

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВАКУУМНОГО ОТЖИГА НА СОСТАВ И РАЗМЕР ЧАСТИЦ НАНОПОРОШКОВ NbC_y

Постовалова А.Л.⁽¹⁾, Курлов А.С.⁽¹⁾, Данилов Д.А.⁽²⁾

⁽¹⁾ Институт химии твердого тела УрО РАН

620990, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д. 91

⁽²⁾ Уральский федеральный университет

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Карбид ниобия NbC_y со структурой NaCl, наряду с другими карбидами переходных металлов IV-VIB групп, обладает высокой температурой плавления (около 3600 °С), а также сохраняет свою кристаллическую структуру в широком интервале составов y ($y = 0.7-1.0$), в котором его свойства варьируются. Например, микротвердость (плоскость (100)) монокристаллов с разной стехиометрией (от NbC_{0.75} до NbC_{1.0}), изменяется в интервале от 18.4 до 26.4 ГПа, достигая максимума при составе NbC_{0.8} [1]. Благодаря этим свойствам данные карбиды выступают в роли основных компонентов высокотемпературной и твердой керамики, композиционных материалов и твердых сплавов.

В последнее время особое внимание ученых приковано к получению и исследованию материалов с нанокристаллической структурой, благодаря которой, как ожидается, должны значительно улучшиться их свойства. Однако, чрезвычайно большая удельная поверхность нанокристаллических порошков, используемых для изготовления таких материалов, повышает их химическую активность и делает их очень чувствительными к примесям и нагреву.

В данной работе исследовано поведение микро- и нанокристаллических порошков NbC_y при нагреве и выдержке в течение 1 часа в вакууме ($\sim 10^{-3}$ Па) в интервале температур от 400 до 1400 °С. Нанокристаллические порошки были получены высокоэнергетическим размолотом в планетарной шаровой мельнице микрокристаллического порошка NbC_{0.89} (~ 1 мкм), уменьшение размера получаемых частиц от 60 до 35 нм происходило за счет увеличения продолжительности размолота. Аттестация всех рассмотренных порошков осуществлялась с помощью РФА, БЭТ, СЭМ, химического анализа на массовое содержание углерода и кислорода.

Исследование показало, что в отличие от микрокристаллического порошка NbC_{0.89}, нагрев нанокристаллических порошков NbC_y в вакууме приводит к их обезуглероживанию за счет взаимодействия с адсорбированным кислородом. При увеличении температуры и/или уменьшении частиц этот эффект усиливается и приводит сначала к изменению состава карбида NbC_y, а потом к образованию низшего карбида Nb₂C. Также нагрев способствует укрупнению частиц, после выдержки при температурах 1200 °С и выше конечный размер частиц превышает размер частиц исходного порошка.