

05.3; 12

© 1992

ЭФФЕКТЫ ОБРАБОТКИ ИМПУЛЬСНЫМ
МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ АМОРФНОЙ СИСТЕМЫ
 $MgO-Al_2O_3-SiO_2$

В.И. Алексеевко, Г.К. Волкова,
И.Б. Попова, Т.Е. Константинова,
О.И. Дацко

В представленной работе изучалось действие магнитной обработки на ход кристаллизации μ -кордиерита в стеклопорошке состава $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$. Образцы стеклопорошка (размер частиц 20–40 мкм) подвергались воздействию слабого импульсного магнитного поля (ИМП) порядка 10^5 А/м, а затем выдерживались при комнатной температуре в течение приблизительно 2000 ч. Последующая кристаллизация образцов проводилась в интервале температур 890–920 °С с выдержкой 60 мин. Методами рентгенографии изучался фазовый состав при кристаллизации аморфного материала в указанном выше температурном диапазоне, а также проводился контроль дефектной структуры аморфного и кристаллического состояния.

Обнаружено, что предварительная обработка аморфного материала ИМП приводит при последующей кристаллизации к уменьшению количества образующейся μ -фазы по сравнению с необработанным исходным состоянием. На рис. 1 представлена температурная зависимость относительного количества μ -кордиерита для исходного (прямая 1) и обработанного ИМП (прямая 2) материала. Эта зависимость представляет собой в логарифмических координатах прямые линии, что позволяет использовать выражение $V_\mu = I_0 \exp(-U_\Sigma/nkT) \Delta t$, где V_μ – объем μ -кордиерита, образовавшегося за время Δt при температуре кристаллизации T ; Δt – продолжительность кристаллизации μ -кордиерита при температуре T ; I_0 – предэкспоненциальный множитель, зависящий от состава стекла, пропорциональный общему числу структурных элементов (дефектов); U_Σ – суммарная энергия активации кристаллизации μ -фазы, включающая энергии активации зарождения и роста кристаллов μ -кордиерита в аморфной фазе; k – постоянная Больцмана; n – коэффициент, определяющийся механизмом кристаллизации, полученное интегрированием уравнения Аррениуса: $I = I_0 \exp(-U_\Sigma/nkT)$, где I – стационарная скорость кристаллизации, по времени.

Значения величины U_Σ/n , полученные из экспериментальных данных с использованием приведенного выражения для аморфного кордиерита, подвергнувшегося и не подвергнувшегося обработке ИМП,

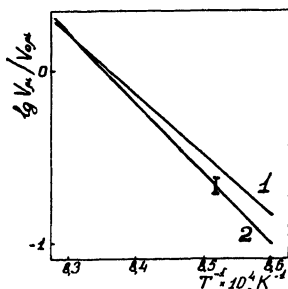


Рис. 1. Температурная зависимость относительного количества μ -кордиерита (прямая 1 - исходный материал, прямая 2 - образцы, обработанные ИМП).

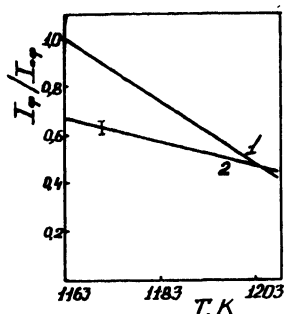


Рис. 2. Зависимость относительного изменения интенсивности флюоресцентного фона от температуры (прямая 1 - исходный материал, прямая 2 - образцы, обработанные ИМП).

составили, соответственно. 8.34 ± 0.1 и 7.22 ± 0.1 эВ. Следовательно, обработка ИМП изменяет энергию активации процесса образования кристаллов μ -кордиерита.

Так как параметры процесса кристаллизации во многом определяются дефектами аморфного материала [1-3], можно предположить, что такое (с 7.22 до 8.34 эВ) увеличение энергии активации процесса кристаллизации μ -фазы связано с изменениями в дефектной структуре обработанного ИМП аморфного материала.

С целью выяснения этого вопроса в работе снималась температурная зависимость интенсивности флюоресцентного фона, приведенная на рис. 2. Обработка ИМП аморфного кордиерита снижает уровень объемных микронапряжений μ -фазы в указанном выше температурном интервале кристаллизации. Кроме того, разница в наклоне прямых 1 и 2 (см. рис. 2) свидетельствует о зависимости эффекта структурного совершенства (снижение микронапряжений) кристаллической μ -фазы после обработки ИМП от температуры.

Таким образом, увеличение энергии активации процесса кристаллизации аморфной системы $2MgO \cdot 2Al_2O_3 \cdot 5SiO_2$, а также снижение уровня объемных микронапряжений в μ -фазе после обработки ИМП дает основание говорить о возможности изменения состояния дефектов аморфной системы. Изменение в состоянии дефектов может приводить к потере их активности как зародышей μ -фазы, а, значит, и к увеличению энергии активации процесса кристаллизации μ -фазы.¹ Снижение активности фазообразования, по-видимому, и приводит к более низкому уровню микронапряжений в μ -фазе после обработки ИМП.

Следует отметить, что, наряду с описанными эффектами обработки ИМП аморфной системы, по результатам анализа гало обнаруживается появление после такой обработки преимущественного направления в структуре аморфного кордиерита. Мы не исключаем, что именно это появление направленных дефектов и может быть непосредственным доказательством изменения структурного состояния дефектов аморфной системы после обработки ИМП.

В итоге опишем эффекты обработки ИМП аморфной системы $MgO - Al_2O_3 - SiO_2$: 1) увеличивает энергию активации процесса кристаллизации в μ -фазу; 2) снижает уровень объемных микронапряжений μ -фазы; 3) создает преимущественную направленность в структуре аморфного состояния.

Дальнейшие исследования будут направлены, прежде всего, на изучение механизмов формирования преимущественной направленности аморфной структуры после обработки ИМП.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Нищенко М.М., Мадагова Э.Г., Лихторович С.П. // УФЖ. 1988. Т. 39. № 12. С. 1842-1845.
- [2] Филипович В.Н., Калинина А.М. // Изв. АН СССР. Неорг. мат. 1968.4. № 9. С. 1532-1538.
- [3] Ходаковская Р.Я., Плуталов Н.Ф., Сигаев В.Н. и др. // ФизХС. 1979. 5. № 2. С. 134-140.

Физико-технический институт
АН Украины, Донецк

Поступило в Редакцию
5 октября 1992 г.

¹ В обработанных ИМП аморфных образцах обнаружилось снижение плотности по сравнению с необработанными (с 2.71 до 2.58 г/см³). Такой эффект должен привести к уменьшению энергии активации процесса кристаллизации, однако на опыте наблюдается обратное. Поэтому, на наш взгляд, есть смысл говорить о влиянии ИМП на основную составляющую энергии активации фазообразования - энергию зарождения.