

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВАКУУМНОГО ОТЖИГА НА СОСТАВ И РАЗМЕР ЧАСТИЦ НАНОПОРОШКОВ NbC<sub>y</sub>

Постовалова А.Л.<sup>(1)</sup>, Курлов А.С.<sup>(1)</sup>, Данилов Д.А.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Институт химии твердого тела УрО РАН

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

<sup>(2)</sup> Уральский федеральный университет

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

Карбид ниобия NbC<sub>y</sub> со структурой NaCl, наряду с другими карбидами переходных металлов IV-VIB групп, обладает высокой температурой плавления (около 3600 °C), 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<sub>0.75</sub> до NbC<sub>1.0</sub>), изменяется в интервале от 18.4 до 26.4 Гпа, достигая максимума при составе NbC<sub>0.8</sub> [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<sub>y</sub> при нагреве и выдержке в течение 1 часа в вакууме ( $\sim 10^{-3}$  Па) в интервале температур от 400 до 1400 °C. Нанокристаллические порошки были получены высокоэнергетическим размолотом в планетарной шаровой мельнице микрокристаллического порошка NbC<sub>0.89</sub> ( $\sim 1$  мкм), уменьшение размера получаемых частиц от 60 до 35 нм происходило за счет увеличения продолжительности размолотом. 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<sub>0.89</sub>, нагрев нанокристаллических порошков NbC<sub>y</sub> 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<sub>y</sub>, а потом к образованию низшего карбида Nb<sub>2</sub>C. Также нагрев способствует укрупнению частиц, после выдержки при температурах 1200 °C и выше конечный размер частиц превышает размер частиц исходного порошка.