

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИТА «TiN–АЛМАЗ» ПРИ СПЕКАНИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ

Быков А.И., Рагуля А.В., Клочков Л.А., Коричев С.Ф.

Институт проблем материаловедения, Национальная Академия наук Украины,
ул. Кржижановского 3, 03142 Киев, Украина, abykov@ipms.kiev.ua

Получение режущих кромок с минимальным радиусом закругления на лезвийных инструментах можно обеспечить применением наноматериалов. Среди порошков твердых материалов весьма малыми размерами частиц отличаются алмазные порошки детонационного синтеза. Основной диапазон размеров частиц в них может находиться в области 3-7 нм., а удельная поверхность может достигать 300 м²/г. Как и для микронных алмазных порошков, так и для алмазов синтезированных взрывом, необходимо определять состав композита, который может обеспечить высокие физико-механические свойства спеченной керамики. Целью настоящей работы было определение особенностей формирования композиционного материала при спекании нанопорошков нитрида титана и алмаза.

Образцы композитов были спечены при давлении 7 ГПа в температурном интервале 1050 – 1750 °С. Исходная смесь состояла из коммерческих нанопорошков детонационного алмаза и плазмохимического нитрида титана, произведенные, соответственно, фирмами «Алит», Украина и «Плазма и керамика», Латвия. Содержание кислорода в исходном порошке TiN по данным химического анализа составляет 4,6% масс., а его массовая доля в смеси не превышала 25%. Доля кислорода в наноалмазе составляла 7% масс.

Данные рентгеновского фазового анализа свидетельствуют о том, что композиты, спеченные в температурном интервале 1050 – 1500 °С содержат, оксинитрид титана и алмаз. С ростом температуры в этом интервале наблюдается уменьшение периода решетки оксинитрида (рис.), что может быть следствием увеличения содержания кислорода. Окисление нитрида титана в условиях высоких давлений и температур подтверждается также изменением соотношения интенсивностей отражений от плоскостей (111) и (200) оксинитрида титана, которое указывает на изменение состава его неметаллической подрешетки. При увеличении температуры спекания от 1050 до 1150 °С

соотношение I(200)/I(11) увеличивается от 1,7 до 2,5. Композиты, спеченные при температуре 1550 - 1750 °С состоят, в основном, из наноалмаза и оксидов титана. При температуре 1550 °С сохраняется небольшое количество оксинитрида, а композит, полученный при температуре 1750 °С, содержит наноалмаз, рутил и оксиды составов Ti₆O, Ti₃O. Ожидаемое появление карбонитрида титана в исследуемой системе не происходит. Это можно объяснить тем, что замещение атомов азота углеродом вызывает увеличение периода решетки твердого раствора, а высокие давления препятствуют этому эффекту. Окисление, наоборот, уменьшает период кристаллической решетки твердого раствора на основе титана.

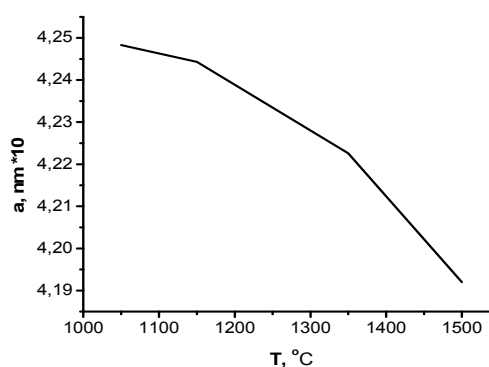


Рис. Зависимость периода кристаллической решетки оксинитрида титана от температуры спекания

Микротвердость полученных композитов меняется в зависимости от температуры нелинейно. Она максимальна при температурах спекания 1300 – 1500 °С и достигает 18 ГПа. Известно, что оксинитриды имеют микротвердость до 28 ГПа. Поэтому механические свойства исследуемого композита можно повысить и оптимизировать соотношением наноалмаз/оксинитрид как за счет состава исходной шихты, так и режимом термобарической обработки.