

Сверхвысокомолекулярный проект

В России на протяжении 8 лет разрабатывается план запуска производства СВМПЭ — сверхвысокомолекулярного полиэтилена

Ольга Ашпина

В России спрос на популярный и широко используемый за рубежом сверхвысокомолекулярный полиэтилен долгое время был невелик. Развитию рынка СВМПЭ препятствовали различные научные и технические проблемы, связанные не только с производством, но и с переработкой материала.

После того как ученые Института катализа СО РАН доложили о создании новых высокоэффективных катализаторов для производства полиолефинов, специалистами ООО «Томскнефтехим» был выполнен проект пилотной установки по выпуску СВМПЭ и в рамках особой экономической зоны планируется запуск промышленного производства.

Свойства СВМПЭ

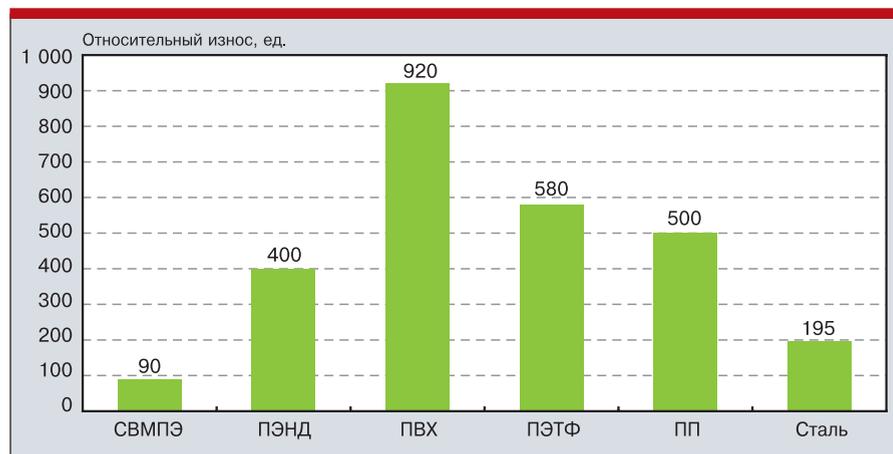
Сверхвысокомолекулярный полиэтилен обладает уникальными специфическими свойствами — имеет исключительно высокие прочностные характеристики, повышенную ударо- и износостойкость, очень низкий коэффициент трения,

высокую морозоустойчивость и ряд других не менее уникальных физико-механических свойств.

Полимер СВМПЭ в отличие от стандартных полиэтиленов является конструкционным материалом, имеющим низ-

кий износ (см. диаграмму 1), хорошие свойства скольжения, высокую ударную вязкость, обеспечивающую поглощение энергии, а также повышенную химическую стойкость по отношению к кислотам, щелочам, солям и агрессивным газам.

Диаграмма 1. Относительный износ различных материалов



Немаловажную роль играют и другие параметры:

- эксплуатационная температура от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- шумогашение,
- высокая прочность при указанных температурах,
- трещиностойкость,
- водоотталкивающие свойства, не позволяющие влагосодержащим материалам налипать или намерзать на поверхности.

Области применения

Вследствие высокой молекулярной массы СВМПЭ может применяться там, где низкомолекулярные полиэтилены не удовлетворяют требованиям потребителей. Кроме того, комбинация свойств СВМПЭ позволяет отнести его к классу технических пластмасс и открывает материалу самые разнообразные области применения.

СВМПЭ используется и в качестве конструкционного материала — как исходное сырье для получения волокна с более высокими прочностными характеристиками по сравнению с известными углеродными, арамидными, борными волокнами. Особым достоинством такого волокна является его способность к поглощению вибрации.

Высокая устойчивость по отношению к баллистическим воздействиям делает волокно из СВМПЭ перспективным материалом для производства бронезащитных изделий по защите от осколков и пуль, например, жилетов и шлемов. На основе СВМПЭ в настоящее время готовят композиты с максимальной известной к настоящему времени ударной прочностью.

Известно, что во многих отраслях промышленности, связанных с производством, хранением, транспортировкой, добычей полезных ископаемых нередко возникают проблемы, связанные с налипанием пород на поверхность оборудования. Это может служить причиной остановки конвейерных производств, повреждением транспортных устройств и т. д.

Избежать подобных проблем помогает футеровка деталей, контактирующих с породой, листами из СВМПЭ. Для надежной футеровки такие листы должны быть правильно спроектированы и установлены. Они могут устанавливаться как на новое оборудование, так и на уже находящееся в эксплуатации.

Полуфабрикаты из СВМПЭ легко поддаются механической обработке на обычном оборудовании для металло- или деревообработки. Обычно для футеровки используются листы толщиной от 8 до 15 мм в зависимости от требований, предъявляемых к изделию.



Переработка в изделия — теория...

До недавнего времени российская промышленность изделия из СВМПЭ только импортировала. Широкому применению СВМПЭ с молекулярной массой до 6 млн ед. препятствовала трудность его переработки вследствие высокой вязкости расплава. Материал при температуре выше точки плавления его кристаллической фазы не переходит в вязкотекучее состояние, а остается деформационно-упругим. Оборудование для переработки СВМПЭ конструируется зачастую самими переработчиками.

Горячее прессование и прессование с последующим спеканием получили в настоящее время наибольшее распространение. Приблизительно 60 % производимого СВМПЭ перерабатывается данными методами. Технология процесса проста: сначала производится холодное прессование порошкового полимера в заготовки, затем свободное спекание при $150\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Длительность спекания зависит от массы изделия и его формы.

Получаемые полуфабрикаты в виде листов, пластин, блоков, цилиндров могут далее подвергаться механической

обработке в изделия практически любых форм и видов для самых различных областей применения.

Метод спекания нашел также применение при изготовлении пористых изделий из СВМПЭ. За счет использования частиц определенного размера и контроля условий спекания можно задавать определенную пористость для различных областей применения материала: от различного рода фильтров до демпфирующих изделий.

Так как расплав СВМПЭ представляет собой высоковязкую резиноподобную массу, при экструзии пластифицируется недостаточно. Поэтому наибольшее распространение получила **плунжерная экструзия**. Этим методом обрабатывается около 30 % СВМПЭ, изготавливаются изделия различного профиля (ленты, листы, трубы, стержни и т. п.) любой длины.

Обычно пленки СВМПЭ получали методом прессования или **срезанием** тонкого слоя с прессованного блока. Из-за низкой производительности этих методов потребление пленок сверхвысокомолекулярного полиэтилена во всем мире росло медленно, впоследствии была разработана технология производства ▶

выдувной пленки из СВМПЭ. В основу разработки положена технология **экструзионного формования** трубок, кроме того, применены новые технологические решения по усовершенствованию головки одночервячного экструдера с мелкими канавками на внутренней поверхности цилиндра и воздушодувки. Используются также длинная осевая головка и боковая воздушодувка высокого давления.

Известны технологические процессы нанесения порошковых покрытий СВМПЭ — в электрическом поле и газопламенное напыление.

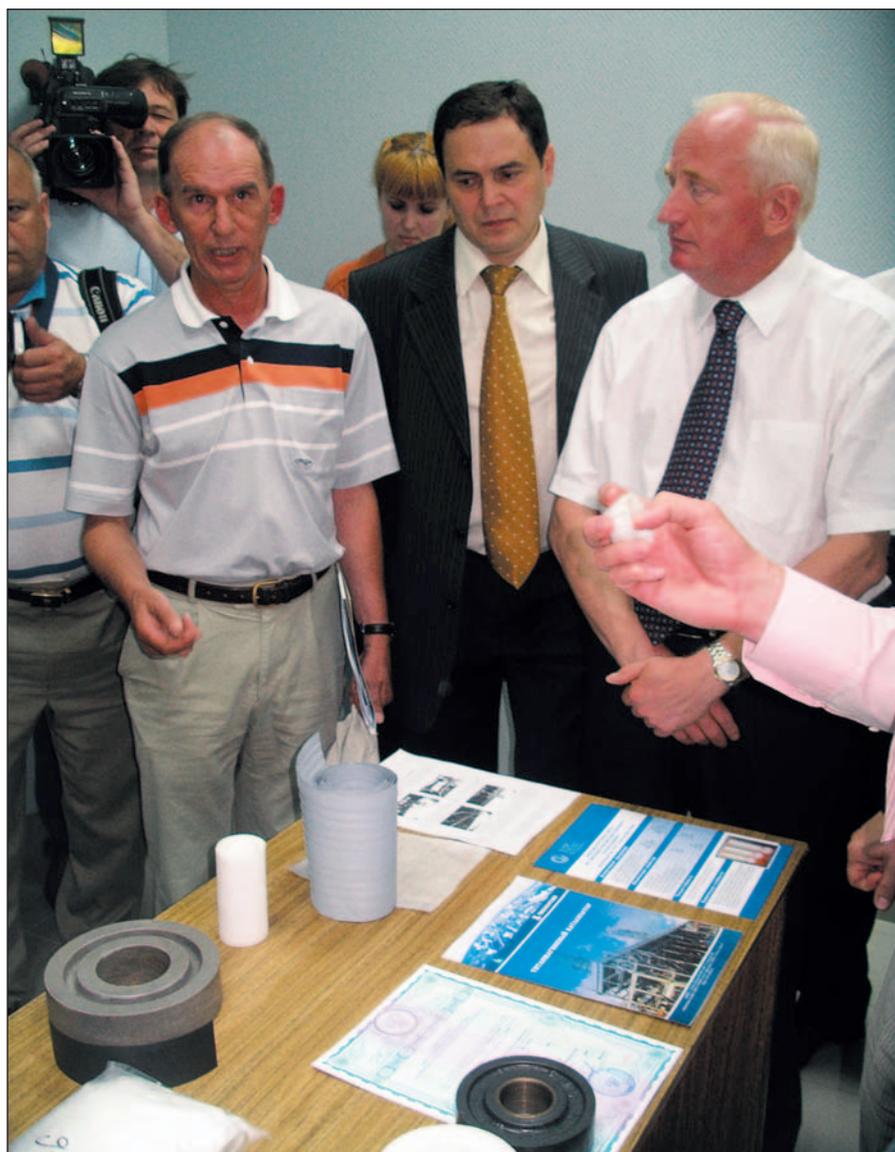
Технологический процесс **получения покрытий в электрическом поле** заключается в сообщении электрического заряда частицам полимера, осаждении их под действием электрических сил из аэрозольного облака, окружающего заземленное изделие и закреплением нанесенного слоя. Сформированные порошковые покрытия в результате последующей термообработки расплавляются, спекаются или полимеризуются в монолитную пленку. Зарядку частиц порошкового материала в установку для напыления осуществляют, используя два метода: ионную (осаждение ионов в поле коронного разряда) и статическую электризацию.

Метод газопламенного напыления отличается простотой и универсальностью применяемого оборудования. Для расплавления материала могут быть использованы различные источники тепла. В качестве рабочего газа применяют ацетилен или пропан, реже водород. Напыляемый материал расплавляется пламенем смеси горючего газа с кислородом, а распыляется и выдувается сжатым воздухом.

...и практика

ООО «Завод по переработке пластмасс им. „Комсомольской правды“ — одно из первых в России приступило к выпуску опытных партий технических изделий сложной формы из СВМПЭ для нужд метрополитена г. Санкт-Петербурга, «Газпрома», нефтеперерабатывающей промышленности и военно-промышленного комплекса. Предприятие отработало технологию производства направляющих роликов на основе композиционного материала из СВМПЭ и настилов для эскалаторов, провело все технологические испытания и согласования, осуществило подготовку производства к серийному выпуску продукции.

ООО «Красноярская химическая компания» осуществила ряд проектов по защите технологического оборудования в горнодобывающей промышленности Сибири футеровкой листовыми материалами из СВМПЭ или сэндвичами с резиновым подслоем. При этом период



«Томскнефтехим» демонстрирует готовые изделия из нового полимера. Несколько производителями в России уже ведется выпуск технических изделий сложной формы из СВМПЭ

эксплуатации защищенных изделий при работе с абразивными материалами значительно возрос.

Освоил изготовление деталей сложной формы из СВМПЭ методом горячего прессования **ООО «Гранит-М»**, г. Тамбов. Предприятие изготавливает насосы для перекачки агрессивных сред и электролизные ванны, многие детали которых сделаны из СВМПЭ.

Некоторые переработчики, закупая высокопроизводительное импортное оборудование или модернизируя стандартные машины, осваивают переработку СВМПЭ методом экструзии. Так, ЗАО «**Центр спортивных технологий**» запускает линию по получению лыжной ленты (скользящей поверхности) из СВМПЭ. «**Экохиммаш**» освоил и выпускает сепараторную ленту для производства аккумуляторов.

НПО «Экспресс-Эко» изготавливает

методом прессования порошкообразного СВМПЭ глубинные фильтрующие элементы, предназначенные для очистки нейтральных, агрессивных и газообразных сред при нормальной и повышенной температуре от механических и коллоидных частиц путем фильтрации под давлением.

Интенсивные исследования ведутся в области получения сверхпрочных и сверхмодульных волокон СВМПЭ через гель-состояние. Конечно, переработка таких систем требует создания новых технологических приемов и специального оборудования.

ФГУП «ВНИИСВ» запустило опытные установки по производству сверхвысокомолекулярного полиэтиленового волокна. Технологическая схема процесса включает стадии растворения полимера, формирования гель-волокна, формирования ксерогельного волокна, ориента-

ционное вытягивание.

ЗАО «Полинит» осваивает целый комплекс технологий по переработки СВМПЭ. Компания методом горячего прессования производит листовые материалы, используемые для изготовления искусственных катков и причальных стенок в портах. Освоен выпуск высокомолекулярных нитей, проводятся исследования и производятся средства индивидуальной защиты и армированных изделий из полимерных волокон.

Переработку поставляемого сверхвысокомолекулярного полиэтилена в листы осуществляет также московское ООО «Ас-Тик КП».

Некоторые предприятия освоили методы нанесения пленочных защитных покрытий из СВМПЭ методом газопламенного и газоплазменного напыления. Институт физики прочности и материаловедения СО РАН установил влияние наноразмерных керамических наполнителей на физико-механические свойства покрытий из СВМПЭ. Данный вид покрытий широко используется для защиты сосудов и аппаратов, работающих с химическими и агрессивными средами.

Производство СВМПЭ — Россия и СНГ

Первые партии сверхвысокомолекулярного полиэтилена появились в России в 80-х годах. Получали полимер в ограниченном количестве по устаревшей технологии на малоэффективных циглеровских катализаторах первого поколения на Грозненском химкомбинате и Гурьевском химическом заводе.

В настоящее время эти производства бездействуют. На рынке СНГ присутствует в основном СВМПЭ марки GUR, производимой компаниями DSM и Ticona по технологии фирмы Hoechst.

Производство сверхвысокомолекулярного полиэтилена давно планируется на «Казаньоргсинтезе», ведется поиск поставщика технологии, а также маркетинговое исследование рынка с целью определения наиболее перспективного направления сбыта.

Единственная в России опытная установка по производству СВМПЭ существует в настоящее время на «Томскнефтехиме», входящем в «Сибур Холдинг». Предполагается, что в ближайшие 5 лет технология получения СВМПЭ будет доведена до промышленного уровня с целью последующего тиражирования и масштабирования на крупнотоннажных производствах. «Томскнефтехим» планирует перейти от опытного к крупнопромышленному производству СВМПЭ и его различных модификаций на северной площадке ОЭЗ. Согласно соглашениям, подписанным с Федеральным агентством по управлению особыми эко-

номическими зонами, объем опытного производства СВМПЭ на территории технико-внедренческой зоны в Томске в 2007 году составит 300 тонн в год, в последующие годы не будет превышать 600 тонн в год.

По оценке специалистов «Томскнефтехима», инвестиции в создание технологических мощностей для массового производства сверхвысокомолекулярного полиэтилена оцениваются в 20 млн долларов. Начиная с 2010 года, предприятие намерено производить от 30 до 50 тыс. тонн в год СВМПЭ.

Общие затраты на создание инфраструктуры томской внедренческой зоны составят около 1,9 млрд рублей, 74 % от этой суммы поступят из федерального бюджета, 22 % — из областного, 4 % — из бюджета города Томска. К 2025 году предполагаемые доходы бюджетов всех уровней от деятельности томской ТВЗ составят 70–90 млрд рублей.

Российский катализатор

Эксклюзивное право на выпуск и реализацию СВМПЭ на территории СНГ «Томскнефтехим» приобрел у Института катализа СО РАН, с которым сотрудничает уже несколько лет в рамках разработки технологии производства сверхвысокомолекулярного полиэтилена и титаномагниевого катализаторов.

Для реализации инновационных проектов была учреждена научно-исследовательская организация «Сибур-Томскнефтехим» (НИОСТ), которая и занималась созданием опытно-промышленного производства СВМПЭ, основанного на современной технологии суспензионной полимеризации без стадии промывки полимера с использованием высокоэффективных нанесенных катализаторов ИТК-8-20. СВМПЭ как товарный продукт получается в виде порошка с размером частиц от 50 до 200 мкм.

Характеристики катализатора, разработанного российскими учеными, а также получаемого с его использованием СВМПЭ не уступают, а по ряду параметров и превосходят характеристики катализаторов и полимеров, производимых такими ведущими фирмами как DSM (Голландия) и Mitsui (Япония). Так, отечественный катализатор позволяет получить продукт с более узким распределением частиц по размерам и выходом полимера более 500 кг/г Ti.

В настоящее время ведется монтаж опытной установки получения ТМК, с помощью которой будут отработаны элементы технологии промышленного производства катализаторов различных модификаций. В течение 2006 года НИО «Сибур-Томскнефтехим» выпустит опытную партию катализатора. В 2007 году после проведения испытаний плани-

руется разработать исходные данные для проектирования промышленной установки получения ТМК.

Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН и компания «Сибур Холдинг» совместно с предприятием «Томскнефтехим» планируют в рамках ТВЗ реализовать целый ряд проектов под общим брендом «Полимеры России».

Технический регламент

При подготовке к запуску в 1998 году опытно-промышленной установки производства сверхвысокомолекулярного полиэтилена на «Томскнефтехиме» были введены в действие технические условия «Полиэтилен высокомолекулярный низкого давления» (ТУ 2211-068-05796653-98). В этом документе на основании испытаний лабораторных образцов были нормированы показатели качества одной марки СВМПЭ, среди которых не было ни одного, связанного с его главным отличительным свойством — высокой молекулярной массой.

В последующие годы, на опытной установке были отработаны технологии получения СВМПЭ на различных катализаторах, изучены свойства получаемых полимеров. В тоже время предприятиями-потребителями на опытных партиях продукции создавались и отрабатывались технологии по переработке СВМПЭ в различные виды продукции, в процессе формировались более четкие представления о характеристиках полимера, необходимых для конкретных областей применения.

В дальнейшем был разработан проект технических условий на СВМПЭ с расширенным диапазоном марок, установленных в зависимости от молекулярной массы продукта и его гранулометрического состава, а также от наличия или отсутствия добавок. В приложениях к техническим условиям были указаны рекомендуемые области применения и методы переработки СВМПЭ, рецептуры окрашивания и свойства полиэтилена, определение и нормирование которых не было установлено в технических требованиях.

В ожидании старта

Итак, в распоряжении химиков имеются катализатор, полупромышленная установка, технические условия и переработчики СВМПЭ. Восемь лет ведется подготовка к запуску производства, проект внесен в план развития ОЭЗ, а инвестировать в него будут бюджеты всех уровней. Осталось самое трудное: выбрать цель — рынки сбыта, определить марочный ассортимент и превратить имеющиеся ресурсы в крупное действующее производство. ■