

Компания «Владфорум» более 20 лет использует продукт на основе политетрафторэтилена для увеличения срока службы двигателей автомобилей и других механизмов в промышленности и энергетике. Мы говорим с создателем технологии «Форум» кандидатом химических наук, руководителем группы фторидных материалов института химии ДВО РАН Александром Цветниковым об истории создания уникального российского продукта, получившего выход на рынки Японии, Южной Кореи и Китая.

Александр Константинович, как у вас возникла идея применения ПТФЭ в практических целях?

— Политетрафторэтилен — самый скользкий материал, занесенный в книгу рекордов Гиннеса. Это качество позволяет эффективно использовать его для снижения трения. Сам политетрафторэтилен как продукт возник случайно. В 30-х годах 20-го века в лаборатории компании Дюпониз баллона с тетрафторэтиленом под давлением вдруг прекратился выход газа, однако вес баллона сохранился, и удивленный сотрудник решил его распилить. Там оказался белый порошок политетрафторэтилена, продукта полимеризации тетрафторэтилена, которому позже был присвоен товарный знак — «Тефлон».

В Советском Союзе этим материалом заинтересовались в начале 50-х годов. Тогда был создан фторопласт 4 — аналог тефлона, который по ряду потребительских свойств оказался несколько лучше, так как в его получении использовалась немного другая технология.

Это очень дорогой полимер, трудно перерабатываемый, главное достоинство которого — в возможности использования в чрезвычайно агрессивных средах. Фторопласт химически стоек — не реагирует даже с «царской водкой». Температурный интервал его применения очень высокий — до 400 градусов Цельсия. В общем, великолепный материал, самый современный на тот момент и самый передовой в области защиты от коррозии.

Поэтому его называют органической платиной?

— Да, из-за высокой химической стойкости первоначально фторопласт использовался для создания обогащенного урана атомных бомб. Уран 235, идущий на производство запалов для термоядерного оружия, извлекают из гексафторида урана, получаемого только при применении элементарного фтора. Газообразный фтор — это сверхагрессивный газ, сверхокислитель, в котором даже вода горит голубым пламенем с выделением кислорода. И платина, кстати, тоже горит. Оказалось, что при получении гексафторида урана все уплотнения, сочленения, переходники, футеровка, где нужна определенная гибкость, могут быть созданы лишь из фторопласта, потому что другие материалы воздействия газообразного фтора не выдерживают и быстро разрушаются.

На основе этого открытия в СССР создали производство фторопласта для Минсредмаша СССР (министерства промышленности урановых проектов). В то же время наша лаборатория фторидных материалов Института химии ДВО РАН СССР занималась катодными материалами на основе фтора. Фторопласт был фондируемым материалом, и нам приходилось ездить на его производство, чтобы получать для экспериментов. Ввиду того, что фторопласт выпускался в сравнительно небольших количествах, мы брали бракованный материал и параллельно узнали о существовании одной большой проблемы утилизации фторопласта. Оказалось, что его очень трудно перерабатывать, и отходы политетрафторэтилена, в основном, зарывали в землю. Сжигать его нельзя, поскольку образуется токсичный продукт, а без утилизации в силу своей инертности он сохраняется тысячи лет.

Переработка ПТФЭ сложна в силу того, что его производство — не литье, а штамповка. Данная технология близка к созданию фарфора. Поэтому и готовая форма ведет себя похоже: разбитую фарфоровую кружку не склеить, как и деталь из фторопласта. Этот материал пытались измельчать, снова прессовать, но он начинал чернеть, растрескиваться, лопалась форма.

Случайно, в процессе работы с фторопластом я обнаружил некое явление, которое привело к образованию мелкодисперсного порошка из политетрафторэтилена. Такой порошок мог решить проблему утилизации фторопласта и, как оказалось позже, обладал рядом уникальных химических свойств.

Обнаружено так же случайно, как и тефлон?

— Именно так. Практически всегда настоящие открытия происходят не прогнозируемо. В данном случае я обнаружил, что в определенных условиях при перегреве фторопласта в реакторе образуется белый порошок. Это открытие директор нашего института Евгений Георгиевич Ипполитов предложил довести до внедрения по плану новой техники АН СССР, для чего было необходимо получить заключение межведомственной комиссии. Положительное заключение мы получили, и работа была рекомендована к внедрению на заводах Минсредмаша СССР.

Поскольку данный эффект в научной литературе нигде и никем не описывался, при подаче заявки на изобретение нам сказали, что этого не может быть и посоветовали читать популярную литературу — например, журнал «Химия и жизнь», где рассказывалось о получении тефлона. Мы долго переписывались с ВНИИГПЭ, но не смогли убедить эксперта. В конечном итоге потребовалось созвать контрольный совет. И

приехав в Москву с нашим замечательным патентоведом Ольгой Николаевной Ивлюшкиной мы доказали, что имеет место изобретение. После этого мы сразу подали заявки на изобретения и получили пять патентов. Позднее было зарегистрировано и товарное название нового продукта «Форум».

Потом оказалось, что этот продукт востребован и как добавка в смазку, поскольку уже существовали аналоги на основе ПТФЭ, правда фторопласт в них был твердый и крупный. Его добавляли в консистентные масла типа солидола.

И где он использовался?

— Для смазывания механизмов энергетических установок, электромоторов, в которых стояли подшипники качения. Нагруженных узлов, станин тяжелых агрегатов, куда подкладывался листовой фторопласт вообще в чистом виде. Внедряли наш порошок и на местной Артемовской ГРЭС — им очень понравилось.

Но, возвращаясь, когда появился новый продукт, оказалось, что госпредприятиям он уже не нужен — уничтожалась промышленность, и мы, активно продвигая направление «Форум» с новым директором института Вячеславом Михайлович Бузником, выиграли конкурс на стажировку в Америке в Сан-Диего по теме выхода наукоемкой продукции на рынок. Эта стажировка, безусловно, помогла нам в работе, но и показала, насколько наша практика коммерциализации научной разработки отличается от американской. Но это отдельная тема.

Одновременно началось активное изучение нового материала и процессов получения нанодисперсных фтополимеров. «Форум» оказался во многом отличным от обычного тефлона или фторопласта-4, обладая рядом уникальных потребительских свойств. В институте химии продолжили активно развивать научную составляющую этого процесса, и параллельно коммерческую в виде опытного производства добавки к маслам для автолюбителей и автотранспорта.

Мы ездили по стране, предлагая заводам, ведущим производителям автомобильных масел, совместно производить добавку к их продукции. Нам ответили, что заниматься чем-то, что снижает объемы закупок масел, им невыгодно. Тогда мы сделали ставку на потребителя, которому наоборот, необходимо, чтоб ничего не ломалось, а расход горючего и масла снижался.

Вы утверждаете, что как продукт, снижающий износ двигателя деталей, «Форум» в автомобильной промышленности является лучшим в мире. На чем основано это убеждение?

— Материалов на основе ПТФЭ с подобными свойствами в то время в мире не было, да и сегодня высокодисперсные фторполимеры, которые в какой-то степени похожи на наш продукт, существенно до нас не дотягивают. Мы анализировали качество лучшего американского продукта на основе фторопласта — добавки к маслам Slick-50. Изучали частицы политетрафторэтилена и обнаружили, что они во много раз больше наших, неправильной формы и, главное, не обладают адгезией к металлу, то есть не «прилипают» к поверхности. Грубо говоря, частицы ПТФЭ в Slick-50 болтаются в виде взвеси. Безусловно, он помогает в защите от трения, но не более, чем обычная ПТФЭ смазка. А в силу того, что **наш порошок налипают на поверхность, заполняет все микротрещины и дефекты, он защищает от трения и износа на порядок лучше.**

И стоит в несколько раз меньше. Я не говорю о других известных иностранных продуктах на основе масел с ПТФЭ, таких как QMI, SUPER-X, T-PLUS и тому подобных, у которых качество значительно ниже, чем у Slick 50. По большому счету аналогов на рынке у «Форума» нет, потому что у других известных продуктов на основе ПТФЭ нет главного свойства «Форума» — наноэффекта. Не все понимают, что это такое, полагая, что если измельчить нечто до определенного размера, то и появится продукт нанотехнологий. А на самом деле наноэффект возникает, когда появляется некий, пороговый скачком происходящий эффект изменения свойств материала при измельчении. То есть, когда поверхностное количество атомов становится сравнимо с количеством атомов внутри частицы. Если поверхностные атомы несбалансированы по энергетике, они открыты наружу, это сказывается на свойствах материала. Тогда частица, скажем, тефлона вдруг меняет цвет или начинает липнуть ко всему.

В случае нашей технологии образующаяся пленка политетрафторэтилена площадью несколько квадратных микрон, но толщиной в несколько нанометров стопроцентно реализует наноэффект. То есть этим порошком можно натереть любую сухую обезжиренную поверхность, и он к ней пристанет.

— Почти 20 лет компания «Владфорум» производит продукты на основе ПТФЭ для автомобилистов, но оправдано ли их применение в промышленности?

— С точки зрения механизма действия, назначения, применения промышленное оборудование и механизмы не отличаются принципиально от двигателей и трансмиссий. В двигателе автомобиля и ходовой части практически все трется, испытывает нагрузку и находится под воздействием высоких температур. Автомобиль, на самом деле — очень сконцентрированное промышленное производство. В промышленности есть тепловые нагрузки, есть механика, где требуется снизить трение, износ, снизить вибрацию и шум.

Если взять по направлениям, где эффективно использование «Форума»?

— Во всех подшипниках — независимо от того, российского они или иностранного производства. Мы проводили испытания на небольших подшипниках, тренд таков, что их срок службы продлевается в два-три раза. При этом экономический эффект от снижения трения складывается не только из стоимости нового подшипника или его ремонта, но и снижения вибрации, то есть потери мощности. Плюс масла и смазки служат дольше.

«Форум» прекрасно зарекомендовал себя при использовании в редукторах, которые служат дольше, шумят меньше, и масло в них выгорает тоже меньше. Если говорить о шестеренках, которые мы испытывали во ВНИИТрансмаш, то их износ уменьшился в 52 раза.

Применение «Форума» имеет эффект во всем, что скользит по направляющим. Например, это могут быть какие-то перемещаемые объекты. Допустим, токарный станок, у которого движется по направляющим суппорт. Или фрезерный станок.

Все, что движется по поверхности и смазывается, благодаря «Форуму» работает лучше, надежнее и дольше. Дело в том, что у нанодисперсного порошка ПТФЭ, в отличие от любого масла и любой смазки, образующаяся пленка не испаряется. Единственное, каким образом она может закончить свое существование, это через попадание пыли или абразива. При этом и пыль она не «глочет» на себя как масло и многие другие смазочные материалы.

Когда «Форумом» натирают оружие, оно работает мягко и пыль в него практически не забивается. Но кроме масел с ПТФЭ или добавок к маслам мы предлагаем использовать и чистый порошок ПТФЭ, который обладает высокой гидрофобностью — влаги не боится и не вымывается. Он может применяться для защиты механизмов и поверхностей, работающих в воде при высокой температуре.

На российском рынке существуют продукты, позиционирующие себя как аналоги «Форума», «Томфлон», допустим. Что можно об этом сказать?

— «Томфлон» — это смазка на основе политетрафторэтилена, полученная совсем другим путем. Он крупнее, жестче и не является наноматериалом. У нас есть статьи по этому поводу, мы изучали его у нас в институте. Аналогом еще позиционирует себя «Флоралит», который производится по похожей технологии, но тоже отличается от «Форума» — крупнее и жестче.

Сейчас «Форум» расширяет линейку продуктов для промышленности?

— Я бы сказал, что мы, скорее расширяем линейку клиентов. Потому, что продукты есть на все случаи жизни. Мы только добавляем туда пищевые смазки, которые очень востребованы. И добавляем краски.

Краски?

— У краски на основе ПТФЭ увеличена химическая стойкость. Мы ее испытывали на заводе «Варяг» еще в 1989 году. Тогда мы не говорили об износе, о трении, мы говорили о защите. Руководство завода обратилось к нам с проблемой очень быстрого выхода из строя вентиляторов в цехах гальваники. И когда мы пробовали применить сухую смазку «Форум», у них повысилась устойчивость к кислоте и в несколько раз увеличился срок службы.

Лабораторные испытания краски мы все провели, сделали испытания химической стойкости и уже опубликовались в журнале «Лакокрасочные материалы». Потом провели испытания на коэффициент трения краски, в которую внесен ПТФЭ. Было обнаружено, что резко снижается коэффициент трения краски о любую поверхность. Испытали на обрастание различными организмами и водорослями в морской воде. Также эффект очень заметен. Потом провели испытания на обледенение, то есть того, как прочно удерживается лед на поверхности покрытия.

Оказалось, тоже, что в несколько раз снижается энергия отрыва льда от поверхности. Если использовать чистый порошок «Форум», то она снижается в десятки раз. Гидрофобный эффект быстро увеличивается. Если обычная краска смачивается водой, соответственно начинается процесс коррозии, то при наличии ПТФЭ на поверхности гидрофобность вырастает настолько, что краска просто не смачивается. Краевой угол смачивания, то есть контактный угол при наличии «Форума» на поверхности увеличивается до 130 градусов. (90 градусов - пограничный угол, когда еще наблюдается эффект смачивания).

Реальные испытания проводили на катере «Акваспаса» МЧС в Калининграде. Увеличивается скорость и снижается биообрастание — отрывается ракушка легко. Испытывали ее на военном корабле: покрасили, он полтора года проходил в море, потом подняли, проверили и снова опустили, потому, что красить оказалось нечего. Военные будут определять, сколько еще может ходить корабль без повторной покраски.

В промышленности порошок ПТФЭ можно использовать даже в защите стекол цехов от пыли и грязи. На самом деле областей применения очень много, как у любого ценного и редкого материала.