

Введение

Проблемы разработки активных пьезоэлектрических материалов для прикладных применений, так или иначе, связаны с оптимизацией существующих технологий, поиском инновационных методов и адаптацией их к конкретным составам. При всех различиях методов получения материалов для активных мультифункциональных элементов, конечными целями являются воспроизводимость и высокая стабильность физических свойств, а также низкая себестоимость изделия. Известно, что физические свойства твердых растворов системы цирконата-титаната свинца $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ (ЦТС) из окрестности морфотропного фазового перехода (МФП) очень чувствительны как изменениям концентраций ионов Pb, Zr и Ti, так и пространственным неоднородностям мезо- и макромасштабов. Благодаря высоким электрофизическим свойствам твердые растворы ЦТС на протяжении нескольких десятков лет составляют основу наиболее широко применяемых сегнето- и пьезокерамических материалов. $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ с концентрациями катионов, принадлежащими области морфотропного фазового перехода (концентрационный фазовый переход), наиболее чувствителен к структурным и химическим дефектам (декомпозиция структурных единиц и изоструктурное замещение соответственно). В данной работе изучены физические свойства $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ и возможность их целенаправленного управления вариацией концентраций вышеуказанных дефектов.

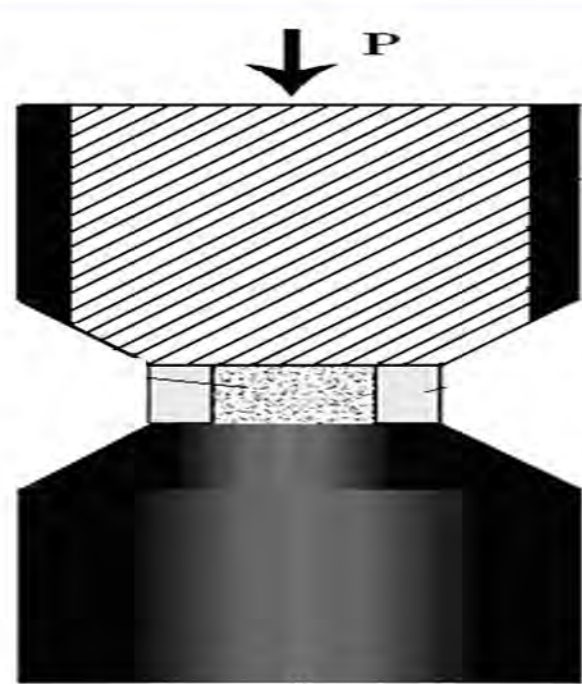


Рис.1

Приготовление образцов

1. Смешивание и твердофазный синтез исходных оксидов при 1100 С в течение 2 часов;
2. Рентгено-фазовый анализ синтезированного $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$;
3. Активация синтезированного порошка $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ между наковальнями Бриджмена при различных давлениях и фиксированной величине сдвиговой деформации;
4. Спекание эталонного и рабочих керамических образцов $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ в течение 2 часов при температуре 1250 С;
5. Активация синтезированных порошков $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ с различными значениями x в планетарной мельнице в течение 10 часов;
6. Спекание керамических образцов $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ в течение 2 часов при температуре 1250 С;
7. Нанесение электродов для электрических измерений

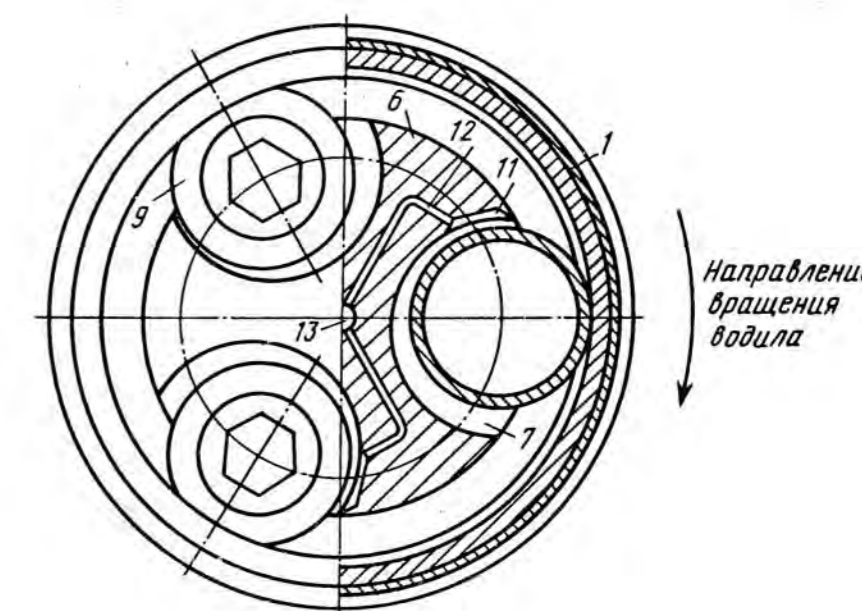
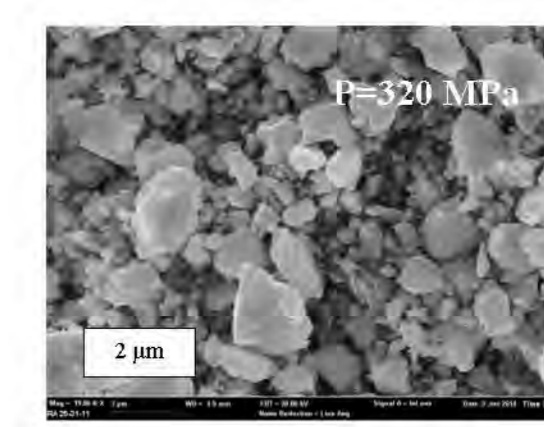
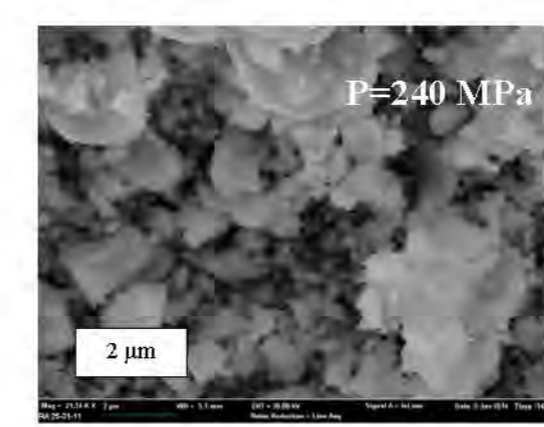
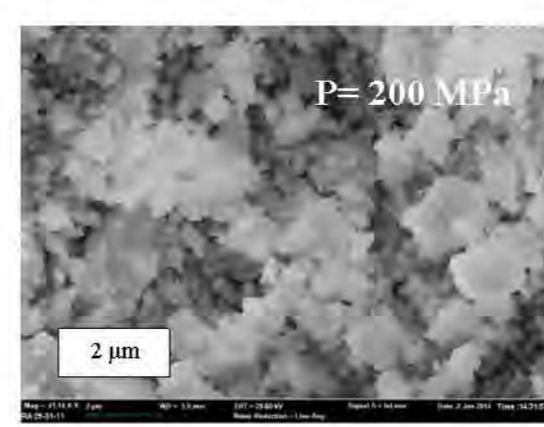
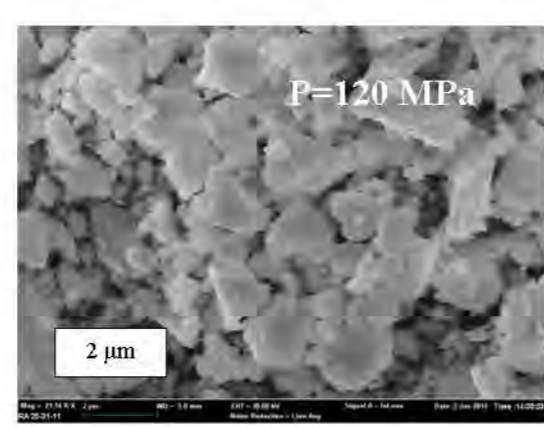
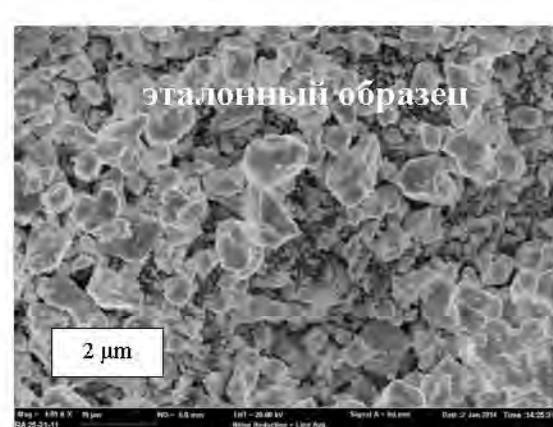


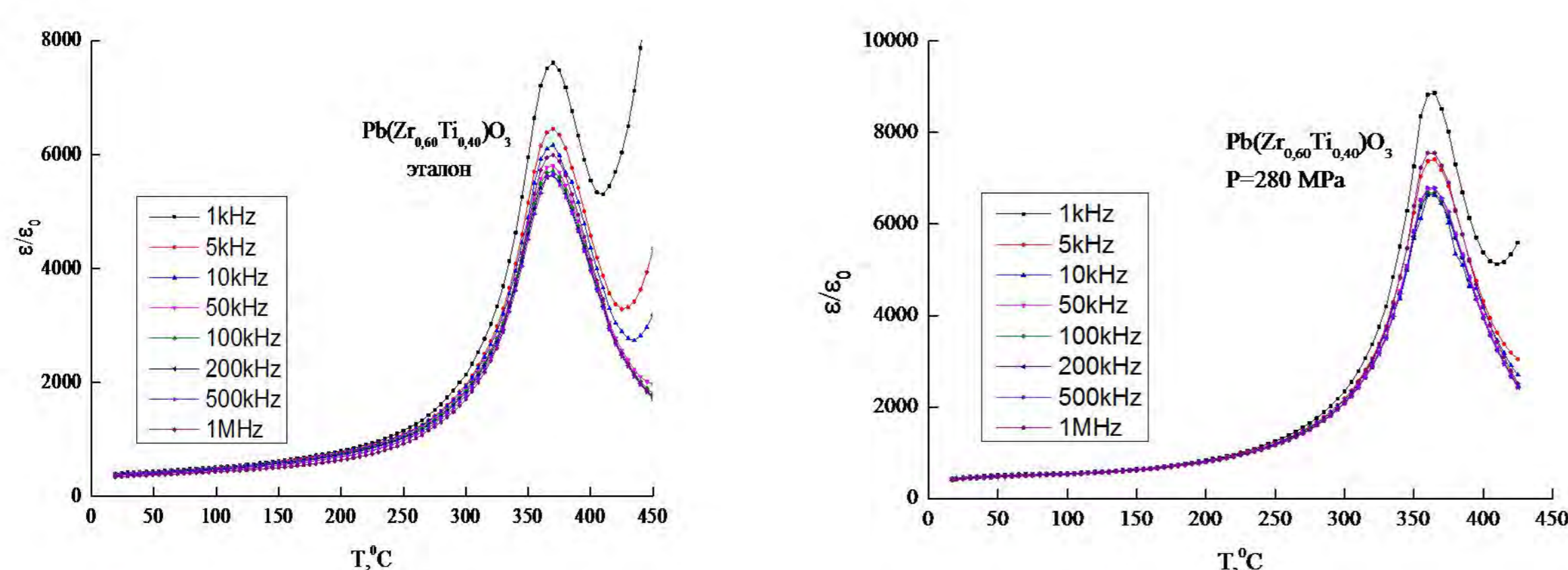
Рис.2

Варьируя концентрацию и тип структурных дефектов методами механоактивации, мы имеем возможность управлять и размерами зерен спекаемой керамики и толщиной межкристаллитной аморфной прослойки, служащей в качестве демпфера при фазовых переходах.

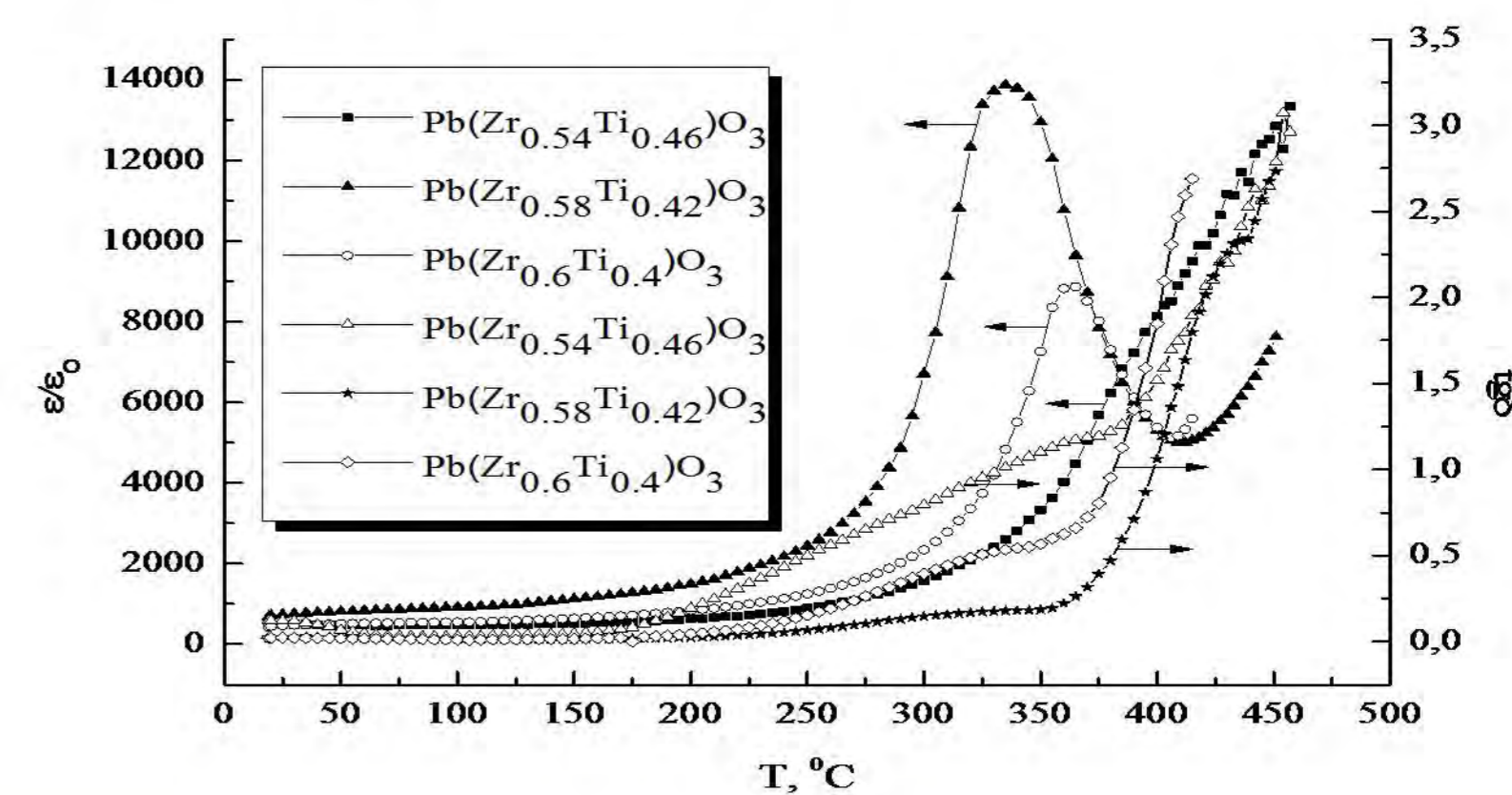


Микрофотографии порошковых образцов $Pb(Zr_{0.56}Ti_{0.44})O_3$, активированных с помощью наковален Бриджмена при различных давлениях

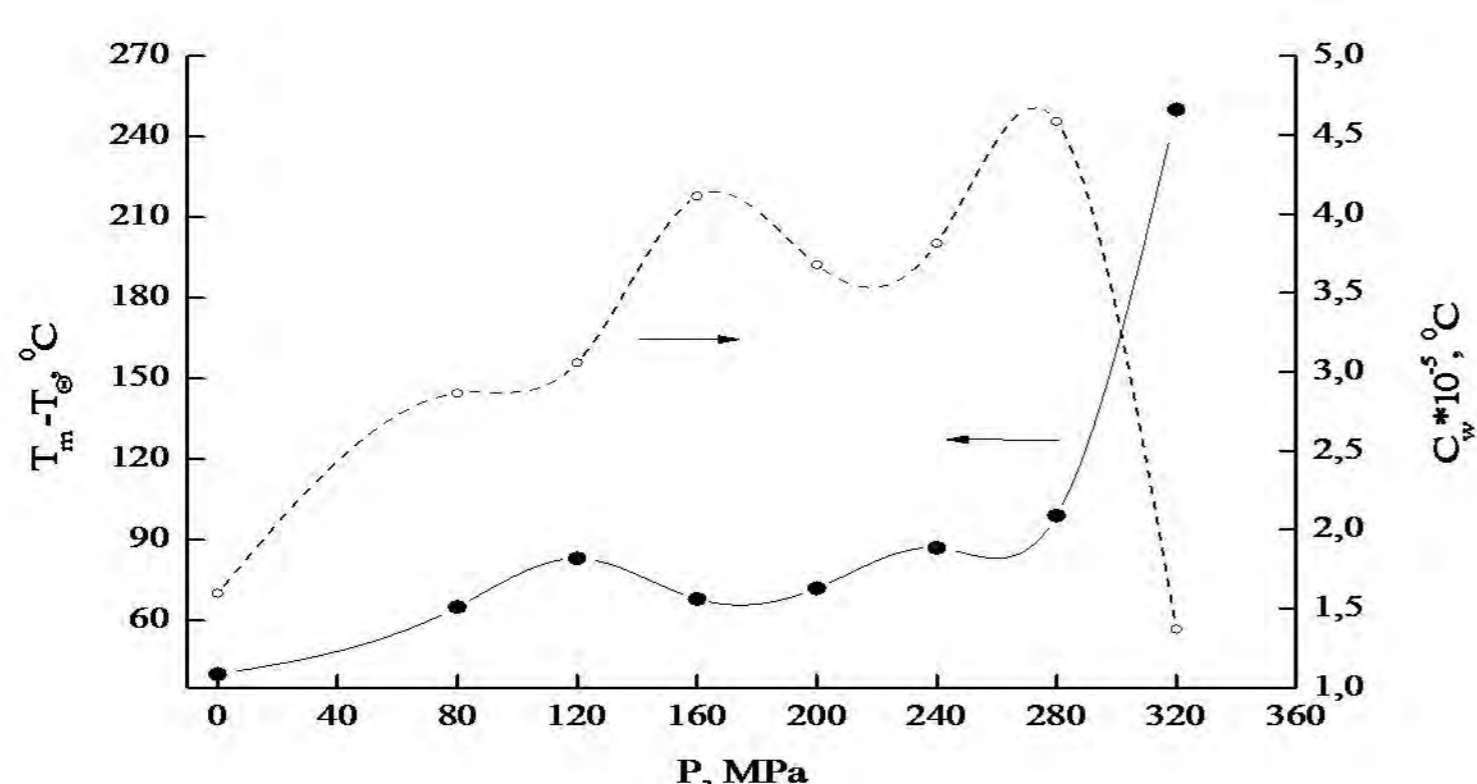
Частотно-температурные зависимости диэлектрической проницаемости эталонного и рабочего керамических образцов $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$



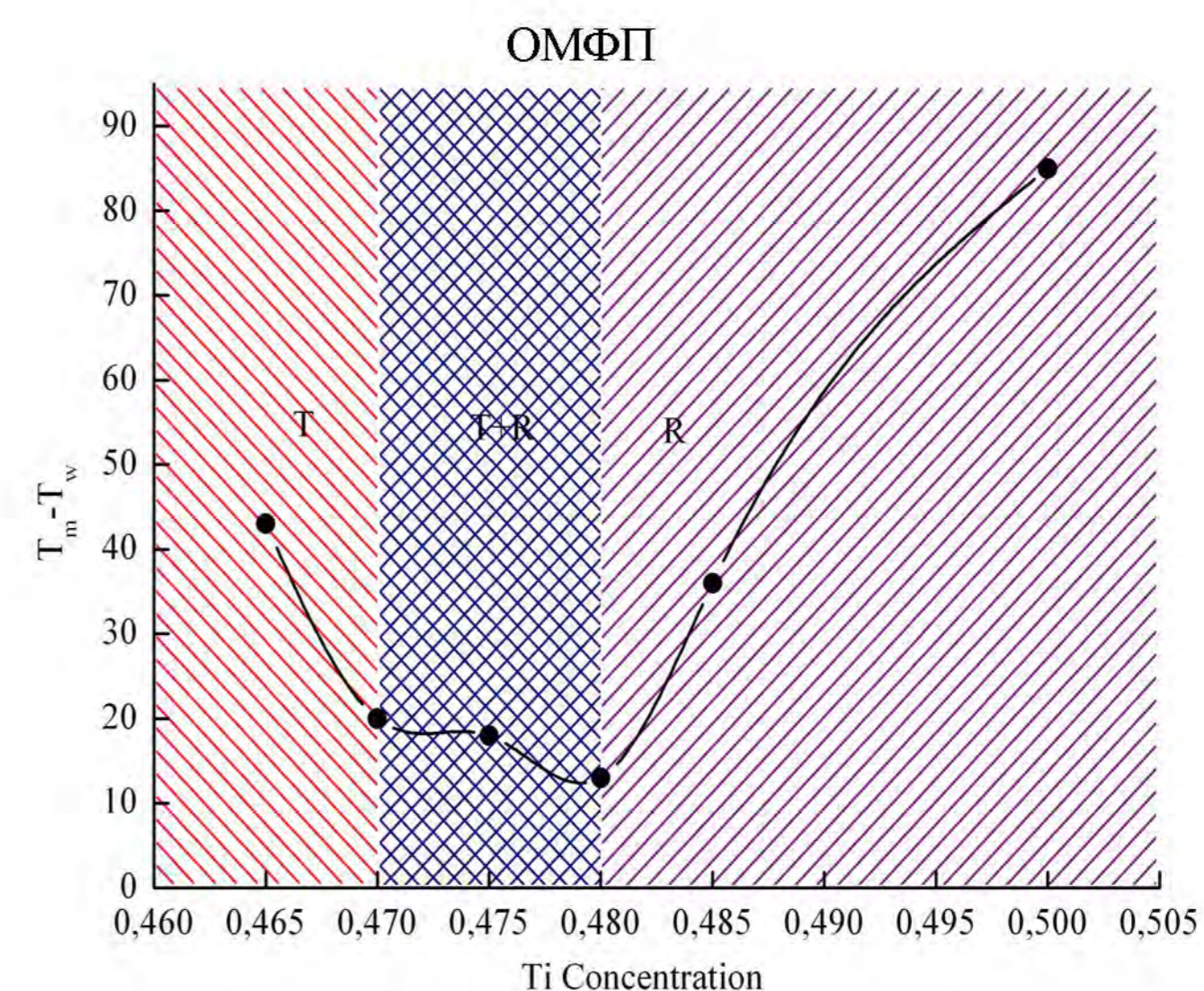
Сдвиг температуры максимума диэлектрической проницаемости не симбиотен изменению концентрации ионов Zr. Такое поведение можно объяснить неоднородностью структуры образцов и различием степени упорядоченного размещения ионов Zr и Ti в одинаковых кристаллографических позициях.



Среди характеристик сегнетоэлектриков можно выделить такие, которые не зависят от поли- или монокристалличности образца. К ним относятся параметр Кюри-Вейсса C_w и разность температур $T_m - T_0$, где T_m - температура максимума диэлектрической проницаемости, а T_0 - температура Кюри - Вейсса



Графики зависимости $T_m - T_0$ и постоянной Кюри-Вейсса C_w керамики $Pb(Zr_{0.54}Ti_{0.46})O_3$ от давления обработки синтезированного порошка между наковальнями Бриджмена



Концентрационная зависимость $T_m - T_0$ $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$