



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 18.06.01 Химическая технология / 2.6.14 Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов
Инженерная школа новых производственных технологий
Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Разработка составов и технологии диоксидовых диэлектриков с использованием самотвердеющих суспензий

УДК _ 666.651:549.642.21

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A9-53	Горбачев Дмитрий Валерьевич		25.05.2023

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ	Петровская Татьяна Семеновна	Д.т.н., Доцент		07.06.23

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ Н.М. Кижнера на правах кафедры	Краснокутская Елена Александровна	Д.х.н., Профессор		07.06.23

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор-консультант НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ	Верещагин Владимир Иванович	Д.т.н., Профессор		25.05.2023

Научная работа в целом посвящена решению задачи разработки технологии получения керамических диэлектриков из сырьевых материалов на основе диоксида путем отливки из самотвердеющих суспензий.

Разработанная основана на объединении и адаптации научных заделов, сформированных ранее отечественными и зарубежными исследователями в предметных областях:

- диэлектрики на основе диоксидовой кристаллической фазы;
- высоко концентрированные вяжущие суспензии (ВКВС);
- магниальные вяжущие.

Каждый из элементов технологии вносит обособленный вклад в достижение поставленных в исследовании целей. В частности:

- диоксидовая кристаллическая фаза обеспечивает керамическому материалу требуемые механические и диэлектрические характеристики, возможность их регулирования; в рамках работы были получены образцы с прочностью от 65 до 128 МПа;

- высококонцентрированные вяжущие суспензии позволяют придавать форму полуфабрикату изделия путем отливки, при этом наработка коллоидного компонента и введение разжижителей позволяют получать после сушки полуфабрикат с высокой прочностью, достаточной для транспортировки по переделам;

- введение в состав стимулятора твердения в виде магниального вяжущего – оксида магния позволило обеспечить после отливки переход суспензии из жидкого в твердое состояние в технологически приемлемые сроки - в диапазоне 25-50 минут в зависимости от состава; при этом продолжавшийся набор прочности позволял извлекать полуфабрикат из формы уже через 4 часа с момента отливки.

Благодаря установленной возможности твердеть в форме после заливки без расслоения, и применения дополнительных воздействий, разработанный тип керамических суспензий стал обозначаться термином «самотвердеющие суспензии» (СТС).

Заслуживают внимания раскрытые в работе 4 этапа и соответствующие им механизмы набора прочности отливки. К ним относятся:

1. Первичное твердение – за счет уменьшения в суспензии количества дисперсионной среды (жидкости); протекает за счет формирования в структуре зародышей гидросиликата магния.
2. Формирование каркаса гидросиликатов – заключается в срастании зародышей в единый каркас. В большинстве случаев значение набираемой прочности позволяет извлекать изделие из формы.
3. Дегидратация – удаление влаги приводит к сближению частиц и увеличению действий сил межчастичного взаимодействия.
4. Поликонденсация – формирование в структуре устойчивого кремнекислородного каркаса, что приводит к максимальным значениям прочности, набираемой отливкой.

В ходе работы была разработана самотвердеющая суспензия на основе перлита и диопсидового концентрата. При этом подготовка перлита была осуществлена путем мокрого помола по технологии высококонцентрированных вяжущих суспензий, которая предусматривает наработку коллоидного компонента, а диопсид измельчался сухим способом. Самотвердеющая суспензия для отливки получена путем смешивания порошка диопсида, суспензии перлита, разжижителя, воды и стимулятора твердения.

Для выхода на необходимые параметры механической прочности керамического черепка были исследованы различные варианты соотношения компонентов: перлит и диопсид. Оптимальные значения механической прочности получены при соотношении 27,5% перлита и 72,5 диопсида.

В целях практического применения результатов научной работы , подготовлена технологическая схема производства диэлектриков, которая описывала основные переделы:

1. Подготовка исходных компонентов – высококонцентрированной вяжущей суспензии перлита, порошка диопсидового концентрата, прокаленного при 575°С брусита, воды.
2. Приготовление самотвердеющей суспензии путем последовательного смешивания компонентов с получением технологической влажности 15-23 % (в зависимости от компонентного состава).
3. Отливки изделия в формы.
4. Твердение полуфабриката в форме.

5. Сушка, обработка.

6. Обжиг при температуре 1185°C.

Разработанная технология позволяет получить диэлектрики с прочностью 85-125 МПа и основными диэлектрическими характеристиками, соответствующими подгруппам 120 и 220 ГОСТ-20419-83.

СПИСОК РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. **Горбачев Д.В.** Фарфор низкотемпературного обжига с добавками диоксида и маршалита / В. И. Верещагин, Н. В. Могилевская, Д.В. Горбачев // *Стекло и керамика*. – 2012 - №12 - С. 12 – 16.
2. **Горбачев Д.В.** Электротехнический фарфор низкотемпературного обжига с добавками диоксида. В.И. Верещагин, Н.В. Могилевская, Д.В. Горбачев, // *Стекло и керамика*. – 2021 - №12 - С. 21-27,

Публикации в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science:

3. **Gorbachev D.V.** Highly concentrated binding suspensions as a convenient way of shaping mechanochemically synthesized ceramic materials» / Gorbachev D.V.//_Book of Abstr. V Int. Conf. “Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies” (FBMT-2018). Novosibirsk, June 25-28, 2018. ИПВС НСУ 2018 – p.114.
4. **Горбачев Д.В.** Новые технологии изготовления строительной керамики на основе высококонцентрированных вяжущих суспензий (ВКВС) без использования глинистого сырья. В.И. Верещагин, Д.В. Горбачев // Сборник тезисов докладов на Международной научно-технической конференции «Эффективные методологии и технологии управления качеством строительных материалов», Новосибирск 15-20 февраля 2021 г., с 61 – 64.
5. **Горбачев Д.В.** Способ приготовления суспензии для литья керамических изделий. Верещагин В.И. Горбачев Д.В. //Патент на изобретение. - RU 2 751 616 С1
6. **Горбачев Д.В.** Устройство формования керамических изделий. Верещагин В.И., Горбачев Д.В.//Патент на полезную модель./ № 203357 U1
7. **Горбачев Д.В.** Влияние механической активации на синтез кордиерита из талька и минералов группы силлиманита./ Е.Г. Аввакумов, Г.Г. Лепезин, Д.В. Горбачев, О.В. Винокурова // Огнеупоры и техническая керамика – 2013 - № 1-2 - С. 57 – 61.
8. **Горбачев Д.В.** **Получение и некоторые свойства спеченной алюмосиликатной керамики на основе ВКВС. Часть I.** Ю.Е. Пивинский, П.В. Дякин, Д.В. Горбачев, С.А. Стрельцов// *Новые огнеупоры-2013 - №2 - С. 30 – 40.*

9. **Горбачев Д.В.** Получение и некоторые свойства спеченной алюмосиликатной керамики на основе ВКВС. Часть II/ Ю.Е. Пивинский, П.В. Дякин П. В., Д.В. Горбачев, С.А. Стрельцов // Новые огнеупоры – 2013 - №3 С. 145 – 154.
10. **Горбачев Д.В.** Измельчение отходов производства муллитового кирпича в центробежной мельнице вертикального типа / В.Н. Хетагуров, М.В. Гегелашвили, Е.С. Каменецкий, Д.В. Горбачев // Новые огнеупоры - 2018 - №1-2, С. 14 – 18.
11. **Горбачев Д.В.** Измельчение отходов производства керамических изделий в центробежной мельнице вертикального типа. / В.Н. Хетагуров, М.В. Гегелашвили, Е.С. Каменецкий, Д.В. Горбачев. Измельчение отходов производства керамических изделий в центробежной мельнице вертикального типа. // Стекло и керамика – 2017 - №11 С. 14 – 18.