



Ассоциация технологов-машиностроителей Украины
Академия технологических наук Украины
Институт сверхтвердых материалов
им. В.Н. Бакуля НАН Украины
Украинская государственная академия
железнодорожного транспорта
ООО «НПП Реммаш»

Киевский национальный университет технологий и дизайна
Ассоциации инженеров-трибологов России
Институт металлургии и материаловедения
им. А.А. Байкова РАН

Московский государственный открытый университет
Машиностроительный факультет Белградского университета
Белорусский национальный технический университет
Издательство «Машиностроение»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА И РЕМОНТА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НА ТРАНСПОРТЕ

**Материалы 11-го Международного
научно-технического семинара
(21-25 февраля 2011 г., г. Свалява, Карпаты)**

**Посвящается 50-летию Института сверхтвердых
материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины**

Киев – 2011

Современные проблемы производства и ремонта в промышленности и на транспорте : Материалы 11-го Международного научно-технического семинара, 21–25 февраля 2011 г., г. Свалява. – Киев : АТМ Украины, 2011. – 356 с.

Тематика семинара:

- Современные тенденции развития технологии машиностроения
- Подготовка производства как основа создания конкурентоспособной продукции
- Состояние и перспективы развития заготовительного производства
- Совершенствование технологий механической и физико-технической обработки поверхностей трения и деталей машин
- Упрочняющие технологии и покрытия
- Современные технологии и оборудование в сборочном и сварочном производстве
- Ремонт и восстановление деталей машин в промышленности и на транспорте, оборудование для изготовления, ремонта и восстановления
- Технологическое управление качеством и эксплуатационными свойствами изделий
- Технический контроль и диагностика в машино- и приборостроении
- Экологические проблемы и их решения в современном производстве

Материалы представлены в авторской редакции

© АТМ Украины,
2011 г.

Взаимосвязь структуры технологической системы и проектируемого объекта производства осуществляется наличием обратной связи между параметрами (свойствами) структурных элементов системы (методы, средства и процессы преобразования) через конечное состояние детали с требуемыми конструктивными характеристиками (свойствами) объекта производства. Сформулированный подход оценки качества технологической системы был положен в основу принимаемых научно-технических решений при выборе технологии получения деталей на основе высокоэнергетических методов обработки давлением, обеспечивающих заданные функциональные свойства детали как компонента сложного изделия, который ограничивался условиями согласно принятому подходу. Приемлемость того или иного способа по сути дела определяется указанными параметрами влияния и показателями многофакторной модели функциональной структуры объекта. Значительное количество факторов усложняет системный анализ и выбор оптимального решения традиционными аналитическими методами.

Возможным является вариант выбора при абсолютном выполнении основных условий: стабильность качества, малооперационность; гибкость производства; ресурсосбережение и обеспечение безопасности производства. Это позволяет сократить (химизировать) количество факторов и установить рациональные области (ниши) применения тех или иных методов обработки (технологических систем).

Тимофеева Л.А., Геворкян Э.С., Мельник О.М.
Украинская государственная академия
железнодорожного транспорта, Харьков, Украина

ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ И СПЕКАНИЯ НАНОПОРОШКОВ СОСТАВА (ZrO_2 -3 МАС.% Y_2O_3) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ

Важнейшей стадией технологии изготовления изделий из нанокерамики является формование качественных прессовок из порошков для последующего их горячего изостатического прессова-

ния или квазиизостатического прессования [1, 2]. Нанопорошки керамических составов обладают метастабильностью структурно-фазового состояния, развитой удельной поверхностью и вследствие этого высокой поверхностной активностью. Как правило, они характеризуются плохой формуемостью и прессуемостью из-за специфики своих физико-химических свойств, в частности, высокого межчастичного и пристеночного трения (обусловленного высокой удельной поверхностью), агломерирования и значительного количества сорбированных примесей.

Согласно литературным данным для преодоления большого межчастичного трения и разрушения агломератов при холодном прессовании керамических нанопорошков требуется давления от 1 до 9 ГПа [3]. При таких давлениях возможно изготовление кристаллических образцов с высокой плотностью и с наноразмерными зернами. Однако реализация таких давлений с технологической точки зрения вызывает определенные трудности. Известен опыт зарубежных специалистов, когда для получения образцов из нанопорошков ZrO_2 с высокими механическими характеристиками применяют трехступенчатый процесс: предварительное прессование нанопорошков при комнатной атмосфере, далее приготовленные компакты спекают на воздухе при температурах от 1100 °С до 1300 °С в течение от 2 до 6 часов и окончательно подвергают горячему изостатическому прессованию при температурах от 1150 °С до 1350 °С в течение от 2 до 3 часов в атмосфере аргона [4]. В настоящее время многие исследователи работают над разработкой более простых и менее энергоемких технологических схем получения изделий из нанопорошков ZrO_2 .

Авторами проведены эксперименты по отработке технологии формования изделий из нанопорошка состава (ZrO_2 -3 мас.% Y_2O_3), полученный гетерофазным осаждением гидроксидов циркония и иттрия из концентрированных водных растворов солей этих металлов в растворе аммиака. В процессе холодного (при комнатной температуре) прессования нанопорошков и извлечении прессовок из пресс-формы наблюдалось явление высокого межчастичного и пристеночного трения, проявляющегося в равенстве усилий прессования и выталкивания. При этом максимальная плотность полученных прессовок не превышала 1,5–1,6 г/см³. Применение увлажнения нанопорошка (ZrO_2 -3 мас.% Y_2O_3) привело к увеличению плотности прессовки до 2,02,1 г/см³. При этом, как правило, в об-

разцах присутствовали трещины и при извлечении из пресс-формы они разрушались.

С целью снижения количества сорбированных газовых примесей поверхностью частиц нанопорошков проводили предварительное прессование в вакууме. Однако это не привело к увеличению плотности прессовок. Квазиизостатическое прессование нанодисперсных порошков ZrO_2 в полиуретановой форме позволило получить образцы с плотностью не выше $2,0 \text{ г/см}^3$.

Таким образом, все перечисленные методы холодного формования не позволяют получить прессовки состава (ZrO_2 -3 мас.% Y_2O_3) с плотностью более 35 % от теоретической. Дальнейшее спекание таких прессовок в воздушной среде или в вакууме до теоретической плотности с целью получения максимальных механических характеристик керамики сопряжено с большим (свыше 40 %) усадками и, соответственно, со значительными искажениями первоначальной формы.

С учетом вышеизложенного, для изготовления плотных спеченных таблеток мы применяли горячее прессование нанопорошков состава (ZrO_2 -3 мас.% Y_2O_3) при повышенных температурах, в частности $1600 \text{ }^\circ\text{C}$, давлении 40 МПа и времени выдержки от 2 минут и более. По данным электронно-микроскопических исследований было установлено, что в результате горячего прессования на приведенном выше режиме формируются плотные и прочные образцы, имеющие структуру с зернами угловатой формы величиной. Данная структура не является оптимальной, поскольку для получения высоких значений прочностных характеристик и ударной вязкости необходимо получать керамику с зернами до 1 мкм. Поэтому необходимо, в дальнейшем, провести дополнительные эксперименты по исследованию влияния режимов горячего прессования на структуру и свойства образцов из нанопорошка состава (ZrO_2 -5 мас.% Y_2O_3).

Известно, что чем выше давление прессования и ниже температура спекания и время выдержки, тем интенсивней происходит уплотнение и меньший будет окончательный размер зерен. Поэтому горячее прессование предварительно опрессованных образцов из порошка состава (ZrO_2 -3 мас.% Y_2O_3) проводили при температурах 1270°C и 1050°C и при одном и том же давлении 45 МПа в течении 2 мин.

Упрочнение материалов из частично стабилизированного диоксида циркония (ЧСДЦ основано на создании ультрадисперсной

структуры в керамике с высоким содержанием тетрагональной фазы, способной претерпевать превращение в моноклинную под действием механических напряжений на острие трещины с увеличением ее объема [5]. Это приводит к закрытию трещины. Для ее дальнейшего развития необходимо приложение дополнительных механических напряжений, что повышает прочность изделий. Такой механизм возможен только в случае, если в керамике после обжига сохраняется размер кристаллов менее 1 мкм, поскольку тетрагональный твердый раствор Y_2O_3 в ZrO_2 является метастабильным. При превышении указанного размера кристаллов происходит резкое разупрочнение материала из-за перехода тетрагональной фазы в моноклинную, т.е. наблюдается полиморфный переход с увеличением объема.

Таким образом, проведенные исследования подтверждают возможность получения высокоплотной керамики из частично стабилизированного диоксида циркония с величиной зерен меньше одного микрона, с использованием метода горячего прессования наноразмерного порошка состава (ZrO_2 -3 мас.% Y_2O_3) при температурах ~ 1050 °С, давлении 45 МПа и времени выдержки 2 мин.

Литература

1. Горячее прессование нанопорошков монокрибида вольфрама при нагревании электрическим током / Э.С. Геворкян, Л.А. Тимофеева, В.А. Чишкала, П.С. Кислый // Наноструктурное материаловедение. – 2006. – № 2. – С. 46–51.

2. V.Y.Kodash, E.S.Gevorkyan. Tungsten carbide cutting tool materials // United States Patent C04B35/36, № 6, 617, 271, 09.09.2003

3. Спекание ультрадисперсных порошков на основе диоксида циркония / В.Дудник, В.А.Зайцев, А.В.Шевченко, Л.М.Лопато // Порошковая металлургия. – 1995. – № 516. – С. 43–52.

4. Chaim R., Hefetz M. Fabrication of dense nanocrystalline ZrO_2 -3% Y_2O_3 by hot-isostatic pressing // J. of Materials Research. – 1998. – v. 13, № 7. P. 1875–1880.

5. Лукин Е.С. Современная высокоплотная оксидная керамика с регулируемой микроструктурой. Ч.4. Технологические методы получения высокодисперсных порошков для многокомпонентной оксидной керамики // Огнеупоры и техническая керамика. – 1986. – № 9. – С.2–10.

<i>Тимофеева Л.А., Геворкян Э.С., Мельник О.М.</i> ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ И СПЕКАНИЯ НАНОПОРОШКОВ СОСТАВА (ZrO₂-3 МАС.% Y₂O₃) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ	277
<i>Тимофеева Л.А., Федченко И.И.</i> ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА СКОРОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ ЗУБЬЕВ МАШИН	281
<i>Титаренко В.И., Лантух В.Н., Егоров С.В., Лендел Ю.Ю., Пилипко В.И., Мудранинец И.Ф.</i> НАПЛАВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ТОКАРНОГО СТАНКА	283
<i>Титаренко В.И., Лантух В.Н., Лясов В.Г., Панишко С.А., Мудранинец И.Ф.</i> ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДОГРЕВА НАПЛАВЛЯЕМЫХ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ	290
<i>Ткаченко Н.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ	294
<i>Тылык А.А., Тарасенко В.В., Хоменко Г.В., Титаренко В.И., Савченко Ю.А.</i> ОПЫТ ОАО «ЗАПОРОЖСТАЛЬ» ПО ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПРИОБРЕТЕНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ	297
<i>Уданович М.Р.</i> ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ИНСТРУМЕНТАЛЬНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ПРОЗВОДСТВ	302
<i>Філатов Ю.Д., Курілович В.Д.</i> ВИГОТОВЛЕННЯ АЛМАЗНО-ПОЛІЕФІРНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ПРИРОДНОГО КАМЕНЮ	305
<i>Филоненко С.Ф., Нимченко Т.В., Косицкая Т.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ФОРМУ СИГНАЛА АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ	307
<i>Хамидов Д., Джураев А., Буланов А.</i> МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОГО НАСОСА	312