



Рисунок 3 – Микроструктура образцов состава Ti + B
 (а, б, в, г, д – $\xi = 0$ мкм, е, ж, з, и, к – $\xi = 5$ мкм)

Наложение ультразвуковых колебаний на процесс синтеза приводит к изменению морфологии зеренной структуры, что проявляется в изменениях как размера (от 12–14 мкм до 8–10 мкм, так и формы зерен. Увеличивается однородность зерен по размерам в конечных продуктах синтеза. Форма зерен становится округлой, а структура зерен более равноосна.

Таким образом, на основании металлографических данных можно утверждать, что увеличение содержания бора в исходной шихте приводит к измельчению зеренной структуры синтезированных образцов, а воздействие ультразвуковых колебаний на СВС–процесс приводит к уменьшению величины зерна образующихся боридов.

УДК 620.22:538.975

НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ МАТРИЦ

Н.А. Антанович, Е.В. Овчинников, канд. техн. наук,
 В.А. Лиопо, д-р физ.-мат. наук,
 С.В. Авдейчик, канд. техн. наук, В.В. Андрикевич
 УМЦ «Промагромаш» ОАО «Белкард» (г. Гродно, Беларусь),
 ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения
 с опытным производством» (г. Минск, Беларусь)

Особенности структуры фторсодержащих матриц обуславливают характерный механизм трения и изнашивания композитов на их основе, представляющий собой результат совокупного действия триботехнических, теплофизических, структурных, морфологических факторов, действующих на припо-

верхностные слои контактирующих элементов металлополимерной трибосистемы. Для определения наиболее перспективных направлений решения проблемы создания эффективных триботехнических фторкомпозитов целесообразно проведение системного анализа используемых в практическом материаловедении методов повышения параметров служебных характеристик при сохранении или незначительном изменении уникальных характеристик базовых матриц. Исходя из критерия молекулярной массы матричного связующего, осуществлена классификация фторсодержащих композиционных материалов, выполняющих функцию ингибитора изнашивания металлополимерных трибосистем различного конструктивного исполнения. Анализ существующих методов создания триботехнических фторкомпозитов свидетельствует о перспективности многоуровневого подхода создания его оптимальной структуры на заданном уровне организации, основанного на введении в матрицу функциональных модификаторов различного состава, дисперсности и активности в процессах адсорбционного взаимодействия и триботехнических превращений компонентов. Предложена классификация методологических принципов формирования композитов на основе фторсодержащих матриц различного молекулярного строения и массы с оптимальной структурой на молекулярном, межмолекулярном, надмолекулярном, нанофазном и макрофазном уровнях. Анализ этих принципов с учетом критерия структурного упорядочения позволил выявить наиболее перспективные направления совершенствования фторкомпозитов, основанные на механизмах упорядочения матрицы на уровне, определяющем основной процесс разрушения под действием эксплуатационных факторов. К числу наиболее эффективных направлений целевого структурирования фторкомпозитов является использование наноразмерных модификаторов заданного состава, активности и механизма действия, позволяющих устранить или в значительной степени ослабить противоречия, обусловленные специфическим строением макромолекул, приводящие к низкому уровню сдвиговых деформаций и недостаточной активности в процессах межфазного взаимодействия с функциональными компонентами материалами. Это направление позволяет путем использования достаточного простых и малозатратных приемов создать условия генерирования устойчивых разделительных слоев со свойствами ингибиторов изнашивания путем сочетания морфологических, трибохимических и трибодетонационных воздействий на приповерхностные слои элементов пары трения, которые обусловят образование продуктов с оптимальным составом и строением в микронеровностях рабочих поверхностей, способных к многоциклового латеральному и знакопеременному переносу. В механизмах формирования наноконпозиционной структуры фторкомпозитов особая роль принадлежит низкомолекулярным модификаторам, энергетические и кристаллохимические параметры которых вносят определенный вклад в кинетику образования и трансформирования разделительного слоя. При большом количестве исследований, посвященных различным аспектам создания и применения функциональных наноконкомпозитов на полимерных матрицах, отсутствуют единые подходы к определению размерного критерия наноразмерного состояния частицы. Проведено

физическое обоснование аналитического выражения для определения размера наночастиц, в котором в качестве критерия использовано значение температуры Дебая (Θ_D). Для анализа использована модель поведения фононов в условиях адиабатического приближения. Согласно этой модели для сферической изотропной частицы вещества с диаметром d , которая не обменивается энергией с окружающей средой, предложено допущение о флуктуирующем положении границы, которая имеет не фиксированную координату, а рассматривается как барьер с меняющимися размерами. Анализ модели показал, что одной из главных особенностей нанобъектов является обязательный учет строения и размеров граничных слоев с кристаллофизикохимическими, т.е. структурными свойствами, отличными от объемных. Размер этих поверхностных слоев δ определяет границу между макро- и наночастицами и объясняет переход различных уровней энергии в энергетические зоны, которые перекрываясь устраняют влияние размерного фактора. При оценке наноразмерного состояния дисперсных частиц необходимо учитывать изменение энергии межатомного взаимодействия при различных температурах. Температурная зависимость параметров физико-химических характеристик наночастиц будет проявляться в значительно большей мере, чем в макрофазе того же вещества, и это будет обуславливать вероятность протекания в нанокompозите физико-химических превращений, не свойственных для обычных условий. Особенно важным является этот аспект при анализе нанокompозиционных материалов в виде тонких разделительных слоев между компонентами металлополимерной трибосистемы, которые подвержены воздействию температурных, деформационных, окислительных и др. факторов.

УДК 621.7:621.217

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ НАНОКОМПОЗИТОВ.

Н.А. Антонович, Е.В. Овчинников, канд. техн. наук,
Е.И. Эйсымонт, А.В. Струк, В.И. Кравченко
ЗАО «Солигорский институт проблем ресурсосбережения
с опытным производством», г. Солигорск
УМЦ «Промагромаш», ОАО «Белкард», г.Гродно
(Республика Беларусь)

Несмотря на большое число исследований, посвященных анализу механизмов формирования машиностроительных фторкомпозитов и их переработки в изделия, в настоящее время отсутствуют единые методологические подходы к оценке эффективности модифицирующего действия наполнителей различного состава, строения и дисперсности на структуру и триботехнические параметры олигомерных, полимерных и смесевых фторсодержащих матриц. Применение