

## В СПбПУ разрабатываются методы получения конкурентоспособного фторида водорода



Преподаватели и научные сотрудники Высшей школы прикладной математики и вычислительной физики ИПММ СПбПУ в сотрудничестве с индустриальными и научными партнерами разработали коммерческую технологию переработки обедненного гексафторида урана  $UF_6$  (ОГФУ) с получением фторида водорода и оксидов урана, обедненного по изотопу U-235

Преподаватели и научные сотрудники [REDACTED] ИПММ СПбПУ в сотрудничестве с индустриальными партнерами, Санкт-Петербургской компанией «Новые химические продукты», резидентом Инновационного центра «Сколково», и 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 финансовой поддержке Минобрнауки (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 накопление 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 [REDACTED] 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:**

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

**Иллюстрации взяты с [REDACTED] – 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 (вверху)
2. Морская транспортировка – контейнеры с ОГФУ на судне



3. Цистерна с фтористоводородной кислотой (продукт переработки ОГФУ)

