

# К взлёту готов!

## Водородно-воздушные топливные элементы ИПХФ РАН осваивают не только небо



Елена  
ПЫЛАЕВА

"Черноголовская газета" продолжает публикацию материала о водородно-воздушных топливных элементах, разработанных в Лаборатории ионки твердого тела под руководством Ю.А. Добровольского в Институте проблем химической физики РАН.

(Продолжение.  
Начало в № 45)

### Единственные в мире

Топливные элементы, созданные в Черноголовке, не только соответствуют мировым стандартам по массе и мощности, они уникальны по ряду других характеристик.

За рубежом водородно-воздушные ТЭ выпускают уже достаточно давно, в том числе - для военных целей. На элементах, произведенных на Тайване и в Сингапуре, в частности, летают беспилотники израильской и американской армий. Продажа беспилотников на водородных топливных элементах для России... запрещена. А в мире есть только одна гражданская фирма Horizont Technologies (Тайвань), которая делает батареи на водородно-воздушных ТЭ для беспилотников. Стоимость одной такой батареи мощностью 250 Вт в России достигает 100 000 долларов. В свое время наше Министерство обороны проявляло к ним интерес. Однако, как оказалось, зарубежные топливные элементы непригодны для российских погодных условий. Вы удивитесь! Они применимы только при плюсовых температурах. Вода, которая получается в результате реакции водорода с водородом, при низких температурах просто-напросто замерзает.

Как же решили эту проблему черноголовские ученые? Об этом рассказывает Юрий Анастольевич Добровольский:

- Нам удалось создать топливный элемент, который может работать даже при - 40 °С. Каким образом? Если в поры электролита, нанесенного на мембрану, вместе с водой добавить твердые наночастицы, которые не дадут ей сморозиться, то получится желаемый эффект. Вода не будет замерзать. Кстати, это и есть реальная нанотехнология. Размер катализатора, который мы используем, 1-2 нанометра, поры, в которые поступает вода, менее 1 нанометра. Просто мы в институте

давно с этими размерами работаем и не используем новомодных слов.

Уникальная технология - результат совместной работы Лаборатории ионки и Лаборатории водород-аккумулирующих материалов ИПХФ под руководством Бориса Петровича Тарасова, также известной своими исследованиями в области углеродных наноматериалов, водородной и возобновляемой энергетики.

### Всё своими руками

Наверное, даже тайваньские ученые были бы поражены, если бы узнали, что каждая деталька черноголовского водородного ТЭ была не только проработана в Лаборатории ионки твердого тела ИПХФ с точки зрения фундаментальной науки, но и сделана здесь! В Химфизике, вопреки всем трудностям "режима выживания" РАН, по ряду научных направлений сегодня сформированы практически замкнутые "инновационные цепочки": от фундаментальных научных исследований до разработки соответствующих инженерных решений и выпуска опытных образцов. Таким образом, российские академические институты сегодня не просто ведут научные исследования на высоком уровне, а еще и выполняют функции ликвидированных НИИ, инженерных КБ и даже малых производств, умудряясь производить конечный продукт.

- Типично российская проблема - довести дело до видимого результата, до изделия, которое может заинтересовать рынок. Мы разработали первые топливные элементы 12 лет назад, но никто серьезно не обращал на них внимания, пока их не применили в беспилотниках, - вспоминает Ю.А. Добровольский. - Необходимость делать все самим, в том числе инженерные работы, - это, к сожалению, наша российская реальность. Энергоустановка для беспилотника включает в себя не только батарею, состоящую из необходимого количества топливных элементов. Это и



Беспилотники с водородно-воздушными топливными элементами ИПХФ РАН уже оценил премьер-министр РФ Дмитрий Медведев

баллоны с водородом, и вентиляторы, необходимые для испарения воды, и электронная система управления с небольшим литий-ионным аккумулятором. Там же чисто инженерные проблемы: как правильно соединить, как правильно расположить, чтобы конструкция была максимально компактной, устойчивой к внешним воздействиям, прочной, легкой и т.д. С точки зрения оптимизации энергоустановки на основе топливных элементов для БПЛА необходимо максимально возможное снижение веса топливного элемента при сохранении эффективности его работы. Эта задача требует разработки нового типа конструкции топливного элемента и поиска новых материалов, выполняющих функцию эффективного подвода газов к электродам, отвода продуктов реакции и съема тока и т.д.

- А для чего в водородной энергоустановке используется литий-ионный аккумулятор? - возвращаясь к "науке", спрашиваю я старшего научного сотрудника Лаборатории (Группа электрохимии твердотельных систем) Алексея Левченко.

- Для старта. Необходимо всего две пальчиковые батарейки, которые дадут первый импульс для запуска химической реакции и подачи водорода. Далее система будет работать в автономном режиме. В случае беспилотных аппаратов литий-

ионный и водородный источники энергии дополняют друг друга. У летательных аппаратов, как известно, заметно меняется потребляемая мощность в зависимости от режима полета. То есть во время набора высоты она в 3-4 раза превышает мощность, необходимую для обычного полета. Соответственно, достаточно поставить батарею всего 0,5 кВт, а на взлете подключить обычный литий-ионный аккумулятор, который во время полета будет еще и подзаряжаться от водородной батареи, чтобы добиться эффективного расходования энергии и стабильного положения летательного аппарата в воздухе. Компромиссное сочетание литий-ионных аккумуляторов и водородных батарей сейчас является стандартом для беспилотников.

- В чем еще преимущество батарей на водородных топливных элементах над литий-ионными аккумуляторами?

- В них нет расходных частей. Да, происходит некоторая деградация протонпроводящей мембраны за счет постепенного окисления компонентов, но в существующем виде топливные элементы могут эксплуатироваться до 5000 часов! Время использования топливного элемента зависит от сферы применения: для беспилотников этого более чем достаточно, а вот для автомобилей - нет. Увеличение

срока службы ТЭ - еще одна проблема, над которой мы работаем.

### Новые сферы

Топливные элементы, созданные в Черноголовке, уже успешно прошли испытания на трех типах беспилотных летательных аппаратов. Первый - многоцелевой легкий БПЛА (Птеро-Е4), весом около 15-20 кг и размахом крыльев до 2 м. Его поднял в воздух топливный элемент весом всего 700 г. Энергоустановка, оборудованная 7-литровым баллоном с водородом, позволила самолету продержаться в воздухе 6-8 часов.

Второй беспилотник, уже более внушительных размеров, - с размахом крыльев до 4-5 м, был разработан Центральным институтом авиационного моторостроения имени П.И. Баранова (ЦИАМ). Аналогичный топливный элемент и два баллона водорода обеспечили полет, который длился до 30 часов!

Сейчас ведется работа над топливными элементами для оснащения беспилотников спецназначения. Маленькие (с размахом крыльев до 1 м) и бесшумные, они должны будут находиться в воздухе до 8 часов. Согласно пока обсуждаемому проекту, профильному подразделению Лаборатории предстоит создать энергетические батареи для 20 таких БПЛА!

Разработками ученых из Черноголовки уже заинтересовались Объединенная авиационная корпорация (специалистов привлекла возможность использования резервных водородных батарей на больших пассажирских самолетах) и представители Министерства обороны. А буквально несколько недель назад в Химфизике приезжали сотрудники одного из лидеров мирового автопрома - компании Nissan, которая, судя по всему, постепенно готовит водородные двигатели и электрогенераторы к запуску в массовое производство.

Но и это еще не все. Российские представители немецкой фирмы Future E, увидев продукцию наших ученых, заключили договор с Институтом проблем химической физики РАН на модернизацию своих резервных источников питания на водородных топливных элементах - замену используемых канадских мембранно-электронных блоков (самая дорогая и наукоемкая деталь в ТЭ) на черноголовские.

"Это, наверное, первый случай в современной истории, когда немецкая компания внутри своего изделия решила канадские комплектующие заменить на российские! И это реальный проект уже ближайшего полугодия", - комментирует Ю.А. Добровольский.

(Окончание следует...)