

## В Политехническом университете разрабатываются методы получения конкурентоспособного фторида водорода



Преподаватели и научные сотрудники [Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики](#) ИПММ СПбПУ в сотрудничестве с промышленными партнерами, Санкт-Петербургской компанией «Новые химические продукты», резидентом Инновационного центра «Сколково», АО «Сибирский химический комбинат», предприятием Госкорпорации «Росатом» и с научными партнерами, РНЦ «Прикладная химия» и Физико-техническим институтом им. А.Ф.Иоффе разработали коммерческую технологию переработки обедненного гексафторида урана  $UF_6$  (ОГФУ) с получением фторида водорода и оксидов урана, обедненного по изотопу U-235.

ОГФУ появляется в качестве побочного продукта при изотопном обогащении природного урана в ядерном топливном цикле. В мире в настоящее время накоплено до 2 млн тонн ОГФУ, в России – до 1 млн, и количество этого вещества все время увеличивается. Сейчас ОГФУ и в России, и за рубежом направляют на длительное хранение в стальных контейнерах на открытых площадках. Это связано с отсутствием эффективных технологий его переработки.

ОГФУ является высокотоксичным веществом 1 класса опасности, летучим, склонным к

гидролизу и  $\alpha$ -радиолизу и коррозионно-активным. Таким образом, его хранение и накопление представляет собой экологическую проблему.

В то же время в составе ОГФУ присутствует ценный сырьевой элемент фтор, который целесообразно регенерировать из ОГФУ, например, в виде фторида водорода, и направить вновь в ядерный топливный цикл (ЯТЦ) для получения фторидов природного урана, тем самым замкнув ЯТЦ по фтору.

Фторид водорода и получаемый из него электролизом фтор являются стратегическими веществами для производства ядерного топлива и боевых делящихся материалов. Только с их использованием можно получить единственное известное летучее соединение урана – его гексафторид, который применяют при центрифужном изотопном обогащении природного урана. В современной промышленности фторид водорода производят из концентрата природного плавикового шпата, запасы которого в России исчерпаны, и его приходится импортировать из Монголии. Таким образом, существует политическая проблема – сырьевая импортозависимость ЯТЦ.

Разработанная учеными Политеха технология переработки ОГФУ с получением фторида водорода позволяет решить обе вышеупомянутые проблемы – и экологическую, и политическую.

Созданный метод включен в утвержденную в 2020 году «Программу безопасного обращения с ОГФУ ГК «Росатом», в которой фигурируют две технологии – вышеупомянутая отечественная и технология крупнейшей французской ядерной корпорации «Orano SA». При этом производственная себестоимость фторида водорода, получаемого из ОГФУ по французской технологии, существенно выше, чем получаемого из плавикового шпата. А для российской, наоборот, существенно ниже. Таким образом, внедрение отечественной технологии должно привести к снижению издержек при производстве ядерного топлива.

Фторид водорода применяют не только при получении гексафторида урана. Его используют для производства практически всех современных промышленных соединений фтора: фторполимеров, озонобезопасных хладонов, электронных газов, синтетического криолита для алюминиевой промышленности, газовых диэлектриков, газотранспортных средств и др. В России производство этих веществ сдерживается отсутствием сырья для производства фторида водорода – плавикового шпата. Это мотивирует политехников продолжать свои исследования по расширению техногенной сырьевой базы для получения конкурентоспособного фторида водорода.

В настоящее время в сотрудничестве с уже упомянутыми компаниями ООО «Новые

химические продукты» и АО «Сибирский химический комбинат» и при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект RFMEFI60819X0277) проводятся исследования по созданию метода получения фторида водорода из фторсодержащих побочных продуктов производства экстракционной фосфорной кислоты из природного фторапатита, большие запасы которого имеются в России, в частности, на Кольском полуострове. Природный фторапатит является основным природным фторсодержащим минералом, запасы фтора в котором на Земле превышают запасы в плавиковом шпате не менее чем в десять раз. По предварительным оценкам, производственная себестоимость фторида водорода, получаемого по разрабатываемому методу, может быть до двух раз ниже аналогичного показателя для технологии, основанной на плавиковом шпате.

*«Своими разработками мы пытаемся решить три крупные проблемы современной промышленности: коммерческую – расширение сырьевой базы производства фторида водорода и снижение его производственной себестоимости с использованием техногенного сырья; политическую – исключение сырьевой зависимости от импортного плавикового шпата стратегических отраслей российской промышленности, в том числе ЯТЦ; экологическую – прекращение накопления и сокращение запасов токсичных фторсодержащих отходов, накопленных в предыдущие периоды развития техносферы. Меня часто спрашивают: “Почему инженеры-физики занимаются разработкой химических технологий?” Но я не вижу в этом ничего странного – в рамках нашего [направления магистерской подготовки «Прикладные математика и физика»](#) студентам преподаются элементы химической физики, в том числе, основы теории горения и эксперимента в области процессов горения, а это прямой выход и на энергетическую, и на химическую, и на ядерно-химическую технологии. В случае с ОГФУ промышленный процесс его переработки реализуется в режиме горения, а это область интересов специалистов по теплофизике и аэродинамике», – поясняет руководитель проекта профессор Дмитрий Станиславович ПАШКЕВИЧ.*

#### **Ссылки по теме:**

1. Отходы ядерной энергетики — стратегически важное для страны сырьё [industryrussia.ru/pashkevich#rec87483132](http://industryrussia.ru/pashkevich#rec87483132)
2. Ученые СПбПУ разработали технологию переработки токсичных отходов [research.spbstu.ru/news/uchenie\\_polyteha\\_razrabotali\\_tehnologiu\\_pererabotki\\_geksaftorida\\_urana/](http://research.spbstu.ru/news/uchenie_polyteha_razrabotali_tehnologiu_pererabotki_geksaftorida_urana/)
3. Петербургские учёные нашли способ извлечения пользы из токсичных отходов [aif.ru/society/science/peterburgskie\\_uchyonye\\_nashli\\_sposob\\_izvlecheniya\\_polzy\\_iz\\_toksich](http://aif.ru/society/science/peterburgskie_uchyonye_nashli_sposob_izvlecheniya_polzy_iz_toksich)

[nyh\\_othodov?utm\\_source=yxnews&utm\\_medium=desktop&utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews](https://yandex.ru/news/othodov?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2Fnews)

4. Российские ученые придумали, как извлечь пользу из токсичных отходов  
[ria.ru/20200512/1571175186.html](https://ria.ru/20200512/1571175186.html)

**Иллюстрации взяты с сайта Общественного совета Госкорпорации «Росатом» - из [совместного доклада](#) Комиссии по экологии Общественного совета Госкорпорации «Росатом» и Эколого-правового центра «Беллона» «Обедненный гексафторид урана (современная ситуация, вопросы безопасного обращения и перспективы)»:** 1. Площадка хранения ОГФУ; 2. Морская транспортировка - контейнеры с ОГФУ на судне; 3. Цистерна с фтористоводородной кислотой (продукт переработки ОГФУ)