



# Волшебное сито

В лаборатории идёт эксперимент. Директор НПО «Мембраны» Павел Кулинцов в белом лабораторном халате наблюдает за установкой, похожей на аквариум, в котором вместо рыб размещаются прозрачные цилиндры, заполненные некими смесями. На двух мониторах перед учёным — цифры и диаграммы, очевидно, отражающие ход эксперимента.

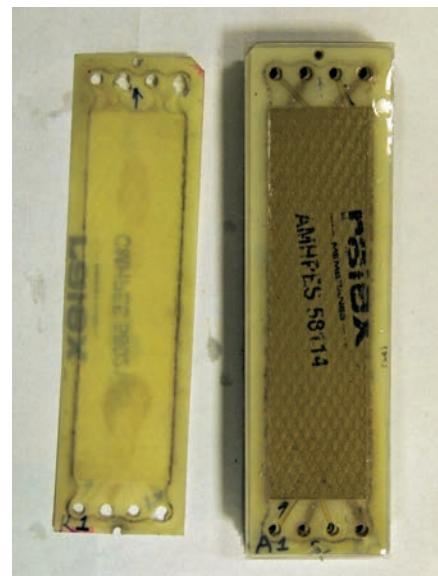
Текст: Юрий ЛЕБЕДЕВ  
 lebedev@vsu.ru  
 Фото: Михаил ШТЕЙНБЕРГ  
 steinberg@vsu.ru

— В какое бы время вы не пришли — всегда будет не вовремя, — смеётся Павел.

Замечание выглядит справедливым: с порога видно, что здесь — работают. В одном углу шумит вода, поступающая из дистиллятора, а значит пригодная для опытов. Стеллажи вдоль стен заняты разнообразным оборудованием и расходными материалами, стол, занимающий середину лаборатории, тоже. Есть даже модное устройство — 3D принтер, подключённый к специальному компьютеру.

— Мы занимаемся электродиализом, то есть либо очищаем растворы, деминерализуем (убираем отсюда соли), либо наоборот: концентрируем соли, — рас-

сказывает Павел. — Например, из молочной сыворотки убираем молочную кислоту и соли. А сейчас проводим серию экспериментов с творожной сывороткой. Она обычно очень кислая в сыром виде. Её нельзя сбрасывать (бактерии очень любят такую среду), а нужно возвращать в производство — например, йогуртов и других молочных изделий. Но чтобы она была приемлемой по вкусовым качествам и санитарным нормам, нужно удалять отсюда соли и молочную кислоту. Для этого в электродиализе используются специальные ионообменные мембраны. После нашей переработки она становится сладкой: там есть лактоза (молочный сахар), а ещё водорастворимые белки и витамины.





Трудовые будни

Вышеназванными областями деятельность коллектива не ограничивается:

— Занимались мы и всякими фармацевтическими препаратами. Получаем из солей кислоты и щёлочи в случае биполярного электродиализа. Работаем и над созданием биполярных мембран, которые способствуют расщеплению (под действием тока) воды на гидроксид-ион и протон  $H^+$ . Мы можем любую соль конвертировать в щёлочь и кислоту — и наоборот.

Инновации особенно приветствуются, когда их можно внедрить в реальное производство, когда они востребованы и поставлены на службу человеку. С этим у наших учёных проблем нет.

— Мы работаем с индустриальными партнёрами, например, с инновационным предприятием «Щекиноазот». С 2017 по 2018 гг. совместно с Северо-Кавказским федеральным университетом создавали лабораторную установку для получения фармакопейной лактозы из сыворотки для Ставропольского молочного комбината. Фактически мы сделали новую электродиализную линию. Вопрос там уже даже не о мембранах, а о том, как эффективно соединить гидравлически электродиализные модули и поддерживать токово-электрические режимы. Эту линию мы довели до ума, сейчас «Щекиноазот» проводит её промышленное тестирование. Также мы сотрудничаем с чешской

компанией «Mega» — они делают электродиализные модули. Эта установка, рядом с которой мы находимся, сделана ими, но мы тут многое уже переделали. На прошлой неделе к нам приезжал коллега — представитель фирмы, и мы проводили совместный эксперимент. Ездили и мы к ним — там есть и финансирование по линии Евросоюза, и чешское правительство вкладывает деньги. У них электродиализ рассматривается достаточно серьёзно. Причина вполне прагматическая: у них были шахтные воды из урановых шахт, и они занимались их очисткой и извлечением из них урана. Это был крупный государственный проект.

Вопреки бытовательским представлениям, процесс НИОКР не быстр и полагается на методичное, поступательное движение от простого — к сложному. От крошечного по площади образца к крупной промышленной установке:

— Мы начинаем с маленьких мембран, их испытываем в ячейках, затем собираем лабораторный мембранный модуль, потихоньку их увеличиваем, приходим на производство с опытным модулем для пусконаладок, а затем изготовитель модулей поставяет готовые промышленные образцы. В данный момент мы участвуем в пусконаладке линии деминерализации сахарной мелассы на Городейском сахарном комбинате. Также мы разрабатываем новые материалы для мембран, исполь-

зуемых в электродиализе. Тут следует заметить, что те мембраны, которые используются в обратном осмосе или топливных элементах, — сильно отличаются по технологии изготовления, хотя в принципе — это те же ионообменные мембраны.

— Получается каждому нужна своя мембрана: пищевой промышленности — одна, химической — другая...

— В идеале — да, — подтверждает Павел Кулинцов. — Конечно, зачастую пытаются обходиться стандартными мембранами, и каждый раз теряют из-за этого в производительности. Здесь очень много тонких моментов. Например, в той же молочной сыворотке, и других биогенных продуктах, есть белки, поверхность которых отрицательно заряженная, и за счёт электростатики они приклеиваются тонким слоем к ионообменной мембране (заряженной положительно). Это создаёт дополнительное сопротивление процессу, потому что эффективность значительно снижается. Есть различные хитрости, как эти слои (белковые или какой-то другой органики) отталкивать, чтобы они не мешали процессу. Для этого и делаются специальные мембраны. В частности, этим занимаемся мы.

Ещё один перспективный проект учёных связан с технологией 3D печати.

— Нас поддержала Воронежская область, и мы выиграли грант в размере 800 тыс. рублей. Эти деньги мы тратим на то, чтобы спроектировать специальный 3D принтер для печати ионообменными смолами. Мы будем делать многослойные пористые структуры, через которые можно будет пропускать воду — для получения сверхчистой воды, применяющейся в атомной и электронной промышленности. Это полностью деионизованная вода с гигантским сопротивлением, близком к теоретическому сопротивлению воды. Есть различные проблемы с тем, как собираются эти модули и, к тому же, они тяжёлые. Мы планируем сделать такую структуру, которая будет и полегче в сборке, и будет печататься на 3D принтере. Мы придумали систему сменных бункер-воронок, куда засыпается смола с порошком — и как раз занимались проектированием расходных материалов. Сейчас с ними экспериментирует производитель, но о результатах нам пока не сообщали.