

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЖИДКОФАЗНОГО СПЕКАНИЯ ПОД ПРИЛОЖЕННЫМ ДАВЛЕНИЕМ

Траскин В.Ю., Скворцова З.Н., Муралев А.Е., Зубов Д.Н.

Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, кафедра коллоидной химии

Приложение механических напряжений к твердой фазе, находящейся в контакте с насыщенным раствором, приводит к локальному повышению растворимости, массопереносу в соответствии с градиентом концентрации и переотложению в местах, свободных от напряжений. Это явление (рекристаллизационная ползучесть, или растворение-переосаждение под давлением) используется при спекании в присутствии жидкой фазы и широко изучается в геологии (в диапазоне скоростей, включающем и крайне медленные процессы).

При растворении-переосаждении, обычно происходящем в поле напряжений с преобладанием сжимающих компонент, напряжения играют двойную роль: будучи движущей силой процесса, они в то же время сужают пути массопереноса, замедляя образование новых контактов. Суммарная кинетика процесса определяется соотношением химического потенциала твердого тела, повышенного пропорционально напряжению и определяющего степень локального пересыщения, и возможностей диффузионного оттока избытка вещества, ограниченных геометрией путей массопереноса.

Нами было обнаружено новое явление, состоящее в значительном (вплоть до порядка величины) повышении скорости массопереноса при приложении знакопеременных нагрузок, меняющихся от 0 до максимального значения, и предложен молекулярный механизм этого явления. Ускоренная деформация наблюдалась для различных материалов, при условии, что их растворение происходит в диффузионно-лимитируемом режиме.

Учитывая, что спекание в присутствии жидкой фазы широко используется в производстве керамики, металлокерамики и разнообразных композиционных материалов, применение обнаруженного эффекта может быть использовано для интенсификации этих процессов. Особенного внимания с этой точки зрения заслуживает производство функционально-градиентных материалов (сплавов, состоящих из твердых зерен карбидов, нитридов и боридов переходных металлов, образующих прочный непрерывный каркас, и металлической связки, содержание которой непрерывно изменяется в объеме материала). В результате ФГМ-материалы обладают свойствами как твердого сплава, так и металла, то есть имеют высокую твердость и большую ударную вязкость. Благодаря этим свойствам, а также высокой термической стойкости, ФГМ-сплавы эффективно используются в следующих областях: военная техника (бронезилеты и защита танков и вертолетов от пулевого и осколочного поражения); металлообработка (изготовление резцов для обработки труднообрабатываемых сталей и сплавов); горнодобывающая промышленность (резцы для бурения скальных пород); перерабатывающая промышленность (облицовка измельчителей для размолва твердых веществ) и т. д. Практической реализации структуры ФГМ можно достигнуть путем вибрационно-ускоренного массопереноса металлической связки в ходе жидкофазного спекания из слоя с большим размером зерна в слой с меньшим размером зерна, что приведет к градиенту содержания её в сплаве. Это даст возможность управлять градиентом металл-связки в ФГМ-сплаве, создавая заранее заданное соотношение её концентрации в прессуемых слоях.