



Государственный научный центр Российской Федерации

Акционерное общество
«Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А. Г. Ромашина»
(АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина)»

249031, г. Обнинск Калужской обл., Киевское шоссе, 15
(484) 396-39-87, (484) 399-68-68,
факс (484) 396-45-75, телетайп 183507 "Алмаз"
info@technologiya.ru; technologiya.ru

ОКПО 07548617; ОГРН 1114025006160;
ИНН/КПП 4025431260/402501001

23.08.2021 № 8299

На № от

О направлении отзыва

Ученому секретарю
Диссертационного совета
Д 002.060.04 при ФГБУН Институт
металлургии и материаловедения им
А.А.Байкова Российской академии
наук (ИМЕТ РАН)
Ивичевой С.Н.
Ленинский пр-т, д. 49,
г. Москва, 119334
E-mail: imet@imet.ac.ru,
ivitcheva@mail.ru

Уважаемая Светлана Николаевна!

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертационной работы Фроловой Марианны Геннадьевны «Композиционная керамика на основе карбида кремния, армированная волокнами карбида кремния», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

Приложение: Отзыв на 2 л. в 2 экз.;

Ученый секретарь,
кандидат технических наук

Н.И.Ершова

Атрохин Илья Сергеевич
8 (484) 399-67-72



095148

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Фроловой Марианны Геннадьевны
«Композиционная керамика на основе карбида кремния, армированная волокнами карбида
кремния»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности

05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Карбид кремния выделяется среди других керамических материалов температурной стабильностью, высоким уровнем физико-химических и механических характеристик. Благодаря этому карбид кремния применяется в химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающих отраслях, в машиностроении, авиации, а также в качестве режущего инструмента, нагревателей и высокотемпературных тиглей.

Разработка композиционной керамики на основе карбида кремния, армированной волокнами карбида кремния, позволит увеличить прочностные свойства материалов и уменьшить хрупкость керамики, по сравнению с монолитными материалами.

С учетом вышеизложенного, **актуальность** выбранной соискателем темы не вызывает сомнений.

Автором убедительно обоснована актуальность работы, четко поставлены ее цель и задачи, а также концентрированно и всесторонне сформулированы научная новизна, практическая значимость.

Основное внимание в диссертационной работе Фроловой М.Г. уделено изучению закономерностей формирования керамических композиционных материалов в системе SiC – SiC при горячем прессовании (взаимодействие спекающих добавок $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG) и смеси оксидов $Y_2O_3-Al_2O_3$ (3:5) с матричным материалом, влияние структурных характеристик исходных порошков на свойства матричного материала, зависимость свойств композиционной керамики от содержания армирующего компонента), а также исследованию свойств волокон SiC, полученных силицированием углеродной ткани парами SiO.

Научная новизна заключается в разработке композиционного керамического материала в системе SiC-SiC_{Г-Д} (YAG, $Y_2O_3-Al_2O_3$ (3:5)), с использованием в качестве армирующего компонента волокон SiC, полученных методом силицирования углеродной ткани парами SiO. Установлена зависимость прочности при изгибе ($\sigma_{изг.}$) керамических образцов от содержания армирующего компонента: с увеличением содержания волокон SiC до 10 мас.% $\sigma_{изг.}$ линейно возрастает. Наиболее высокие значения наблюдаются у композитов, полученных из СВС порошка карбида кремния со спекающей добавкой YAG (10 мас.%) – прочность при изгибе возрастает с 390 ± 22 МПа до 633 ± 33 МПа.

Установлены зависимости физико-химических и механических свойств неармированных образцов SiC керамики от дисперсности и морфологии частиц порошков исходного карбида кремния, полученного разными методами, и содержания спекающих добавок (YAG, $Y_2O_3-Al_2O_3$ (3:5)).

Достоверность проведенных исследований подтверждена использованием современного оборудования и аттестованных методик исследований, значительным количеством экспериментальных данных.

Практическое значение работы подтверждено разработкой оригинального способа получения карбидокремниевой керамики методом горячего прессования в защитной атмосфере аргона при температуре $1850^\circ C$ с выдержкой 30 минут, в котором армирующий компонент (волокна SiC) получен силицированием углеродной ткани парами SiO. Определены технологические условия достижения высокого уровня механических характеристик композиционной керамики, полученной из СВС порошков карбида кремния, с размером частиц 100-400 нм, при использовании добавки YAG (10 мас.%). Это позволяет рекомендовать разработанную керамику для изготовления деталей, работающих в сложных эксплуатационных условиях (широкий интервал температур, агрессивная среда, механические и ударные нагрузки).

Замечания по диссертационной работе:

1. Результаты исследований механических характеристик композитов представлены в узком диапазоне температур, что противоречит рекомендуемым условиям эксплуатации. Кроме того, перечень представленных свойств разработанного материала в целом является не достаточно полным для получения о нем объективного представления.
2. Не исследована анизотропия свойств композиционной керамики, что существенно сужает области применения.
3. При исследовании микроструктуры порошков карбида кремния, поперечного сечения углеродных и карбидкремниевых волокон, поверхности реакционноспеченного SiC после взаимодействия с различными добавками, керамики и композитов представлены фотографии с разным увеличением, что затрудняет проведение сравнительной оценки.

Данные замечания могут быть учтены автором в дальнейших публикациях по теме исследования, не влияют на положительную оценку работы в целом и не снижают общей научной и практической значимости диссертационной работы.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Автореферат достаточно полно отражает суть исследования и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней. Автор Фролова Марианна Геннадьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Начальник лаборатории по разработке материалов на основе нитридов, карбидов и боридов для изделий ракетной техники и технологии изготовления изделий на их основе, кандидат физико-математических наук

 М.Г.Лисаченко

Заместитель начальника лаборатории по разработке материалов на основе нитридов, карбидов и боридов для изделий ракетной техники и технологии изготовления изделий на их основе

 Л.А.Чевыкалова

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»
Государственный научный центр Российской Федерации
249031, г.Обнинск, Калужской области, Киевское шоссе, 15
E-mail: info@technologiya.ru, факс (484) 396-45-75

Подпись начальника лаборатории М.Г.Лисаченко и заместителя начальника лаборатории Л.А.Чевыкаловой заверяю:

Начальник ОКА

АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина»





Е.А.Чуканова