

## **СЕКЦИЯ II МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ**

---

### **МОДИФИКАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЦЕОЛИТОВ В КАЧЕСТВЕ ДИСПЕРСНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**А. А. Гайниев**

*Казанский национальный исследовательский технологический  
университет, Республика Татарстан, Российская Федерация*

Научный руководитель А. А. Хубатхузин

В настоящее время существует широкий спектр изделий производственно-технического назначения, изготавливаемых из полимерных композиционных материалов (ПКМ) с твердым дисперсным наполнителем. Имеется множество способов получения и технологических приемов, учитывающих размеры и назначение изделий, объемы производства и условия эксплуатации, конфигурацию изделия, квалификацию и оснащенность производителя и т. д. В качестве способа получения ПКМ был выбран метод смешения наполнителя с полимером, находящимся в вязкотекучем состоянии, так как является самым простым по аппаратурно-технологическому оформлению. Способ получения ПКМ с твердым дисперсным наполнителем методом смешения наполнителя с полимером, находящимся в вязкотекучем состоянии, применяется для изготовления крупногабаритных малонагруженных деталей сложной конфигурации, что является актуальным сегодня на рынке.

На сегодняшний день производится примерно 150 видов полимерных композиционных материалов. Смеси разных полимеров представляют 30 % от этого числа. Практика последних десятилетий показала, что сформировался рынок полимеров крупнотоннажного производства. В связи с этим возникает проблема переработки отходов полимерных материалов, и она обретает актуальное значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и с экономической точки зрения. Одним из направлений использования полимерных отходов является создание композиционных материалов с использованием различных наполнителей, в том числе и техногенных отходов (зола уноса ТЭС и шлак металлургических предприятий).

Стоит отметить, что в настоящее время большинство полимерных композиционных материалов подвергаются различным способам модификации поверхности для того, чтобы еще больше улучшить физико-механические свойства данных ПКМ и быть более востребованными на рынке.

В качестве модификации поверхности полученного полимерного композиционного материала с твердым дисперсным наполнителем является использование вакуумной низкотемпературной плазмы. Данный метод является современным и перспективным для модификации структуры материалов. Воздействие неравновесной низкотемпературной плазмы (ННТП) позволяет существенно изменять свойства поверхности полимерных материалов. Достоинство данного метода модификации обусловливается тем, что метод обработки материалов ННТП экологически безопасен. Еще одним плюсом плазмохимической обработки является изменение поверхностных свойств полимеров сопровождением очистки поверхности материала от различ-

ного рода загрязнений, образованием или перераспределением полярных групп различной химической природы, обеспечивающих определенные свойства. Модифицированные поверхности существенно изменяют энергетические свойства. Обработка полимерных композиционных материалов вакуумной низкотемпературной плазмой обеспечивает высокую воспроизводимость результатов, сохранение свойств обработанной поверхности в течение длительного промежутка времени при высокой равномерности обработки, возможность обработки термолабильных материалов.

В данной работе модификация проводится с применением ННТП. Этот метод обработки материалов имеет ряд достоинств: возможность регулирования химической активности среды в зоне воздействия источника плазмы и в вакуумной разрядной камере, возможность корректировки давления, возможность ионизации инертных и реагирующих газов с целью направленной модификации поверхностных слоев.

Данная работа направлена на решение актуальной проблемы – получение улучшенных физико-механических, поверхностных и эксплуатационных свойств полимерных композиционных материалов с дисперсным наполнителем за счет обработки ННТП.

Объектом исследования является полимерный композиционный материал с твердым дисперсным наполнителем. В качестве дисперсной фазы используется цеолит. Полимерный композиционный материал, выполненный методом смешения наполнителя с полимером, находящимся в вязкотекучем состоянии. В качестве полимерного связующего был применен полиэтилен (ПЭ).

Размеры частиц цеолита и структуру полимерного композиционного материала с твердым дисперсным наполнителем определяли методом светлого поля в отраженном свете на микроскопе Olympus GX51.

Изготавливались образцы на лабораторных вальцах. Смешением на нагретых вальцах цеолита с концентратом полиэтилена в пропорциях, обеспечивающих получение композиции состава. Полученные образцы прессовали для того, чтобы изготовить тонкие полимерные композиционные пленки (0,005–0,02 мм). Прессование проходило на гидравлическом прессе, образцы зажимались между двух ровных гладких металлических пластин и антиадгезионных пленок. При прессовании использовали полимерные антиадгезионные пленки и металлические пластины.

Полученные пленки, изготовленные из ПЭ с наполненным цеолитом, располагают между предметным и покровным стеклами для микроскопии. Стекла предварительно хорошо очищают тканью и спиртом для того, чтобы удалить возможные загрязнения с поверхности стекол. Затем на хорошо очищенное предметное стекло наносят маленькую каплю иммерсионной жидкости. От полученной композиционной пленки при помощи пинцета и ножниц отрезают кусочек в качестве объекта исследования и помещают его на капле иммерсионной жидкости на стекле. На пленку наносят маленькую каплю иммерсионной жидкости, после чего ее покрывают чистым покровным стеклом, которое аккуратно прижимают пинцетом к предметному стеклу. Пленка должна быть плотно зажата между стеклами, а иммерсионная жидкость должна ровным слоем растечься между стеклами.

Препарированные таким образом образцы помещают на предметный стол микроскопа, настраивают микроскоп и просматривают в проходящем свете при стократном увеличении. Если при стократном увеличении недостаточно четко видно различие при распределении цеолита в полимерном связующем, то производят настройку при увеличении в 200 или 600 раз. Качество распределения цеолита оценивают путем сравнения картины, наблюдаемой в микроскоп, с тремя стандартными типами распределения, представленными в ГОСТ 16338–85.

В дальнейшем готовый полимерный композиционный материал подвергался плазменной обработке в ННТП.

Для плазменной модификации ПКМ с твердым дисперсным наполнителем ФГБОУ ВПО «КНИТУ» разработана плазменная установка высокочастотного емкостного (ВЧЕ) разряда пониженного давления опытно-промышленного назначения.

Прежде чем начать загрузку образцов в камеру, необходимо тщательно ее очистить от загрязнений, образовавшихся при технологическом процессе. Очистку камеры проводят раз в смену. После тщательной очистки камеры, загружаем образцы в вакуумную камеру. После всех подготовительных работ начинаем обработку образцов в ВЧЕ плазменной установке.

В данной работе было изучение влияния высокодисперсного наполнителя на механические свойства полиэтилена. За исходные материалы были взяты: полиэтилен низкого давления (ПЭНД) марки 273-79, белая сажа (аморфный оксид кремния) марки БС-50 или БС-100, термостабилизатор Ирганокс 1010 (или Фенозан-23).

Таблица 1

#### Полимерные композиции согласно рецептурной карте

Компонент	Рецептура 1, мас. %	Рецептура 2, мас. %	Рецептура 3, мас. %
ПЭНД 273-79	99,8	84,8	69,8
БС-50	0	15	30
Ирганокс 1010	0,2	0,2	0,2

Берутся навески компонентов из расчета, что каждой композиции необходимо получить по 20 г.

Технологические параметры смешения на вальцах: температура валков  $160 \pm 5$  °С, навеска материала – 20 г, время смешения – 5–6 мин.

Из композиций методом прессования изготавливают пластины толщиной 1 мм и размером  $100 \times 100$  мм. Технологические параметры процесса прессования: температура плит  $180 \pm 5$  °С, время прогрева при давлении 0,1–0,4 МПа 10 мин, время выдержки под давлением 5 мин, удельное давление прессования  $9 \pm 2$  МПа, время охлаждения 2 мин.

Из каждой пластины при помощи ножа и крутильного пресса вырубают по пять образцов в виде двухсторонней лопатки.

Полученные лопатки испытывают при растяжении. Определяют начальный модуль упругости при растяжении ( $E$ ), предел текучести при растяжении ( $\sigma_T$ ), разрушающее напряжение при разрыве ( $\sigma_p$ ), относительное удлинение при разрыве ( $\epsilon$ ) по известным методикам. Скорость перемещения подвижного захвата разрывной машины 100 мм/мин.

Таблица 2

#### Результаты испытаний образцов материалов на растяжение

Номер рецептуры	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_p$ , МПа	$E$ , МПа
Образец № 6	23,9	20,9	280
Композиционный материал с мелом	22,1	18,7	238

Как видно из представленных результатов, по всем свойствам идет превышение на 17 %, поэтому разработанный композиционный материал имеет высокие шансы на использование в промышленности, так как физико-механические свойства превышают аналоги, а стоимость материалов и изготовления ниже.

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ИСПЫТАНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТА ТАНГЕНЦИАЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Ю. И. Марущак, К. А. Ленъко

*Учреждение образования «Витебский государственный  
технологический университет», Республика Беларусь*

Научные руководители: Н. Н. Ясинская, И. А. Петюль

При оценке качества материалов и изготавливаемых из них изделий отдельное место отводится показателям художественно-эстетических свойств материалов, таких как туше или гриф. Туше – впечатление, возникающее от осязания материала. В настоящее время отсутствуют объективные методы оценки туше текстильных полотен, но большинство исследователей считают, что для описания туше необходимо учитывать поведение текстильного изделия при трении [1].

И. В. Крагельский и А. Б. Пакшвер относят трение волокнистых материалов к трению сухих твердых тел. Трением сухих тел называется такое, при котором между трущимися телами отсутствует слой смазки [2].

В текстильном материаловедении под трением понимают сопротивление, возникающее при относительном перемещении в плоскости касания двух соприкасающихся тел, находящихся под действием нормальной нагрузки [3]. Благодаря наличию на поверхности текстильных полотен грубых неровностей при относительном перемещении двух соприкасающихся текстильных поверхностей даже в случае нулевой нормальной нагрузки возникает сопротивление, характеризующееся силой цепкости  $T_c$  [4].

Для текстильных материалов свойственно одновременное проявление трения и цепкости. Сопротивление, возникающее при совместном проявлении трения и цепкости, называется тангенциальным сопротивлением [2].

Основной характеристикой, определяющей тангенциальное сопротивление при сухом трении, является коэффициент тангенциального сопротивления, представляющий отношение силы тангенциального сопротивления к нормальному давлению [2]. Различают статический и кинетический коэффициент тангенциального сопротивления. Статический или начальный КТС ( $f_{ст}$ ) связан с измеренной силой, необходимой для начала движения одной поверхности по другой. Кинетический КТС или коэффициент трения скольжения ( $f_k$ ) связан с силой, необходимой для поддержания такого движения [5].

На сегодняшний день данный показатель не нормируется, но важен для конфекционирования материалов. Коэффициент тангенциального сопротивления также может быть применен для оценки степени гладкости поверхности текстильных материалов после специальной заключительной отделки.

Методы определения тангенциального сопротивления и КТС текстильных изделий весьма разнообразны [6], однако в настоящее время не существует стандартизованной методики, которая бы распространялась на текстильные материалы. Акту-