



ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО НАНОКОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ СВМПЭ МЕТОДОМ СУХОГО СМЕШЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Мадаминов Нодирбек Зафарбек угли

Андижанский государственный

технический институт, г. Андижан,

Аннотация. Рассмотрена безрастворная технология изготовления деталей узлов трения из трёхкомпонентного нанокompозита на основе СВМПЭ (ZrO_2 – 1, BN – 4, углеродные нанотрубки – 3 масс.%), включающая сухое смешение компонентов и горячее прессование при 210 °С и 10 МПа. Показано, что в отсутствие жидкой фазы наполнитель располагается преимущественно на границах зёрен полимера, образуя сегрегированную структуру. Изготовленные направляющие ролики имеют коэффициент трения 0,08 против 0,24 у ненаполненной матрицы, а их себестоимость на 44 % ниже, чем у бронзового аналога.

Сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ) относится к числу немногих полимеров, сочетающих низкий коэффициент трения с высокой стойкостью к абразивному изнашиванию, однако его переработка существенно затруднена. Из-за чрезвычайно высокой вязкости расплава материал практически не течёт выше температуры плавления, вследствие чего традиционные методы - экструзия и литьё под давлением - для него неприменимы, а основным промышленным способом остаётся горячее прессование заготовок [1]. Введение



наполнителей дополнительно осложняет задачу: требуется обеспечить равномерное распределение частиц в неплавноподвижной матрице.

Наиболее распространённый лабораторный приём - диспергирование наполнителей в жидкой среде (этанол, декалин) с последующим удалением растворителя [2]. Для мелкосерийного производства деталей такой маршрут неудобен: он удлиняет цикл, повышает себестоимость и создаёт нагрузку на систему вентиляции и утилизации. Цель настоящей работы - отработка безрастворной технологии изготовления деталей узлов трения из трёхкомпонентного нанокompозита на основе СВМПЭ, пригодной для условий машиностроительных участков местных предприятий.

В качестве матрицы использован СВМПЭ марки «ТНХК», в качестве наполнителей - нанодисперсные ZrO_2 (1 масс.%), BN (4 масс.%) и углеродные нанотрубки (3 масс.%); указанное соотношение ранее обосновано как оптимальное по комплексу триботехнических показателей. Технологический маршрут включает четыре стадии: сухое смешение порошковых компонентов в смесителе 300 об./мин, 2 часа; засыпку шихты в пресс-форму; горячее прессование при температуре 210 °C 10 МПа в течении 40 минут; охлаждение заготовки под давлением с последующей механической обработкой до чертёжных размеров. Растворители и связующие на всех стадиях не применяются.

Отсутствие жидкой фазы принципиально меняет механизм формирования структуры. При сухом смешении частицы наполнителя закрепляются на поверхности зёрен полимера, а при последующем прессовании остаются преимущественно на границах спекаемых зёрен, образуя сегрегированную структуру - тот же морфологический тип, который описан для систем СВМПЭ/BN и СВМПЭ/(BN+МУНТ), полученных прессованием порошковых смесей [1]. Такая структура



позволяет получить заметный эффект при относительно небольшом содержании наполнителя, поскольку частицы концентрируются именно в зоне межзёрненных контактов, а не распределяются по объёму равномерно.

Работоспособность технологии подтверждена изготовлением деталей узлов трения - направляющих роликов массой 2,0 кг. Полученные детали характеризуются коэффициентом трения 0,08 против 0,24 у ненаполненной матрицы и допускают эксплуатацию без смазывания. Себестоимость одной детали составила около 500 000 сум против примерно 900 000 сум у бронзового аналога, то есть на 44% ниже; экономия обусловлена как стоимостью сырья, так и исключением операций диспергирования и отгонки растворителя. Механические характеристики образцов определялись по ГОСТ 11262-80, износостойкость - по ГОСТ 23.208-79 [3, 4].

Выводы. Показано, что трёхкомпонентный наноккомпозит на основе СВМПЭ может быть получен полностью безрастворным маршрутом «сухое смешение - горячее прессование при 210 °С», без потери триботехнических свойств. Технология не требует специализированного оборудования, реализуема на действующих прессовых участках и пригодна для мелкосерийного изготовления деталей узлов трения, работающих в абразивных средах.

Список использованной литературы

1. Ren P.-G., Hou S.-Y., Ren F., Zhang Z.-P., Sun Z.-F., Xu L. The influence of compression molding techniques on thermal conductivity of UHMWPE/BN and UHMWPE/(BN+MWCNT) hybrid composites with segregated structure // Composites Part A. – 2016. – Vol. 90. – P. 13–21.



2. Pesetskii S. S., Bogdanovich S. P., Myshkin N. K. Tribological behavior of polymer nanocomposites produced by dispersion of nanofillers in molten thermoplastic // Tribology of Polymeric Nanocomposites. 2nd ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2013. – P. 119–162.
3. ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 9 с.
4. ГОСТ 23.208-79. Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежёстко закреплённые абразивные частицы. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 4 с.