

25 марта в Москве состоялась II Международная конференция "Водород – 2014". Она была организована ЗАО "Креон Энерджи" при поддержке Некоммерческого партнерства "Национальная ассоциация водородной энергетики (НАВЭ)". Необходимость конференции обусловлена тем, что расширение использования водородных технологий в энергетике и промышленности приводит к стремительному росту спроса на водород. Актуализируется необходимость объединения ученых, инженеров, бизнесменов в рамках широкого обсуждения и решения проблем в сфере производства, очистки, хранения, поставки и переработки водорода.



Зал конференции

На конференции было представлено 15 крупных отечественных и зарубежных компаний. Среди них ОАО "Криогенмаш", ОАО "Уралкриомаш", НАВЭ, ЦИАМ, ОИВТ РАН, ИПХФ РАН, ОАО "Ангарская нефтехимическая компания", Air Liquide, Linde Group, Air Products, Haldor Topsoe и др. На трех заседаниях конференции заслушано 11 докладов, начало которых предваряло оглашение приветствия господина Везироглу - президента Международной ассоциации водородной энергетики (Майами, США). В частности, он подчеркнул, что "Исследования в области водородной энергетики ведутся по всему миру. Происходит переоборудование двигателей внутреннего сгорания для работы на водородном топливе. Автопроизводители представили несколько экспериментальных моделей легковых автомобилей и автобусов. Многие из них работают в реальных дорожных условиях. Так, например, корпорация "Хёндай" (Корея) в этом году выводит на рынок автомобили на водородных топливных элементах... И в авиационной промышленности идет работа в области дозвуковых и сверхзвуковых летательных аппаратов, использующих водород в качестве топлива".

Работа конференции протекала в рамках следующей программы:

- Рынок водорода: состояние и перспективы развития;
- Состояние и перспективы развития мощностей по производству водорода в РФ;
- Перспективы использования малотоннажных установок по производству водорода;
- Современные технологии получения синтез-газа;
- Совершенствование нормативно-технической базы в области водородных технологий;
- Перспективы развития водородной энергетики в РФ;
- Перспективы использования водорода как хладагента;
- Развитие технологий хранения и транспортировки водорода.

Обстоятельный материал "Сравнение мирового и российского рынков водорода. Тенденции развития рынка" представила Л.Д. Огрель - руководитель отдела аналитики ЗАО "Креон Энерджи". О формировании нормативно-технической базы водородных технологий доложил А.Ю. Раменский - исполнительный вице-президент НАВЭ. Интересными оказались доклады представителей иностранных фирм, а также некоторых отечественных руководителей предприятий. Всеобщее оживление вызвало эмоциональное выступление советника директора департамента авиационной промышленности А.И. Игнатова на тему об использовании жидкого водорода в авиации на примере успешных полетов самолета Ту-155 с двигателем НК-88 с установлением нескольких мировых рекордов. Показанный

фильм первого успешного полета Ту-155, состоявшийся 15 апреля 1988 года (подробности с освещением участия сотрудников ЦИАМ см. "Двигатель", № 5, 2013 г.), наглядно продемонстрировал безопасные условия эксплуатации при заправке самолета жидким водородом на земле. Создание надежных криогенных систем для самолета Ту-155 позволили, в дальнейшем фирме ОАО "Туполев" усовершенствовать (с приближением по массе к керосиновым системам) конструктивные схемы и топливные баки применительно к самолетам Ту-334К, Ту-204К, высотно-космическому самолету (ВКС) Ту-2000 и совместно с Германией проработать компоновку самолета А-310 при работе с водородным двигателем. Кроме того, А.И. Игнатов обозначил возможность широкой организации работ при кооперации России, Индии, Германии, Италии, Франции, Китая, Японии и других стран на базе работ ОАО "Туполев" по ВКС Ту-2000.

В результате обсуждения представленных докладов установлено, что в мире производится водорода более 700 млрд м³ в год, причем в России - 8..10 % от указанного объема. До 90 % водорода получается по технологии паровой конверсии природного газа и путем термообработки угля при температуре свыше 1000° С без доступа воздуха. Основное место в структуре мирового потребления водорода занимает нефтепереработка - 67 %, химическая промышленность - 27 %. Заметную долю водород имеет в электронике и ракетной технике, в которой до недавнего времени потреблялось 14 % от 120 тыс. т производимого, например, в США жидкого водорода. Приведена интересная информация о транспортировке водорода с использованием газопроводов: их протяженность в Европе более трёх тыс. км при среднем диаметре трубы 0,2 м с давлением не более 2 Мпа. Особенностью российского рынка водорода является преобладающее потребление его для производства химических продуктов, прежде всего, аммиака и метанола. Лишь в последние годы нефтеперерабатывающая промышленность становится крупным потребителем этого газа: темпы роста потребления водорода на НПЗ России одни из самых высоких по сравнению с другими отраслями, что обусловлено необходимостью более глубокой очистки нефти.

Наградой за семичасовую напряженную работу конференции послужили эмоциональные разрядки. В частности, в фойе зала заседаний были широко представлены различные технические журналы с освещением нефтегазовых технологий. В одном из них приведены 10 интересных фактов из области транспортировки природного газа, один из которых весьма необычен: в нескольких штатах США в газопровод к газу подмешивают химическое вещество с запахом тухлого мяса. Это даёт возможность обнаружить "свиц" в трубе благодаря тому, что к этому месту очень быстро слетаются грифы. А ведь известно: при высоком давлении магистральных трубопроводов отверстие диаметром в один миллиметр выпускает наружу около тысячи куб. метров газа в сутки, что составляет стоимость упущенной выгоды в среднем \$400.



Первый докладчик Л. Огрель

Главным эмоциональным позитивом для меня стала встреча со знакомым: Анатолием Митрофановичем Домашенко - главным специалистом

ОАО "Криогенмаш". Он - научный сотрудник мирового уровня в области криогенных технологий, главным образом, водородной направленности. Активно участвовал в разработке всех отечественных проектов, в которых в качестве топлива использовался жидкий водород. Мы с ним едины в том, что единственным эффективным и безопасным способом долговременного хранения водорода является его хранение в состоянии супервысокого давления (до 100 МПа и выше) при температуре окружающей среды в емкостях компримитного исполнения. Такую технологию (в том числе и доставки) освоила германская фирма Linde: её один трейлер может одноразово доставить на большие расстояния сто баллонов газа объемом 400 литров каждый под давлением 50 Мпа. При этом разгрузка баллонов осуществляется за 45-60 мин (см. фото). Хранить водород в жидком состоянии нерентабельно и опасно: цистерна ЦТВ-25/06 теряет в сутки один процент H_2 , т.е. 15 кг, причем одновременно с указанной потерей происходит обогащение водорода кристаллами кислорода. При достижении таким кристаллом размера 30 мкм может, например, в процессе перекачки жидкого водорода из цистерны произойти его воспламенение.

Описание проекта	
<ul style="list-style-type: none"> — 2010: начало проекта по разработке нового трейлера с использованием композитных цилиндров — Расширение существующих мощностей станции по наполнению газов современной технологией наполнения до 500 атм. — 50% было проинвестировано Германским правительством 	
Текущий статус	
<ul style="list-style-type: none"> — Трейлер эксплуатируется с июня 2013 — > 45.000 кг водорода успешно доставлено клиентам successfully delivered to customer — > 40 наполнений до 500 атм 	
Технические данные	
<ul style="list-style-type: none"> — Количество композитных цилиндров: 100 — Рабочее давление: 500 атм — Объем водорода: 1.100 кг 13.000 Nm³ — Время загрузки/разгрузки: 45-60 мин 	

Плакат фирмы "LINDE" по перевозке водорода под давлением 500 атм

Конференции хороши, в том числе возможностями встреч с коллегами с обменом впечатлениями о современном состоянии и перспективах развития криогенных технологий.

НАВЭ: популяризация - консолидация - обобщение

Национальная ассоциация водородной энергетики (НАВЭ) учреждена в 2003 году в целях популяризации эффекта от использования водорода в народном хозяйстве, консолидации различных общественных сил, уже участвующих или потенциально заинтересованных в формировании водородной экономики, а также в обобщении приобретенного опыта.

Россия имеет большой опыт в области освоения водородных технологий не только в ракетной и авиационной отраслях, но и в общей промышленности. В частности, в сентябре 1941 года в осажденном Ленинграде был использован водород для работы двигателей внутреннего сгорания автомобилей, обеспечивающих функционирование аэростатов заграждения. Инициатором этого начинания был лейтенант войск ПВО Борис Шелищ. В то время предложение "водородного лейтенанта" помогло временно восполнить дефицит бензина. Он был награжден орденом Красной Звезды, но только спустя два года сумел подтвердить свой приоритет получением авторского свидетельства СССР на изобретение № 64209 от 28.07.1943 года.

В 1955 году ГНЦ РФ ЦИАМ им. П.И. Баранова (далее ЦИАМ) выступил инициатором применения водорода в авиации. Инициативу поддержала группа сотрудников ЦАГИ под руководством будущего академика В.В. Струминского. В результате были сформированы комплексно-целевые программы (КЦП) "Холод-1", "Холод-2" и др., проведенные в ЦИАМ в 60-х годах прошлого века испытания ГТД-350 на газообразном водороде и развернуты широкие исследования по разработке водородных технологий. Итогами выполнения указанных КЦП стали успешные полеты Ту-155 с водородным двигателем НК-88, успешный запуск в 1991 году гиперзвукового ПВРД при его работе на жидком водороде, первый в России полет 04 ноября 2010 года беспилотного летательного аппарата, созданного в ЦИАМ, с использованием газообразного водорода.

В настоящее время по распоряжению Генерального директора ЦИАМ создана рабочая группа под научным руководством академика РАН О.Н. Фаворского по анализу возможностей использования в авиации накопленного в России и мире опыта применения водородных технологий. На последнем заседании 27.02.2014 г. указанной группы в количестве десяти специалистов было поддержано утверждение: **"Водород нам не обойти"**. На мой взгляд, очень точный прогноз.

Конференция - повод к размышлению

Некоторое замешательство среди участников конференции вызвали заключительные слова первого докладчика. Привожу их дословно: "Несмотря на то, что Россия - пионер в деле освоения ряда перспективных водородных технологий, в том числе на автомобильном транспорте, на данном этапе развития технологий и наличия огромных запасов углеводородов полноценный переход на водородную энергетику в нашей стране представляется экономически необоснованным".

Представленная оценка развития водородных технологий в России заставляет усиленно искать прорывные направления использования водорода с тем, чтобы не растерять тот огромный научно-технологический задел, который отражен, в частности, в обобщающем Труде создателей легендарного самолета Ту-155 с водородным двигателем НК-88. В книге "Внимание - газы: криогенное топливо для авиации", изд-во "Московский рабочий", М., 2001 год (авторы: В.А. Андреев, В.Д. Борисов, В.Т. Климов, В.В. Малышев, В.Н. Орлов) обращено внимание на следующие обстоятельства: "...Тема криогенных топлив вышла из моды. Бесценные наработки в этой области, как и во многих других, где российские специалисты занимали ведущие мировые позиции, могут быть безвозвратно утеряны. Но переход на новые альтернативные источники энергии являются жестокой необходимостью. Ученые могут ошибаться на 50 и даже на 100 лет, однако ископаемые топлива в какой-то момент будут исчерпаны. Потеря источников энергии такой же "конец света", как и любые другие глобальные катастрофы и беды. Та страна, ученые и специалисты которой первыми найдут оптимальное решение проблемы перехода на неисчерпаемые источники энергии, получит доминирующее положение в мире. Особенно это важно для России с учетом огромного населения, богатейших природных ресурсов, занимаемого географического положения, климатических зон и расстояний".

Обращаю внимание на удивительный временной интервал: в 1955 году - инициатива ЦИАМ, а только в 1988 году - первый успешный полет Ту-155: разница в 33 года. И это с учетом таких благоприятных факторов как наличие полноценного бюджетного финансирования, признанных лидеров с высоким авторитетом (академики Н.Д. Кузнецов, А.А. Туполев, В.А. Легасов и др.), обширных групп сотрудников-энтузиастов в различных научных Центрах СССР и т.д. По нашим нынешним реалиям, чтобы получить ощутимый результат использования водорода в авиации хотя бы через полвека, надо начинать сегодня. Такого мнения придерживаются и академик О.Н. Фаворский, и исполнительный вице-президент НАВЭ А.Ю. Раменский, и крупный специалист-криогеник А.М. Домашенко, и многие другие энтузиасты.

У России есть все основания к масштабному продвижению водорода не только в авиационно-космической отрасли, но и в общепромышленной сфере за счет конвертирования наукоемких технологий, интегрированных в авиадвигателестроение, а не наоборот: рожденный ползать летать не может. А опыт успешного развития авиационного двигателестроения (АД) наглядно иллюстрирует стимулирующее воздействие АД на те отрасли промышленности, где требуются компактные, мобильные и хорошо управляемые источники энергии, прежде всего наземный и водный транспорт, а также мобильная теплоэнергетика. При этом надо не забывать, что экология дорогого стоит, и ее значение в мире будет катастрофически нарастать. По этому поводу нобелевский лауреат Нильс Бор предсказывал: "Человечество погибнет не от атомной бомбы, бесконечных войн, оно похоронит себя под горами собственных отходов". Под отходами можно разуметь не только бытовые и промышленные отходы, но и в более широком смысле ухудшение экологических показателей среды обитания как от мусорных полигонов, так и от работающих энергогенерирующих источников. При формировании прорывной стратегии продвижения водорода в энергетике желательно помнить прогноз великого физика XX века.