

Новые методы спекания на примере кальций-фосфатных материалов

Орлов Николай Константинович

Научный руководитель: доц., к.х.н. Путляев Валерий Иванович

Рецензент: в.н.с., д.х.н. Шляхтин Олег Александрович

В настоящее время материалы на основе фосфатов кальция являются объектами повышенного интереса, что связано с возможностью использования их для создания на их основе костных имплантатов. Такие имплантаты должны обладать рядом свойств, которые включают в себя биорезорбируемость, остеокондуктивность, остеоиндуктивность. Кроме того, костные имплантаты должны обладать достаточными механическими свойствами для успешного манипулирования ими в процессе операции, а также вживления в место повреждения в кости.

Керамика - один из немногих материалов, сочетающих в себе все вышеперечисленные свойства. Керамические изделия могут быть достаточно прочными, но, в то же время, быть резорбируемыми, а использование технологии 3D-печати позволяет придавать керамике любую форму (в том числе со сложной системой пор и каналов).

Тем не менее, спекание фосфатов кальция, а в особенности замещенных фосфатов кальция, является нетривиальной задачей, что связано с наличием малоподвижного фосфат-аниона. Низкая скорость ионного транспорта фосфатных тетраэдров тормозит процессы уплотнения в керамике, в результате чего в керамических материалах на основе фосфатов непременно присутствует значительная доля внутризеренных пор. Исключение составляет гидроксиапатит ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), в котором массоперенос фосфат-иона может происходить с парами воды. Помимо этого, при спекании большинства фосфатных материалов существует проблема высокой скорости роста зерна, которая связана с тем, что при движении межзеренной границы меняется только ориентация фосфатных тетраэдров, не требующая их перемещений на относительно большие расстояния.

Вышеперечисленные проблемы не удается решить традиционными методами спекания, такими как изотермическая выдержка при высоких температурах или даже многостадийное спекание. В виду этого, разработанные относительно недавно методы спекания при воздействии электромагнитного поля (*FAST* - Field Assisted Sintering Techniques) выглядят достаточно перспективно.

В докладе будет сделан обзор основных полевых методов спекания, механизм спекания при применении таких методов, а также показаны некоторые результаты их применения к фосфатам кальция.