

Использование технологии введения наполнителя через концентрат приводит к повышению плотности материалов, что положительно сказывается на физико-механические свойства полученных ПКМ по сравнению с композитами, полученные простым смешением компонентов.

Повышение содержания УВ до 7 и 10 мас.% приводит к ухудшению физико-механических свойств по сравнению с исходным полимером, что связано с формированием разрыхленной пористой структуры композитов. В связи с этим, дальнейшие работы будут направлены на поиск оптимальной технологии получения композитов с формированием плотноупакованной структуры композитов при повышении концентрации углеродных волокон в полимерной матрице.

Таким образом, разработан технологический подход, основанный на применении методов совместной механохимической активации компонентов композиционных полимерных материалов, способствующий улучшению физико-механических и триботехнических характеристик. Для получения износостойких композитов с высокими показателями эластичности и прочности положительные результаты достигнуты при использовании технологии совместной механоактивации компонентов в планетарной мельнице при скорости вращения 400 об/мин в течение 2-х мин. Композиты с соотношением концентрата и полимера 50/50 показали наиболее высокие показатели физико-химических и триботехнических свойств.

Работа выполнена в рамках Госзаказа ФАНО (проект 0377-2018-0001).

Список литературы

1. Богданович П.Н., Прушак В.Я. Трение и износ в машинах: учеб. Для вузов. Мн.: Высш. шк., 1999. 374 с.
2. Мышкин Н.К., Петроковец М.И. Трение, смазка, износ. Физические основы и инженерные приложения трибологии. М.:Физматлит, 2007. 368 с.
3. Аммосова О.А., Аргунова А.Г., Ботвин Г.В. и др.; отв. ред. Попов С.Н. Модифицированные полимерные и композиционные материалы для северных условий. Рос. акад. наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т проблем нефти и газа. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. – 217 с.

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ IN SITU ИССЛЕДОВАНИЯ ОКСИДНОЙ СИСТЕМЫ $Al_2O_3-ZrW_2O_8$

А.В. МИРОНОВА¹, Е.С. ДЕДОВА^{1,2}, С.Н. КУЛЬКОВ^{1,2,3}, А.Н. ШМАКОВ⁴, З.С. ВИНОКУРОВ⁴

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

³Томский государственный университет

⁴Институт ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН

E-mail: anastasiimir2102@gmail.com

Создание новых материалов является приоритетной научно-технической задачей, решение которой позволит разрабатывать материалы с заданными свойствами. Анализ современной научной литературы показал, что на сегодняшний день наблюдается значительный рост исследований, посвященных созданию керамики с заданным коэффициентом термического расширения (КТР), позволяющие проектировать изделия, которые сохраняют свои линейные размеры в процессе эксплуатации, что увеличивает их работоспособность. Одним из способов контроля коэффициента термического расширения является введение в состав оксидной керамики материалов, обладающих отрицательным коэффициентом термического расширения. В качестве материала с отрицательным КТР наиболее эффективным является вольфрамат циркония, имеющий отрицательное значение

КТР ($-9 \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$) в широком температурном диапазоне от -273 до $770 \text{ }^\circ\text{C}$. Стоит отметить, что на общее значение КТР композита в значительной мере оказывает влияние фазовый состав, микроструктура, пористость и т.д.

Целью настоящей работы являлось исследование фазовых превращений оксидной системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrW}_2\text{O}_8$ методом *in situ* дифрактометрии синхротронного излучения при повышении температуры.

В настоящей работе исследовалась оксидная система $\text{Al}_2\text{O}_3 - 30 \text{ мас } \% \text{ ZrW}_2\text{O}_8$. Смешивание исходных компонентов осуществлялось в планетарной мельнице АГО-2 при частоте вращения барабана 2200 об/мин. в течение 1 минуты. Высокотемпературная *in situ* дифрактометрия синхротронного излучения реализовывались в температурном интервале от 30 до $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ со скоростью нагрева $25 \text{ }^\circ\text{C}/\text{мин}$. Угловой диапазон съемки $20 - 50^\circ$, длины волны $\lambda = 1,6400 \text{ \AA}$.

Дифрактограммы порошковой системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - 30 \text{ мас } \% \text{ ZrW}_2\text{O}_8$ при повышении температуры от 30 до $1200 \text{ }^\circ\text{C}$ показаны на рисунке 1. Согласно полученным данным, по мере увеличения температуры наблюдалось изменение дифракционной картины порошковой системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrW}_2\text{O}_8$, что свидетельствует о протекании фазовых превращений. На рисунке 1 видно, по мере роста температуры от 30 до $700 \text{ }^\circ\text{C}$ не регистрировалось качественного изменения фазового состава, который было представлен ромбоэдрической фазой Al_2O_3 и кубической модификацией вольфрамата циркония.

При температуре $300 \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$ наблюдалось исчезновение рефлексов (111), (221) и (310), принадлежащих вольфрамату циркония. Это связано с протеканием фазового перехода типа «порядок - беспорядок» и переходом из низко- (α) в высокотемпературную (β) кубическую модификацию ZrW_2O_8 . С ростом температуры наблюдалось уменьшение параметра кубической решетки $a \text{ ZrW}_2\text{O}_8$, что свидетельствует об отрицательном значении коэффициента термического расширения (КТР). Значение КТР было рассчитано для каждой фазы вольфрамата циркония, которое составило $a_1 = -9.1 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ для $\alpha\text{-ZrW}_2\text{O}_8$ и $-3.2 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ для $\beta\text{-ZrW}_2\text{O}_8$.

Полное разложение вольфрамата циркония на составляющие оксиды ZrO_2 и WO_3 произошло при температуре $790 \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$. На дифрактограммах порошковой смеси выше $800 \text{ }^\circ\text{C}$ регистрировались рефлексы оксида алюминия и оксида вольфрама.

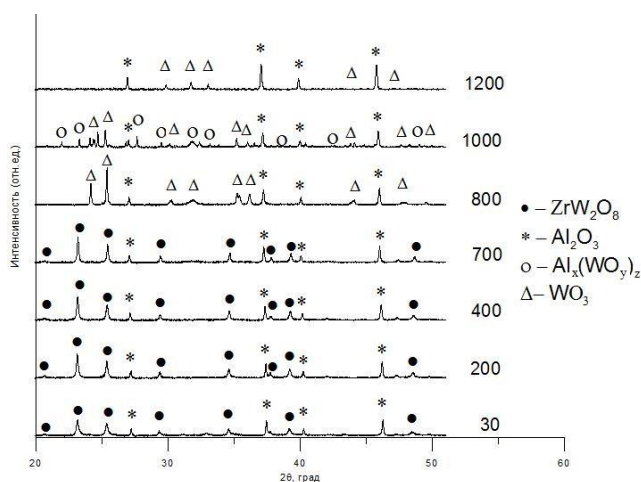


Рисунок 1 - Дифрактограммы порошковой системы $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrW}_2\text{O}_8$ при повышении температуры от 30 до $1200 \text{ }^\circ\text{C}$

Увеличение температуры до $980 \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$ привело к химическому взаимодействию между Al_2O_3 и WO_3 с образованием алюмовольфрамов типа $\text{Al}_x(\text{WO}_y)_z$, чьи рефлексы регистрировались на рентгенограммах наряду с пиками оксида алюминия и оксида вольфрама. Начало разложения алюмовольфрамовых бронз начинается при

1020±15 °С с окончательным распадом при 1160 °С. Распад алюмовольфраматов в значительной мере связан с испарением оксида вольфрама и, как следствие, нарушением стехиометрии соединений.

При температуре 1200 °С на дифрактограмме фиксировались рефлексы α-корунда и оксида вольфрама в различных модификациях.

Работа проводилась в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований Государственных академий наук на 2013-2020 годы (программа III.23.2.3) и в рамках проекта ВИУ НОИЦ НМНТ – 223/2018.

ПОЛУЧЕНИЕ РЕЦЕПТУРЫ КОМПОЗИЦИЙ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРЭФИРКЕТОНА (ПЭЭК)

С.В. ПАНИН^{1,2}, Д.А. НГУЕН², Л.А. КОРНИЕНКО¹, С.А. БОЧКАРЕВА¹

¹ ФГБУН Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,

² ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: gau_haman@tpu.ru

Полиэфирэфиркетон (ПЭЭК), благодаря уникальному сочетанию различных физико-механических характеристик, является одним из перспективных конструкционных полимерных материалов. Этот полимер обладает рядом ценных эксплуатационных свойств, такими как: высокая прочность, высокая термическая и химическая стойкость, высокая биосовместимость и повышенная ударная вязкость. ПЭЭК отличается стойкостью к длительной эксплуатации при низкой и повышенной температуре (от -40 до 260 °С), сохраняя при этом отличные механические свойства. Кроме этого, ПЭЭК имеет высокий показатель расплава, что благоприятствует его переработке и применению в аддитивных технологиях получения изделий сложной формы. Выбором наполнителей можно целенаправленно изменять функциональные свойства и расширять область применения ПЭЭК. Для повышения механических свойств композитов на основе ПЭЭК часто используются армирующие волокна (углеродные и стеклянные) [1, 2]. При этом добавление твдосмазочных частиц позволяет повысить износостойкость полимерного композиция [3, 4]. В последнее время также активно разрабатываются нанокомпозиты на основе ПЭЭК [5].

Целью работы является создание композиций с заданными механическими и триботехническими свойствами на основе ПЭЭК экспериментально-теоретическим способом.

Для создания композиций с заданными свойствами сформулированы следующие требования к характеристикам композитов на основе ПЭЭК:

- твердость по Шору Д композитного материала – не менее 80;
- модуль упругости – не менее 4000 МПа;
- прочность при растяжении – не менее 100 МПа;
- величина удлинения до разрушения – не менее 3 %;
- коэффициент трения – не более 0,2;
- износ при испытании по схеме «шар-по-диску» – не более 0,1 мм³/час.

Были изготовлены 9 заготовок по одной для каждой из исследуемых рецептур, из которых далее вырезали образцы требуемой формы для определения механических и триботехнических свойств. В качестве материала матрицы использовали ПЭЭК (марка 450PF, фирма Vitrex, Великобритания). В качестве наполнителей вводили углеродные микроволокна (Ø=7-10мкм; $d \approx 200$ мкм) в количестве 5, 10 и 17 масс. %, а также политетрафторэтилена (ПН20, размер частиц 6-20 мкм) в количестве 5, 10 и 17 масс. %. Для подготовки образцов использованы высокоскоростной гомогенизатор, ультразвуковой диспергатор. Образцы изготавливали компрессионным спеканием при давлении 15 МПа и