

МЕХАНИЗМЫ МАССОПЕРЕНОСА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МИКРОСТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Олейник Г.С.

Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича НАН Украины,
ул.Кржижановского,3, Киев, 03680, Украина, E-mail:oleynik@ipms.kiev.ua

Формирование микроструктуры материалов на основе тугоплавких веществ при спекании в общем случае – это результат прохождения совокупности одновременно или последовательно осуществляемых механизмов массопереноса (МП). Они обуславливают развитие структурных перестроек (фазовые, политипные и полиморфные превращения, пластическая деформация, рекристаллизация, перекристаллизация через жидкую и газовую фазы, образование, распад, упорядочение твердых растворов, реакции химические, эвтектические, эвтектоидные и др.), определяющих структурообразование материалов. В зависимости от структурного состояния исходных составляющих (размер порошковых частиц, их состав, кристаллическая структура и дефектность, условия спекания) эти превращения осуществляются различными механизмами МП.

В данной работе будут рассмотрены следующие вопросы структурообразования порошковых тугоплавких материалов: классификация различных механизмов МП по природе элементарного носителя МП; результаты краткого обобщения собственных результатов и литературных данных о механизмах МП, определяющих развитие фундаментальных структурных превращений (пластическая деформация, рекристаллизация и полиморфные превращения), которые осуществляются при формировании микроструктуры материалов на различных стадиях спекания (формирование межчастичных и межфазных контактов, межзеренных границ, зеренной и субзеренной структуры); влияние высоких давлений на механизмы МП; влияние размера частиц на механизмы МП при спекании.

По природе элементарных носителей известны МП в конденсированных средах могут быть разделены на четыре группы. 1. Поатомный (диффузионный). 2. Кооперативный. 3. Кооперативно-диффузионный. 4. Краудсионный. Каждая из первых трех групп МП включает несколько элементарных механизмов, отличающихся по природе явления и движущих силах его реализации. В отдельную груп-

пу выделены МП аномальные, именные, известные в литературе как эффекты, правила, превращения, и др., а также эффекты памяти.

Пластическая деформация при спекании тугоплавких материалов реализуется механизмами, известными для металлов: диффузионным, решеточной деформацией скольжением и ротационной, путем ползучести и с реализацией сверхпластичности (решеточной и структурной). Ротационная деформация имеет место и для веществ с различным типом химической связи, в том числе и ковалентной (SiC, алмаз, плотные фазы BN, Si₃N₄).

Политипные переходы в материалах на основе тугоплавких соединений проходят в целом за счет таких превращений: образование дефектов упаковки, двойников, антифазных границ, упорядочения вакансий, формирования слоев другого состава или отличающихся структурой и др.

Высокие давления при спекании оказывают влияние на механизмы массопереноса, осуществляемые на всех элементарных этапах формирования тугоплавких материалов: синтез исходных веществ; предобработка порошков с целью измельчения и деформации; холодное уплотнение порошковых прессовок; уплотнение и спекание; постобработка изделий с целью заживления трещин, упрочнения и др.

Отличия механизмов МП при спекании нанодисперсных порошков тугоплавких веществ в сравнении с массивными могут проявляться на всех стадиях спекания. Например: самопроизвольное уплотнение до беспористого состояния; при спекании может иметь место процесс самоорганизации; укрупнение зерен может проходить даже при комнатной температуре; собирательный рост зерен осуществляется с преимущественным участием миграции тройных стыков зерен; в условиях спекания при высоких давлениях и температурах проходит собирательная рекристаллизация, в то время как в системе массивных частиц имеет место сильная деформация и первичная рекристаллизация.