

ЭВОЛЮЦИЯ ЗЕРЕННОЙ СТРУКТУРЫ Cr_3C_2 В ПРОЦЕССЕ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ХРОМА

Жиляев В.А.¹, Тимошук Т.А.¹, Григоров И.Г.¹, Руденская Н.А.²

¹Институт химии твердого тела УрО РАН, 620219, Екатеринбург, ул. Первомайская, 91,
Россия

²УП «Технопарк», БНТУ «Метолит», 220013, Минск, ул. Я. Колоса, 24, Беларусь

Для получения хромсодержащих покрытий, характеризующихся многослойной градиентной микроструктурой и уникальным сочетанием эксплуатационных свойств (износо- и коррозионная стойкость, адгезионная прочность, стойкость к воздействию ударных нагрузок и высоких температур) требуется карбид хрома Cr_3C_2 с определенным дисперсным составом и морфологией, без примесей свободного углерода или низших карбидов (Cr_7C_3 , Cr_{23}C_6).

В настоящем сообщении приводятся результаты исследования влияния температуры ($1000\div 1400^\circ\text{C}$) и атмосферы синтеза (вакуум $10\div 10^{-2}$ Па, азот $10^4\div 10^5$ Па) на средний размер и морфологию зерен образующегося карбида Cr_3C_2 .

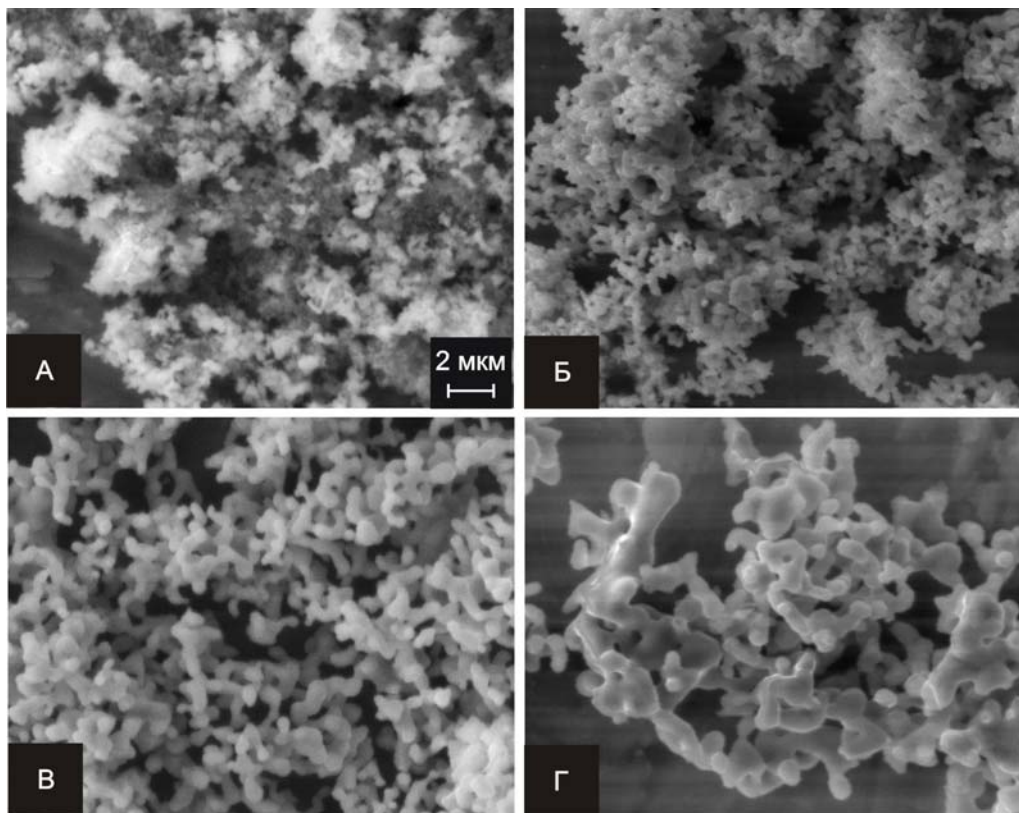
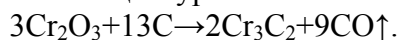


Рис. 1. Влияние температуры на эволюцию зеренной структуры Cr_3C_2 , формирующейся в атмосфере азота, $P_{\text{N}_2} = 10^5$ Па, $\times 5000$:

а) 1000°C , б) 1100°C , в) 1300°C , г) 1400°C .

Карбид Cr_3C_2 получали методом карботермического восстановления порошкообразного оксида хрома Cr_2O_3 ($S_{\text{уд}}=3.2 \text{ м}^2/\text{г}$) сажистым углеродом ($S_{\text{уд}}=19.0 \text{ м}^2/\text{г}$) в вакуумной печи ТВВ-4 с графитовым нагревателем. Длительность экспозиции при каждой температуре составляла 1 час. Состав исходных порошковых смесей готовился исходя из предположения, что реакция протекает в соответствии с общим уравнением:



Синтезированные препараты Cr_3C_2 исследовались методом растровой электронной микроскопии (РЭМ Tesla BS-301) и системы цифровой обработки изображения Scan (ИХТТ УрО РАН). Компьютерная обработка данных производилась с помощью пакета программ "Scan master" для SMM-2000 (KPD Company Ltd).

Анализ полученных результатов показал, что как температура процесса, так и атмосфера синтеза оказывают существенное влияние на размеры, морфологию и спекаемость зерен образующегося карбида Cr_3C_2 .

Так, в атмосфере азота с ростом температуры, начиная с 1000°C , наблюдается последовательный переход от первоначально образующихся на поверхности зерен Cr_2O_3 изолированных и островковых наночастиц Cr_3C_2 ($d_{\text{min}} \approx 60 \div 80 \text{ нм}$, рис. 1а) к их слабоспеченным агрегатам (1100°C , $d_{\text{min}} \approx 100 \div 300 \text{ нм}$, рис. 1б; 1200°C , $d_{\text{min}} \approx 300 \div 500 \text{ нм}$, рис. 2а) и далее к гантелеобразным (1300°C , $d_{\text{min}} \approx 800 \text{ нм}$, рис. 1в) и цепочечным (1400°C , $d_{\text{min}} \approx 1.4 \text{ мкм}$, рис. 1г) разветвленным структурам.

Переход к вакуумной среде синтеза сопровождается (при прочих равных условиях) заметным (в 2-3 раза) увеличением скорости роста частиц Cr_3C_2 при сохранении основных морфологических особенностей (рис. 2).

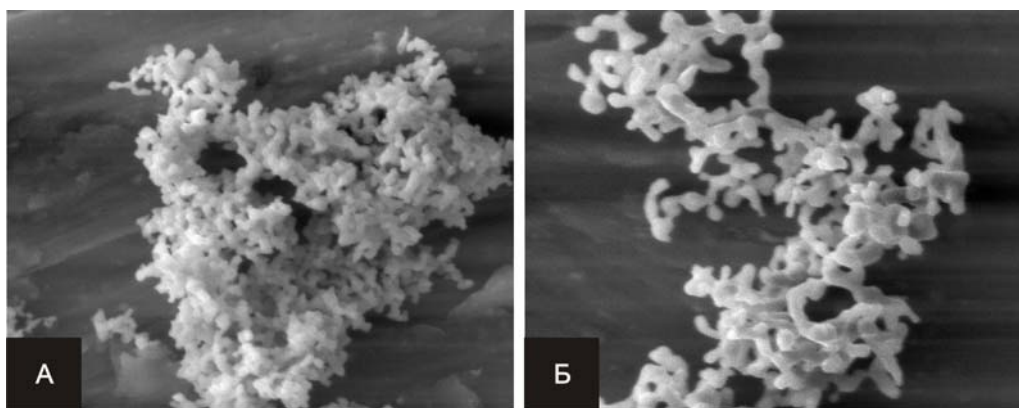


Рис. 2. Влияние атмосферы синтеза на формирование зеренной структуры Cr_3C_2 при температуре 1200°C , $\times 5000$:
а) в атмосфере азота, $P_{\text{N}_2} = 10^5 \text{ Па}$, б) вакууме, 10^{-2} Па .

В целом можно констатировать, что проведение процесса карботермического восстановления Cr_2O_3 при пониженных температурах ($\leq 1400^\circ\text{C}$) и варьировании атмосферы синтеза позволяет получать однофазные препараты Cr_3C_2 с регулируемой в широких пределах размерами и морфологией зерен.