

## Отзыв

на автореферат диссертации Житнюка Сергея Викторовича «Керамика на основе карбида кремния, модифицированная добавками эвтектических составов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Вследствие непрерывного совершенствования и повышения эффективности стрелкового оружия, а также усиления обороноспособности государства, вызванного реалиями глобальной геополитической обстановки и террористических угроз, становится актуальным вопрос защиты личного состава и техники новыми передовыми бронематериалами. Наиболее перспективным материалом является комбинированная броня, выполненная из керамических пластин на основе карбида кремния и подложки изготовленной из армированных пластиков.

Научная новизна работы заключается в том, что были выявлены закономерности формирования микроструктуры керамики на основе карбида кремния при использовании эвтектических добавок, позволившие выбрать состав, обеспечивший понижение температуры спекания до 1900 °С. Показано, что введение в состав материала наночастиц карбида кремния приводит к формированию структуры материала по типу «композит в композите». 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 жидкофазном спекании карбида кремния. Эффективность данных добавок можно расположить в ряд:  $MnO - TiO_2 < CaO - B_2O_3 - SiO_2 < CaO - Al_2O_3 - Y_2O_3 < Al_2O_3 - ZrO_2 < MgO - Al_2O_3 - Y_2O_3$ . Так же установлено, что фазовый и гранулометрический составы обожженного материала, содержащего модifikator  $MgO - Al_2O_3 - Y_2O_3$ , не изменяются по сравнению с показателями исходной шихты, что позволяет предположить, что основным механизмом,

отвечающим за эффективное уплотнение такого материала, является перегруппировка частиц SiC в расплаве, образующемся в результате плавления эвтектических добавок.

Практическая ценность работы заключается в том, что автором получена керамика с высокими эксплуатационными показателями, а именно: пределом прочности при трехточечном изгибе  $450 \pm 25$  МПа, трещиностойкостью 4,2 МПа·м<sup>1/2</sup>, модулем упругости 360 ГПа, твердостью по Виккерсу 18,8 ГПа, что делает данный материал перспективным для применения в комбинированной броне для экипировки личного состава и защиты транспортных средств.

Полученные автором научные результаты интересны, как с научной, так и с практической точек зрения и, безусловно, могут быть использованы заинтересованными организациями при разработке материалов с специфическими свойствами для применения в оборонной промышленности, а также в учебном процессе при подготовке дипломированных специалистов, бакалавров и магистров, работающих над созданием подобного типа керамических материалов. В целом работа производит хорошее впечатление, как по ее объему выполнения, так и по характеру проведения научных исследований, подтвержденных современными методами исследования.

Однако, при рассмотрении представленных в автореферате данных, считаю, что следует сделать ряд вопросов и соображений:

1. с.7. (синтез эвтектической добавки). Опираясь только на данные петрографических исследований невозможно определить оптимальную температуру синтеза шпинели. На наш взгляд, для этого необходим комплекс анализов, включающий помимо петрографических исследований еще и рентгено-фазовый, микроскопический и пр.

2. В автореферате отсутствуют ссылки на сравнение полученного материала с уже имеющимися аналогами, например, с карбидокремниевой керамикой производства компании Saint-Gobain (Франция) или корундовыми бронематериалами, изготавливаемыми ХК ОАО «НЭВЗ-Союз» (Новосибирск, РФ).

Несмотря на вышепредставленные замечания, по своему содержанию

диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Автореферат на диссертацию Житнюка Сергея Викторовича содержит решения задач, имеющих существенное значение для соответствующей отрасли знаний, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор достоин присуждения ему звания кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Ведущий специалист технологического отдела ООО «ВПО Сталь»

кандидат технических наук, Иконников К. И.

Инженер-технолог ООО «ВПО Сталь»

кандидат технических наук, Кондрукевич А. А.

Подпись Иконникова К. И. и Кондрукевича А. А. заверяю:

Начальник технологического отдела ООО «ВПО Сталь»

кандидат технических наук, Съемщиков Н. С.

Иконников Константин Игоревич

143007, Московская обл., г. Одинцово, ул. Молодежная д. 46, офис 218

info@vpostal.ru

+7-495-641-31-66

+7-926-349-90-59

