



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004137488/15, 27.05.2003

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.05.2003(30) Конвенционный приоритет:
31.05.2002 (пп.1-17) EP 02012031.7

(43) Дата публикации заявки: 10.08.2005

(45) Опубликовано: 27.01.2008 Бюл. № 3

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5045511 A 03.09.1991. WO 0140414 A1
07.06.2001. EP 0388010 A1 19.09.1990. US
3574548 A 13.04.1971. US 3309437 A
14.03.1967. EU 2031887 C1 27.03.1995.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
31.12.2004(86) Заявка РСТ:
EP 03/05538 (27.05.2003)(87) Публикация РСТ:
WO 03/101584 (11.12.2003)

Адрес для переписки:
119034, Москва, Пречистенский пер., 14,
стр.1, 4 этаж, "Гоулингз Интернэшнл Инк.",
В.Н.Дементьеву

(72) Автор(ы):
ДЖАМА Кассим (GB)(73) Патентообладатель(и):
ВЕЗУВИУС КРУСИБЛ КОМПАНИ (US)

(54) КЕРАМИЧЕСКИЙ ФИЛЬТР ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА И СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области изготовления керамических изделий. Предлагается упрочненный волокном керамический фильтр для фильтрации расплавленного металла, который содержит порошок и волокна, связанные сетью графитизируемого углерода, предлагается способ изготовления таких фильтров, включающий

пропитку вспененного материала суспензией, содержащей керамический порошок, волокна и предшественник графитизируемого углеродного связующего, сушку и обжиг в отсутствие окисляющего агента при 500-1000 °С до частичной или полной графитизации углерода. Полученный фильтр обладает повышенной механической прочностью и жесткостью. 2 н. и 15 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2004137488/15, 27.05.2003**(24) Effective date for property rights: **27.05.2003**(30) Priority:
31.05.2002 (cl.1-17) EP 02012031.7(43) Application published: **10.08.2005**(45) Date of publication: **27.01.2008 Bull. 3**(85) Commencement of national phase: **31.12.2004**(86) PCT application:
EP 03/05538 (27.05.2003)(87) PCT publication:
WO 03/101584 (11.12.2003)Mail address:
**119034, Moskva, Prechistsenskij per., 14,
str.1, 4 ehtazh, "Goulingz Internehshnl
Ink.", V.N.Dement'evu**(72) Inventor(s):
DZhAMA Kassim (GB)(73) Proprietor(s):
VEZUVIUS KRUSIBL KOMPANI (US)(54) **CERAMIC FILTER FOR FILTERING MELT METAL AND ITS MANUFACTURING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: manufacture of ceramic articles.

SUBSTANCE: fiber-reinforced ceramic filter for filtering melt metal containing powder and fibers bonded with net of graphitized carbon. Method for making such filters comprises steps of impregnating foamed material with suspension containing ceramic powder, fibers and precursor

of graphitized carbon containing binder; drying and firing without oxidizing agent at temperature 500 - 1000°C till partial or complete graphitization of carbon.

EFFECT: improved mechanical strength and rigidity of ceramic filter.

17 cl, 6 notes

Настоящее изобретение имеет отношение к созданию упрочненного волокном керамического фильтра, который содержит связанную сеть графитированного углерода, а также имеет отношение к созданию способа изготовления таких фильтров.

Для обработки расплавленных металлов желательнее удалять экзогенные
5 интерметаллические включения, такие как включения исходных материалов, шлак, дросс и оксиды, которые образуются на поверхности ванны расплава, а также небольшие фрагменты огнеупорных материалов, которые используют для облицовки камеры или резервуара, в которых образуется расплав металла.

Удаление таких включений позволяет создать однородный расплав, позволяющий
10 повысить качество получаемой продукции, в особенности при выпуске стали, чугуна и алюминия. Для этого в настоящее время широко используют керамические фильтры, так как они позволяют выдерживать тяжелые термические удары, благодаря их стойкости к химической коррозии и их способности выдерживать механические напряжения.

Для изготовления таких керамических фильтров обычно производят перемешивание
15 керамического порошка с подходящими органическими связующими материалами и водой, чтобы получить пасту или суспензию. Суспензию используют для пропитки пенополиуретана, который затем подвергают сушке и обжигу при температуре в диапазоне от 1000 до 1700°C. За счет такой обработки горючий материал выгорает при спекании и образуется пористое тело. В патентах США US-A-2,460,929 и US-A-2,752,258 приведены
20 примеры таких известных способов.

Кроме того, фильтр с открытыми порами, который вместо случайного распределения
неравномерных связанных каналов содержит ряды параллельных каналов, распределенных в материале фильтра, обычно может быть получен при помощи
25 гидравлического прессования влажного керамического порошка и органического связующего материала, проводимого в пресс-форме с перпендикулярными шпильками. За счет этого получают перфорированную структуру, отформованную в виде дисков или блоков. После этого перфорированное изделие обжигают при температуре в диапазоне от 1000 до 1700°C, выбираемой в зависимости от конечного применения с получением
30 перфорированного диска. В ходе обжига образуется керамическая и/или стекловидная связка.

В публикации WO 01/40414 A1 описано использование пресс-формы с повышенным
давлением. В соответствии с этой публикацией требуется регулировать давление внутри
пресс-формы, чтобы получить пористую структуру, причем пористость в этом случае не
35 является полностью открытой. Следует иметь в виду, что требование использования фильтра для фильтрации является основным, а в указанной публикации даже нет подтверждений того, что этот фильтр был действительно использован для фильтрации
металла. Кроме того, упомянута только фильтрация алюминия, так как такой фильтр является слишком слабым для фильтрации стали. В указанной публикации описан только
40 углеродный фильтр без всякой керамики. Процесс изготовления фильтра основан на регулировании давления внутри пресс-формы. Такой процесс трудно контролировать.

В патенте США US-A-4,514,346 описано использование фенолоальдегидного полимера
для проведения реакции с кремнием при высоких температурах, чтобы образовать карбид
кремния. Этот патент предусматривает только образование пористого карбида кремния,
45 причем не предусматривается использование углеродной связки. Для получения карбида кремния используют не водный процесс с температурами свыше 1600°C, причем полученная за счет применения такого процесса пористость является закрытой пористостью, которая не может быть использована при фильтрации, для которой требуется
открытая пористость.

В патенте Великобритании GB-A 970591 описано изготовление изделий из графита,
50 имеющих высокую плотность и низкую проницаемость. В процессе изготовления в качестве растворителя используют органический растворитель, а именно, фурфуроловый спирт, а не воду. Используют 25% связующего материала в виде пека, при полном отсутствии керамического материала. Окончательное нагревание проводят при температурах свыше

2700°C. Полученная пористость является скорее закрытой, а не открытой пористостью.

В патенте США № US-A-3,309,433 описан способ изготовления имеющих высокую плотность изделий из графита. В процессе изготовления имеющих высокую плотность изделий из графита для ядерных применений используют горячее прессование. Для связывания графита применяют специальный материал, называемый Dibenzanthrone. Предложенный способ не имеет практического применения в области фильтрации металла. В предложенном процессе совсем не используют керамические материалы. В предложенном процессе применяют температуры до 2700°C.

В европейском патенте EP 0251634 B1 описан подходящий способ изготовления заданных пористых керамических тел, имеющих ячейки с гладкими стенками, полученные при помощи порообразователей, и поры с закругленными кромками, которые соединяют ячейки.

В патенте США US-A-5,520,823 описаны фильтры, предназначенные только для фильтрации алюминия. Связывание производят с использованием боросиликатного стекла. Обжиг проводят на воздухе, в результате чего значительное количество графита теряется за счет окисления воздухом. Фильтры, предназначенные для фильтрации алюминия, обычно обжигают при температурах около 1200°C, в то время как фильтры, предназначенные для фильтрации чугуна, обжигают при температурах 1450°C, а предназначенные для фильтрации стали обжигают при температурах свыше 1600°C.

Несмотря на широкое применение керамических фильтров указанного типа для фильтрации металлов, они имеют множество следующих недостатков, которые ограничивают возможность их применения.

1. Керамические фильтры, даже после их предварительного нагревания могут быть забиты застывающими частицами при первом контакте с расплавленным металлом. Чтобы избежать забивания фильтров, обычно используют перегретый расплавленный металл при температуре ориентировочно на 100°C выше температуры ликвидуса. Эта практика является дорогостоящей и расточительной с энергетической точки зрения, причем любое усовершенствование, позволяющее понизить температуру обработки расплавленного металла, является весьма полезным. Уже известно нанесение покрытий из углерода на поверхность керамических фильтров, чтобы снизить тепловую массу детали, которая входит в прямой контакт с расплавленным металлом.

В патенте EP 0463234 B1 предложено также наносить вступающий в экзотермическую реакцию термитный материал на покрытую углеродом поверхность керамического фильтра. Такое решение, несмотря на то, что оно позволяет понизить температуру, необходимую для течения расплавленного металла, повышает стоимость изготовления фильтров и имеет весьма узкие границы применения, так как термитное покрытие должно быть согласовано с типом расплавленного металла, для которого его используют.

В любом случае, как углеродное, так и термитное покрытия позволяют снизить высокую тепловую массу керамического фильтра, однако не устраняют другие недостатки.

2. Керамические и стекловидные связки могут размякаться и склонны к ползучести при высоких температурах, что часто приводит к эрозии фильтра и последующему загрязнению расплава.

3. Растрескивание за счет термического удара или химическая (восстановительная) коррозия за счет расплава металла представляет собой проблему, которая часто встречается при использовании фильтров с керамической и стекловидной связками.

4. Необходимость использования чрезвычайно высоких температур обжига, особенно в случае керамических фильтров, предназначенных для фильтрации стали, представляет собой серьезный недостаток обычных керамических фильтров, который еще более усугубляется в том случае, когда для изготовления фильтров требуются дорогостоящие керамические исходные материалы.

5. Следует также иметь в виду, что необходимо избегать использования диоксида циркония, который имеет относительно сильное фоновое излучение и поэтому является вредным.

В находящейся на одновременном рассмотрении европейской заявке EP 01121044 описан керамический фильтр, подходящий для фильтрации расплавленного металла, который содержит керамический порошок, связанный при помощи сети графитированного углерода. Связанные углеродом керамические материалы обычно являются слабыми и
5 обладают низкой механической прочностью. Связанные углеродом фильтры, описанные в этой заявке, имеют ограниченную механическую прочность, которая создает проблемы при транспортировке и использовании, и снижает способность фильтров выдерживать давление на них расплавленного металла.

Кроме того, такие фильтры являются хрупкими и могут разрушаться на куски, которые
10 попадают в литейную форму и вызывают загрязнение расплавленного материала.

Задачей настоящего изобретения является создание фильтра для фильтрации металла, который обладает повышенной механической прочностью и жесткостью.

В керамическом фильтре, подходящем для фильтрации расплавленного металла в соответствии с настоящим изобретением, используют трехмерную сеть связки из
15 графитируемого углерода для связывания волокон и керамического порошка.

В соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения, предлагается керамический фильтр, подходящий для фильтрации расплавленного металла, который содержит керамический порошок и волокна, связанные при помощи сети графитируемого углерода.

Термин "графитируемый" означает, что углеродная связка, полученная за счет пиролиза предшественника углерода, может быть преобразована в графит, аналогично
преобразованию связки за счет нагревания до высокой температуры в отсутствие воздуха. Графитируемый углерод отличается от стекловидного углерода тем, что стекловидный углерод невозможно преобразовать в графит, вне зависимости от того, насколько высокой
25 является температура нагревания.

Углеродная связка такого типа обладает следующими предпочтительными характеристиками:

Существенно сниженная стоимость изготовления.

Обжиг может быть проведен при намного более низкой температуре, что позволяет
30 создать полную сеть углеродной связки из предшественника углеродной связки. Как правило, фильтры обжигают при температуре в диапазоне от 500°C до 1000°C.

Требуется существенно более низкий перегрев.

Низкая тепловая масса.

Более высокая термостойкость.

Отсутствие загрязнения окружающей среды.

Фильтры с углеродной связкой в соответствии с настоящим изобретением обладают относительно малой тепловой массой. За счет этого, для проведения фильтрации не
требуется перегревать металл, что снижает потребление энергии.

Во время непрерывной работы, направленной на повышение качества и улучшение
40 характеристик фильтров с углеродной связкой, авторы настоящего изобретения обнаружили, что добавление до 20% по весу волокон, а преимущественно до 10% по весу волокон, в состав материала фильтра приводит к существенному улучшению характеристик фильтров, в частности к повышению механической прочности, к улучшению жесткости конструкции, к повышению ударной вязкости и термостойкости. За счет указанных
45 улучшений повышается фильтрационная способность, обеспечивается лучшая механическая целостность и меньшее загрязнение расплавленного металла. Кроме того, за счет высокой механической прочности углеродной связки в сочетании с волокном, при высоких температурах разлива металла не происходит размягчение или изгибание фильтра. Это дополнительно способствует лучшей очистке расплавленного металла.

Связанные графитируемым углеродом фильтры, которые дополнительно содержат
50 волокна в соответствии с настоящим изобретением, обладают следующими преимуществами по сравнению с фильтрами, имеющими стекловидную углеродную связку:

- Высокая стойкость к окислению,

- Высокая механическая прочность,
- Высокая ударная вязкость,
- Низкая микропористость,
- Низкая удельная поверхность,
- 5 - Структурная гибкость,
- Пониженная хрупкость,
- Высокая экономичность в эксплуатации.

Для получения оптимальных характеристик фильтра, который кроме керамического порошка содержит графитированный углерод, который образует связанную сеть в соответствии с настоящим изобретением, этот графитированный углерод должен составлять до 15% по весу фильтра, преимущественно до 10% по весу, а еще лучше, по меньшей мере от 2% по весу до 5% по весу.

Традиционно, волокна добавляют в керамические и композиционные материалы для того, чтобы повысить механическую прочность и придать жесткость изделиям. В качестве волокон могут быть использованы металлические волокна, органические волокна, такие как полиэфирные волокна, вязкозные волокна, полиэтиленовые волокна, полиакрилонитриловые (PAN) волокна, арамидные волокна, полиамидные волокна, и т.п., или керамические волокна, такие как алюмосиликатные волокна, волокна из оксида алюминия или стеклянные волокна, или же углеродные волокна, которые содержат 100% углерода. Все эти типы волокон используют в различной степени в керамике для того, чтобы улучшить свойства керамического материала, такие как механическая прочность, ударная вязкость и термостойкость.

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что добавление волокон указанных типов в известные связанные углеродом фильтры приводит к существенному повышению механической прочности фильтров, а также к повышению ударной вязкости и термостойкости. Механическая прочность за счет использования волокна может быть увеличена в 3 раза (то есть от 0.5 МПа до 1.5 МПа), при соответствующем повышении ударной вязкости и термостойкости. В результате, емкость фильтрации фильтровального устройства может быть повышена по меньшей мере в 2 раза. Например, углеродный фильтр с размерами 100 мм × 100 мм × 20 мм, который имеет нормальную емкость фильтрации, составляющую 100 кг стали, при добавлении 5% керамических волокон будет иметь емкость фильтрации 200 кг стали. В частности, керамические волокна и углеродные волокна не изменяют свои физические свойства при их введении в материал фильтра, так как они имеют высокую термостабильность. Органические волокна, с другой стороны, преобразуются во время обжига фильтров в углеродные волокна (то есть претерпевают процесс пиролиза). Это является благоприятным для керамических или металлических волокон.

Авторы настоящего изобретения обнаружили, что благоприятный эффект добавления волокон зависит от количества добавленных волокон, длины волокон, а также от природы и типа добавленных волокон. Чем выше процент добавленных волокон, тем прочнее становится фильтр. Однако очень высокий процент добавленных волокон нежелателен, так как это оказывает отрицательное влияние на реологию суспензии. Наилучшие результаты получают за счет введения углеродных волокон, а несколько худшие - за счет введения керамических волокон. С другой стороны, углеродные волокна являются самыми дорогими, в то время как органические волокна являются самыми дешевыми. Органические волокна являются наиболее экономичными для использования, так как их добавляют намного меньше, чем углеродных или керамических волокон (меньше чем 2%). Однако органические волокна сильнее влияют на реологию суспензии, чем керамические или углеродные волокна. Применяют как рубленые, так и цельные волокна, которые добавляют во время операции перемешивания ингредиентов фильтра, при этом никакое дополнительное оборудование для перемешивания не требуется.

Фильтры в соответствии с настоящим изобретением содержат от 0.1 до 20% по весу, преимущественно, от 1 до 10% по весу указанных волокон, а еще лучше, 5% по весу

указанных волокон.

Волокна, которые используют в соответствии с настоящим изобретением, преимущественно имеют длину от 0.1 мм до 5 мм.

5 Связанные углеродом керамические фильтры изготавливают при помощи способа, который включает в себя следующие операции:

а) пропитка вспененного материала, изготовленного из термопластического материала, при помощи суспензии, которая содержит волокна, керамический порошок и предшественник графитизируемого связывающего углерода и, возможно, другие добавки;

10 б) сушку, возможно, с последующей одной или двумя операциями покрытия той же самой суспензией, чтобы увеличить массу, после чего проводят окончательную сушку;

с) обжиг пропитанного вспененного материала в не окисляющей и/или восстанавливающей атмосфере при температуре в диапазоне от 500°C до 1000°C, а преимущественно от 600°C до 700°C;

15 в результате чего предшественник графитизируемого углерода преобразуется по меньшей мере частично или полностью в связанную сеть графитизируемого углерода, а органические волокна претерпевают пиролиз.

В этом процессе используют термопластический материал для получения вспененного материала, который пропитывают суспензией, преимущественно содержащей полиуретан или состоящей из него.

20 Преимущественно следует производить перемешивание волокон с предшественником графитизируемого углерода до проведения пропитки вспененного материала керамическим порошком, водой, органическим связующим материалом и добавками, чтобы контролировать реологию.

25 Источником углеродной связки, то есть предшественником графитизируемого углерода, преимущественно является пек с высокой температурой плавления (НМР), так как он обеспечивает оптимальные свойства, такие как высокая технологичность, низкая стоимость и высокое качество продукта. Однако следует иметь в виду, что могут быть использованы и другие предшественники углеродной связки, позволяющие получать связанные углеродом материалы, такие как синтетические или природные смолы и
30 спекаемый углерод, при условии, что он является графитизируемым и может быть преобразован в связанную сеть графитизируемого углерода при обжиге в соответствии с настоящим изобретением. Таким образом, связующие материалы в виде синтетической смолы, образующие стекловидный углерод, который не может быть преобразован в графит, не могут рассматриваться в качестве предшественников углерода, так как в этом случае
35 получаемый продукт имеет низкую стойкость к окислению, низкую механическую прочность, высокую хрупкость и низкую термостойкость.

Кроме того, по экономическим и экологическим соображениям, предшественник углерода должен быть совместимым с водой. Однако также могут быть использованы и предшественники углерода на базе органического растворителя.

40 В соответствии с изобретением используют суспензию, которая содержит: волокна в диапазоне от 0.1 до 20% по весу, предшественник графитизируемого углерода в диапазоне от 2 до 15 частей по весу, керамический порошок до 95 частей по весу, противокислительный материал в диапазоне от 0 до 80 частей по весу,
45 графит в диапазоне от 0 до 90 частей по весу, органический связующий материал в диапазоне от 0 до 10, а преимущественно от 0.2 до 2 частей по весу; и, диспергирующее вещество в диапазоне от 0 до 4, а преимущественно от 0.1 до 2 частей по весу.

50 Воду добавляют в необходимом количестве. Для приготовления суспензии необходимо от 20 до 70 частей по весу воды в зависимости от природы керамических материалов наполнителя.

Керамический порошок может содержать оксид циркония, диоксид кремния, оксид

алюминия, бурый плавленный глинозем, оксид магния, любой тип глины, тальк, слюду, карбид кремния, нитрид кремния, а также их смесь. Графит также может быть использован в качестве замены керамического порошка.

Предпочтительными противокислительными материалами в соответствии с настоящим изобретением являются порошки таких материалов, как сталь, железо, бронза, кремний, магний, алюминий, бор, борид циркония, борид кальция, борид титана и т.п., и/или стеклообразная фритта, содержащая от 20 до 30% по весу оксида бора.

Органическими связующими материалами, предпочтительными в соответствии с настоящим изобретением, являются сырые (не обработанные) связующие материалы, такие как поливиниловый спирт, крахмал, гуммиарабик, сахар и т.п., или любая их комбинация. Эти связующие материалы могут быть добавлены для улучшения механических свойств наполнителей во время обработки, ранее проведения обжига. Кроме того, крахмал и гуммиарабик могут быть добавлены в качестве загустителя.

Предпочтительными диспергирующими веществами в соответствии с настоящим изобретением являются Desprex[®], сульфонат лигнина и т.п., или любая их комбинация, которая помогает понизить содержание воды в суспензии и улучшает реологию.

Суспензия может дополнительно содержать пластификатор, такой как полиэтиленгликоль (преимущественно, с молекулярной массой от 500 до 10000) до 2 частей по весу и антипенное вещество, такой как антипенный кремний, до 1 части по весу.

Далее изобретение будет описано со ссылкой на примеры.

Примеры

В качестве графитируемого пека с высокой температурой плавления (НМР) был использован угольно-асфальтовый пек, имеющий температуру стеклования 210°C, коксовое число 85% и зольность 0,5%. Этот пек имеется в продаже в виде мелкого порошка.

Во всех примерах полученную смесь обжигали в инертной атмосфере при температуре в диапазоне от 600°C до 900°C, в течение времени от 20 до 120 мин, со скоростью нагрева в диапазоне от 1°C/мин до 10°C/мин.

А: Фильтры первого типа:

Пример 1

Пенополиуретан разрезали на куски необходимого размера и пропитывали суспензией, которая содержит 70 г не резаных алюмосиликатных керамических волокон, 70 г порошка указанного пека с высокой температурой плавления, 1000 г керамического порошка (прокаленного оксида алюминия), 70 г диспергирующего вещества (сульфоната лигнина), 4 г загустителя (крахмала) и 270 г воды.

Фильтр пропитывали вручную или в машине, которая содержит предназначенные для осуществления пропитки ролики. После пропитки фильтр сушили с использованием горячего воздуха и/или микроволнового излучения. Покрытие наносили с использованием пистолета-распылителя. После нанесения покрытия фильтр сушили еще раз, а затем загружали в обжиговую печь с восстанавливающей и/или не окисляющей атмосферой. Печь нагревали со скоростью от 1°C/мин до 10°C/мин в зависимости от состава суспензии, размера фильтра, размера печи и т.п.

Полученные фильтры имеют прочность до 1.5 МПа. Во время испытаний в эксплуатационных условиях было обнаружено, что не требуется перегрев расплавленного металла, когда используют такие фильтры, так как дополнительная теплота возникает при контакте расплавленного металла с фильтром (экзотермическая реакция).

Кроме того, нагревание указанных фильтров до температуры свыше 1500°C приводит образованию связки в виде упрочненного волокном графита. Несмотря на то, что такая обработка улучшает результирующие свойства фильтра, она не требуется для фильтрации расплавленного металла.

Пример 2

Пример 1 был повторен с тем же самым составом материалов, но с использованием 70 г рубленых углеродных волокон длиной 0.2 мм, заменяющих алюмосиликатные волокна. В

результате прочность возросла до 2 МПа.

Пример 3

Пример 1 был повторен с тем же самым составом материалов, но с использованием 2% по весу полиэфирных волокон длиной 0.250 мм, заменяющих алюмосиликатные волокна. В

результате прочность возросла свыше 2 МПа.

В: Фильтры второго типа:

Пример 4

Смесь 50 г алюмосиликатных керамических волокон, 70 г указанного пека с высокой температурой плавления, 900 г керамического порошка (прокаленного глинозема (оксида алюминия)), 100 г графитного порошка, 20 г поливинилацетатного связующего и 60 г воды, была приготовлена в смесителе Хобарта или Эйриха. Перемешивание производили для того, чтобы получить полувлажную и однородную смесь. Заданный вес смеси ввели в стальную форму, которая имеет вертикальные стержни. При помощи прессования смеси получили перфорированное изделие. Это перфорированное изделие извлекали из пресс-формы, сушили и обжигали в не окисляющей или восстанавливающей атмосфере, при температуре 700°C в течение 1 часа, при скорости нагрева 2°C/мин. Прочность отпрессованных фильтров за счет введения волокон увеличивалась от 7 МПа до 10 МПа.

Пример 5

Пример 4 был повторен с тем же самым составом материалов, но с использованием 70 г рубленых углеродных волокон длиной 0.2 мм, заменяющих алюмосиликатные волокна. В результате прочность возросла до 12 МПа.

Пример 6

Пример 4 был повторен с тем же самым составом материалов, но с использованием 2% по весу полиэфирных волокон длиной 0.250 мм, заменяющих алюмосиликатные волокна. В результате прочность возросла свыше 15 МПа.

Полученный упрочненный волокном и связанный графитируемым углеродом перфорированный фильтр был использован для испытания в эксплуатационных условиях для фильтрации расплавленной стали. Было обнаружено, что фильтр не требует перегрева расплавленного металла, так как теплота, возникающая при контакте расплавленного металла с фильтром, достаточна для того, чтобы поддерживать течение расплавленной стали во время фильтрации. Это происходит за счет экзотермической реакции поверхности фильтра с расплавленной сталью. Кроме того, фильтр после проведения испытания не имеет следов воздействия термического удара или деформации. Эти преимущества открывают возможность для проведения более экономичной и эффективной фильтрации расплавленной стали.

Формула изобретения

1. Керамический фильтр для фильтрации расплавленного металла, который содержит керамический порошок и волокна, связанные при помощи сети графитизируемого углерода, содержание которого составляет до 15% по весу.

2. Фильтр по п.1, в котором керамический порошок состоит из или содержит оксид циркония, диоксид кремния, оксид алюминия, бурый плавненный глинозем, оксид магния, любой тип глины, тальк, слюду, карбид кремния, нитрид кремния, а также их смесь, или графит.

3. Фильтр по п.1, в котором графитизируемый углерод составляет до 10% по весу, наиболее предпочтительно 5% по весу.

4. Фильтр по п.1, в котором волокна выбраны из группы, в которую входят керамические волокна, стеклянные волокна, органические волокна, углеродные волокна, металлические волокна и их смеси.

5. Фильтр по п.4, в котором керамические волокна выбраны из группы, в которую входят волокна из оксида алюминия, волокна из диоксида кремния, алюмосиликатные волокна и их смеси.

6. Фильтр по п.4, в котором органические волокна выбраны из группы, в которую

входят полиэфирные волокна, полиакрилонитриловые волокна, полиэтиленовые волокна, полиамидные волокна, вискозные волокна, арамидные волокна и их смеси.

7. Фильтр по п.1, содержащий от 0,1 до 20% по весу, преимущественно от 1 до 10% по весу указанных волокон.

5 8. Фильтр по п.1, в котором длина волокон лежит в диапазоне от 0,1 до 5 мм.

9. Способ изготовления керамического фильтра, включающий в себя следующие операции:

а) пропитку вспененного материала, изготовленного из термопластического материала, при помощи суспензии, которая содержит керамический порошок, волокна и

10 предшественник графитизируемого связующего углерода,

б) сушку, возможно, с последующей одной или двумя операциями покрытия той же самой суспензией, чтобы увеличить массу, после чего проводят окончательную сушку,

с) обжиг пропитанного вспененного материала в неокисляющей и/или восстанавливающей атмосфере, при температуре в диапазоне от 500 до 1000°C,

15 преимущественно от 600 до 700°C,

в результате чего предшественник графитизируемого углерода преобразуется, по меньшей мере, частично или полностью в связанную сеть графитизируемого углерода, а органические волокна претерпевают пиролиз.

10. Способ по п.9, в котором используют термопластический вспененный материал, который содержит полиуретан.

20

11. Способ по п.10, в котором предшественник графитизируемого углерода перемешивают с волокнами, водой, органическим связующим материалом и добавками, для управления реологией, до проведения пропитки вспененного материала.

12. Способ по любому из пп.9-11, в котором в качестве предшественника графитизируемого углерода используют пек с высокой температурой плавления.

25

13. Способ по любому из пп.9-11, в котором используют суспензию, которая содержит волокна в диапазоне от 0,1 до 20 частей по весу,

предшественник графитизируемого углерода в диапазоне от 2 до 15 частей по весу, керамический порошок до 95 частей по весу,

30 противокислительный материал в диапазоне от 0 до 80 частей по весу,

графит в диапазоне от 0 до 90 частей по весу,

органический связующий материал в диапазоне от 0 до 10, преимущественно от 0,2 до 2 частей по весу; и,

диспергирующее вещество в диапазоне от 0 до 4, преимущественно от 0,1 до 2 частей по весу.

35

14. Способ по п.13, в котором используют порошки таких материалов, как сталь, железо, бронза, кремний, магний, алюминий, бор, борид циркония, борид кальция, борид титана и/или стеклообразную фритту, содержащую от 20 до 30% по весу оксида бора, в качестве противокислительного материала.

40

15. Способ по п.13, в котором в качестве органического связующего материала используют поливинилацетат, крахмал, камедь, сахар или их комбинации.

16. Способ по п.13, в котором в качестве диспергирующего вещества используют сульфонат лигнина.

17. Способ по п.13, в котором используют суспензию, которая дополнительно содержит пластификатор, такой как полиэтиленгликоль с молекулярной массой от 500 до 10000 до 2 частей по весу, и

45

антипенное вещество, такое как антипенный кремний, до 1 части по весу.

50