторное топливо для двигателей автомобиля ГАЗ-АА. Автомобили ГАЗ-АА включались в состав постов противовоздушной обороны (ПВО). Заградительные аэростаты поднимались на высоту до 5 км и являлись надежным противовоздушным средством обороны города, не позволяя самолетам противника осуществлять прицельное бомбометание.

Для опускания аэростатов, частично потерявших свою подъемную силу, требовалось большое усилие. Эта операция осуществлялась с использованием механической лебедки, установленной на автомобиль ГАЗ-АА. ДВС вращал лебедку для опускания аэростатов. В блокадном Ленинграде было оборудовано несколько сотен постов ПВО, на которых использовались автомобили ГАЗ-АА, работающие на водороде.

(/article/mitsubishi-motors-postavit-partiju-elektromobilje-dlja-pravitelstva-kosta-riki)

 WINDIGO. Гарантированная защита от износа  
(/article/windigo-garantirovannaja-zaschita-ot-iznosa)

 Внедрение 3D-печати на заводе Nissan в Санкт-Петербурге снижает расходы и ускоряет производство  
(/article/vnedrenie-3d-pechati-na-zavode-nissan-v-sankt-peterburge-snizhaet-rashody-i-uskorjaet-proizvodstvo)

 В Москве состоится вторая конференция о внедрении ИИ в бизнес – AI Conference  
(/article/v-moskve-sostoitsja-vtoraja-konferentsija-o-vnedrenii-ii-v-biznes-ai-conference)

 Получите бесплатный билет на выставку РОСМОЛД  
(/article/poluchite-besplatnyj-bilet-na-vystavku-rosmold-uzhe-sejchas)

 Светодиодные фары Osram установлены на флагманском Audi  
(/article/svetodiodnye-fary-osram-ustanovleny-na-flagmanskom-audi-a8)



Автомобиль ГАЗ-АА на водороде

Заградительные аэростаты применялись во время Великой Отечественной войны (ВОВ) достаточно эффективно и на других фронтах. На дальние расстояния водород транспортировался водородными дирижаблями РККА. За один вылет дирижабль типа «Победа» доставлял газ для четырех аэростатов и перевозил полезный груз. На Черноморском флоте был организован специальный воздухоплавательный отряд для поиска мин и затонувших кораблей. Дирижабль «Победа» также принимал участие в разминировании советской акватории Черного моря – его экипаж разыскивал блуждающие глубинные мины времен ВОВ и сообщал о их местонахождении тральщикам. «Победой» было совершено 20 вылетов.



Слева направо: С.П. Малышенко, М.А. Стырикович, В.А. Легасов (сентябрь 1979 года)

После войны в 70-е годы прошлого века Б. И. Шелища неоднократно приглашали на различные научные конференции, где он рассказывал о тех далеких героических днях. Одно из таких мероприятий – I Всесоюзная школа молодых ученых и специалистов по проблемам водородной энергетики и технологии, организованная по инициативе ЦК ВЛКСМ и Комиссии АН СССР по водородной энергетике, Институтом атомной энергии им И. В. Курчатова и Донецким политехническим институтом, проводилась в сентябре 1979 года.

Б. И. Шелищ свой доклад «Водород вместо бензина» для слушателей секции «Технология использования водорода» сделал 9 сентября 1979 года. Доклад ветерана пришли слушать не только молодые ученые и специалисты, но и маститые ученые, в том числе академики АН СССР М. А. Стырикович, В. А. Легасов, Н. Н. Пономарев-Степной, представители вузовской, академической и отраслевой науки В. А. Гольцов, С. П. Малышенко, А. Я. Столяревский, А. Ю. Раменский и др.

Говоря об истории развития водородных технологий в СССР и впоследствии в Российской Федерации надо отметить, что организация Всесоюзных школ молодых ученых и специалистов по проблемам водородной энергетики и технологии сыграла очень важную роль в формировании сообщества специалистов в этой отрасли.

Сегодня бывшие лекторы и слушатели этих школ занимают ведущие позиции в Международной ассоциации водородной энергетики (В. А. Гольцов, А. В. Чувелев, Н. З. Мурадов, А.Ю. Раменский), продвигают водородную экономику и технологии топливных элементов не только в России и СНГ, но в странах ЕС, США, Канаде, ЮАР и др. На фото внизу – организаторы I Всесоюзной школы молодых ученых и специалистов по проблемам водородной энергетики и технологии М. А. Стырикович, В. А. Легасов, С. П. Малышенко и В. А. Гольцов.

В 70-е годы прошлого столетия в нескольких научно-исследовательских организациях СССР проводились работы по использованию водорода в качестве топлива не только для двигателей внутреннего сгорания (ДВС), но и для электрохимических

 Gates внедряет инновационные технологии в грузовую и автобусную перевозки. [\(/article/gates-vnedrjaet-innovatsionnye-tehnologii-v-gruzovogo-i-avtobusnogo-transporta\)](#)

 Первый серийный электромобиль напечатают в КНР. [\(/article/pervyj-serijnyj-avtomobil-napechatajut-v-kr\)](#)

 AUTOPROMOTEC at INAPA Show in Jakarta. [\(/article/autopromotec-at-inapa-show-in-jakarta\)](#)

 Аналитика Bosch: системы помощи водителям активно развиваются. [\(/article/analitika-bosch-sistemy-pomoschi-voditeljam-prodolzhajut-aktivno-razvivatsja\)](#)

 Новые щетки RAZOR Premium от HELLA. [\(/article/novye-schetki-razor-premium-ot-hella\)](#)

## ЭКСПЕРТИЗА

 Автомобильная экспертиза. Рекорд Гиннеса или банальность? Часть 1. [\(/article/avtomobilnaja-ekspertiza-rekord-ginnesa-ili-banalnaja-alknost-chast-1\)](#)

 Автомобильная экспертиза. LEXUS RX270 Часть 2. [\(/article/avtomobilnaja-ekspertiza-lexus-rx270-chast-2\)](#)

генераторов (ЭХГ) на основе топливных элементов (ТЭ).

Надо сказать, что в те годы предположить, что основным направлением, связанным с применением водорода в качестве автомобильного топлива, станет электромобиль с системой топливных элементов, никто не мог. Хотя такие работы в НПП «КВАНТ» на уровне НИОКР проводились уже тогда.

В области использования водорода в качестве топлива для ДВС следует отметить работу Центрального научно-исследовательского автомобильного и автомоторного института (НАМИ), Института проблем машиностроения АН УССР (ИПМАШ АН УССР), НПО «КВАНТ», Сектора механики неоднородных сред АН СССР (СМНС АН СССР), Завода-ВТУЗ при ЗИЛе и др.



*В.А. Гольцов, профессор  
Донецкого национального  
технического университета*



*Е.В. Шатров (слева), В.М. Кузнецов (в центре), А.Ю. Раменский (справа)*

В частности, в НАМИ под руководством Е. В. Шатрова начиная с 1976 года были проведены научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по изучению различных аспектов применения водорода в качестве топлива для автомобилей, в том числе созданию водородного микроавтобуса РАФ 22034 с ДВС.

Наряду с научными аспектами, связанными с изучением теории ДВС на водороде и его добавках к бензину, большое внимание уделялось исследованиям в области безопасности использования водорода в качестве топлива для транспортных средств, а также способов его хранения на борту автомобиля с использованием баллонов высокого давления, металлгидридных систем и криогенной техники. Формировалась лабораторная база для проведения таких исследований. Была разработана система питания двигателя на водороде.

Водородный ДВС и транспортное средство на водороде и бензоводородных композициях (БВТК) прошли полный комплекс стендовых и лабораторно-дорожных испытаний [2]. На фотографии на с. 20 слева направо: Е. В. Шатров – научный руководитель проекта, заместитель генерального директора НАМИ; В. М. Кузнецов – руководитель группы водородных двигателей; А. Ю. Раменский – м.н.с., которые непосредственно участвовали в организации и проведении НИОКР, а также в разные годы изучали основы теории ДВС в МАМИ на кафедре АТД, созданной и возглавляемой долгие годы профессором В. И. Сороко-Новицким. Как студенты МАМИ Е. В. Шатров и В. М. Кузнецов были знакомы с ним лично и считали себя его учениками.

(/article/avtomobilnaja-  
eksperiza-lexus-  
rx270-chast-2)  
lexus-  
rx270-  
chast-  
2)



Автомобильная  
экспертиза. LEXUS  
RX270. Часть 3  
(/article/avtomobilnaja-  
eksperiza-lexus-  
rx270-chast-3)  
lexus-  
rx270-  
chast-  
3)



Автомобильная  
экспертиза. LEXUS  
RX270. Часть 4  
(/article/avtomobilnaja-  
eksperiza-lexus-  
rx270-chast-4)  
lexus-  
rx270-  
chast-  
4)



Автомобильная  
экспертиза. LEXUS  
RX270. Часть 5.  
(/article/avtomobilnaja-  
eksperiza-lexus-  
rx270-chast-5-  
okonchanie-nachalo-  
4-5-6-92017)  
5-  
okonchanie-  
nachalo-  
4-5-6-  
92017)



А убийцу вы не  
найдете... (/article/a-  
ubiytsu-vi-ne-naydete)  
(/article/a-  
ubiytsu-  
vi-ne-  
naydete)



Детектив с  
отрицательным  
пробегом  
(/article/detektiv-s-  
otritsatelnym-  
probegom)  
otritsatelnym-  
probegom)

**АВТОЛЮБИТЕЛЯМ**



Mitsubishi Motors  
объявляет цены на  
Eclipse Cross в  
России  
(/article/mitsubishi-  
motors-objavljaet-  
seny-na-eclipse-  
cross-v-rossii)  
na-  
eclipse-  
cross-  
v-  
rossii)

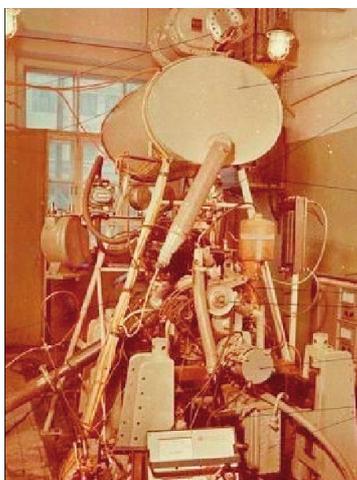


Кроссовер CHERY  
TIGGO 5 в новой  
комплектации



Микроавтобус РАФ 22034 с ДВС на водороде

Первый опытный образец микроавтобуса с ДВС, работающем на водороде, был построен в НАМИ в период 1976–1979 годов. Начиная с 1979 года в НАМИ и на автополигоне НАМИ осуществлялись его лабораторно-дорожные испытания и опытная эксплуатация.



Моторный стенд для испытания ДВС на водороде (НАМИ)

Фотографии микроавтобуса РАФ 22034 на стенде с беговыми барабанами и моторного стенда для испытания ДВС на водороде представлены на следующей странице.

В обязанности НАМИ как головного института в области НИОКР Министерства автомобильной промышленности СССР (Минавтопром СССР) входила организация сотрудничества со всеми предприятиями, имеющими отношение к созданию автомобильной техники с водородом в качестве топлива.

Примером такого сотрудничества были совместные исследования с Институтом проблем машиностроения Академии наук УССР (ИПМаш АН УССР), расположенным в настоящее время на территории современной Украины. Возглавлял ИПМАШ АН УССР в те времена член-корреспондент АН УССР А. Н. Подгорный, сын Председателя Президиума Верховного Совета СССР в период 1965–1977 годов Н. В. Подгорного.

Следует обратить внимание также на работы руководителей подразделений института И. Л. Варшавского, А. И. Мищенко, В. В. Соловья и др. [3]. Широко известны разработки ИПМаш АН УССР по созданию автомобилей и автопогрузчиков, работающих на бензоводородных топливных композициях (БВТК) с металлгидридными системами хранения водорода на борту.

Другим примером сотрудничества НАМИ с ведущими научно-исследовательскими центрами страны была работа по созданию металлгидридных систем хранения водорода на автомобиле. В рамках консорциума по созданию металлгидридных систем хранения сотрудничали три ведущие организации: Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова (ИАЭ им. И. В. Курчатова), НАМИ и Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ им. М. В. Ломоносова). Инициатива создания такого творческого объединения принадлежала академику В. А. Легасову. ИАЭ им. И. В. Курчатова был головным

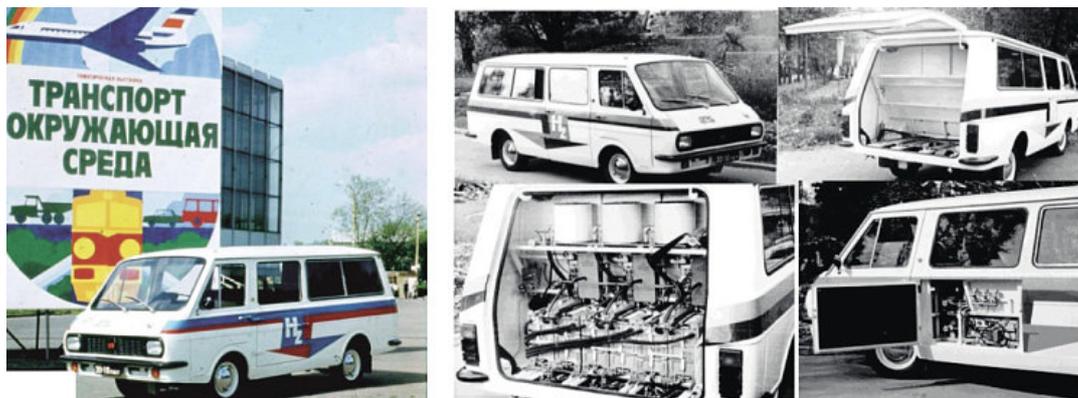
(/article/webster-cross-over-chery-tiggo-5-v-novoj-komplektatsii)  
 chery-tiggo-5-v-novoj-komplektatsii)

 Mitsubishi Eclipse Cross для России (/article/mitsubishi-eclipse-cross-dlja-rossii)  
 (/article/mitsubishi-eclipse-cross-dlja-rossii)

 Самый дорогой и единственный в России (/article/samoy-dorogoj-i-edinstvennyj-v-rossii-)  
 (/article/samoy-dorogoj-i-edinstvennyj-v-rossii-)

 О русском языке. В том числе и применительно к автомобилям (/article/o-russkom-yazike-v-tom-chisle-i-primeniteljno-k-avtomobilyam)  
 (/article/o-russkom-yazike-v-tom-chisle-i-primeniteljno-k-avtomobilyam)

разработчиком металлгидридной системы хранения водорода на борту автомобиля. Руководителем проекта был Ю. Ф. Чернилин, активными участниками работ были А. И. Удовенко, А. Я. Столяревский, А. В. Чувелев. Сплав интерметаллидных соединений разработан и изготовлен в необходимом объеме МГУ им. М. В. Ломоносова. Эта работа велась под руководством К. Н. Семеновко, заведующего кафедрой химии и физики высоких давлений. В ноябре 1979 года были зарегистрированы в Государственном реестре изобретений СССР заявки № 263140 и № 263141 с приоритетом от 22 июня 1978 года. Авторские свидетельства на сплавы-аккумуляторы водорода АС № 722018 и № 722021 от 21 ноября 1979 года были одни из первых в этой области в СССР и в мире. В изобретениях предлагались составы интерметаллидов, позволяющие хранить водород в металлгидридных соединениях. В разработке сплавов принимали участие ученые ведущих научных организаций СССР, связанных с разработкой материалов и устройств на базе интерметаллидных сплавов, – МГУ им. М. В. Ломоносова (К. Н. Семеновко, В. Н. Вербейский, С. В. Митрохин, В. С. Зонтов); НАМИ (Е. В. Шатров, А. Ю. Раменский); ИПМаш АН СССР (И. Л. Варшавский); Завода-ВТУЗа при ЗИЛ (В. В. Гусаров, В. Н. Кабалкин). В середине 1980-х годов испытания металлгидридной системы хранения водорода на борту микроавтобуса РАФ 22034, работающего на водороде, проводились НАМИ.



*Микроавтобус РАФ «Исток 5» с системой водородных топливных элементов*

В настоящее время интерес к автомобильным ДВС, работающим на водороде и его добавках к бензину, природному газу и дизельному топливу, существенно сократился. Во многом это обусловлено выходом на рынок современных электромобилей с системами топливных элементов, работающих на водороде. Однако в других областях науки и техники, связанных с развитием авиационной, судостроительной, ракетно-космической отрасли, инновационные технологии, направленные на использование водорода в ДВС, газовых турбинах, а также в качестве ракетного топлива, продолжают развиваться.

Говоря об исследованиях, направленных на применение водородного топлива для электрохимических генераторов (ЭХГ), следует отметить пионерские разработки в этой области специалистов из НПП «КВАНТ» и в первую очередь руководителя этой организации член-корреспондента АН СССР Н. С. Лидоренко. Эти разработки осуществлялись совместно с Рижской автобусной фабрикой (РАФ), предприятием Минавтопрома СССР, ранее располагавшимся на территории современной Латвийской Республики.

Минавтопром СССР привлек к созданию транспортного средства с системой топливных элементов (ТСТЭ) Рижское СКБ РАФ и финансировал указанные работы в рамках отраслевых программ НИОКР. Совместными усилиями этих предприятий был создан экспериментальный образец, получивший название «Исток 5».

Первая публичная демонстрация этого транспортного средства на топливных элементах состоялась в 1982 году на Международной выставке «Электро-82» [3; 4]. По воспоминаниям одного из создателей водородного микроавтобуса с ЭХГ на топливных элементах З.Р. Каричева, художник, занимающийся дизайнерским оформлением микроавтобуса, применил историческое соотношение цветов флага России, используемое еще со времен Петра Великого и при советской власти основательно забытое. Сегодня это выглядит очень современно. Надо сказать, что разработки в области применения водородных топливных элементов проводились НПП «КВАНТ» также по линии Совета экономической взаимопомощи (СЭВ) с венгерской машиностроительной компанией «ИКАРУС», крупнейшим в те времена в Европе предприятием по производству автобусов.

Следующие электромобили с системой топливных элементов появились в России в г. Тольятти. В 1998 году группа энтузиастов из российской автомобилестроительной компании АВТОВАЗ во главе с Г. К. Мирзоевым совместно со специалистами российской ракетно-космической корпорации РКК «Энергия» им С. П. Королева построили несколько образцов ТСТЭ: «Антел-1» (2001) и «Антел-2» (2003).



Автомобили производства АВТОВАЗа «Антел-1» и «Антел-2»

РКК «Энергия» им. С. П. Королева к этому времени накопила богатый опыт по использованию водорода в качестве топлива в ходе реализации ракетно-космической программы «Энергия-Буран» (1976–1988 годы). Для реализации этого проекта в свое время была создана разветвленная инфраструктура, необходимая для производства, транспортирования и хранения сжиженного водорода и кислорода, а также оборудование на основе ЭХГ с использованием технологий топливных элементов.

Сжиженный водород использовался в качестве топлива для ракеты-носителя «Энергия», которая была оснащена четырьмя кислородно-водородными двигателями РД-0120. Программа стартовала в 1976 году. Для ее реализации было задействовано 70 министерств и ведомств. В настоящее время на предприятиях Госкорпорации «РОСКОСМОС» рассматриваются различные проекты по использованию водородного топлива в космических программах в том числе связанный с созданием ЖРД на топливе «кислород-водород» для ракеты-носителя «Союз-5».

Россия, несмотря на существенный вклад в мировое производство водорода в целом и накопленный богатый опыт в освоении водородных технологий в различных отраслях народного хозяйства, в сегменте рынка мелкомасштабных водородных технологий не является лидером. В стране пока нет промышленной технологии производства топливных элементов для бытовых нужд, отсутствуют разработки в области массового производства водородных автомобилей. Такое состояние дел во многом обусловлено не только перестройкой социально-экономического уклада Российской Федерации в конце прошлого столетия, но и отставаниями в формировании нормативно-технической базы.

Вместе с тем реализуемая реформа технического регулирования во исполнение Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» создает благоприятные предпосылки для создания современной НТБ, гармонизированной с международными стандартами ИСО и МЭК.

В связи с этим вопросы технического регулирования в области водородных технологий и топливных элементов, связанные с международным сотрудничеством, являются приоритетным направлением национальной технической политики, основанной на понимании современного механизма глобализации рынка таких технологий.

С учетом этих обстоятельств Национальная ассоциация водородной энергетики (НАВЭ) в 2008 году вышла с предложением в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) о создании специализированного технического комитета в области стандартизации водородных технологий и топливных элементов.

Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.03.2008 № 542 был учрежден Технический комитет по стандартизации ТК 029 «Водородные технологии», который в установленном порядке осуществляет организацию международного сотрудничества с соответствующими комитетами ИСО и МЭК. Базовой организацией ТК 029 в настоящее время является НП НАВЭ.

Опираясь на большой практический задел, связанный с использованием водородных технологий, накопленный научно-исследовательскими и промышленными предприятиями страны, а также практический опыт нормативного регулирования с применением международных стандартов в других странах, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) ввело в настоящее время 33 национальных стандарта в области водородных технологий, большая часть которых разработана на базе международных стандартов ИСО и МЭК.

Наличие передовой нормативно-технической базы в этой области позволяет отечественным предприятиям быстро откликнуться на развитие глобального рынка водородных технологий в вопросах, связанных с созданием инфраструктуры для автомобильного транспорта, использующего водород в качестве топлива, организации производства компонентной базы топливных элементов и других агрегатов электромобилей.

Наиболее важным направлением реализации международного сотрудничества в области водородных технологий и топливных элементов является имплементация международных стандартов ИСО, регулирующих качественный состав водородного топлива для широкого круга пользователей.

Характеристики водорода, предназначенного для использования в качестве топлива для энергоустановок, представлены в следующих международных стандартах серии ISO 14687, а также идентичных им национальных и межгосударственных стандартах:

– ГОСТ Р ИСО 14687–1–2012 «Топливо водородное. Технические условия на продукт. Часть 1. Все случаи применения, кроме использования в топливных элементах с протонообменной мембраной, применяемых в дорожных транспортных средствах», идентичный международному стандарту ISO 14687–1:1999 «Hydrogen fuel. Product specification. Part 1. All applications except proton exchange membrane fuel cells for road vehicles»;

– ГОСТ Р 55466–2013/ISO/TS14687–2:2008 «Топливо водородное. Технические условия на продукт. Часть 2. Применение водорода для топливных элементов с протонообменной мембраной дорожных транспортных средств», идентичный международному стандарту ISO/TS14687–2:2008 «Hydrogen fuel. Product specification. Part 2. Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles»;

– ГОСТ ИСО 14687–3–2016 «Топливо водородное. Технические условия на продукт. Часть 3. Применение для топливных элементов с протонообменной мембраной стационарных энергоустановок», идентичный международному стандарту ISO 14687–3:2014 «Hydrogen fuel. Product specification. Part 3: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for stationary appliances».

В соответствии с указанными стандартами классификация водородного топлива осуществляется следующим образом:

– тип I, сорт А – топливо для двигателей внутреннего сгорания, использующихся в транспортных средствах и жилищно-коммунальном хозяйстве;

– тип I, сорт В – топливо для промышленного применения при производстве электроэнергии или в качестве источника тепла;

– тип I, сорт С – топливо, используемое в наземных вспомогательных комплексах для воздушного и космического транспорта;

– тип I (сорт D) – газообразное водородное топливо для ТСТЭ с протонообменной мембраной (Proton exchange membrane, PEM);

– тип II, сорт С – топливо для бортовых двигательных установок воздушного и космического транспорта, нужд электроэнергетики наземного транспорта;

– тип II (сорт D) – жидкое водородное топливо для ТСТЭ с протонообменной мембраной (Proton exchange membrane, PEM);

– тип III – топливо для бортовых двигательных установок воздушного и космического транспорта.

Примечание. Для жидкого водорода типа II топлива с параметрами, эквивалентными сортам А и В, в классификации отсутствуют.

Другим важным элементом коммерциализации водородных технологий и топливных элементов является разработка НТБ, связанной с формированием требований безопасности при производстве, хранении и применении водорода в различных отраслях народного хозяйства, а также с созданием современной терминологии, классификации энергоустановок с системой топливных элементов и транспортных средств, использующих водород в качестве топлива.

Задача на современном этапе заключается в том, чтобы заблаговременно создать в Российской Федерации, странах ЕАЭС и СНГ современную НТБ водородных технологий и топливных элементов, гармонизированную с международными стандартами ИСО и МЭК, которая позволила бы обеспечить интеграцию национального рынка инновационных технологий в эту область межгосударственной и международной торговли.

Учитывая, что водород является горючим газом, технологии, связанные с его производством, хранением, транспортированием и применением, должны учитывать требования безопасности, установленные федеральными законами, техническими регламентами, национальными стандартами и федеральными правилами безопасности, такими как:

- Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (ТР ТС 010/2011, ТР ТС 018/2011, ТР ТС 032/2013);
- Федеральный закон от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».

В обеспечение Федерального закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) в 2003 году утверждены Правила безопасности ПБ 03–598–03 «Правила безопасности при производстве водорода методом электролиза воды» (Постановление от 06.06.2003 № 75).

Особое значение в формировании технической политики Российской Федерации имеет система технического регулирования Таможенного союза стран Евразийского экономического союза, в состав которого на современном этапе входят такие государства, как: Республика Беларусь (1991), Казахстан (1991), Россия (1991), Армения (2015), Киргизия (2015).

Вопросы безопасности в области технологий топливных элементов и связанных с ними водородных технологий регулируются федеральными законами от 27.12.2002 № 184-ФЗ и от 29.06.2015 № 162-ФЗ, а также техническими регламентами, такими как:

- ТР ТС 010/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования», утвержденный Решением Комиссии Таможенного союза от 18.10.2011 № 823;
- ТР ТС 018/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств», утвержденный решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877;
- ТР ТС 032/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением», принятый Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 02.06.2013 № 41.

Национальная система стандартизации в области водородных технологий и топливных элементов формируется на базе международных стандартов ИСО и МЭК.

Росстандарт является коллективным членом технических комитетов ИСО «Водородные технологии» (ISO/TC197) и МЭК «Технологии топливных элементов» (IEC/TC105). Координация с ИСО и МЭК со стороны Российской Федерации осуществляется секретариатом РосИСО и РосМЭК (Росстандарт), а работы по имплементации стандартов производят ТК 029 и НП НАВЭ.

Следует учитывать, что в соответствии с терминологией, установленной международным стандартом IEC /TS62282–1:2013, автомобили на топливных элементах относятся к категории электромобилей. В связи с этим принятые Техническим комитетом ИСО «Дорожный транспорт» TC/ISO 22 международные стандарты, касающиеся устройства электромобилей, соответственно распространяются и на транспортные средства на топливных элементах (ТСТЭ).

В рамках существующей системы национальной стандартизации следует обратить внимание на ГОСТ Р 54811–2011 «Электромобили. Методы испытаний на активную и пассивную безопасность», разработанный ГНЦ РФ ФГУП НАМИ, который дает следующие определения электромобилей, в том числе ТСТЭ:

– п. 3.8 электромобиль (ЭМ): Колесное транспортное (автотранспортное) средство категорий M1 и N1 по ГОСТ Р 52051, приводимое в движение одним или несколькими электрическими двигателями, получающими энергию от аккумуляторных батарей, емкостных накопителей и (или) топливных элементов, предназначенное для эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования и на дорогах, специально предназначенных для ЭМ (Троллейбусы, включая троллейбусы, в настоящем стандарте к электромобилям не относятся.);

– п. 3.9 аккумуляторное электрическое дорожное транспортное средство: ЭМ, приводимый в движение одним или несколькими электрическими двигателями, получающими энергию только от тяговых аккумуляторных батарей, установленных на этом ТС;

– п. 3.10 электромобиль с топливными элементами: ЭМ, электрическая энергия для движения которого вырабатывается топливными элементами, установленными на ЭМ, и может накапливаться в тяговых аккумуляторных батареях или емкостных накопителях энергии, также установленных на ЭМ.

В Российской Федерации также введен ГОСТ Р 56188.1–2014/IEC/TS62282–1:2010 «Технологии топливных элементов. Часть 1. Терминология», идентичный соответствующему международному стандарту МЭК IEC /TS62282–1:2013, разработанный НАВЭ, из которого следует, что ТСТЭ представляет собой «электрическое транспортное средство, в котором энергетическая система на топливных элементах подает питание на электродвигатель для приведения транспортного средства в движение».

Это обстоятельство позволяет сделать вывод, что ТСТЭ сегодня в установленном законодательством порядке встроены в национальную систему объектов и субъектов технического регулирования и являются перспективным предметом коммерциализации инновационной продукции на национальном и международном рынках инновационных технологий. Это имеет принципиально важное значение как при продвижении на международный рынок отечественных товаров и услуг, так и импорта в нашу страну машин и оборудования, связанного с использованием водородных технологий и топливных элементов.

Наличие действующих национальных и межгосударственных стандартов в области водородных технологий и топливных элементов, гармонизированных с международной системой стандартизации ИСО и МЭК, дает возможность осуществить коммерциализацию ВТ и ТЭ в самое ближайшее время.

В качестве пилотного проекта для опробования эффективности применения ВТ и ТЭ на транспорте может быть создание на основе международного сотрудничества водородного транспортно-энергетического комплекса (ВТЭК), включающего водородные заправочные станции (ВЗС), а также парк водородных автобусов и автомобилей. Эксплуатация такого комплекса позволит осуществить публичную демонстрацию экологических и экономических преимуществ водородных транспортных средств и сформировать «линейки» рабочих проектов ВТЭК разной мощности под потребности заказчиков.

В ходе реализации проекта также могут быть внедрены новые инновационные продукты, связанные с разработкой и организацией производства облегченных баллонов для хранения водорода под давлением 70 МПа, модулей и блоков топливных элементов, водородных заправочных колонок, передвижных водородных заправщиков, а также для смежных технологий, направленных на применение водорода для специальных целей, нужд ЖКХ и др.

Участие в международном сотрудничестве в области инновационных технологий позволит учесть накопленный мировой опыт в реализации отечественных проектов. Проект ВТЭК технологически, экономически и организационно объединяет производство, распределение и потребление водорода. При этом водород может производиться не только методом электролиза, но и с использованием технологий переработки углеводородного сырья, а также в результате утилизации дешевых отходов или побочных продуктов массового химического производства.

## Список обозначений

АТД автотракторный двигатель

БВТК бензоводородные топливные композиции

ВЗС водородная заправочная станция

ВТЭК водородный транспортно-энергетический комплекс

ДВС двигатель внутреннего сгорания

ЖРД жидкостный ракетный двигатель

РККА Рабоче-крестьянская Красная армия

ТС транспортное средство

ТСТЭ транспортное средство на топливных элементах

ТЭ топливный элемент

ЭХГ электрохимический генератор

H<sub>2</sub> водород

## Список литературы

1. Сороко-Новицкий В.И., Куренин А. К. Об использовании возможности работы двигателя на водороде: Отчет о НИР/ММИ им. М. В. Ломоносова. М., 1935. 87 с.
2. Раменский А. Ю. Исследование рабочих процессов автомобильного двигателя на бензино-водородных топливных композициях. Канд. дис. М., 1982.
3. Мищенко А. И., Белогуб А. В., Савицкий В. Д., Талда Г. Б., Шатров Е. В., Кузнецов В. М., Раменский А. Ю. Применение водорода для двигателей автомобильного транспорта // Атомно-водородная энергетика и технологии: сб. ст. Вып. 8. М.: Энергоатомиздат, 1988.
4. Каричев Э. Р., Тейшев Е. А. Электрохимические генераторы, история развития и итоги разработки // Атомная энергетика. 1997. № 8.
5. Каричев З.Р. Взгляд через забор. Способность предвидеть: сб. к 100-летию Н.С. Лидоренко. Сайт НПП «КВАНТ». 2016.

*Александр Раменский, президент Национальной ассоциации водородной энергетики (РФ), канд. техн. наук*

А ВЫ ЧИТАЛИ?



(/article/sekrety-podveskostroenija-u-u-k)

**Секреты подвески строения У-У-К** (/article/sekrety-podveskostroenija-u-u-k)



(/article/novoe-pokolenie-chetirehtsilindrovih-dvigately-mercedes-benz)

**Новое поколение четырехцилиндровых двигателей Mercedes-Benz** (/article/novoe-pokolenie-chetirehtsilindrovih-dvigately-mercedes-benz)



(/article/nadezhnost-kuzova-a-sudi-kto)

**Надежность кузова: а судьи кто?** (/article/nadezhnost-kuzova-a-sudi-kto)



(/article/podryvnye-tehnologii)

**Подрывные технологии** (/article/podryvnye-tehnologii)

#### АДРЕС РЕДАКЦИИ

111033 Москва, ул. Самокатная, 2а, стр.1, офис 313

На карте (/page/contact#ymaps-map-id\_135429565437128042358)

Журнал «АБС-авто» © 2018, все права защищены

#### КОНТАКТЫ

Тел.: (495) 361-1260

E-mail: [отправить письмо \(mailto: but@abs-magazine.ru\)](mailto:but@abs-magazine.ru)

#### СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ

(<https://www.facebook.com/absautomagazine>)