

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу ЗО Е МО У на тему:

"Пористая и высокопористая керамика из оксида алюминия и карбида кремния",
представленную на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких
неметаллических материалов

На отзыв представлена диссертация объемом 253 страницы машинописного текста, содержащая 61 рисунок, 38 таблиц, список литературы из 226 наименований, и автореферат.

Актуальность работы

Пористые материалы широко применяют в различных областях промышленности, в частности в качестве фильтров для очистки различных жидкостей и газов, расплавленных солей и металлов, как бактериальные фильтры. Пористые проницаемые изделия весьма перспективны для изготовления керамических мембран. В этих целях повсеместно используют проницаемую керамику из электроплавленно-го корунда (ЭПК). Технология изготовления фильтров для стационарных и мобильных водоочистных сооружений на его основе может быть реализована и внедрена в Республике Союз Мьянма.

Все это свидетельствует об актуальности выполненного исследования с точки зрения выбора объектов и использованных методов, то есть работа в этом отношении соответствует требованиям ВАК к диссертациям, представленным на соискание ученой степени доктора наук.

Целью представленного исследования являлась разработка технологии прочной пористой проницаемой керамики методом подбора зернового состава наполнителя из ЭПК, а также выбор вида и количества связки, соединяющей частицы наполнителя, и высокопористой ячеистой керамики методом дублирования полимерной матрицы на основе ЭПК и карбида кремния с открытой пористостью не менее 90 %, повышенной механической прочностью, с температурой обжига не более 1550°C.

Диссертантом успешно выполнены поставленные в работе задачи, связанные с изучением воздействия таких факторов, как распределение по размерам зерен наполнителя на основе ЭПК, состав и количество связки, давление прессования заготовок и температура их обжига, на пористость, механическую прочность и газопроницаемость пористой проницаемой керамики. Рассмотрены также технологические параметры получения высокопористых ячеистых носителей катализаторов.

Научная новизна работы

Предложено объяснение образования непрерывного каркаса из частиц ЭПК в процессе спекания с точки зрения изменений структуры заготовок в результате

внешнего воздействия давления и действия минимального внутреннего трения между частицами и свойств при варьировании соотношения крупной и мелкой фракций, вида и количества связки. В отличие от существующей точки зрения о том, что повышение прочности керамики обычно сопровождается заметным уменьшением пористости, автором установлены такие условия фракционного состава, в которых значительное возрастание прочности происходит с небольшим уменьшением общей пористости. Это особенно важно при изготовлении пористой проницаемой керамики. Зо Е Мо У исследовал двух- и трехфракционные композиции и выявил их особенности. Предложены механизмы упрочнения керамики в процессе обжига при использовании двух видов связки.

Впервые установлены закономерности формирования структуры и свойств высокопористых проницаемых материалов на основе природного алюмосиликатного сырья для Республики Союз Мьянма. Выявлена роль параметров полимерной матрицы при получении материалов.

Теоретическая значимость работы заключается в получении новых знаний по созданию регулируемой керамической структуры.

Практическая значимость работы

Исследованы составы пористой проницаемой керамики, получаемые методом варьирования зернового состава и дающие возможность изготавливать широкий ассортимент материалов для фильтрации с различными эксплуатационными свойствами, что позволит обоснованно их применять в решении конкретных задач водоочистки и очистки других жидкостей в Республике Союз Мьянма. Установлены также технологические параметры получения данного вида керамики методом дублирования матрицы из пенополиуретана, что поможет быстро реализовать процессы для изготовления фильтров в промышленном масштабе в Республике Союз Мьянма.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием стандартных методов определения важнейших характеристик, применением современных методов исследования (сканирующая электронная микроскопия), а также публикацией результатов.

Общая характеристика диссертационной работы

Работа Зо Е Мо У состоит из введения, 5 глав, основных выводов и списка литературных источников.

В литературном обзоре (глава 1) автор подобрал публикации, с помощью которых детально проанализировал состояние теории и практики в получении пористых и высокопористых материалов, уделив особое внимание способам изготовления пористой керамики, а также особенностям свойств пористых проницаемых керамических материалов.

Исходные материалы, в том числе составы упрочняющих связок, подробно охарактеризованы в главе 2. Здесь же описаны используемые методики определения свойств материалов.

В главе 3 изложены основные результаты экспериментов по технологии получения пористых корундовых материалов. Для достижения поставленной цели автором были изучены керамические свойства и прочность материалов на основе моно- двух- и трехфракционных порошков ЭПК и различных связок. Охарактеризована роль гидрокарбоната аммония в качестве выгорающей добавки.

Переход на двухфракционные составы позволил получить на полуфарфоровой связке для образцов, отпрессованных под давлением 50 МПа и обожженных при температуре 1450°C, достаточно высокую газопроницаемость (2,1 мкм²) и относительно высокую прочность (9,7 МПа). Образцы трехкомпонентных композиций со связкой системы SiC–MgO (1500°C, 100 МПа) показали наивысшую прочность ($\sigma_{изг} \sim 67$ МПа). Наибольшую прочность относятся к образцам из трехкомпонентных наполнителей из ЭПК со связкой в системе (Al₂O₃ : MgO). Открытая пористость образцов составила 31–44 %. Введение NH₄HCO₃ в качестве порообразователя значительно увеличивало пористость керамики.

Глава 4 посвящена разработке технологии получения высокопористых ячеистых материалов. Синтезированы образцы высокопористых материалов с ячеистой структурой на основе глинозема ГН-1, с размером зерна 40-60 мкм и упрочняющим компонентом ЛТ-1. Газопроницаемость материалов зависел от диаметра ячейки, что позволяет регулировать данную характеристику в керамике в широких пределах.

В главе 5 суммированы результаты, описанные в главах 3-4.

Образцы высокопористых материалов с ячеистой структурой на основе зеленого карбида кремния с добавкой Y₂O₃ имели наилучшие результаты по прочности, пористости, линейной усадки.

Полученные виды пористой керамики перспективны для использования в качестве фильтров и подложек керамических мембран, применяемых при высоких механических нагрузках.

Таким образом, в диссертации представлены результаты, имеющее существенное значение для керамической технологии, которые реально применимы на практике.

Полученные в диссертационной работе данные обладают новизной и являются оригинальными. Результаты соответствуют поставленной цели и задачам, а тема диссертации соответствует заявленной специальности.

Работа Зо Е Мо У хорошо оформлена, содержит большое количество фактического и иллюстративного материала. Основные результаты работы (выводы) четко сформулированы автором. Автореферат полностью отражает содержание дис-

сертации. По материалам диссертации опубликовано 19 печатных работ, в том числе 12 статей в рецензируемых научных изданиях.

Основные положения диссертационной работы апробированы в выступлениях на научных симпозиумах и конференциях различного уровня

Замечания по диссертационной работе:

1. Внесение множества численных данных в обсуждение результатов затрудняет чтение текста.

2. Многократно повторяется описание материалов и методик испытаний в главах, посвященных описанию результатов (в частности, на с. 186-187, 202-203, 215-216 и др.). Кроме того, вряд ли стоит в диссертации приводить определения хорошо известных характеристик, например истинной, средней, насыпной, относительной плотности, а также подробно описывать способы их определения. В литературном обзоре охарактеризованы термостойкость (п. 1.1.1.8), теплопроводность (п. 1.1.1.10), электропроводность (п. 1.1.1.11), испаряемость (п. 1.1.1.12), хотя в дальнейшей работе они не изучаются.

3. Неточно использован термин *полуфарфор*. Масса ПФЛ-1 – масса для изготовления полуфарфора, т.е. сама таковым не является. В технологической схеме приготовления высокопористой ячеистой корундовой керамики (с. 201) одним из компонентов назван полуфарфор с размерами частиц 12-14 мкм, который после измельчения в течение 2 ч просеивают через сито 200 мкм. Каков смысл такого измельчения?

4. Клиноэнстатитовая связка, т.е. связка, в которой при обжиге из смеси SiC и MgO образуется клиноэнстатит, в тексте называется громоздко: связка (из) системы SiC - MgO.

5. Хотелось бы, чтобы автор использовал большее количество новых литературных источников. В списке литературы лишь около 60 публикаций (не считая авторских работ) из 226 относятся к периоду с 2000 г. Автор применил два способа ссылок: на источники в списке литературы, а также в виде сносок (на собственные статьи). При этом на последние в тексте содержатся десятки указаний. (Так, на с. 99-111 на статью 1 имеется более 60 сносок.)

6. Имеются неудачные выражения и опечатки в тексте. Так, неточно указаны некоторые ссылки на литературу (например, [174] на с. 88, [191] на с. 90). В заголовке п. 3.9 и в соответствующем тексте указаны *выгорающие добавки* (во множественном числе), хотя используется только гидрокарбонат аммония.

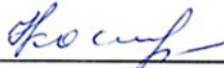
Вместе с тем указанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация Зо Е Мо У представляет собой законченное исследование, большое по объему и тщательно выполненное, направленное на решение актуальной задачи технологии.

Заключение по работе

Диссертационная работа Зо Е Мо У "Пористая и высокопористая керамика из оксида алюминия и карбида кремния" является научно-квалификационной работой, в которой прослеживается логика и путь создания целевых материалов с опорой на теоретические представления, а также изложены новые научно обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие методов и технологий керамики.

Работа отвечает требованиям п. 9 "Положения о присуждении ученых степеней" (утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 № 335), выдвигаемым к работам, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук.

Таким образом, диссертационная работа, представленная к защите Зо Е Мо У, имеет новизну и практическую значимость в части отдельных результатов исследования, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Официальный оппонент: _____  Н.Ф. Косенко

Косенко Надежда Федоровна

доктор технических наук по специальности

02.00.04 – физическая химия, технические науки, профессор;

профессор кафедры технологии керамики и наноматериалов ФГБОУ ВО "Ивановский государственный химико-технологический университет",

Адрес: 153000, г. Иваново, Шереметевский просп., 7

Тел.: 8(4932)30-73-46, д. 2-41. Факс: 8(4932)30-18-14.

e-mail: htnism@isuct.ru, nfkosenko@gmail.com

Веб-сайт: <http://isuct.ru>

Подпись официального оппонента Косенко Н.Ф. заверяю:

Ученый секретарь



А.А. Хомякова

26.03.2019