

Э. Т. Крутько, проф., д-р техн. наук;
М. В. Ягодкина, мл. научн. сотр. (БГТУ, г. Минск);
Е. С. Запольская, инж. (ОАО «БЕЛОМО», г. Минск)

СТРУКТУРИРОВАННЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ АЛИФАТИЧЕСКОГО ПОЛИАМИДА.

Известны различные полимерные материалы на основе полиамидных смол, полученных путем их химической модификации различными реакционноспособными полифункциональными реагентами. Получение композитов позволяет значительно расширить круг материалов и разнообразие их эксплуатационных свойств на основе промышленно производимого полиамида-6 на ОАО «ГродноАзот» (г. Гродно, Республика Беларусь).

Так, известна композиция полиамида-6, содержащая следующие компоненты, мас. %:

– поли-ε-капроамид (полиамид -6)	90,0-97,0
– терефталевая кислота	1,0 - 5,0
– метафениленбисмалеинимид	1,0 - 2,0
– модифицированная канифоль	1,0 - 3,0

Данная композиция используется для получения клея-расплава с повышенными адгезионными свойствами, за счет использования в качестве модифицирующего ингредиента метафениленбисмалеинимида, обладающего реакционноспособными двойными связями и пятичленными имидными циклами, обеспечивающими формирование в системе полимерной композиции при нагревании более густосшитой трехмерной сетки. Эффективное структурирование в сочетании с наличием термостойких имидных фрагментов в получаемом полимерном композиционном материале определяют не только активизацию его взаимодействия с субстратом, но и повышение устойчивости формируемой полимерной системы к воздействию температурно-силовых полей. В совокупности это важно при использовании полиамида-6 не только при создании высокотемпературных клеев-расплавов, но и при разработке полимерных покрытий безрастворного типа (порошковых лакокрасочных материалов).

В данной работе в качестве модифицирующего компонента, также способного структурировать полимерную матрицу, предложено имидосодержащее полифункциональное производное тетраамина: N,N,N',N' - 3,3',4,4' -дифенилоксид тетраамалеинимид (ТМИ), синтез которого осуществляли двухстадийным способом. Первую стадию реак-

ции – получение тетраамалеамидокислоты (ТМК) – проводили при 20°С путем постепенного прибавления к раствору тетраамина в диметилформамиде стехиометрического количества малеинового ангидрида. Реакцию проводили при интенсивном перемешивании в течение 2,0 – 3,0 часов. Вторую стадию – циклодегидратацию ТМК – осуществляли нагреванием при 70 – 90°С тет-раамидокислоты с имидизирующей смесью, состоящей из уксусного ангидрида и ацетата натрия в соотношении 2,5 : 0,5 моль на моль бис-амидокислоты в присутствии борорганического соединения в качестве катализатора процесса.

Полимерную композицию готовили следующим образом: в реактор при температуре 260-270° С в токе инертного газа (азота) вводят последовательно поли-ε-капроамид (полиамид 6), терефталевую кислоту, перемешивают 10-15 минут, затем вводят N,N,N',N'-3,3',4,4'-дифенилоксид тетраамалеинимид (ТМИ) и температуру в зоне реакции снижают до 210-220 ° С, затем загружают модифицированную канифоль и содержимое реактора гомогенизируют при перемешивании компонентов среды. Общее время синтеза составляет 25-30 минут.

В качестве модифицированной канифоли используют талловую канифоль, модифицированную 3-5% фумаровой кислоты.

Поли-ε-капроамид (полиамид 6) содержит минимальное количество (1-2%) низкомолекулярных веществ (ОСТ 6-06-С9-83).

Ток азота необходим для исключения контакта расплавленной смеси компонентов с кислородом воздуха и влагой, содержащейся в воздухе, для предотвращения термоокислительной деструкции компонентов и исключения гидролитической деструкции полиамида 6.

За счет особенностей структуры ТМИ по-видимому, возможно более эффективное структурирование полимерной системы на основе полиамида-6 в процессе формирования клеевого шва, или полимерного покрытия на металлических поверхностях из низкосортной стали, что обеспечивает увеличение его адгезионной прочности к субстратам путем образования дополнительных химических связей по сравнению с прототипом.

Адгезионную прочность клеевого шва оценивали путем испытания склеек на расслаивание и сдвиг по известным методикам. Для приготовления клеевых соединений использовали кожу для верха обуви (ГОСТ 939-88). Испытания проводили на разрывной машине З-05. Температуру размягчения определяли методом кольца и шара по ГОСТ 11506-73. Полученные экспериментальные данные показали, что предел прочности при расслаивании и предел прочности при сдвиге клеевого шва у предлагаемой композиции клея –расплава для всех сравниваемых примеров выше, чем у композиции-прототипа при

несколько более низких температурах размягчения.

Получение композиций полиамида-6 для триботехнических покрытий получали введением ТМИ в заданных количествах в алифатический полиамид, который находился в порошкообразном или гранулированном виде.

Образцы для исследований получали по двум технологиям – литья под давлением на термопластавтомате при режимах, соответствующих режимам переработки базового полиамида (лопатки, бруски, столбики, кольца), и псевдооживленного слоя, осаждая смесь порошкообразных компонентов на металлическую подложку с последующим оплавлением (монолитизацией) покрытия.

Параметры деформационно-прочностных характеристик определяли на стандартных образцах по общепринятым методикам. Адгезионную прочность покрытий, сформированных на подложке из стали 45, определяли методом решетчатых надрезов по стандартной методике.

Триботехнические характеристики композиционных материалов для триботехнических покрытий оценивали на машине трения типа СМЦ по схеме «вал-частичный вкладыш» при скорости скольжения 0,5 м/с, нагрузке 2,5 МПа без применения смазочного материала. Образцы для исследований представляли собой сегменты с площадью контакта 2 см², выполненные из композиционного материала или стали 45 с нанесенным на рабочую поверхность покрытием толщиной 150–200 мкм.

Исследования эксплуатационных характеристик триботехнических покрытий, формируемых на металлических поверхностях карданных валов, свидетельствуют об их улучшении по сравнению с известными композиционными составами на основе полиамида-6, что позволяет рекомендовать их к промышленному применению в качестве антифрикционных покрытий на металлических поверхностях изделий и конструкций, применяемых в машиностроительной индустрии.