

## Эпоксидные смолы, которых нет

04 марта 2016

Судьбы российских изобретений зачастую непростые: появится перспективная разработка, натворит много шума, а потом про нее все забывают, и томится она на полках, как спящая красавица, в ожидании принца-инвестора. Беда в том, что если припозднится российский добрый молодец, опередит его заморский коллега и получит вместе с красавицей полцарства в придачу. Такая история вот-вот произойдет с эпоксидными смолами Иркутского института химии им. А. Е. Фаворского СО РАН.

«Расцвет» разработки пришелся на период с середины 1970-х до начала 1990-х годов. Именно тогда группой ученых ИриХ СО РАН под руководством академика РАН Бориса Александровича Трофимова и при активном участии ведущего научного сотрудника доктора химических наук Нины Алексеевны Недоли была создана инновационная стратегия синтеза эпоксидных смол нового поколения. Она базируется на использовании принципиально новых видов химического сырья (в частности, винилокса) и отвечает всем основным критериям «зеленой химии», будучи экологически чистой, энерго- и ресурсосберегающей.



На базе винилокса получено более 150 марок эпоксидных смол с новым комплексом полезных свойств, по сей день не имеющих аналогов ни в нашей стране, ни за рубежом. Они удовлетворяют всевозрастающим требованиям современной техники и технологий. Кроме того, ученые нашли способ, как направленно конструировать эпоксидные смолы с заданными параметрами.

Общепринятый метод получения этого продукта, имеющий промышленное значение, сопровождается рядом побочных процессов, которые трудно полностью контролировать, что не позволяет строго стандартизировать свойства итогового вещества. Кроме того, у общеизвестных эпоксидных смол есть и другие очень серьезные недостатки. Дело в том, что в электронике, радио- и электротехнике и других схожих областях к материалам предъявляются особые требования по чистоте, физико-химическим и эксплуатационным характеристикам. Промышленные эпоксидные смолы, как правило, без специальной очистки и доводки этим требованиям не отвечают. Они токсичны (за счет примесей эпихлоргидрина и его олигомеров), коррозионно-активны (из-за ионов хлора и натрия), а также высоковязки, что затрудняет их применение в передовых технологиях.

Например, клеи и герметики на основе промышленных эпоксидных смол имеют низкую затекающую и пропитывающую способность, не подходят для нанесения тонким слоем, а также обладают высоким внутренним напряжением при структурировании. Из-за этого они мало пригодны для работы с миниатюрными изделиями, маленькими зазорами и узлами сложной геометрии, а при склеивании крупногабаритных частей — затвердевают прежде, чем ими успевают покрыть всю необходимую поверхность. Отсюда — большой процент брака и расход сырья и материалов.

«Наши же смолы характеризуются высокой чистотой, низкой вязкостью, повышенной прочностью и эластичностью вулканизатов, низкими внутренними напряжениями при структурировании. В них отсутствуют примеси легколетучих компонентов, ионов хлора и щелочных металлов (отсюда — низкая токсичность и коррозионная пассивность). Композиционные материалы на их основе выдерживают многократное циклическое изменение температур и могут эксплуатироваться как при криогенных (как у жидкого азота и гелия), так и при высоких температурах. Кроме того, они обладают улучшенными технологическими, физико-механическими и тактико-техническими показателями», — рассказывает Нина Недоля.

На основе эпоксидных смол иркутских ученых в советские годы совместно с отраслевыми НИИ (в основном, оборонной направленности) был разработан широкий ассортимент полифункциональных композиционных материалов самого разнообразного назначения. Среди них — низко модульные герметики, высокопрочные пропиточные лаки, клеи (звуко- и акустопоглощающий, криостойкий/электропроводный, криостойкий/светопоглощающий, теплопроводный/коррозионно-пассивный и многие другие). Они были испытаны на десятках предприятий передовых отраслей отечественной промышленности — электронной, электротехнической, машиностроительной, авиационной и так далее. На перечисленные материалы были выпущены технологические инструкции и прочая отраслевая документация.

Но потом всё очень резко оборвалось. Несмотря на запросы заинтересованных министерств и подведомственных им предприятий, включение во всевозможные, в том числе общесоюзные, научно-технические программы, не взирая на документально оформленное одобрение государственных инстанций (Минхимпрома СССР, Государственного комитета по науке и технике СССР, Правительства РФ), производство винилокса и эпоксидных смол на его основе организовать так и не получилось.



Одна из причин кроется в отсутствии промежуточного звена между научно-исследовательскими институтами и промышленностью. «У нас есть готовые технологии, разработаны регламенты и другая проектная и техническая документация, но нам некому всё это передать. Их нельзя передать на крупнотоннажное химическое производство — отработка новых технологических процессов — не его задача, да и опытные подразделения в структуре таких предприятий, как правило, отсутствуют. Нужны специалисты, которые бы могли решать как чисто технологические вопросы, так и маркетинговые, ценовые, — комментирует Нина Алексеевна. — Даже профильные институты СССР не занимались доведением научных разработок других организаций (особенно академических институтов) до опытно-промышленного производства. Они, в основном, создавали что-то свое, потом где-то это пристраивали, но глобального государственного подхода, понимания: важным отраслям промышленности нужны новые поколения тонких и высокоспециализированных химикатов, которые необходимо довести до внедрения, к сожалению, не было».

В начале 1990 годов ИрИХ СО РАН приобрел на территории АО «Усольехимпром» цех, где можно было бы организовать многофункциональное малотоннажное производство. Создали общество с ограниченной ответственностью «Винилокс», куда в качестве учредителей помимо института входили крупные химические промышленные предприятия области. Но уже в 1995-м цех закрыли.

На сегодняшний день сложилась парадоксальная ситуация, когда спрос на эпоксидные смолы новых поколений, а точнее — потребность в них, на российских предприятиях и рынках есть, а предложения — нет. «Периодически мне звонит кто-нибудь из наших прежних заказчиков или партнеров, как правило, те, кому нужны не тоннажные, а килограммовые партии эпоксидных смол или винилокса. Просят. Умоляют. Но мы не можем им ничем помочь, — рассказывает Нина Недоля. — Проблема еще в том, что один из основных компонентов для синтеза винилокса раньше для нас выпускали на Карагандинском ПО «Карбид» (Казахстан, Темиртау), а теперь это предприятие находится на территории другого государства. После распада СССР сотрудничество восстановить так и не удалось».

Сейчас иркутские ученые вновь ломают голову над тем, как не дать перспективным разработкам «осесть в пыли на полках». «Нам нужен щедрый, не боящийся риска инвестор и грамотный предприниматель, вовлеченный в это направление. Когда началась перестройка, и у кого-то появились, не знаю, насколько большие, но точно шальные деньги, мне звонили какие-то мальчишки и девочки, чаще мальчишки, которые сначала спрашивали, что такое эпоксидные смолы, потом — где их можно использовать, а затем — «вот у нас есть средства, мы бы хотели...». Останавливало их то, что быстрых денег здесь, по определению, не получить, потому что всё равно необходимо создавать опытное химическое производство. Опять же, нужны площадка, коммуникации, инженеры-технологи, и сам инвестор должен понимать, с чем имеет дело, — говорит Нина Недоля. — Также ему придется прорабатывать рынки сбыта готовой продукции — прошло 30 лет, и я не уверена, что еще существуют те производства и предприятия, с которыми мы сотрудничали».

Но зато перечень областей реального применения винилокса и продуктов на его основе — гигантский. Это не только материалы для электроники и электротехники, но и стабилизаторы поливинилхлорида, разбавители эпоксидных лакокрасочных и композиционных материалов, модификаторы синтетических каучуков и протекторных резин для большегрузного транспорта и многое другое. Винилокс использовали даже для реставрационных работ («раскрытия» древнерусских икон и других произведений живописи) в мастерской темперной живописи ВМО «Государственная Третьяковская галерея».

Ответом на вопрос, почему такой инвестор до сих пор не появляется, может служить следующее утверждение: российская наука сегодня существенно опережает российскую промышленность. «По большому счету, наши смолы доведены уже до стадии, когда в дальнейшей разработке они не нуждаются. Это то, что называется «технология под ключ», — говорит доктор химических наук Андрей Викторович Иванов.



Есть еще один очень тонкий момент: удобство этой технологии заключается в том, что никакого уникального химического оборудования, в том числе и для крупнотоннажного производства, не требуется. Получается, любое предприятие, которое сегодня производит, например, обычную эпоксидную смолу, в течение месяца способно переключиться на выпуск инновационной. Не надо закупать новую технику, строить производственные мощности, можно использовать уже существующие.

К тому же, синтез эпоксидных смол на основе винилокса — классический вариант зеленой химии. Процесс идет без растворителей, щелочей и подвода тепла извне. Побочные продукты, отходы производства и сточные воды отсутствуют. Но в этой простоте и кроется опасность. «Условно говоря, если технологический процесс можно провести «в ведре», то его воспроизведет любой химик, обладающий необходимыми знаниями, — говорит Андрей Викторович. — Иркутскими эпоксидными смолами интересовались Нидерланды (Akzo Nobel), США (Dow Chemical Co.), Израиль (Barg M. Enterprises Ltd.), Корея, Китай. Секрет синтеза мы им пока не раскрыли, однако, вполне вероятно, найдется способ его выяснить. Когда это произойдет, технология «уплывет».

«У нас недооценивают и даже не понимают значение малотоннажной химии, — отмечает Нина Алексеевна. — Продукты тонкого органического синтеза (так называемые «тонкие химикаты») — это самая наукоемкая и востребованная продукция. И она хорошо и быстро окупается. Вы посмотрите в каталоге химических реактивов, сколько стоит грамм того или иного вещества? Есть цены просто фантастические! А мы можем получить его в десятки раз дешевле. Это — продукция, выпуск которой даже сравнительно небольшими партиями может принести очень большие доходы».

В ключе малотоннажной химии может быть реализована и работа по производству винилокса и эпоксидных смол для критических технологий. «Это штучный товар, не то, что надо выпускать непрерывно, на потоке. И здесь есть важный момент: любой директор завода скажет вам, что если вы опустите заказ ниже сколько-то тысяч тонн, он у вас его не примет — ему проще, чтобы предприятие просто стояло, иначе это производство будет нерентабельным. Вот 20 тонн он сделает, а 15 — уже не сможет. А малотоннажная химия лишена этой уязвимости. Килограмм? Пожалуйста, он окупит сам себя. Сто килограммов — тоже, и так далее, это всегда выгодно. Если тот же клей, условно говоря, идет для создания какой-то техники высочайшего уровня, которая стоит миллионы, то, значит, и предприятие, выпустившее этот материал или компонент для него, может продать его на фоне этих миллионов за очень солидные деньги», — комментирует Андрей Иванов.

«Мы сделали всё, что могли, даже больше. Сначала провели систематические фундаментальные исследования и разработали концептуально новый подход к синтезу эпоксидных смол с нетипичным сочетанием полезных свойств. Потом развили технологию их получения, технологическую и техническую документацию; получили обосновывающие материалы целесообразности организации производства винилокса на территории области. Привлекли потребителей, совместно с которыми создали широчайший ассортимент материалов и показали перспективность их практического использования (в радио-, микро-, крио-, акусто- и оптоэлектронике, вычислительной, электротехнике, химической индустрии, легкой и резинотехнической промышленности). Дальше нужен тот самый инвестор или предприниматель, а наша задача выполнена», — говорит Нина Недоля.

**Диана Хомякова**

*Фото Юлии Поздняковой*