

Отзыв

официального оппонента Пантелеева Игоря Борисовича на диссертацию
Вандрай Светланы Николаевны «Разработка радиопрозрачного
стеклокерамического материала кордиеритового состава», представленную на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.6.14. Технология силикатных тугоплавких и неметаллических материалов

Актуальность темы

Изделия специального назначения на основе стеклокерамических материалов обладают универсальным набором свойств – высокая прочность при изгибе, стойкость к агрессивным средам и влаге, термическая стабильность вплоть до температур 1200 °С. Кроме этого, они способны пропускать волны электромагнитного излучения в различных диапазонах, включая радиоволны. Такие материалы широко применяют в качестве деталей специзделий, однако, в сегодняшней ситуации часть компетенций, да и налаженное производство утрачено по геополитическим мотивам. Воссоздание технологии и дальнейшее совершенствование свойств таких важных стратегических материалов крайне важно для России.

Диссертационная работа Вандрай Светланы Николаевны посвящена актуальной теме разработки технологии радиопрозрачного стеклокерамического материала кордиеритового состава, обладающего высоким уровнем физико-механических и электрофизических характеристик. В качестве альтернативы технологии стекла автор предлагает и уверенно реализует керамическую технологию изделий из ситаллов кордиеритового состава.

Исследования в области разработки таких материалов активно ведутся уже много лет во многих странах, однако многие проблемы так и не нашли решения. Сейчас эта тематика является крайне актуальной. Тем более, что она позволяет успешно решить проблему импортозамещения в такой важной отрасли, как обороноспособность страны.

Анализ содержания диссертации

На отзыв представлена диссертация общим объемом 143 печатных страницы, содержащая 33 рисунка, 21 таблицу, 28 формул. Работа состоит из введения, обзора литературных данных, экспериментальной части, выводов, списка используемой литературы из 158 наименований и 2 приложений.

Во **введении** обсуждается актуальность темы исследования диссертационной работы, сформулирована цель и задачи, представлена научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В **первой главе** приведен обзор литературы по теме исследования. В нем представлен анализ источников, где рассмотрены результаты исследований по способам получения кордиеритовых стеклокерамических материалов и изделий из них, а также по фундаментальным и прикладным проблемам керамической технологии изготовления изделий методом шликерного литья из водных ВКВС. На основе выводов по главе автором и сформулированы цели и задачи исследования.

Во **второй главе** приведены характеристики исходных компонентов, описание методик структурного и фазового анализа, измерение свойств стеклокерамических материалов.

В **третьей главе** автором рассмотрены научные основы методов шликерного литья из водных высококонцентрированных вяжущих суспензий (ВКВС) и изучено влияние различных факторов на их получение. Тщательно изучены различные технологические аспекты, в частности, условия измельчения исходного стекла, поведение суспензий в процессе стабилизации, параметры процесса получения высокоплотных седиментационно-устойчивых суспензий, разработана диспергирующая добавка.

В **четвертой главе** автором проведен подбор технологических условий для получения плотной стеклокерамики на основе кордиерита. Предложена оригинальная схема 2-стадийной термообработки, позволяющая получать оптимальные свойства искомого материала.

Пятая глава посвящена изучению свойств синтезированных материалов и созданию технологической документации.

В **заключении** представлены основные выводы диссертационной работы.

Достоверность материалов, изложенных в диссертации Вандрай Светланы Николаевны, подтверждается экспериментальными результатами измерения механических и физико-химических свойств (прочность при изгибе, керамические характеристики, диэлектрические свойства, плотность), полученных на аттестованном современном оборудовании, и согласованностью с результатами, полученными и опубликованными другими авторами в области разработки и исследования стеклокристаллических материалов.

Обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в работе, подкреплена обсуждением полученных результатов на международных и российских конференциях. Результаты работы представлены в 15 научных публикациях российских и зарубежных изданиях, из них 4 статьи, рекомендованных ВАК, в их числе 3 статьи, рецензируемых WoS, Scopus, 3 патента РФ.

Научная новизна диссертационной работы Вандрай С.Н. заключается в том, что:

1. Автором установлено, что получение водных высококонцентрированных вяжущих суспензий на основе стекол в тройной системе $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ возможно методом измельчении указанного стекла в водной среде в присутствии диспергирующих добавок в виде натриевых солей полиакриловой кислоты, что препятствует дальнейшему агломерированию частиц и получению необходимого набора свойств для литейного шликера;
2. Обнаружено, что с увеличением длины углеводородной цепи молекул натриевых солей полиакриловой кислоты возрастает эффективность диспергирования за счет увеличения толщины сольватной оболочки вокруг частиц литейного шликера, причём одновременно возрастает объемная доля твердой фазы суспензий. Установлено, что перечисленные факторы

способствуют росту качества отливок сырца (рост кажущейся плотности и снижение пористости);

3. Применительно к конкретному стеклокристаллическому материалу показано, что образование зародышей кристаллизации и процессы спекания интенсифицируются за счёт внесённой в процессе измельчения дефектности поверхности твёрдых частиц.

Практическую значимость работы подтверждают полученные 3 патента РФ, а также то, что разработан способ получения стеклокерамического материала на основе кордиерита, по своим свойствам отвечающий технически требованиям к материалам для изготовления специзделий. Полученные в ходе работы результаты позволяют рекомендовать данный материал для использования в зонах высоких температур (до 1200°C) и сложных атмосферных условиях.

Замечания по работе

В тексте диссертации встречаются неудачные термины и неточности:

Стр. 111 – Разработка технологии **получения**... Термин «получения» лишний, что автор и сам доказывает, не используя его в остальном тексте, включая титульный лист;

Стр. 14 – «термостойкость СКМ составляет не менее 1200 К». О термостойкости речи не было, скорее, о термической стабильности;

Таблица 1 – два минерала анортит с разными химическими формулами. Стронциевый полевой шпат в природе не существует;

Рис. 18 - присутствуют частицы размером 50-200 мкм? как же они не оседают в литейном шликере?

Стр. 89 – перепутана нумерация выводов – 1, 2, 3, 1;

Стр. 93 – кажущаяся плотность стеклокерамики партии 2 – 94-95%. Неверная единица измерения.

Вопросы к автору:

1. Для оценки порядка энергии активации использовали формулу (3) – однако, не расшифровывается, что означают члены формулы τ и R .
2. В таблице 13 указан фазовый состав и показано одновременное существование двух модификаций кристобалита. В схеме полиморфных превращений кремнезёма эти 2 модификации обратимо превращаются при 230 °С.
3. Судить о взаимном количественном соотношении кристаллических фаз по интенсивности пиков на рентгенограмме некорректно, как это делает автор на стр. 98-99 и в таблице 14.
4. Анализ текста и графиков на стр. 102-106 вызывает законный вопрос – а если увеличить температуру выше 1360 °С, может, прочность ещё вырастет и пористость уменьшится?

Высказанные замечания не затрагивают основных положений диссертации и не снижают общего хорошего впечатления от работы С.Н. Вандрай.

Заключение

Опубликованные автором работы и автореферат в полной мере раскрывают содержанию диссертационной работы.

Считаю, что диссертационное исследование Вандрай Светланы Николаевны является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно, в которой на основании проведенных экспериментальных исследований приводится решение научной задачи – разработка стеклокерамических материалов на основе кордиерита, обладающих высоким уровнем механических характеристик, что имеет существенное значение для материаловедения высокотемпературных радиопрозрачных материалов.

Тема и содержание диссертации Вандрай С. Н. полностью соответствуют паспорту специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов и требованиям п.п. 9-14 «Положения о

присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842.

Автор диссертационной работы Вандрай Светлана Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. Технология силикатных и тугоплавких и неметаллических материалов.

Официальный оппонент:



И. Б. Пантелеев

Пантелеев Игорь Борисович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой химической технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)».

Специальность докторской диссертации 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Адрес: 190013, Россия, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, 26.

Тел.: 8 (812) 494-93-75

E-mail: panteleev@inbox.ru

