ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/271

**СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В ПОРОШКОВЫХ Al-CR ПРЕССОВКАХ
ПРИ НАГРЕВЕ НА ВОЗДУХЕ.**

¹Прибытков Г.А., ¹Коржова В.В., ¹Коростелева Е.Н.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

Широкое распространение в порошковой металлургии получили методы, совмещающие нагрев с деформацией. В частности, в Новочеркасском политехническом институте Дорофеевым Ю.Г. и его коллегами на протяжении многих лет развивается метод динамического горячего прессования (ДГП). Этот метод включает операции приготовления шихты из металлического порошка или стружки, холодное прессование, кратковременный нагрев прессовок в защитных средах и их допрессовку динамическими нагрузками в закрытых или открытых штампах. При этом в качестве объектов исследований преимущественно служили порошковые материалы на основе железа. Представляет интерес применить подобные методы для порошковых материалов на основе алюминия. Невысокая температура плавления алюминия, его пластичность, и наличие плотной окисной пленки на поверхности частиц позволяют надеяться, что порошковые композиции на основе алюминия можно нагревать на воздухе для последующего горячего уплотнения без существенного окисления компонентов порошковой смеси внутри прессовок. Однако при нагреве прессовок из порошковых смесей необходимо учитывать возможное диффузионное взаимодействие разнородных компонентов, которое может приводить к структурным превращениям и объемным изменениям прессовок [1]. В работе [2] приведены кинетические кривые окисления беспористого алюминия, хрома и отмечено, что заметное окисление алюминия и хрома на воздухе начинается при температурах выше 800°C, поэтому нагрев при 500°C не должен вызывать сильного окисления данных порошков.

В настоящей работе исследованы зависимости привеса и объемных изменений холоднопрессованных образцов с различной пористостью из порошковых смесей алюминия и хрома при нагреве на воздухе при 500°C. Окислению подвергали цилиндрические образцы, диаметром 28 мм и высотой 6 мм, полученные двухсторонним прессованием из механических смесей порошков чистых элементов: алюминия ПА-4 (85% < 100 мкм) и хрома ПХ1М (< 50 мкм). Для получения различной пористости образцов варьировали давление прессования в интервале 100 – 600 кПа. Образцы помещали в муфельную печь, разогретую до 500°C, и вынимали для взвешивания через каждый час выдержки. Удельный привес q (г/см²) рассчитывали делением прироста массы Δm на площадь внешней поверхности цилиндрического образца. Структурные исследования окисленных образцов проводили методами металлографии и рентгеноструктурного анализа.

Зависимость удельного привеса и объемных изменений образцов с различной исходной пористостью от времени выдержки при 500°C приведена на рисунке 1. При времени выдержки до 10 часов удельный привес всех образцов монотонно увеличивается до 1,2 – 2 мг/см² с постепенным замедлением, а объемный рост не превышает 0,6 %. При дальнейшем увеличении времени выдержки скорость привеса и объемного роста резко увеличиваются для всех образцов, кроме образца с максимальной исходной пористостью (26%).

Результаты металлографического исследования структуры прессовок после различной длительности окисления представлены на рисунке 2. После 9 часов окисления микроструктура приповерхностной области представляет собой алюминиевую матрицу с включениями агломератов и отдельных частиц хрома (рис. 2а). Микроструктура в средней части образца (рис. 2б) подобна предыдущей, с тем отличием, что на границах некоторых частиц хрома появляется третья фаза (показана стрелками), более темная, чем частицы хрома. После 15 часов окисления структура образца, становится сильно неоднородной по объему. В центральной части формируется визуально более плотная структура, которая состоит в основном из новой фазы - интерметаллида. Согласно рентгеноструктурному анализу на окисленном в течение 15 часов образце фазовый состав на поверхности и в середине образца

Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

различен. На рентгенограммах с внешней поверхности присутствовали только линии алюминия и хрома. В центральной части прессовки основной фазой является интерметаллид $Al_{13}Cr_2$. По нашему мнению, именно фазовое превращение $Al+Cr \rightarrow Al_{13}Cr_2$ является причиной ускоренного объемного роста при больших длительностях выдержки на рис. 1б. Основой для такого утверждения служат известные данные [3] о сильном объемном росте в результате образования интерметаллидов при спекании порошковых смесей алюминия и хрома.

Рис.1 Кинетические кривые окисления при 500°C образцов Al70Cr30 с различной исходной пористостью: а) удельный прирост массы образцов; б) объемные изменения.

Рис. 2 Микроструктура прессовки состава Al70Cr30 после выдержки на воздухе при 500°C: а) 9 часов, приповерхностная зона; б) 9 часов, середина; в) 15 часов, середина.

При длительном нагреве Al-Cr порошков на воздухе при 500°C не происходит значительного окисления поверхности порошковых материалов. Однако такой температуры достаточно для того, чтобы произошло взаимодействие алюминия с хромом с образованием интерметаллида.

1. Савицкий А.П. Жидкофазное спекание систем с взаимодействующими компонентами – Новосибирск: Наука, 1991. – 183с.
2. Войтович Р.Ф., Головкин Э.И. Высокотемпературное окисление металлов и сплавов. Справочник – Киев: Наук. Думка, 1980. – 296с.
3. Романов Г.Н., Тарасов П.П., Дьячковский П.К., Савицкий А.П. Дилатометрические исследования жидкофазного реакционного спекания системы Al-Cr // Известия ВУЗов, Цветная Металлургия. – 2005. – № 5. – С. 60-65.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III. 23