



можете наделать таких пор в пленке до миллиарда на  $1\text{см}^2$ . На основе этих процессов в нашей лаборатории было создано опытное производство трековых мембран.

Чем же они хороши, в чем их недостатки и где эти мембраны можно применить?

Хороши тем, что все поры строго одинаковы. Ни один другой фильтровальный материал таким свойством не обладает. Более того, трековые мембраны стали использоваться в качестве эталонного теста при определении качества других типов фильтров. Если вы, например, используете трековую мембрану с диаметрами пор 0,2 микрона, то вы можете быть абсолютно уверены, что ни одна пылинка, ни одна бактерия, превышающая этот размер, не проскочит через фильтр. Мы в этом убедились, применяя трековые мембраны в различных технологических процессах. Например, при изго-

# ЧИСТЕЙШУЮ ВОДУ — КАЖДОМУ ЧЕЛОВЕКУ

ТРЕКОВЫЕ МЕМБРАНЫ — ТЕХНОЛОГИЯ XXI ВЕКА

**П**роблема чистой воды стала одной из важнейших в наше время и останется таковой и в XXI веке. Радующий нас своими великолепными достижениями технический прогресс породил и проблему загрязнения окружающей среды, а с ней и наши страхи использовать в своем быту обычную воду, будь она из водопроводного крана или из источника. А если иметь в виду, что при естественном выращивании любого пищевого продукта или при искусственном его приготовлении без воды не обходятся, то проблема чистой воды становится первостепенной.

Сколько об этом говорится, пишется и вещается, читатель знает. В результате многолетних общественных дебатов на разных уровнях вышло, в конце концов, единое мнение: спасение — в индивидуальных средствах защиты. Ставьте на водопроводный кран в своей квартире очищающий фильтр, и вы уберетесь от вредных примесей, занесенных в воду. Производители активно взялись за разработку и внедрение таких фильтров индивидуальных пользования, употребив в дело все последние достижения науки и техники. Недостатка в предложениях нет. По всему миру вы насчитаете несколько сотен типов бытовых фильтровальных устройств, каждое из которых рекламируется как единственно самое лучшее.

Почему мы, ученые из Дубны, занятые проблемами ядерной физики, обратились к этой теме? Дело в том, что полтора десятка лет назад мы научились изготавливать материал, получивший название «трековые мембраны», который с точки зрения фильтровальной науки является идеальным при очистке жидкостей и газов от механических микропримесей (пыли, взвесей, бактерий и т.п.). Эти исследования велись под руководством академика Г. Н. Флеро-

ва, активно работавшего над внедрением ядерно-физических методов в различные области науки и техники.

Как изготавливаются трековые мембраны? Пленка из лавсана (или любого другого полимера) обрабатывается потоком высокоэнергетических ионов криптона, ускоренных на нашем дубненском циклотроне. Энергия ионов задается такой, чтобы в материале не возникло ядерное излучение, но чтобы ионы пробивали пленку насквозь. Каждый ион оставляет в лавсане след из поврежденного им материала, называемый треком (отсюда и название «трековые»). Если затем пленку окунуть на некоторое время в раствор щелочи, то на месте каждого трека образуется сквозное отверстие (пора) цилиндрической формы. Диаметры всех пор оказываются совершенно одинаковыми, а в зависимости от времени травления в щелочи диаметр можно менять в диапазоне от 0,05 до 3 микрон (для сравнения: толщина человеческого волоса — 50 микрон). Поскольку поток ионов составляет сотни миллиардов в секунду, вы

товлении полупроводниковых микросхем содержание пыли в воздухе не должно превышать двух-трех пылинок размером более 0,5 микрона в 1 литре. Это очень жесткие требования, особенно если учесть, что человек при одном взмахе кистью руки производит до миллиона пылинок. Электронщики попробовали наши трековые мембраны и убедились, что они полностью для них подходят. Попробовали и медики. Кишечная палочка, холерный вибрион, штамм чумы, сальмонелла отфильтровывались на наших мембранах стопроцентно. Из любознательности мы заинтересовались, насколько чисты медицинские препараты в стеклянных ампулах. На фото, сделанном электронным микроскопом, мы увидели ледяные души картинки — мельчайшие осколки стекла, содержа-

NEROX<sup>®</sup> 01



ние которых в 1 мл препарата доходило до 5000. Преимущества трековых мембран были неоспоримы.

В чем же были недостатки? Основной — относительно малая производительность. Такой фильтр в малогабаритном исполнении ставить на водопроводный кран нет смысла. Поэтому мы считали, что применимость трековых мембран ограничена финишной очисткой в тех технологических процессах, где это целесообразно, или использованием в различных анализах. Но желание употребить их в быту для фильтрации питьевой воды не было оставлено.

Жизнь свела нас с партнерами из Симферополя, с фирмой "СИМПЭКС". Им пришла в голову простая мысль: а зачем трековую мембрану сажать на кран? Сколько чистой воды для приготовления пищи нужно для рядовой семьи в день? Чайник утром и вечером, кастрюля супа, несколько стаканов для питья, обмыть овощи, мясо — и все. Хватит одного ведра. А с таким объемом трековая мембрана размером 15см x 15см вполне справлялась. В "СИМПЭКСе" было разработано, на первый взгляд, необычайно простое фильтровальное устройство, получившее название "КРЫМСКАЯ РОСИНКА". Небольшой пластмассовый пакет, в который монтируется трековая мембрана, погружается в емкость с водой. За счет капиллярных эффектов вода просачивается сквозь мембрану и стекает в другую емкость, стоящую ниже первой. Конструкция простая, но очень умная. За сутки набирается ведро. Никаких энергетических затрат. Пользоваться можно не только в домашних, но и в полевых условиях. Качество воды отменное. Задача была решена.

Но мы, как люди ученые, ответственно подходящие к любому делу, на этом не остановились. Решили изучить чужой опыт очистки питьевой воды. Известно, что самые дотошные и щепетильные в этих вопросах немцы. У них издается журнал "Домашнее хозяйство" — настольное пособие в каждой добропорядочной немецкой семье. Из него мы почерпнули немало интересных и полезных сведений. Оказывается, подавляющее большинство используемых в быту фильтров работают на сорбционном принципе. Это активированный уголь, ионообменные смолы и другие вещества, которыми заполняется объем фильтра. Они весьма эффективно сорбируют на себя растворенные в воде примеси. В мелкодисперсных веществах задерживаются и бактерии. Но специалисты оценивают все же эффективность этих фильтров на "тройку". Почему? Во-первых, режим сорбции требует стабильных условий эксплуатации. Резко меняющееся в течение суток потребление воды приводит к тому, что солевой состав фильтра-

та может существенно меняться, а это для организма фактор неблагоприятный, да и не все примеси нужно выводить. Во-вторых, накопление задержанных бактерий в объеме фильтра приводит к их активному размножению, вредные выделения бактерий отравляют фильтрат, образуется так называемый "бактериальный суп". Необходимо проводить термическую или химическую дезинфекцию фильтра с последующей отмывкой, а такая операция в быту не всегда осуществима. Поэтому срок службы объемных фильтров ограничивается сотнями часов, а при их дороговизне плата за чистую воду оказывается для бюджета средней семьи весьма ощутимой.

С этих критических позиций мы посмотрели и на наш фильтр и провели дополнительные исследования. Конечно, лавсан не имеет таких могучих сорбционных свойств, как ионообменные смолы. Но мы убедились, что такими свойствами в какой-то мере обладают пылинки и частички, накапливающиеся на поверхности тре-

ковой мембраны в процессе фильтрации, да и сами вредные вещества могут входить в состав механических микропримесей. Выяснилось, что эффективность задержания тяжелых металлов, таких, как медь, цинк, свинец, ртуть, хром, а также фосфорорганических пестицидов и нафтонов составляет от 80 до 100 процентов. Проблема с вредоносным "бактериальным супом" тоже решалась довольно

просто. Поскольку поверхность трековой мембраны гладкая, смыть с нее бактериальный налет не представляет труда, тем более что конструкция устройства предельно проста и разборка его доступна любой хозяйке.

Все эти факторы настроили нас на оптимистический лад. Началась техническая работа. К работам присоединилась финская фирма "NEROX FILTER OY", которая существенно улучшила качество устройства. Конструкция выполнена так, что можно набирать батарею из отдельных фильтр-элементов, если есть потребность увеличить производительность. Буквально каждое изделие проходит контроль с помощью специального лазерного прибора, что исключает малейший брак. Улучшен внешний вид изделия. В городе Тампере налажено производство этих фильтров.

В заключение приведем выдер-

жку из официального письма, направленного Минздравом главным государственным санитарным врачом и органам управления субъектам Российской Федерации: "В стране сложилось неблагоприятное положение с обеспечением населения доброкачественной питьевой водой. В этой связи считаем необходимым обратить Ваше внимание на высокоэффективные мембранные фильтры "Крымская росинка" и "NEROX", разработанные Симферопольским НПП "Симпэкс" и компанией "NEROX FILTER OY" с участием Объединенного института ядерных исследований, г.Дубна. Фильтры предназначены для очистки питьевой воды как в обычных бытовых, так и в экстремальных условиях. Неоднократно проведенная экспертиза и гигиеническая оценка показали высокую эффективность очистных свойств приборов. Указанные фильтры сертифицированы в Российской Федерации, Белоруссии, Украине и в течение двух лет поставляются по заказу Международной Федерации Красного Креста для регионов, пострадавших от различного рода катастроф (Чернобыльская зона, наводнения в Белоруссии, Молдавии, эпидемия холеры на Украине, в Дагестане). Фильтры уменьшают концентрацию тяжелых металлов, пестицидов, радионуклидов, других вредных примесей, болезнетворных бактерий, сохраняя при этом в воде все важные для здоровья микроэлементы. В основе их работы лежит технология XXI века — мембранный принцип. Учетываемая изложенное, в целях обеспечения населения питьевой водой надлежащего качества считаем необходимым определить совместные меры по использованию указанных фильтров в детских и лечебных учреждениях, предприятиях общественного питания, а также для реализации населению в розничной торговле".

Редко с нами бывает, когда казенную бумагу читаешь с таким наслаждением и испытываешь удовлетворение результатом своего труда. Вместе с нашими партнерами мы планируем провести дальнейшее усовершенствование и улучшение качества наших изделий.

Все описанное в данной статье является ярким примером эффективного сотрудничества науки и практики. Казалось бы, полученный результат является попутным, но его важность, общественная полезность неоспоримы. И он не мог бы быть достигнут, не будь того мощного арсенала технических средств, которыми оснастилась ядерная физика, решая свои сугубо научные задачи.

**Ю. Ц. ОГАНЕСЯН,**  
член-корреспондент РАН,  
директор Лаборатории ядерных  
реакций имени Г. Н. Флерова  
Объединенного института  
ядерных исследований

**Почему мы, ученые из Дубны, занятые проблемами ядерной физики, обратились к этой теме? Дело в том, что полтора десятка лет назад мы научились изготавливать материал, получивший название "трековые мембраны".**