

В Диссертационный совет Д 212.204.12  
при ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук  
Сузdal'цева Евгения Ивановича  
на диссертационную работу Житнюка Сергея Викторовича  
«Керамика на основе карбида кремния, модифицированная добавками  
эвтектических составов»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук  
по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких  
неметаллических материалов

### 1. Актуальность темы диссертации и ее значимость для экономики Российской Федерации

Концепции преобразования российской промышленности предполагают создание технологий принципиально новых материалов, обеспечивающих развитие различных секторов экономики. Последнее в полной мере относится к керамике, металлам, полимерам, стеклу, а также затрагивает композиционные материалы, создание которых принципиально возможно на их основе.

Интерес к керамике, как к конструкционному материалу, значительно вырос и объясняется не только тем, что предел ее прочности при изгибе достиг 2000 МПа, но и тем, что она характеризуется высокой износостойкостью, твердостью, огнеупорностью, коррозионной стойкостью, в ряде случаев малой плотностью.

Рассматривая область керамического материаловедения, следует отметить, что керамика характеризуется совокупностью уникальных физико-технических свойств, которыми не обладает практически ни один класс материалов. По мнению ряда специалистов, конструкционная керамика вытесняет ряд металлов и сплавов аналогичного назначения. На долю керамики, главным образом содержащей SiC, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, в настоящее время приходится более 20 % мирового производства конструкционных материалов, и их роль в дальнейшем будет возрастать.

Учитывая возрастающую роль композиционных керамических материалов, следует отметить, что керамика занимает все большее количество секторов современной экономики и через несколько десятков лет ее вклад в производство конструкционных материалов сравняется со вкладом металлов, а, возможно, и превысит его.

Новые подходы к технологии получения упрочняющих компонентов, принципам выбора спекающих добавок, а также совершенствование методов синтеза порошков и

режимов термообработки позволяет значительно повысить физико–химические показатели подобных материалов.

Конструирование материалов нового поколения должно быть рассмотрено с позиций взаимосвязи в системе состав–структура–свойство–технология. Пути решения указанной задачи применительно к конкретным режимам эксплуатации изделий, несомненно, разнообразны.

Несмотря на существование широкой гаммы керамических материалов различного назначения, разработанных на основе тугоплавких соединений, высокая энерго– и ресурсоемкость их изготовления, а также растущие требования научно–технического прогресса заставляют осуществлять поиск путей создания новых видов материалов, обладающих высоким уровнем физико–механических характеристик, но более низкой температурой спекания. Одним из основных путей решения поставленных задач является использование в качестве модификаторов добавок эвтектических составов.

Таким образом, тема диссертационной работы Житнюка Сергея Викторовича, посвященной созданию конструкционных керамических материалов на основе карбида кремния, модифицированных эвтектическими добавками различной природы, обладающих высокими физико–механическими свойствами, *является, несомненно, актуальной*.

Указанное диссертационное исследование выполнялось при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проектной части Государственного задания.

Цель диссертационной работы состоит в синтезе конструкционных керамических материалов на основе карбида кремния, модифицированных эвтектическими добавками различной природы, обладающих температурой спекания на уровне 1850 – 1900 °С.

Для достижения поставленной цели автор исследовал фазовый, химический, гранулометрический составы карбида кремния; осуществлял выбор эвтектических композиций, которые, на его взгляд, в наибольшей степени способствуют формированию необходимой микроструктуры материала и снижению температуры его спекания; изучал физико–химические процессы формирования микроструктуры и свойств карбидкремниевой керамики; оценивал физико–механические характеристики разработанных керамических материалов.

## **2. Достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования**

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечивалась логичным выбором основных направлений работы, включая оценку фазового, химического, гранулометрического составов карбида кремния; выбор эвтектических композиций, в

наибольшей степени способствующих формированию требуемой микроструктуры материалов и снижению температуры спекания; анализ влияния гранулометрического состава и соотношения фракций различных видов карбида кремния, используемых в диссертационном исследовании на физико-механические свойства материалов; изучение физико-химических процессов формирования микроструктуры и свойств модифицированной добавками эвтектических составов керамики на основе SiC; оценку физико-механических характеристик разработанных керамических материалов, а также механизмов их упрочнения.

Свойства керамики изучали с использованием стандартных методик определения средней плотности, открытой пористости; предела прочности при трехточечном изгибе и сжатии; трещиностойкости; микротвердости.

Для оценки морфологических характеристик использовали сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM-6510LV. Петрографический анализ осуществляли с применением поляризационного микроскопа марки ПОЛАМ Р-211; для изучения процесса термического разложения и синтеза различных соединений, а также выявления фазовых переходов применяли комплекс STA 449 F3 Jupiter – совмещенный ТГ-ДСК фирмы NETZSCH. Предел прочности при трехточечном изгибе образцов керамики определяли на разрывной машине FM-500, предел прочности при сжатии – на гидравлическом прессе П-10. Микротвердость керамики определяли следующим методом индентирования с использованием твердомера ПМТ-3. Критический коэффициент интенсивности напряжений оценивали методом изгиба балки с прямым надрезом (SEN) на разрывной машине FM-500. Оценку упругих свойств керамики проводили методом определения динамическим способом.

По материалам диссертации опубликовано 12 работ, в том числе 2 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ к публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

### **3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций диссертации**

Научная новизна диссертационной работы Житнюка С.В. состоит в том, что автором выявлены закономерности формирования микроструктуры керамики на основе карбида кремния при использовании эвтектических добавок, позволившие выбрать состав, обеспечивший понижение температуры спекания до 1900 °С, что крайне важно в рамках государственных задач повышения энергоэффективности экономики РФ, определенных Федеральным законом от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные

законодательные акты Российской Федерации» и Указом Президента РФ от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики».

Автором показано, что введение в состав материала наночастиц карбида кремния приводит к формированию структуры материала по типу «композит в композите». В свою очередь сферическая форма и малый размер армирующих элементов приводят к тому, что упрочняющий эффект за счет отклонения трещины будет минимальным, и единственным механизмом повышения прочности оказывается упругое объемное смещение (которое можно охарактеризовать как «пиннинг») трещины.

Установлено и подтверждено термодинамическими расчетами, что при температурах до 1900 °С оксиды кальция, магния, алюминия, циркония и иттрия в составе эвтектики, содержащей оксид алюминия, не образуют карбидов, что делает их перспективными в качестве модифицирующих добавок при жидкотермическом спекании карбида кремния.

Выявлено, что по эффективности влияния на процессы спекания керамики на основе карбида кремния, исследованные эвтектические добавки могут быть расположены в ряд:

$$\text{MnO} - \text{TiO}_2 < \text{CaO} - \text{B}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2 < \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3 < \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 < \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3.$$

Установлено, что фазовый и гранулометрический составы обожженного материала, содержащего модификатор  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3$ , не изменяются по сравнению с показателями исходной шихты. Это позволяет предположить, что основным механизмом, отвечающим за эффективное уплотнение такого материала, является перегруппировка частиц  $\text{SiC}$  в расплаве, образующемся в результате плавления эвтектических добавок.

#### **4. Практическое значение результатов работы**

Практическая значимость диссертационной работы Житнюка С.В. неоспорима.

Автором разработаны составы керамики на основе карбида кремния, модифицированной эвтектическими добавками, с температурой спекания материала 1900 °С.

На основе карбида кремния с размером зерна 3 – 6 мкм при введении 30 об. % эвтектической добавки состава, мас. %:  $\text{MgO} - 6,1$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 43,0$ ;  $\text{Y}_2\text{O}_3 - 50,9$  и 20 об. % ультрадисперсного  $\text{SiC}$  после обжига в среде аргона при 1900 °С и выдержке 3 ч. синтезирована керамика с пределом прочности при трехточечном изгибе  $450 \pm 25$  МПа, трещиностойкостью  $4,2 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ , модулем упругости 360 ГПа, твердостью по Виккерсу 18,8 ГПа, перспективная для применения в качестве конструкционной, в том числе и как бронематериал.

Установлено, что достичь максимальной плотности и высокого уровня физико–механических свойств возможно, используя трехфракционные упаковки при объемном соотношении крупной, средней и мелкой фракции, равном 50:30:20.

Результаты работы нашли применение в учебном процессе при организации подготовки инженеров по специальности 240304.65 “Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов”, бакалавров по направлению 18.03.01 и магистров по направлению 18.04.01 “Химическая технология” в ФГБОУ ВПО РХТУ им. Д.И. Менделеева.

## 5. Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, основных выводов и списка литературы из 107 наименований. Работа изложена на 174 страницах, содержит 32 таблицы и 70 рисунков.

Диссертация содержит в необходимом объеме все разделы научной работы: введение, аналитический обзор литературы, главу, посвященную характеристикам исходных компонентов; методам исследования и определения свойств материалов, результаты экспериментальных исследований, обсуждение результатов и общие выводы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

**Во введении** показано, что основные задачи при создании материалов с принципиально новыми свойствами заключаются в установлении взаимосвязи в ряду состав – структура – свойства – технология; сочетании принципиально новых подходов к управлению процессами высокотемпературного уплотнения посредством научно–обоснованного выбора модифицирующих компонентов и совершенствовании имеющихся технологических принципов.

**В первой главе** показано, что одной из проблем в технологии керамики на основе карбида кремния является повышенная температура спекания, находящаяся на уровне 2150 – 2200 °С. При этом синтезировать бесспористые изделия не удается как из–за низких коэффициентов диффузии, так и из–за высокой летучести SiC при этих температурах.

Рассмотрены работы, посвященные снижению температуры спекания керамики на основе карбида кремния, при сохранении основных физико–механических свойств. Одним из наиболее эффективных методов решения указанной задачи является введение в состав модifikаторов, в качестве которых используют добавки эвтектического состава. Выявлены основные принципы выбора подобных модификаторов.

Показано, что карбид кремния обладает большим количеством структурных политипов. Атомы кремния и углерода пребывают в состоянии  $sp^3$ - гибридизации. Но,

несмотря на то, что для решетки характерен одинаковый ближний порядок (атомы кремния имеют связи только с атомами углерода и наоборот), дальний порядок может отличаться, что и приводит к политипизму. Эти различия принимают периодичный характер и определяют образованный политип. Структурные различия отражаются на всех свойствах, в частности температурных, электрофизических и др. Это делает тот или иной политип предпочтительным для различных практических применений.

Рассмотрены основные концепции производства керамических бронематериалов в России и за рубежом. Обнаружено, что спекшиеся детали обходятся приблизительно в 2–2,5 раза дешевле горячепрессованных.

На основании аналитического обзора литературных данных поставлены основные задачи работы.

**Вторая глава** содержит характеристику исходных материалов и способы их подготовки, методы исследования свойств керамики, результаты исследования основных физико–механических показателей керамики, модифицированной добавками эвтектических составов.

Выбирая спекающие добавки, автор изначально отдавал предпочтение тем из них, которые эффективно проявили себя в качестве модификаторов свойств оксидной, в первую очередь, корундовой и циркониевой керамики. Таковыми модификаторами являлись эвтектические композиции в системах  $MnO - TiO_2$  и  $CaO - B_2O_3 - SiO_2$ .

Для синтеза добавок  $CaO - B_2O_3 - SiO_2$  и  $MnO - TiO_2$  исходные смеси загружали в вибромельницу, затворяли ацетоном и измельчали корундовыми шарами. Суспензии высушивали при комнатной температуре, порошки прокаливали при температуре 850 °C.

Использование легкоплавких эвтектик, содержащих оксиды бора и титана, не позволило автору добиться удовлетворительных результатов с точки зрения относительной плотности и механической прочности материала даже с применением метода горячего прессования. Поэтому, от подобного рода добавок отказались в дальнейшем.

На основании термодинамических расчетов Житнюком С.В. установлено, что при высоких температурах оксиды, составляющие эвтектические композиции, могут взаимодействовать с CO, образующимся в системе, восстанавливаясь до карбидов. Это приводит к значительному снижению физико – механических характеристик синтезируемых материалов. При температурах до 1900 °C карбидизации не подвержены лишь оксиды кальция, магния, алюминия, циркония. Оксид иттрия, вводимый в состав добавок – модификаторов, восстанавливается углеродом уже при 1850 °C. Однако, с точки зрения смачивания поверхности карбида кремния, наличие этого соединения в составе эвтектики, содержащей также оксид алюминия, несомненно, желательно. Расчет

показывает, что иттрий-алюминиевый гранат не подвержен карбидизации вплоть до температуры 2040 °С.

Учитывая данные термодинамических расчетов, автор выбрал эвтектические композиции, содержащие оксиды, не подверженные карбидизации при температуре 1900 °С. Таковыми стали  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$ .

Для изготовления модификатора  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3$  исходную смесь загружали в вибромельницу, затворяли ацетоном и измельчали корундовыми шарами, порошок прокаливали при температуре 1300 °С.

Синтез эвтектики  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Y}_2\text{O}_3$  проводили из алюмомагнезиальной шпинели и иттрий-алюминиевого граната.

Для изготовления эвтектической композиции в системе  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$  методом химического осаждения в качестве исходных материалов использовали хлорид алюминия и оксихлорид циркония. Стабилизацию диоксида циркония осуществляли, используя в качестве иттрийсодержащего компонента хлорид иттрия.

В работе использовали карбид кремния со средним размером зерен 4 – 6 мкм. В роли дисперсной составляющей применяли нанопорошок карбида кремния со средним размером частиц 45 – 55 нм ( $n\text{-SiC}$ ).

Синтезированные добавки вводили в количестве 15 и 20 мас. % в порошок карбида кремния.

Определены основные свойства образцов, синтезированных в среде аргона при температуре 1900 °С: открытая пористость, средняя плотность и предел прочности при изгибе.

Для улучшения физико-механических характеристик керамики в дальнейшем исследовали двухфракционные и трехфракционные составы. Оптимальной, среди исследованных, для применения в качестве конструкционной признана керамика, содержащую 30 об. % эвтектических добавок и 20 об. %  $n\text{-SiC}$ . Также Житнюком С.В. оценены свойства, важные для конструирования бронезащиты – вязкость разрушения, модуль упругости, микротвердость, которые оказались на высоком уровне: синтезирована керамика с пределом прочности при трехточечном изгибе  $450 \pm 25$  МПа, трещиностойкостью  $4,2 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ , модулем упругости 360 ГПа, твердостью по Виккерсу 18,8 ГПа, перспективная для применения в качестве конструкционной, в том числе и как бронематериал.

**Третья глава** включает в себя обсуждение полученных результатов. Обнаружены основные различия в механизмах влияния эвтектических композиций на процесс спекания керамики на основе карбида кремния.

Автор предполагал, что модификаторы MnO – TiO<sub>2</sub>, CaO – B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – SiO<sub>2</sub> окажут положительное влияние на процесс спекания за счет взаимодействия с низкотемпературной фазой кремнезема. Однако обожженные образцы обладали низкими механическими свойствами. Причина этому – взаимодействие оксидов, слагающих эвтектику, с CO, образующимся в ходе реакций с карбидом кремния.

Кроме того, присутствие в системе оксида поливалентного металла ведет к появлению свободного кислорода, окисляющего SiC.

На основе термодинамических расчетов найдены оксиды, не взаимодействующие с CO вплоть до температуры 2060 °C; и дальнейшую работу проводили с эвтектиками в системах CaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>. Значительно меньшую механическую прочность керамики, содержащей добавку в системе CaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, автор объясняет тем, что указанная эвтектика обладает более низкой температурой плавления по сравнению с MgO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>, а также меньшей вязкостью расплава в связи с высоким содержанием ионов Ca<sup>2+</sup>.

Высокую пористость образцов, содержащих добавку CaO – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, соискатель связывает с химическим взаимодействием оксидов с карбидом кремния, протекающим с образованием газообразных продуктов. Снижение прочности керамики, содержащей модификатор Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ZrO<sub>2</sub>, по сравнению с магнийсодержащей керамикой, автор объясняет частичной дестабилизацией твердого раствора на основе ZrO<sub>2</sub>.

Независимо от вида добавки, вводимого ее количества показатели открытой пористости ниже, а механической прочности выше для образцов, содержащих нанодисперсный карбид кремния, который, по мнению автора, фактически изменяет механизм разрушения материала. Введение в состав керамики наночастиц приводит к формированию структуры материала по типу «композит в композите». С одной стороны, композитом является дисперсионно-упрочненный нанокомпозит типа «микро/nano». С другой стороны, композиционным является весь керамический материал, содержащий 50 об. % зернистого карбида кремния.

Особенности спекания керамики исследованы на материале, показавшем наилучшие механические свойства. Результаты физико-химических исследований показывают, что химический и фазовый составы алюромагнезиальной шпинели и ИАГ не претерпевают изменений после обжига. Это дает возможность соискателю сделать вывод о том, что основным механизмом, отвечающим за уплотнение, является перегруппировка частиц SiC в расплаве, образующемся в результате плавления эвтектических добавок.

Однако автор не исключает протекание реакций на поверхности твердых частиц и перераспределение вещества и делает абсолютно закономерный вывод о том, что детальный анализ механизма спекания требует отдельных исследований.

Все вышеизложенное позволяет заключить, что полученные научные результаты, **выводы и рекомендации** обладают новизной, а выполненная работа представляет научный интерес и имеет важное практическое значение.

Выводы, сформулированные соискателем на основе экспериментальных данных, существенным образом отражают значимость работы для практики производства специальных видов конструкционной керамики.

## **6. Основные замечания по работе**

1. Разработанная керамика позиционируется автором как материал, используемый в качестве бронезащиты. Однако в диссертации отсутствуют результаты испытаний разработанных материалов на бронестойкость и живучесть. В отсутствии таких испытаний сложно сказать, возможно ли использование разработанной керамики не просто в качестве конструкционной, а в виде бронеэлементов.
2. Автор не исследовал составы, содержащие эвтектические добавки  $MnO - TiO_2$  и  $CaO - B_2O_3 - SiO_2$  и нанодисперсный карбид кремния. Неизвестно, как поведет себя высокодисперсный карбид в сочетании с указанными добавками. Не исключено, что температура спекания материала, содержащего эвтектику с низкой температурой плавления и  $n\text{-SiC}$ , может оказаться ниже.
3. Обсуждаемый в главе 3 механизм упрочнения композиционного материала наночастицами карбида кремния следовало бы подтвердить расчетами. Автор лишь констатирует тот факт, что «В эвтектической матрице с  $n\text{-SiC}$  сжимающие напряжения внутри наночастиц могут достигать нескольких ГПа, в то же время растягивающие напряжения вокруг них – в пределах сотен МПа. Растущая трещина под действием тангенциальных напряжений отражается к ближайшей наночастице  $SiC$ . С увеличением нагрузки трещина покидает частицу и перемещается к следующей наночастице  $SiC$ » (стр. 160 диссертации и стр. 13 автореферата). Если такие расчеты были проведены, не ясно, почему они не были включены в диссертацию.
4. Следовало бы включить в список литературы источники, в которых обсуждаются способы получения и свойства наиболее современных материалов, используемых в качестве бронезащиты в последнее десятилетие.

## **7. Заключение о соответствии диссертационной работы требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.13 г. № 842 (далее – Положение)**

Диссертационная работа Житнюка С.В. является научно-квалификационной работой, имеющей актуальное технологическое значение (см. раздел 1 отзыва) для развития производства специальных видов конструкционных материалов широкого применения в части энерго- и ресурсосбережения; вносящей вклад в совокупность знаний о тугоплавких неметаллических материалах.

Предложенные автором диссертации решения главным образом аргументированы, их новизна и эффективность сравнимы с другими известными решениями в рассматриваемой области материаловедения и технологии материалов.

Число публикаций автора соответствует критериям п. 13 раздела II Положения (см. раздел 2 отзыва).

Несмотря на ряд замечаний по развернутому научному обоснованию полученных практических результатов, рецензируемую диссертацию в соответствии с п. 9 Положения можно квалифицировать как научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны при решении вопросов энерго- и ресурсосбережения в производстве специальных видов керамических материалов.

Основные результаты диссертационной работы обладают научной новизной и соответствуют паспорту специальности 05.17.11:

- в части формулы специальности: п. 1. «Силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы (СиТНМ), включающие: по химическому составу – оксиды, их соединения, силикаты ... и др.; по структуре слагающих фаз – аморфные и кристаллические (... , поликристаллические, нанокристаллические); по особенностям технологии, строению и функциональному назначению – ... керамика, ... композиционные материалы на основе СиТНМ (... композиционные керамические, ... и др.); по размерным параметрам – ... порошковые, ... покрытия»;

- в части формулы специальности: п. 2. «Физико-химические принципы технологии материалов и изделий из СиТНМ, включают стадии подготовки исходных материалов, смешивания и гомогенизации компонентов, формования заготовок или изделий, их упрочнения, высокотемпературных процессов, обработки материалов и изделий для придания им требуемых свойств, формы и размеров. Конструирование изделий ...

Технологические схемы производства материалов и изделий, применяемое оборудование. Ресурсо- и энергосбережение. Охрана труда и окружающей среды»;

- в части формулы специальности: п. 4. «Решение проблемы «состав-структурно-свойство» для конденсированных поли- и монодисперсных систем»;

- в части области исследований: п. 1. «Физико-химические основы технологии и свойства материалов и изделий. Материаловедение. Применение»: пп. 1.1. «Керамические и огнеупорные материалы и изделия на их основе. Получение исходных материалов, в том числе порошков с требуемой структурой (химическим и фазовым составом, формой частиц, размером, распределением по размеру); смешивание компонентов; формование заготовок; процессы обжига и спекания ...».

На основании изложенного следует заключить, что диссертационная работа Житнюка Сергея Викторовича «Керамика на основе карбида кремния, модифицированная добавками эвтектических составов» в целом соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.13 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Житнюк Сергей Викторович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

**Официальный оппонент**  
доктор технических наук,  
начальник лаборатории высокотермостойких,  
неорганических, радиопрозрачных  
материалов Открытого акционерного общества  
“Обнинское научно-производственное  
предприятие “Технология”

Е.И. Сузdal'cov  
18.02.15 г.

Сузdal'cov Евгений Иванович  
ОАО «ОНПП «Технология»  
249031 Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, д. 15  
info@technologiya.ru  
+7 (48439) 6-16-68

*Подпись Суздал'цова Е.И. за него  
зам. генерального директора по  
общим вопросам ОАО «ОНПП «Технология»*

