

№ 2413

Сверхтвердые материалы

Процессы получения и свойства
сверхтвердых материалов

Практикум

Кафедра функциональных наносистем
и высокотемпературных материалов

Свертвёрдые материалы

Процессы получения и свойства
свертвёрдых материалов

Практикум

Допущено Учебно-методическим объединением высших учебных заведений РФ по образованию в области материаловедения, технологии материалов и покрытий в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров 150100 «Материаловедение и технологии материалов» и специальности 150701 «Физико-химия процессов и материалов»



Москва 2014

УДК 66.09
С24

Рецензенты:
д-р хим. наук *А.Г. Ракоц*;
канд. хим. наук *Л.Г. Севастьянова* (МГУ)

Авторы: Н.И. Полушин, А.И. Лаптев, М.Н. Сорокин,
М.С. Овчинникова, А.Л. Маслов

Сверхтвердые материалы : процессы получения и свойства
С24 сверхтвердых материалов : практикум / Н.И. Полушин [и др.] –
М. : Изд. Дом МИСиС, 2014. – 54 с.
ISBN 978-5-87623-794-1

В практикум включены темы, связанные с технологией получения сверхтвердых материалов на основе алмаза и плотных форм нитрида бора, а также композиционных покрытий. Рассмотрено влияние различных факторов, таких как температура, давление, время, состав, структура исходных реагентов и других на качество и физико-химические свойства получаемых материалов. Обучающиеся изучают основы работы на оборудовании для синтеза сверхтвердых материалов, особенности получения композиционного покрытия с наночастицами алмаза и методику исследования их прочностных характеристик.

Практикум предназначен для студентов, обучающихся по специальности 150701 «Физико-химия процессов и материалов», по направлению 150100 «Материаловедение и технологии материалов» бакалавров и магистров, а также для студентов других направлений, преподавателей, аспирантов и слушателей курсов повышения квалификации.

УДК 66.09

ISBN 978-5-87623-794-1

© Коллектив авторов,
2014

СОДЕРЖАНИЕ

1. Синтез алмазных порошков по режиму АС4.....	4
2. Синтез алмазных поликристаллов карбонадо.....	9
3. Спекание алмазных поликристаллов из микропорошков алмаза.....	13
4. Спекание алмазных поликристаллов с активирующими добавками.....	18
5. Получение алмазного поликристаллического материала инфильтрацией.....	20
6. Синтез поликристаллов кубического нитрида бора «Эльбор-Р».....	23
7. Синтез поликристаллов на основе плотных модификаций нитрида бора «Гексанит-Р».....	26
8. Смачивание углеродных материалов металлами и сплавами.....	28
8.1. Особенности адгезионного взаимодействия расплавов металлов с углеродными материалами.....	28
8.2. Термодинамика явлений смачивания.....	30
8.3. Связь работы адгезии с механической прочностью контакта связка–УМ.....	31
8.4. Проведение эксперимента по смачиванию.....	31
9. Получение композиционных электрохимических покрытий.....	34
9.1. Дисперсное упрочнение.....	34
9.2. Механизмы упрочнения металлов дисперсными частицами.....	36
9.3. Дисперсное упрочнение гальванических покрытий.....	39
9.4. Технология получения композиционных электрохимических покрытий с наночастицами алмазов.....	42
10. Измерение микротвердости композиционных электрохимических покрытий.....	44
10.1. Твердость.....	44
10.2. Метод измерения твердости вдавливанием шарика (по Бринеллю).....	47
10.3. Метод измерения твердости вдавливанием алмазной пирамидки (по Виккерсу).....	50
Библиографический список.....	53

1. СИНТЕЗ АЛМАЗНЫХ ПОРОШКОВ ПО РЕЖИМУ АС4

Промышленность выпускает порошки синтетических алмазов широкой гаммы марок (по ГОСТ 9206–80) [1], отличающиеся главным образом по показателю прочности и размеру зерна. Наряду с этим постоянно ведутся работы по созданию эффективных технологических процессов, обеспечивающих получение новых марок порошков алмаза с улучшенными свойствами (например, термостойких, с повышенной абразивной способностью и др.). В связи с этим большое значение имеет выявление и изучение различных факторов, влияющих на процесс получения порошков синтетических алмазов.

Одним из важных факторов является величина контактной поверхности графита и металла-растворителя (металла-катализатора). Эта величина зависит от размеров частиц графита и металла, их формы, удельной поверхности, а также от соотношения по массе или по объему графита и металла в шихте. В общем случае при увеличении контактной поверхности возрастает степень превращения графита в алмаз ($\Gamma \rightarrow A$), но увеличивается дисперсность порошка алмаза (уменьшается средний размер зерна), причем:

$$m \approx 1 / \sqrt{S} \text{ и } \alpha \approx S, \quad (1.1)$$

где m – средняя масса частиц полученного алмазного порошка; S – контактная поверхность; α – степень превращения графита в алмаз.

Другим важным фактором процесса перехода $\Gamma \rightarrow A$ является содержание растворенного углерода в исходном сплаве-катализаторе. При содержании углерода в сплаве более 1 % масс. доли существенно увеличивается число центров кристаллизации алмаза, что ведет к уменьшению среднего размера частиц получаемого алмазного порошка.

Существенное влияние на свойства получаемого алмазного порошка оказывают термодинамические параметры процесса синтеза – давление, температура. По мере увеличения давления увеличивается число центров кристаллизации, возрастает скорость роста кристаллов. Зависимости числа центров кристаллизации и скорости роста кристаллов от температуры имеют вид кривых с максимумом [2]. Кроме того, давление и температура процесса существенным образом определяют габитус кристаллов алмаза: по мере отклонения P , T -параметров синтеза от равновесных в область стабильности алмаза октаэдрическая форма кристаллов сменяется кубооктаэдрической и кубической.