

ОТЗЫВ

официального оппонента Павлова Вячеслава Фроловича
на диссертацию **Еромасова Романа Георгиевича**

по теме «Композиционные керамические материалы на основе грубозернистого техногенного наполнителя», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06.-порошковая металлургия и композиционные материалы

Актуальность темы диссертации определяется необходимостью расширения номенклатуры и повышения эксплуатационных свойств композиционных материалов для их применения в технике. В настоящее время перспективным признано направление по получению керамических композитов с пространственно - организованной структурой. Регулирование свойств композиционного материала обеспечивается за счет подбора оптимального гранулометрического состава наполнителя, обеспечивающего достижение наибольшей плотности упаковки, а также высокую степень контакта со связующим матричным материалом. Однако, недостаточная изученность закономерностей упаковки частиц в полидисперсных системах наполнителя керамического композиционного материала, в том числе во взаимосвязи с содержанием и размерами матричного силикатного материала, не позволяет произвести оптимизацию структуры и свойств композиций с целью направленного регулирования макро- и микроструктуры композита. В связи с этим, диссертационная работа Еромасова Романа Георгиевича, направленная на создание композиционных керамических материалов с использованием грубозернистого техногенного наполнителя на основе моделирования их строения за счет оптимизации фракционного состава наполнителя и достижения максимально возможной плотности упаковки, как наполнителя, так и композита в целом, является, несомненно, **актуальной и практически значимой**. Цель диссертации, заключающаяся в создании композиционных керамических материалов с использованием грубозернистого техногенного наполнителя на основе моделирования их строения, выбрана правильно.

Основная идея диссертации заключается в установлении закономерностей плотности упаковки частиц в полидисперсных системах в зависимости от содержания фракций наполнителя и соотношения максимальных размеров его зёрен для создания на их основе композиционных керамических материалов, упрочнённых частицами.

Наиболее значимыми результатами работы, имеющими научную новизну, следует признать количественные зависимости плотности упаковки частиц в полидисперсных системах грубозернистого наполнителя и керамических композиционных массах на их основе в зависимости от содержания фракций наполнителя и соотношения максимальных размеров зерен. Выявлено, что достижение максимальной плотности упаковки ($K_{тв}$ 0,45–0,6) керамического композиционного материала с использованием различного по вещественному составу наполнителя обеспечивается за счет использования монофракционного (фр. $-0,315 + 0,08$ мм) или двухфракционного (фр. $-0,315 + 0,08$ мм и фр. $-0,08 + 0,056$ мм в соотношении 7:3.) наполнителя при соотношении размера зерен 1,5 до 5,5.

Результаты соответствия реальных структур и свойств композиционной керамики их прогнозируемым характеристикам. Выполненные расчеты по прогнозируемым характеристикам плотности упаковки удовлетворительно совпадают с экспериментальными значениями, расхождение не превышает 15 %. Экспериментальные исследования влияния плотности упаковки керамической массы на физико-механические свойства изделий, а также закономерности фазообразования и формирования микроструктуры композита на основе грубозернистого наполнителя, в результате которых установлено, что предел прочности материала увеличивается в 1,8 раза, а модуль упругости в 1,5 раза.

Новизна научных разработок диссертанта подтверждена результатами проведения государственной экспертизы при оформлении 8 патентов на изобретения (один из них евразийский патент).

Новыми научными результатами, полученными автором, являются следующие положения:

1. Установлено, что для достижения максимальной плотности упаковки керамического композиционного материала при размере частиц силикатной матрицы менее 0,056 мм, размер зерен грубодисперсного монофракционного наполнителя должен изменяться от 0,08 до 0,315 мм, а двухфракционного – от 0,056 до 0,315 мм при соотношении максимальных размеров зерен наполнителя от 1,5 до 5,5.

Керамическая масса на основе монофракционного кварцевого наполнителя удовлетворяет условию достижения максимального значения коэффициента упаковки, равного 0,60, при массовом соотношении «наполнитель: матрица» соответственно 5,5:4,5.

Керамическая масса из монофракционного наполнителя на основе нефелинового шлама обеспечивает максимальный коэффициент упаковки, равный 0,45, при массовом соотношении «наполнитель: матрица» соответственно 3:7.

2. Установлено молярное соотношение между оксидом кальция и оксидом кремния в керамической массе с наполнителем из нефелинового шлама, равное $0,4 \div 0,8$, обеспечивающее получение композита с прочностью на изгиб от 17 до 22 МПа и водопоглощением от 4 до 12 %.

3. Для керамической массы с наполнителем из кварцесодержащих отходов установлено массовое соотношение между кремнеземистой фазой и плавнеобразующими оксидами, равное $0,8 \div 1,1$, обеспечивающее получение композита с прочностью на изгиб от 18 до 27 МПа и водопоглощением от 4 до 7 %.

4. Предложены комбинированные минерализаторы, сочетающие флюсующие добавки с низкой температурой плавления 600–800 °С и динамической вязкостью от $2 \div 5$ Па·с с целью активации плавней в силикатной матрице композита.

Выявлена способность разработанного комбинированного минерализатора на основе стеклобоя и фтористого натрия образовывать расплав с температурой размягчения на 130° ниже температуры плавления NaF, растворять значительное количество кремнезема (~15 %), и, как следствие, препятствовать процессу кристаллитизации в системе.

Значимость результатов для науки заключается в том, что приведенные исследования представляют новые данные по взаимосвязи модельного фракционного состава композиционных керамических масс с их свойствами на стадиях последовательного формирования коагуляционно- конденсационных и кристаллизационных структур.

Достоверность результатов экспериментальных исследований и базирующихся на их основе защищаемых научных положений подтверждается многократной воспроизводимостью полученных закономерностей подтверждающих сделанные в работе выводы, а также опытно промышленными испытаниями разработок диссертации. В ходе исследования использовалось современное аналитическое оборудование, планирование экспериментов и обработка полученных результатов производилась с применением современных средств программного обеспечения.

Диссертация содержит 154 с. основного текста, 69 рисунков, 33 таблицы, библиографический список из 165 наименований и 1 приложение на 7 с.

По теме диссертации автором опубликованы 33 работы, из них 14-в рецензируемых изданиях по списку ВАК, 8 патентах на изобретения, в которых материалы диссертации отражены достаточно полно.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Следует отметить некоторое небрежное отношение к оформлению графического материала. На рис. 2.6 12 точка на тройной диаграмме перепутана с 11 точкой. На рисунках 2.7; 2.11; 3.16; 3.20; 3.34 с большим трудом можно разобрать, что отложено по осям координат.
2. На рисунках 3.13; 3.14; 3.15; 3.33; 4.2 корректнее для композиционных материалов, было бы привести проекции линий равной прочности при изгибе, а не при сжатии.

3. На стр. 120 вызывает сомнение, обнаруженное диссертантом увеличение водопоглощения полученных образцов сопровождаемое ростом прочности их при изгибе, что противоречит экспоненциальной зависимости прочности композитов от их пористости, которую диссертант приводит на стр.12. Данное объяснение обнаруженного явления не убедительно.

Отмеченные недостатки несколько снижают качество диссертационной работы, но не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Общее заключение по диссертации

Диссертация Еромасова Романа Георгиевича соответствует специальности 05.16.06- порошковая металлургия и композиционные материалы, имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой на актуальную тему. На основании выполненных автором исследований содержится решение задачи создания композиционных керамических материалов с использованием грубозернистого техногенного наполнителя на основе моделирования их строения и направленного регулирования эксплуатационных свойств композита, имеющей существенное значение для науки о композиционных керамических материалах, упрочненных частицами, и технологии производства керамических композитов в различных отраслях техники.

Изложенные научно-обоснованные технические и технологические разработки в области получения композиционных керамических материалов на основе грубозернистых отходов машиностроительных, металлургических и обогатительных предприятий, имеют важное народно-хозяйственное значение для формирования новых сырьевых ресурсов на основе техногенного сырья.

Работа отвечает требованиям п.9 « Положения о порядке присуждения ученых степеней», постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор Еромасов Роман Георгиевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент
Заведующий лабораторией,
«Технологии комплексной переработки сырья»,
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Специального конструкторско-технологического бюро «Наука»
Красноярского научного центра Сибирского отделения
Российской академии наук,
доктор химических наук, доцент

 Павлов Вячеслав Фролович

Подпись Павлова Вячеслава Фроловича заверяю

Ученый секретарь
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Специального конструкторско-технологического бюро «Наука»
Красноярского научного центра Сибирского отделения
Российской академии наук,
канд.техн.наук



Чернякова Наталья Александровна

Мира пр., д.53, г. Красноярск, 660049
Почтовый адрес: а/я 25515, г. Красноярск, 660049
Тел.: (391) 227-29-12
Факс: (391) 212-42-88
E-mail: sktb@ksc.krasn.ru

