

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23555

(13) С1

(46) 2021.10.30

(51) МПК

C 04B 35/10 (2006.01)

C 04B 35/645 (2006.01)

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОГО КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

(21) Номер заявки: а 20180517

(22) 2018.12.14

(43) 2020.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Шмурадко Валерий Трофимович; Пантелеенко Федор Иванович; Реут Олег Павлович; Руденская Наталья Александровна; Пантелеенко Екатерина Федоровна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ШМУРАДКО В.Т. и др. Физико-химические процессы в материаловедении и технологиях износостойкой корундовой керамики: дюзы для риммеров подземной проходки грунтов. Новые огнеупоры, 2016, № 7, с. 54-60. ШМУРАДКО В.Т. и др. Особенности структурной инженерии в технологиях триботехнических материалов и изделий. Наука - образованию, производству, экономике: материалы 13-й Международной научно-технической конференции (68-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ). Минск: БНТУ, 2015, т. 1, с. 368-369.

RU 2021225 С1, 1994.

RU 2525538 С1, 2014.

US 4582812, 1986.

DE 3219607 А1, 1982.

(57)

Способ получения износостойкого керамического материала на основе оксида алюминия, при котором выполняют размол корундового порошка в жидкой водной среде с рН 0-14, в полученную шликерную суспензию последовательно вводят оксид магния, диоксид циркония, частично стабилизированный оксидом иттрия, бёмит, оксид хрома и при необходимости муллит и кордиерит при следующем их соотношении, мас. %:

корундовый порошок	14,0-92,5
оксид магния	0,5-10,0
диоксид циркония, частично стабилизированный оксидом иттрия	0,5-33,0
бемит	6-30
оксид хрома	0,5-5,0
муллит	0-12
кордиерит	0-7,

ВУ 23555 С1 2021.10.30

BY 23555 C1 2021.10.30

получают шликерные отливки, которые сушат, гранулируют, прессуют и спекают в вакууме, азоте, в нейтральной или окислительной среде при 1350-1800 °С со скоростью подъема температуры 0,5-25 град/мин.

Изобретение относится к области технической керамики и, в частности, к способу получения износостойких композиционных керамических материалов на основе оксида алюминия и может быть использовано при создании абразивноизносостойких и триботехнических материалов и изделий из них.

Известен способ получения износостойкого керамического материала [1], состоящий из совместного помола глинозема, кварцевого песка, оксида хрома технического и марганца углекислого, прокалки компонентов при 1400 °С; вторичного помола снека шликерного литья заготовок и их спекания при 1550 °С.

Недостатком данного способа получения износостойких материалов является применение кварцевого песка, вызывающего структурное разупрочнение материала за счет полиморфизма кремнезема, образующейся стеклофазы.

Наиболее близким техническим решением к заявляемому объекту является способ получения материала [2], включающий получение золя, гелеобразование, сушку геля, измельчение, разделение на фракции, формование и спекание.

Недостатком указанного способа является высокая технологическая трудоемкость получения ультрадисперсных порошков (УДП) и их превращения в износостойкие изделия с применением золь-гель процессов, которые требуют строгого соблюдения стехиометрии исходных составов и реагирующих компонентов только при получении качественных порошков.

Кроме того, УДП, полученные по золь-гель процессам, создают проблемы при прессовании: плохо уплотняются и формируются из-за высокой дисперсности и требуют предварительной температурой обработки - спекания до заданной плотности с последующим размолотом спека с рассевом на фракции.

Задачей изобретения является разработка способа получения (с минимумом технологических переделов) конструкционного износостойкого керамического материала на основе корунда, способного работать при нормальных и повышенных температурах в агрессивных средах.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в способе получения износостойкого керамического материала на основе оксида алюминия, при котором выполняют размол корундового порошка в жидкой водной среде с рН 0-14, в полученную шликерную суспензию последовательно вводят оксид магния, диоксид циркония, частично стабилизированный оксидом иттрия, бемит, оксид хрома и при необходимости муллит и кордиерит при следующем их соотношении, мас. %:

корундовый порошок	14,0-92,5
оксид магния	0,5-10,0
диоксид циркония, частично стабилизированный оксидом иттрия	0,5-33,0
бемит	6-30
оксид хрома	0,5-5,0
муллит	0-12
кордиерит	0-7,

получают шликерные отливки, которые сушат, гранулируют, прессуют и спекают в вакууме, азоте, в нейтральной или оксидной среде при 1350-1800 °С со скоростью подъема температуры 0,5-25 град/мин.

Пример 1.

Способ получения износостойкого керамического материала с применением шликерного литья. Материалы оптимальных составов 5, 6 получают при следующих технологических операциях.

Приготовление суспензий и литейного шликера на основе корундового порошка (фракции 7-10 мкм) выполнялось жидкостным размолотом на размольной установке с рН водной среды 1,5-3,5 (кислая среда) и рН 9-9,5 (щелочная среда). Затем в корундовую суспензию последовательно вводились: оксид магния, диоксид циркония, частично стабилизированный оксидом иттрия, бемит, оксид хрома, муллит и кордиерит. Компоненты, легирующие корундовый порошок (при размолотом) и модифицирующие его структуру (при спекании) - простые и сложные оксидные добавки, вводились в размольную установку с интервалом 30 мин. Суммарное время размолотом составило 3,5 ч. Во время размолотом в кислом (раствор HCl в H₂O) и щелочном (жидкое стекло, сода кальцинированная, триполифосфат натрия, углещелочной реагент) электролитах обеспечивались: рН₁ 1,5-3,5 и рН₂ 9-9,5 литейных шликеров и, соответственно, вязкость (η , Па·с) для рН₁ составила 0,1-0,3, для рН₂ - 0,4-0,6; относительная плотность суспензий была 0,56-0,6 и 0,6-0,68; плотность отливок 0,65-0,69 и 0,7-0,76; прочность отливок, высушенных при 150 °С, составила $\sigma_{изг.} = 0,5-0,8$ МПа и $\sigma_{сж.} = 1,3-3,6$ МПа.

Составы и свойства спеченных материалов, полученных шликерным литьем (5* и 6*) и прессованием (3* и 4*) гранул, представлены в табл. 1 и 2.

Пример 2.

Способ получения износостойкого керамического материала методом прессования шликерных гранул. Технология получения износостойких материалов из указанных составов (3* и 4*) включает: сушку шликерных отливок до влажности 5-10 мас. %, получение из отливок гранул фракцией 0,1-1 мм; засыпку гранулированной шихты в пресс-форму; виброуплотнение и прессование при давлении 150-200 МПа. Спекание изделий выполняется в окислительной атмосфере электропечи при 1350-1800 °С и с выдержкой 4-5 ч. При этом достигнуты следующие характеристики материала: относительная плотность 0,7-0,81; прочность при сжатии $\sigma_{сж.} = 2-3,5$ МПа, при изгибе $\sigma_{изг.} = 0,4-1,5$ МПа. Значения характеристик спрессованных и спеченных материалов (3*, 4*) приведены в табл. 2.

Таблица 1

Составы износостойкого керамического материала

№ материала	Исходные фазы материала	Содержание фаз в материале, мас. % и номер состава						
		1	2	3*	4*	5*	6*	7
1	$\alpha - Al_2O_3$	92,5	78	62	46	31	14	23
2	MgO	0,5	1,5	3	6	7	9	10
3	ZrO ₂ ЧСЦ Y ₂ O ₃	0,5	3	9	18	21	27	33
4	AlOOH	6	10	15	20	25	30	10
5	Cr ₂ O ₃	0,5	1	1,5	2	3	4	5
6	муллит	-	5	7	6	10	11	12
7	кордиерит	-	1,5	2,5	2	3	5	7

* - оптимальные составы.

Свойства износостойкого материала

№ пп	Характеристика материала	№ состава материала, мас. %						
		1	2	3*	4*	5*	6*	7
1	Общая пористость, %	99,5	93,1	93,5	94,7	95,8	95,6	95
2	Прочность при сжатии, $\sigma_{сж.}$, МПа	141	190	270	348	360	300	-
3	Прочность при изгибе, $\sigma_{изг.}$, МПа	298	336	590	673	697	661	-
4	Твердость H_v , ГПа	17,9	17,2	16,2	15,5	15	14,3	13,6
5	Модуль упругости, E , ГПа	370	361	349	311	275	253	248
6	Трещиностойкость, K_{Ic} , МПа \times м ^{0,5}	6,3	6,9	7,7	8,1	8,9	8,7	7,1
7	Теплопроводность, Вт/м \cdot К при 20 °С	16,9	19,1	24,9	28,8	30,3	31,1	-
8	КТЛР, $\alpha \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ при 20-100 °С	7,7	5,3	4,4	5,1	4,9	4,9	4,3
9	Термостойкость R_t 1000 - 20 °С, число воздушных теплосмен	25	27	32	30	33	36	35
10	Коэффициент трения	-	0,5-0,7	0,3-0,4	0,35-0,4	0,3-0,35	0,3	0,3
11	Износостойкость, $R_{и ст.}$	5,5	5,2	3,5-4,3	4,3-5,0	4,4-4,9	4,35	5,3

Согласно разработанной технологии прессования гранулированных порошков, полученных из шликерных отливок, были изготовлены и испытаны в рамках хоздоговоров: кольца уплотнительные для высокооборотистых устройств холодильно-морозильного оборудования (ООО "Громин", г. Минск, абразивноизносостойкие дюзы (сопла), установленные на риммерах подземной проходки грунтов и последующей футеровки подземного канала мелкозернистыми бетонами (ООО "КлассикСтройКомплект", г. Минск). Получены положительные результаты испытаний материалов, изделия были установлены и прошли испытания на промышленном оборудовании; кроме того, материалы на основе корунда прошли испытания в сталепроволочном цехе (СтПЦ) на ОАО РУП "БМЗ - УКХ "БМК" (г. Жлобин) в качестве поддерживающих износостойких роликов при производстве металлокорда. С РУП "БМЗ" заключен и выполнен хоздоговор на поставку поддерживающих роликов (х/д № 02/17, от 21.11.2017).

Источники информации:

1. RU 2053976, 2003.
2. RU 2021225, 1994.