

На рентгенограмме TiNi образца с TiN покрытием также не наблюдается других фаз кроме фазы B19 материала подложки (TiNi) и фазы кубического нитрида титана материала покрытия (рис. 2).

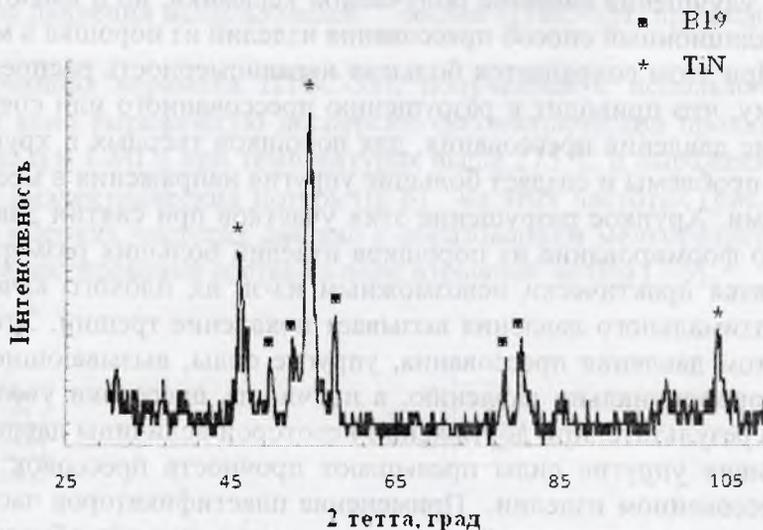


Рис. 2. Фрагмент рентгенограммы образца с покрытием

Таким образом, после реактивного ионно-плазменного осаждения на поверхности TiNi сплава формируется TiN покрытие с кубической структурой, при этом в поверхностном слое (до 2 мкм) отсутствует никель, что позволяет судить о хороших барьерных свойствах TiN покрытий на поверхности никелида титана.

1. Лотков А.И., Мейснер Л.Л., Гришков В.Н. Сплавы на основе никелида титана: ионно-лучевая, плазменная и химическая модификации поверхности // Физика металлов и металловедение. – 2005. – Т.99. – №5. – С. 66-78.

ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИ АКТИВНОЙ КЕРАМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рубаник В.В.^{1,2}, Шилин А.Д.^{1,2}, Рубаник В.В. мл.^{1,2}, Пушкарев А.В.³

¹ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, Беларусь

²УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Беларусь

³ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению», г. Минск, Беларусь
ita@vitebsk.by

Жесткие условия эксплуатации (высокие давления, широкий интервал температур, ударные нагрузки и т. д.) предъявляют повышенные требования к качеству изготавливаемой сегнето- и пьезокерамики. В связи с этим все чаще используют высокоэнергетическое воздействие при получении высококачественных изделий - ультразвуковые колебания (УЗК), энергию взрыва и высокие давления для компактирования пресс-порошков, в том числе, и нанопорошков или обогащенных нанопорошками составов.

Применение УЗК и энергии взрыва для компактирования порошковых материалов приводит к разрушению агломератов, измельчению исходных компонентов вплоть до образования наноразмерной фракции. Однако эти методы, хотя частично решают задачу улучшения качества получаемой керамики, но и имеют те же недостатки, что и традиционный способ прессования изделий из порошка в металлический пресс-форме. При этом сохраняется большая неравномерность распределения плотности по объёму, что приводит к разрушению прессованного или спечённого изделия. Увеличение давления прессования, для порошков твёрдых и хрупких материалов, не решает проблемы и создает большие упругие напряжения в местах контактов между частицами. Хрупкое разрушение этих участков при снятии давления, приводит к тому, что формирование из порошков изделий больших размеров и сложной формы становится практически невозможным из-за их плохого качества, так как превышение оптимального давления вызывает появление трещин. Это обусловлено тем, что с ростом давления прессования, упругие силы, вызывающие растрескивание, растут пропорционально давлению, а прочность прессовки увеличивается незначительно. В результате, при достижении некоторой величины давления прессования, разрушающие упругие силы превышают прочность прессовок и появляются трещины в прессованном изделии. Применение пластификаторов часто приводит к невозможности получения изделий высокого качества, так как обуславливает образование значительного количества пор при его выгорании в процессе спекания. При этом также необходимо значительно уменьшить влияние низких технологических характеристик порошка, таких как, насыпная плотность, текучесть, формуемость и уплотняемость и без применения смазок и связующих присадок становится трудно решаемой задачей. Наличие противоречивых подходов к решению задачи получения керамики высокого качества заставляет искать новые пути к технологии ее получения.

Авторами данной работы предложена технология получения сегнето- и пьезо-керамики, которая включает в себя получение мелкоразмерной фракции порошка с использованием энергии взрыва на первом этапе и последующим компактированием с в условиях квазигидростатического сжатия при высоком давлении.

Динамическое воздействие на пресс-порошок в поле взрывной волны проводили на воздухе с использованием бризантных взрывчатых веществ по плоской схеме [1], в диапазоне давлений 3-7 ГПа, без использования связующих веществ и гранулирования.

Для синтеза и прессования под высоким давлением использовались аппараты высокого давления, представляющие собой две направленные навстречу друг другу наковальни, изготовленные из твердого сплава ВК-6 со сферическими лунками [2]. Контейнер, передающий высокое давление, изготавливали из катленита. С целью предотвращения взаимодействия прессуемой шихты с катленитом использовались экраны, материалами для которых служили никель и фторопласт. Для сжатия наковален использовали прессовую установку ДО138А, развивающую усилие до 5000 кН.

Компактирование образцов под давлением проводили следующим образом. Исходный состав прессовался в таблетку диаметром 5 мм, высотой 4 мм. Спрессованная таблетка заданного состава помещается в экраны и в контейнер из котленита. Компактирование керамики проводили под давлением 3 ГПа. После набора давления образец выдерживался в течение 30 секунд, а затем давление постепенно или сразу снижалась до нуля. Извлекали образец путем очистки со всех сторон материала экрана и контейнера. Полученные образцы использовались для дальнейших исследований.

Последующий синтез керамики осуществляли в свинецсодержащей засыпке при температуре 1200 - 1260 °С в течение 4 часов.

Для компактирования образцов с использованием энергии взрыва и с применением высокого давления использовался состав ЦТБС-3М, прошедший первичный синтез.

Синтезированная керамика ЦТБС-3М, полученная с использованием энергии взрыва, имеет явно выраженную дисперсию диэлектрической проницаемости (ϵ) на частотах 500 кГц и 1 МГц при температурах выше 275 °С и выраженные максимумы тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg } \delta$) на этих частотах (рис.1). Увеличение дисперсии на высоких частотах связано с образованием мелкокоразмерной фракции в результате компактирования состава в поле взрывной волны [3-5].

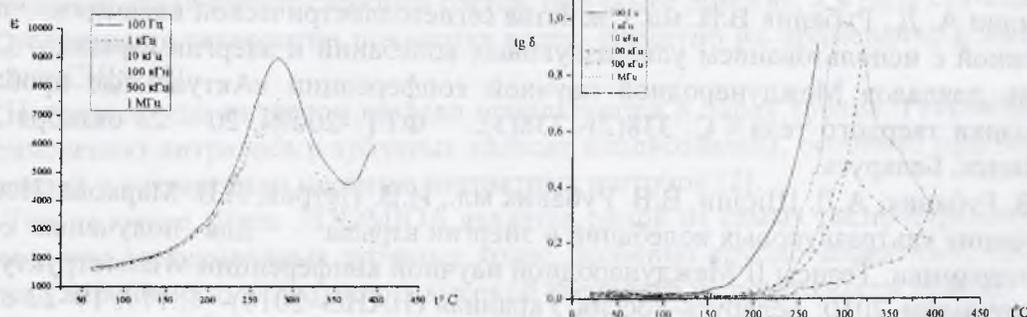


Рис. 1 - Температурная зависимость диэлектрической проницаемости ϵ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$ керамики ЦТБС-3М, спрессованной с помощью взрывной волны.

Компактирование состава ЦТБС-3М, подвергнутого воздействию взрывной волны, в условиях высокого давления значительно уменьшает дисперсию ϵ на высоких частотах, приводя ее к значениям в керамике, полученной по традиционной технологии (рис.2). В тоже время происходит значительное уменьшение $\text{tg } \delta$ на частот 500 кГц и 1 МГц с появлением дополнительных максимумов на этих частотах.

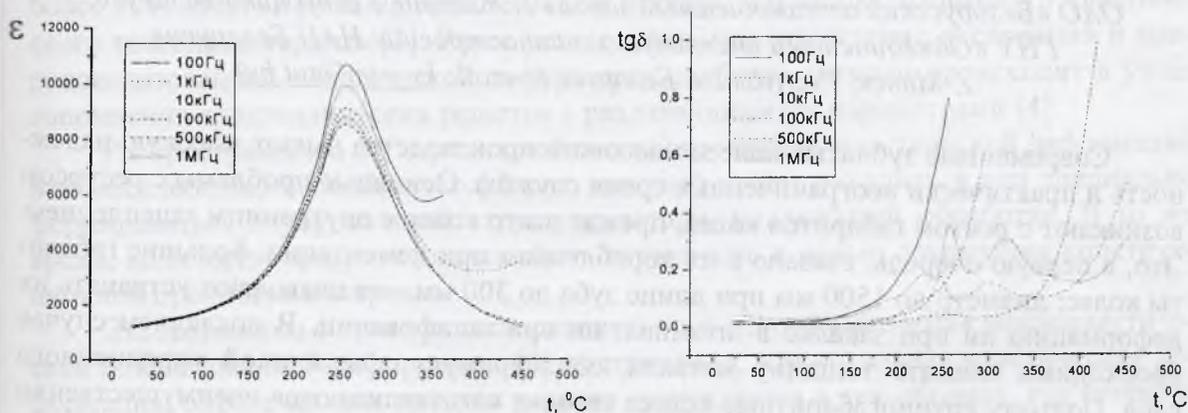


Рис.2 - Температурная зависимость диэлектрической проницаемости ϵ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$ керамики ЦТБС-3м, полученной из

пресс-порошка подвергнутого воздействию взрывной волны и компактированием под давлением ЗГПа.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что применение различных технологий получения керамики состава ЦТБС-3М значительно изменяет ее диэлектрические свойства. Использование полученных результатов позволит прогнозировать диэлектрические свойства керамик, получаемых с использованием высокоэнергетических технологий.

1. Прюммер Р. Обработка порошковых материалов взрывом. М.: Мир. 128 с.
2. Шилин А.Д. Метастабильные перовскитные фазы на основе алюмоиобата свинца, синтезированные при высоком давлении: диссертация ... кандидата физико-математических наук./ А.Д. Шилин. - Минск, ИФТП, 1988. – 138 с.
3. Рубаник В.В., Шилин А.Д., Рубаник В.В. мл. и др. Перспективные материалы / Витебск: Изд. Центр УО ВГТУ, 2009. – 542 С.
4. Шилин А. Д., Рубаник В.В. мл. Свойства сегнетоэлектрической керамики, полученной с использованием ультразвуковых колебаний и энергии взрыва. // Сборник докладов Международной научной конференции «Актуальные проблемы физики твердого тела - С. 338(2)- 338(3), ФТТ -2009», 20 – 23 октября 2009, Минск, Беларусь.
5. В.В. Рубаник, А.Д. Шилин, В.В. Рубаник мл., И.В. Петров, Л.В. Маркова. Использование ультразвуковых колебаний и энергии взрыва для получения сегнетокерамики. Тезисы II Международной научной конференции «Наноструктурные материалы–2010: Беларусь-Россия-Украина» (НАНО–2010)- С.179, 19–22 октября 2010, Киев.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Функциональные и машиностроительные материалы и технологии, наноматериалы».

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ КРУПНОГАБАРИТНЫХ АЗОТИРОВАННЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС С ВНУТРЕННИМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ

Харитончик Д.И., Моисеенко В.И.

ОАО «Белорусский автомобильный завод» г. Жодино, Республика Беларусь;

ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси»

г. Минск, Республика Беларусь (e-mail: ks_oim@tut.by)

Современные зубчатые колеса массового производства имеют высокую надежность и практически неограниченные сроки службы. Основные проблемы с ресурсом возникают с ростом габаритов колес, прежде всего колес с внутренним зацеплением. Это, в первую очередь, связано с их короблением при цементации. Большие габариты колес: диаметр до 1500 мм при длине зуба до 300 мм - не позволяют устранять их деформацию ни при закалке в штампах, ни при шлифовании. В последнем случае необходимо снимать толщину металла, соизмеримую с величиной упрочненного слоя. Поэтому крупногабаритные колеса сегодня изготавливаются преимущественно с азотированными зубьями.

Принято считать, что прочность азотированных колес с внутренним зацеплением определяется напряжением изгиба и твердостью сердцевины зуба. Азотированный слой обеспечивает, в первую очередь, износостойкость колес. Современны-