



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2008112983/05, 04.09.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
04.09.2006(30) Конвенционный приоритет:  
05.09.2005 EP 05108121.4  
16.05.2006 EP 06114007.5

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2009

(45) Опубликовано: 20.12.2010 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: US 4528099 A, 09.07.1985. EP 0388010 A1,  
19.09.1990. US 5039340 A, 13.08.1991. WO  
03/101644 A1, 11.12.2003. RU 2194594 C1,  
20.12.2002.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную  
фазу: 07.04.2008(86) Заявка РСТ:  
EP 2006/008598 (04.09.2006)(87) Публикация РСТ:  
WO 2007/028556 (15.03.2007)

Адрес для переписки:  
119034, Москва, Пречистенский пер., 14,  
стр.1, 4-й этаж, "Гоулингз Интернэшнл Инк.",  
пат.пов. Ю.В.Дементьевой, рег.№ 560

(72) Автор(ы):  
ДЖУМА Кассим (GB)(73) Патентообладатель(и):  
ЗЮД-Хеми Хай-Тек Керамикс Инк. (US)**(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА И СПОСОБ ЕГО  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)**

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к созданию керамического фильтрующего устройства для фильтрации расплавленного металла. Устройство для фильтрации содержит большую керамическую фазу в количестве по меньшей мере 50 частей по весу и меньшую углеродную фазу от 1 до 15 частей по весу, связанные при помощи фосфатной связи от 1 до 15 частей по весу, причем большая керамическая фаза содержит оксид алюминия,

диоксид циркония, циркон, диоксид кремния, оксид магния, любой тип глины, талька, слюды, кремния, карбида, нитрида кремния или их смеси. Предложены два варианта изготовления фильтрующего устройства и использования устройства для фильтрации расплавленной стали. Изобретение обеспечивает возможность изготовления механически прочных фильтрующих устройств с заданными свойствами и воспроизводимыми характеристиками. 4 н. и 19 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2008112983/05, 04.09.2006**(24) Effective date for property rights:  
**04.09.2006**(30) Priority:  
**05.09.2005 EP 05108121.4**  
**16.05.2006 EP 06114007.5**(43) Application published: **20.10.2009**(45) Date of publication: **20.12.2010 Bull. 35**(85) Commencement of national phase: **07.04.2008**(86) PCT application:  
**EP 2006/008598 (04.09.2006)**(87) PCT publication:  
**WO 2007/028556 (15.03.2007)**

Mail address:  
**119034, Moskva, Prechistsenskij per., 14, str.1, 4-  
j ehtazh, "Goulingz Internehshnl Ink.", pat.pov.  
Ju.V.Dement'evoj, reg.№ 560**

(72) Inventor(s):  
**DZhUMA Kassim (GB)**(73) Proprietor(s):  
**ZJuD-Khemi Khaj-Tek Keramiks Ink. (US)****(54) MELTED METAL FILTRATION DEVICE AND METHOD OF ITS FABRICATION (VERSIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: set of inventions relates to production of ceramic filtration device intended for filtration of melted metal. Proposed device comprises large ceramic phase in amount of at least 50 parts by weight, and smaller carbon phase in amount of 1 to 15 parts by weight bound by phosphate bond in amount of 1 to 15 parts by weight. Note here that large ceramic phase comprises aluminium oxide,

zirconium dioxide, zircon, silicon dioxide, magnesium dioxide, any type of clay, talcum, mica, silicon, carbide, silicon nitride or mix thereof. There are two versions of device fabrication and use for melted steel filtration.

EFFECT: possibility to produce mechanically strong filtration devices with preset properties and reproducible characteristics.

23 cl, 3 ex

Настоящее изобретение имеет отношение к фильтрующим устройствам для фильтрации расплавленного металла, к способу изготовления таких фильтрующих устройств и к использованию таких фильтрующих устройств для фильтрации расплавленного металла.

5 При обработке расплавленных металлов желательно удалять экзогенные интерметаллические включения, такие как включения исходных материалов, шлак, дросс и оксиды, которые образуются на поверхности расплава, и небольшие фрагменты огнеупорных материалов, из которых образованы камера или резервуар, в  
10 котором содержится металлический расплав.

За счет удаления таких включений образуется гомогенный расплав, который обеспечивает высокое качество получаемых изделий, особенно при разливке стали, железа и алюминия. В настоящее время широко используют керамические  
15 фильтрующие устройства, так как они позволяют хорошо выдерживать экстремальные значения теплового удара, обладают высокой стойкостью к химической коррозии и позволяют хорошо выдерживать механические напряжения.

Изготовление таких керамических фильтрующих устройств обычно предусматривает перемешивание керамического порошка с подходящими  
20 органическими связующими и водой, чтобы приготовить пасту или суспензию. Суспензию используют для пропитки пенополиуретана, который затем сушат и обжигают при температуре в диапазоне от 1000 до 1700°C. За счет такой обработки при обжиге выгорают горючие материалы и получают пористый материал. В патентах США US-A-2,360,929 и US-A-2,752,258 приведены примеры такой обычной  
25 обработки.

Кроме того, известны фильтрующие устройства с открытыми порами, в которых вместо случайного распределения нерегулярных взаимосвязанных проходов в материале имеются серии параллельных каналов, причем такие устройства обычно  
30 изготавливают при помощи гидравлического прессования влажного керамического порошка и органического связующего в пресс-форме, имеющей перпендикулярные штыри. В результате получают перфорированную структуру, которая может иметь форму диска или блока. Перфорированное изделие затем обжигают при температуре в диапазоне от 1000 до 1700°C, в зависимости от конечного применения, чтобы  
35 получить перфорированный диск. Во время обжига образуется керамическая и/или стекловидная связка.

В публикации WO-A1-0140414 описан пористый материал на базе угля, предназначенный для использования в различных применениях, например в  
40 строительстве, при обработке металла или в виде труб. Этот материал получают за счет нагревания порошкового угля в форме под неокислительной атмосферой. В этой публикации предлагается использовать пористый материал на базе угля для фильтрации расплавленного металлического алюминия в качестве замены фильтров из керамического вспененного материала. Однако следует иметь в виду, что фильтр на  
45 базе угля является механически слабым.

В патенте EP A2 0251634 описан способ изготовления заданных пористых керамических тел для фильтрации металла, которые имеют гладкие стенные ячейки, созданные формователями пор, и поры с закругленными кромками, которые  
50 соединяют между собой ячейки. Формователи пор улетучиваются и удаляются из керамики в процессе изготовления.

В патенте США US-A-5,520,823 описаны фильтрующие устройства, предназначенные только для фильтрации расплавленного алюминия. Связи в

материале получают за счет использования боросиликатного стекла. Обжиг проводят на воздухе, так что значительное количество графита будет теряться за счет окисления воздухом.

5 Вообще говоря, фильтрующие устройства, которые используют для фильтрации алюминия, обычно обжигают при температуре около 1200°C, в то время как устройства, которые используют для фильтрации железа, обжигают при температуре около 1450°C, а устройства, которые используют для фильтрации стали, обжигают при температуре свыше 1600°C. 10  
Керамические фильтрующие устройства из диоксида циркония, которые обжигают при температуре около 1700°C, также обычно используют для фильтрации стали.

Несмотря на широкое использование для фильтрации металла керамических фильтрующих устройств указанных здесь выше типов, следует иметь в виду, что они имеют различные недостатки, которые снижают возможность их применения. 15

Керамические фильтрующие устройства, несмотря на то что производят их предварительный нагрев, склонны к забиванию застывшими частицами при первом контакте с расплавленным металлом. Чтобы исключить забивание фильтрующих устройств, обычно используют перегретый расплавленный металл, то есть металл при 20 температуре ориентировочно на 100°C выше температуры ликвидуса. Такая практика является расточительной в терминах энергии и рентабельности, так что любое усовершенствование, позволяющее снизить температуру обработки расплавленного металла, следует считать большим достижением. Уже известно нанесение углеродных покрытий на поверхность керамических фильтрующих устройств, чтобы уменьшить 25 тепловую массу узла, который входит в прямой контакт с расплавленным металлом.

Экзотермически реагирующий термитный материал, нанесенный на покрытую углеродом поверхность керамических фильтрующих устройств, уже предложен в европейском патенте EP 0463234 B1. Это решение, несмотря на то что оно позволяет 30 снизить температуру, необходимую для течения расплавленного металла, повышает стоимость изготовления фильтрующих устройств и имеет очень узкую область применения, так как термитное покрытие необходимо согласовать с типом обрабатываемого расплавленного металла.

В любом случае как углеродное, так и термитное покрытие позволяют только 35 снизить высокую тепловую массу керамического фильтрующего устройства, но не исключают другие дополнительные недостатки.

Связи керамического и стекловидного типа имеют тенденцию к размягчению и ползучести при высокой температуре, что очень часто приводит к эрозии 40 фильтрующего устройства и к последующему загрязнению расплавленного металла.

Растрескивание за счет теплового удара или химической (восстановительной) коррозии, вызванное горячим расплавленным металлом, представляет собой проблему, которая часто встречается в фильтрующих устройствах с керамической и стекловидной связкой.

45 Необходимость использования чрезвычайно высоких температур обжига, особенно в случае керамики, предназначенной для фильтрации стали, представляет собой серьезный недостаток известных керамических фильтрующих устройств, которые еще более усугубляются, если учитывать высокую стоимость исходного керамического 50 материала.

Кроме того, использование диоксида циркония, имеющего относительно высокую радиацию, является вредным и поэтому его необходимо исключить.

В европейском патенте EP 1421042 A1 описаны фильтрующее устройство для

фильтрации расплавленного металла, содержащее связанную сеть графитизированного углерода, и его использование для фильтрации расплавленной стали. Однако такие фильтры являются относительно слабыми и имеют низкую механическую прочность.

5 В европейском патенте EP 1511589 A1 описано фильтрующее устройство для фильтрации расплавленной стали, содержащее связанную сеть графитизированного углерода, которое характеризуется наличием по меньшей мере двух сетчатых пластин, смещенных друг от друга, создающих, в частности, камеру резервуара.

10 Фильтрующие устройства в соответствии с этими документами имеют ограниченную механическую прочность, что создает проблемы при транспортировании и использовании и ограничивает способность фильтров выдерживать давление расплавленного металла, приложенное к ним.

15 Кроме того, эти фильтрующие устройства являются хрупкими и склонными к разрушению на куски, которые могут попадать в расплав до разливки, что вызывает загрязнение литья.

Эти недостатки решены в европейском патенте EP 1513600 A1, в котором предлагается фильтр для фильтрации металла, имеющий повышенную механическую прочность и жесткость за счет использования трехмерной сети графитизируемой углеродной связи и волокон, связывающих керамический порошок. Традиционно волокна добавляют в керамические и композиционные материалы для повышения механической прочности и жесткости изделий. Известные волокна представляют собой металлические волокна или органические волокна, такие как полиэфирные

20 волокна, вискозные волокна, полиэтиленовые волокна, полиакрилонитриловые (PAN) волокна, арамидные волокна, полиамидные волокна и т.п., или керамические волокна, такие как алюмосиликатные волокна, волокна оксида алюминия или стеклянные волокна, или углеродные волокна. Углеродные волокна могут содержать 100%

25 углерода.

30 В патенте США US-A1-4265659 предлагается, например, фильтр с улучшенной прочностью, полученной за счет добавки керамических волокон в суспензию.

Фильтры из связанного фосфатом оксида алюминия уже используют при фильтрации алюминия. В публикации WO-A-82033339 описан пористый керамический

35 фильтр для фильтрации металлического алюминия. Фильтр получен за счет пропитки вспененного материала суспензией, содержащей керамический порошок, преимущественно  $Al_2O_3$ , и связующий материал. Указано, что связующим материалом является фосфат алюминия.

40 В патенте США US 3947363 описан фильтр из керамического вспененного материала на базе оксида алюминия, предназначенный для фильтрации расплавленных металлов. Связующим материалом является ортофосфат алюминия.

Однако следует иметь в виду, что эти известные фильтрующие устройства на базе оксида алюминия не могут быть использованы, например, для фильтрации железа или

45 стали, так как они являются слишком мягкими, а фосфатный связующий материал имеет низкую тугоплавкость.

Эти недостатки решены в европейском патенте EP-A-159963, в котором предложен фильтр, подходящий для фильтрации расплавленной стали. Этот фильтр получен за счет пропитки вспененного материала керамической суспензией, которая содержит

50 фосфатный связующий материал, а также за счет выдавливания избытка суспензии, сушки и обжига вспененного материала при температуре  $1660^\circ C$  и выше. В результате получают керамический фильтр, который главным образом не содержит фосфата и в

котором керамические частицы взаимно спечены.

Известные углеродные фильтрующие устройства содержат до 50% углеродной матрицы, в которую внедрен керамический порошок, как это показано в европейском патенте EP 1282477 A1. В этом патенте также предложено контролировать газовую среду при обжиге связанных углеродом фильтров, при этом воздух вдувают при начале обжига и затем оставляют в камере обжига, чтобы контролировать уровень кислорода внутри камеры обжига. Таким процессом очень трудно управлять, он является длительным и не позволяет гарантировать качество фильтров. Кроме того, практический опыт показал, что большие фильтры, имеющие диаметр более 200 мм, не могут быть изготовлены с использованием способа, раскрытого в указанном патенте. Кроме низкой механической прочности, ограниченных размеров и негарантируемого качества, фильтры, изготовленные в соответствии с указанным европейским патентом EP 1282477 A1, также имеют высокую скорость окисления за счет наличия высокого уровня углерода с низкой стойкостью к окислению (до 50%). С другой стороны, в европейских патентах EP 1421042 A1, EP 1511589 A1 и EP 1513600 A1 раскрыты фильтры, имеющие графитизированную связку в количестве ориентировочно от 10% до 90% керамики. Несмотря на различие этих двух типов фильтров, оба они не гарантируют стабильное высокое качество при изготовлении, по причине трудности контроля атмосферы обжига, что приводит к вариациям механической прочности от одного фильтрующего устройства к другому и к высокому уровню брака. Низкая механическая прочность также создает проблемы при обращении (использовании) и транспортировании. Эти фильтры также имеют низкую стойкость к окислению, что особенно относится к фильтрующим устройствам, имеющим большую (главную) углеродную фазу, такую как около 50% углеродной матрицы, за счет наличия высокого уровня окисляемого углерода. За счет высокой усадки после обжига и низкой механической прочности фильтры, изготовленные в соответствии с европейским патентом EP 1282477 A1, не могут иметь больших размеров. Проблемы низкой механической прочности и хрупкости ограничивают использование фильтров указанных типов, так как литейщики не хотят использовать более слабые фильтры, чем хорошо знакомые им фильтры с керамической связкой.

В связи с изложенным, задачей настоящего изобретения является решение указанных проблем, а в частности создание фильтрующих устройств и способа изготовления таких фильтрующих устройств, которые являются термически и механически достаточно прочными для обращения с ними без особых предосторожностей, например при транспортировании, и которые позволяют выдерживать удары и напряжения при разливке расплавленного металла, в том числе при разливке железа и стали, а также позволяют исключить необходимость перегрева расплавленного металла для предотвращения забивания пор, и которые могут быть надежно изготовлены с заданными свойствами и воспроизводимыми характеристиками, даже при больших размерах.

Указанные выше проблемы могут быть решены за счет фильтрующего устройства, предназначенного для фильтрации расплавленного металла, которое содержит большую керамическую фазу и меньшую (второстепенную) углеродную фазу, связанные при помощи фосфатной связки.

Не желая связывать себя какой-либо конкретной теорией, все же можно полагать, что углеродная фаза сплетается с сетью фосфатной связки и способствует ее образованию, в результате чего упрочняется ее слабая по природе структура, до такой степени, что она приобретает высокую твердость, структурную механическую

стойкость и упругость, что позволяет исключить указанные выше проблемы. Комбинация этих взаимно влияющих структурных образующих совершенно неожиданно привела к синергетическим характеристикам фильтрующих устройств в соответствии с настоящим изобретением. Оказалось, что фильтр в соответствии с  
5 настоящим изобретением не нуждается в обжиге при высокой температуре, однако подходит для фильтрации расплавленной стали. Большая (основная) керамическая фаза в контексте настоящего изобретения означает оксид алюминия, диоксид кремния, диоксид циркония, циркон, оксид магния, графит, муллит, карбид кремния, глину,  
10 бориды металлов, такие как диборид циркония, или их комбинации, в количестве по меньшей мере 50 частей по весу фильтрующего устройства.

Важно понимать, что фильтр, содержащий только керамическую фазу, связанную при помощи фосфатной связки, не может быть использован для фильтрации стали, по причине низкой тугоплавкости фосфатной связки. Таким образом, важно иметь  
15 углеродную фазу, которая позволяет использовать фильтр для фильтрации стали.

Фильтры с фосфатной связью и меньшей углеродной фазой в соответствии с настоящим изобретением имеют относительно малую тепловую массу. Это позволяет не использовать перегрев фильтруемого расплавленного металла, что снижает  
20 потребление энергии. Механическая прочность фильтрующего устройства в соответствии с настоящим изобретением является такой же высокой, как у фильтра с чистой керамической связью. Фильтрующие устройства могут быть изготовлены с высокой степенью воспроизводимости, с надежными высокими стандартами качества. Фильтрующие устройства позволяют просто (без особых предосторожностей) с ними  
25 обращаться и безопасно их транспортировать. Они имеют высокую стойкость к окислению. За счет их более высокой прочности они могут быть изготовлены еще больших размеров, что означает, что они могут найти другие неожиданные применения, например при фильтрации стали.

Керамическая фаза фильтрующего устройства в соответствии с настоящим изобретением содержит или, в частности, состоит из оксида алюминия, диоксида циркония, циркона, диоксида кремния, оксида магния, любого типа глины, талька, слюды, кремния, карбида, нитрида кремния и т.п. или их смеси или содержит графит, в частности коричневый плавленый оксид алюминия. Особенно предпочтительным  
30 фильтрующим устройством в соответствии с настоящим изобретением является такое устройство, в котором фосфат составляет до 15 частей по весу, в частности от 1 до 10 частей по весу, а более конкретно 5 частей по весу.

Указанная углеродная фаза преимущественно составляет до 15 частей по весу, в частности от 1 до 10 частей по весу, а более конкретно 7 частей по весу фильтрующего  
40 устройства в соответствии с настоящим изобретением.

Меньшая углеродная фаза содержит или, в частности, состоит из гудрона, пека, фенолоальдегидного полимера, синтетического кокса, полукоксовых продуктов, графита, спеченного углерода, антрацита, лигнина, спеченных коксовых продуктов,  
45 органических полимеров и их смеси или комбинации.

В соответствии с особенно предпочтительным вариантом фильтрующее устройство в соответствии с настоящим изобретением может, кроме того, содержать керамические и/или органические волокна.

Указанные керамические волокна преимущественно выбраны из группы, в которую входят волокна оксида алюминия, волокна диоксида кремния, алюмосиликатные  
50 волокна, углеродные волокна и их смеси. Указанные органические волокна преимущественно выбраны из группы, в которую входят полиэфирные волокна,

полиакрилнитриловые волокна, полиэтиленовые волокна, полиамидные волокна, вискозные волокна, арамидные волокна и их смеси.

Добавление от 0.1 до 20 частей по весу, в частности от 0.2 до 10 частей по весу, а более конкретно 4 частей по весу волокна в фильтрующее устройство способствует существенному улучшению качественных характеристик фильтрующих устройств. Это улучшение главным образом относится к повышению механической прочности, жесткости, ударной вязкости и стойкости к тепловому удару. За счет указанных улучшений повышается производительность фильтрации, достигается лучшая механическая целостность устройства и меньшее загрязнение расплава при разливке стали. За счет отличной механической прочности фосфатной связки в комбинации с углеродом и волокнами, при высокой температуре не происходит размягчение или изгиб в ходе процесса разливки металла. Это способствует повышению чистоты металлической отливки.

Фильтры с фосфатной связкой, которые дополнительно содержат углеродную фазу и волокна в соответствии с настоящим изобретением, имеют следующие преимущества по сравнению с фильтрами, имеющими стекловидную углеродную связку:

- высокая стойкость к окислению,
- высокая механическая прочность,
- высокая ударная вязкость,
- низкая микропористость (рыхлота),
- низкая удельная поверхность,
- структурная гибкость,
- нехрупкие свойства,
- экономичное (рентабельное) использование,
- легкость изготовления,
- однородное качество.

Заявитель обнаружил, что добавление любых типов волокон в фильтрующие устройства с фосфатной связкой и меньшей углеродной фазой существенно улучшает механическую прочность фильтров, а также ударную вязкость и стойкость к тепловому удару.

Заявитель обнаружил, что положительный результат от добавления волокон зависит от количества добавленных волокон, длины волокон, природы и типа добавленных волокон. Чем больше добавлено волокон, тем прочнее становится фильтрующее устройство. Однако очень высокое содержание волокон является нежелательным, так как это приводит к отрицательному воздействию на реологию суспензии. Наилучшие результаты получают за счет введения углеродного волокна, а затем керамических волокон. С другой стороны, углеродные волокна являются наиболее дорогими, а органические волокна самыми дешевыми. Органические волокна являются наиболее экономичными в использовании, так как их добавляют в намного меньшем количестве, чем углеродные или керамические волокна (меньше чем 2 части по весу). Однако органические волокна сильнее влияют на реологию суспензии, чем керамические или углеродные волокна. Добавляют рубленые волокна или волокна навалом в ходе перемешивания ингредиентов фильтра. Дополнительная (специальная) техника перемешивания не требуется.

В соответствии с настоящим изобретением используют волокна длиной в диапазоне от 0.1 до 5 мм, а преимущественно от 0.1 мм до 1.0 мм.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения керамические фильтрующие устройства для фильтрации расплавленного металла

получают по первому способу, который включает в себя следующие операции:

а) пропитка вспененного материала, изготовленного из термопластичного материала, суспензией, содержащей предшественник фосфата, источник углерода, керамический порошок, возможно, керамические или углеродные волокна и, возможно, другие добавки,

б) сушка, возможно, с последующими одной или двумя пропитками суспензии, указанной в операции а), с последующей финальной сушкой,

в) обжиг пропитанного вспененного материала в неокисляющей и/или в восстанавливающей газовой среде при температуре в диапазоне от 500 до 1000°C, в частности от 600°C до 900°C.

Указанный предшественник фосфата преимущественно выбран из группы, в которую входят фосфорная кислота, фосфат натрия, орто- и монофосфат алюминия, фосфат кальция, фосфат магния, содержащие фосфат соли, содержащие фосфат соединения, и их смеси.

Преимущественно для изготовления фильтрующих устройств в соответствии с настоящим изобретением используют термопластичный вспененный материал, который представляет собой пенополиуретан.

Преимущественно перемешивают волокна, если это необходимо, и углеродный источник, до пропитки вспененного материала керамическим порошком, водой, органическим связующим, добавками контроля реологии, которые в одном варианте настоящего изобретения могут присутствовать в количестве до 2 частей по весу, а преимущественно в диапазоне от 0.1 до 2 частей по весу.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения второй тип керамического фильтра получают по способу, который включает в себя следующие операции:

а) прессование полувлажной смеси, содержащей предшественник фосфата, углеродную фазу, керамический порошок и, возможно, другие добавки, в том числе волокна, в гидравлическом прессе,

б) прессование смеси в форме диска или блока,

в) перфорирование смеси, отпрессованной в операции б), в объединенных или отдельных операциях,

г) обжиг перфорированного изделия, полученного в операции в), в неокислительной и/или в восстанавливающей газовой среде при температуре в диапазоне от 500°C до 1000°C, в частности от 600°C до 900°C.

Источник углерода, то есть углеродная фаза, преимущественно представляет собой пек с высокой температурой плавления (НМР), так как он позволяет получить оптимальные характеристики технологичности, стоимости и качества продукта. Однако следует иметь в виду, что могут быть использованы и другие источники углерода, чтобы получить содержащие углерод материалы в соответствии с настоящим изобретением, такие как синтетические или природные смолы, графит, кокс, полимеры и спекаемый углерод, при условии, что они позволяют получить углеродную фазу. Выбор углеродной фазы определяется соображениями безопасности и охраны здоровья, уровнем летучих веществ во время обжига, выходом углерода, совместимостью с другими компонентами, совместимостью с водой, стоимостью и т.п. Преимущественно выбирают углеродный источник, который дает высокий выход углерода, имеет низкое поглощение воды, не создает загрязнения окружающей среды, безопасен при обращении и использовании, имеет низкую стоимость и является совместимым с водой.

В соответствии с дополнительными вариантами настоящего изобретения предлагается способ с использованием суспензии (для изготовления фильтра первого типа с фосфатной связью и углеродной фазой) или полувлажной смеси (для изготовления керамического фильтра второго типа с фосфатной связью и углеродной фазой), которые включают в себя следующее:

предшественник фосфата в количестве от 1 до 15 частей по весу,  
источник углеродной фазы в количестве от 5 до 90 частей по весу,  
керамический материал, в частности порошок оксида алюминия, в количестве от 5 до 90 частей по весу,  
антиоксидантный материал в количестве от 0 до 80 частей по весу,  
волокна в количестве от 0 до 20 частей по весу,  
органическое связующее в количестве от 0 до 10, в частности от 0.2 до 2 частей по весу, и  
диспергирующую добавку в количестве от 0 до 4, в частности от 0.1 до 2 частей по весу.

Воду добавляют в необходимом количестве. Для приготовления суспензии необходимо 15 частей по весу воды, в зависимости от природы керамических материалов наполнителя и источника углеродной фазы. Для полувлажной смеси, используемой для прессования, необходимо от 2 до 10 частей по весу воды, в зависимости от природы керамических материалов наполнителя и источника углеродной фазы.

Керамический порошок может содержать или преимущественно может состоять из оксида алюминия, в частности из коричневого плавящего оксида алюминия, диоксида циркония, циркона, диоксида кремния, оксида магния, любого типа глины, талька, слюды, кремния, карбида, нитрида кремния и т.п. или их смеси.

Предпочтительными антиоксидантными материалами в соответствии с настоящим изобретением являются металлические порошки, такие как порошки, содержащие сталь, железо, бронзу, кремний, магний, алюминий, бор, борид циркония, борид кальция, борид титана и т.п. и/или стеклообразные фритты, содержащие от 20 до 30 частей по весу оксида бора.

Предпочтительными органическими связующими в соответствии с настоящим изобретением являются сырые связующие, такие как поливиниловый спирт (поливинилацетат), крахмал, гуммиарабик, сахар и т.п. или любые их комбинации. Эти связующие могут быть добавлены для улучшения механических свойств фильтрующих устройств во время обращения, до проведения обжига. Крахмал и гуммиарабик используют как загуститель.

Предпочтительными диспергирующими добавками в соответствии с настоящим изобретением являются Desprex®, лигниновый сульфонат и т.п. или любые их комбинации, которые позволяют уменьшить содержание воды в суспензии и улучшить реологию.

В соответствии с еще одним вариантом настоящего изобретения суспензия или полувлажная смесь может содержать пластификатор, такой как полиэтиленгликоль (предпочтительный молекулярный вес от 500 до 10000), в диапазоне от 0 до 2 частей по весу, преимущественно от 0,5 до 1 части по весу, и/или противовспенивающую присадку, такую как кремниевый противовспенивающий материал, в диапазоне от 0 до 1 части по весу, а преимущественно от 0,1 до 0,5 части по весу.

Фильтр в соответствии с настоящим изобретением также подходит для фильтрации расплавленной стали благодаря его отличным характеристикам.

Далее настоящее изобретение поясняется при помощи примеров, в которых в качестве графитизируемого пека с высокой температурой плавления (НМР) был использован угольно-гудроновый пек, имеющий температуру стеклования 210°C, коксовое число 85% и зольность 0,5%, который имеется в продаже в виде мелкого порошка.

#### Пример 1

А: Фильтры в соответствии с первым типом

Пенополиуретан был разрезан на куски требуемого размера и пропитан суспензией, которая содержит:

Порошок оксида алюминия	88 частей по весу (ppw)
Фосфат алюминия	5 ppw
Углерод (НМР)	7 ppw
Органическое связующее (поливинилацетат)	1.0 ppw
Дефлокулянт Desprex®	0.2 ppw
Противовспенивающую присадку (кремнийорганические производные)	0.1 ppw
и воду.	

Фильтр пропитывают вручную или при помощи установки, которая содержит ролики для этой цели. После пропитки производят сушку фильтра с использованием горячего воздуха и/или с использованием микроволновой сушилки. Затем наносят покрытие при помощи воздушного распылителя. Фильтрующее устройство после этого сушат еще раз и направляют в печь для обжига в инертной атмосфере при температуре в диапазоне от 600°C до 900°C, в течение времени от 20 до 120 мин, при скорости нагревания в диапазоне от 1°C/мин до 10°C/мин. Указанное фильтрующее устройство имеет модуль разрыва 1 МПа. Обычно чем тяжелее фильтр, тем выше его прочность. Это фильтрующее устройство значительно легче, чем устройства, изготовленные из материала только с керамической или стекловидной связью. Кроме того, это фильтрующее устройство значительно дешевле. При полевых испытаниях было обнаружено, что не требуется перегрев расплава при использовании этого фильтра, так как дополнительная теплота вырабатывается за счет контакта расплавленного металла с фильтрующим устройством (экзотермическая реакция).

#### Пример 2

Фильтры в соответствии с Примером 1 были приготовлены с использованием суспензии, которая содержит:

Порошок оксида алюминия	84 частей по весу (ppw)
Фосфат алюминия	5 ppw
Углерод (НМР)	7 ppw
Органическое связующее (поливинилацетат)	1.0 ppw
Дефлокулянт Desprex®	0.2 ppw

Противовспенивающую присадку

(кремнийорганические производные)	0.1 ppw
Углеродные волокна	4 ppw
и воду.	

Указанное фильтрующее устройство имеет повышенный модуль разрыва по сравнению с фильтром Примера 1. Был получен модуль разрыва свыше 3 МПа. При полевых испытаниях было обнаружено, что не требуется перегрев расплава при

использовании этого фильтра, так как дополнительная теплота вырабатывается за счет контакта расплавленного металла с фильтрующим устройством (экзотермическая реакция). В зависимости от содержания волокна, модуль разрыва может составлять до 6 МПа.

5     Пример 3

В: Фильтр в соответствии со вторым типом

Смесь в соответствии с Примером 1, содержащая 4 ррw воды, была приготовлена в смесителе Хобарта или Эриха. Задачей перемешивания является создание  
10    полувлажной и однородной смеси. Смесь выдерживали в течение 24 часов ранее прессования. Затем заданную навеску смеси помещали в стальную пресс-форму, имеющую вертикальные штыри, аналогично описанному в европейском патенте EP 1511589 A1. За счет прессования смеси получали перфорированное изделие. Затем перфорированное изделие вынимали из пресс-формы, сушили и обжигали в  
15    неокислительной и/или в восстанавливающей газовой среде при температуре 900°C в течение 1 часа, со скоростью нагревания 2°C/мин.

Формула изобретения

20    1. Устройство для фильтрации расплавленного металла, которое содержит большую керамическую фазу в количестве по меньшей мере 50 частей по весу и меньшую углеродную фазу от 1 до 15 частей по весу, связанные при помощи фосфатной связи от 1 до 15 частей по весу, причем большая керамическая фаза  
25    содержит оксид алюминия, диоксид циркония, циркон, диоксид кремния, оксид магния, любой тип глины, талька, слюды, кремния, карбида, нитрида кремния или их смеси.

2. Устройство по п.1, в котором большая керамическая фаза содержит коричневый плавненный оксид алюминия.

3. Устройство по п.1, в котором фосфатная связь составляет от 1 до 10 частей по  
30    весу, в частности 5 частей по весу.

4. Устройство по п.1, в котором меньшая углеродная фаза составляет от 1 до 10 частей по весу, в частности 7 частей по весу.

5. Устройство по п.1, которое дополнительно содержит керамические и/или органические волокна.

35    6. Устройство по п.5, в котором керамические волокна выбраны из группы, в которую входят волокна оксида алюминия, волокна диоксида кремния, алюмосиликатные волокна, углеродные волокна и их смеси.

7. Устройство по п.5, в котором органические волокна выбраны из группы, в  
40    которую входят полиэфирные волокна, полиакрилнитриловые волокна, полиэтиленовые волокна, полиамидные волокна, вискозные волокна, арамидные волокна и их смеси.

8. Устройство по одному из пп.5-7, отличающееся тем, что оно содержит от 0,1 до 20 частей по весу, в частности от 0,2 до 10 частей по весу указанных волокон,  
45    предпочтительно 4 части по весу.

9. Устройство по одному из пп.5-7, отличающееся тем, что длина волокон лежит в диапазоне от 0,1 до 5 мм, преимущественно от 0,1 до 1 мм.

10. Способ изготовления керамических устройств для фильтрации расплавленного  
50    металла, выполненных в соответствии с пп.1-9, который включает в себя следующие операции:

а) пропитка вспененного материала, изготовленного из термопластичного материала, суспензией, содержащей предшественник фосфата, предшественник

углеродной фазы, керамический порошок, возможно, волокна и, возможно, другие добавки,

б) сушка, возможно, с последующими одной или двумя пропитками суспензией по п.а), с последующей финальной сушкой,

5      с) обжиг пропитанного вспененного материала в неокислительной и/или в восстанавливающей газовой среде при температуре в диапазоне от 500 до 1000°C, в частности от 600 до 900°C.

11. Способ по п.10, в котором предшественник фосфата выбирают из группы, в 10 которую входят фосфорная кислота, фосфат натрия, орто- и монофосфат алюминия, фосфат кальция, фосфат магния, содержащие фосфат соли, содержащие фосфат соединения и их смеси.

12. Способ по п.10 или 11, в котором предшественник углеродной фазы 15 преобразуют по меньшей мере частично или полностью в стабильную углеродную фазу.

13. Способ по п.10, в котором используют термопластичный вспененный материал, содержащий полиуретан.

14. Способ по п.10, в котором предшественник фосфата и предшественник 20 углеродной фазы перемешивают с волокнами, керамическим порошком, водой, органическим связующим и добавками управления реологией, ранее пропитки вспененного материала.

15. Способ изготовления керамических устройств для фильтрации расплавленного 25 металла, выполненных в соответствии с пп.1-9, который включает в себя следующие операции:

а) прессование полувлажной смеси, содержащей предшественник фосфата, предшественник углеродной фазы, керамический порошок и, возможно, другие 30 добавки, в том числе волокна, в гидравлическом прессе,

б) прессование смеси в форме диска или блока,

35      с) перфорирование смеси, отпрессованной в операции б), в объединенных или отдельных операциях,

д) обжиг перфорированного изделия, полученного в операции с), в не 40 окислительной и/или в восстанавливающей газовой среде при температуре в диапазоне от 500 до 1000°C, в частности от 600 до 900°C.

16. Способ по п.10 или 15, в котором используют в качестве источника углеродной 45 фазы графит, кокс, пек, в особенности пек с высокой температурой плавления и/или смолу.

17. Способ по п.10 или 15, в котором используют суспензию или полувлажную 50 смесь, которая содержит

предшественник фосфата в количестве от 1 до 15 частей по весу, источник углеродной фазы в количестве от 5 до 90 частей по весу,

керамический порошок в количестве от 5 до 90 частей по весу,

45      антиоксидантный материал в количестве от 0 до 80 частей по весу,

волокна в количестве от 0 до 20 частей по весу,

органическое связующее в количестве от 0 до 10, а в частности от 0,2 до 2 частей по 55 весу, и

диспергирующую добавку в количестве от 0 до 4, а в частности от 0,1 до 2 частей по 60 весу.

18. Способ по п.17, в котором керамический порошок содержит или преимущественно состоит из оксида алюминия, в особенности из коричневого

плавленого оксида алюминия, диоксида циркония, циркона, диоксида кремния, оксида магния, любого типа глины, талька, слюды, кремния, карбида, нитрида кремния или их смеси.

5 19. Способ по п.17, в котором в качестве антиоксидантного материала используют металлические порошки, например, содержащие сталь, железо, бронзу, кремний, магний, алюминий, бор, борид циркония, борид кальция, борид титана и т.п., и/или стеклообразные фритты, содержащие от 20 до 30% по весу оксида бора.

10 20. Способ по п.17, в котором в качестве органического связующего используют сырое связующее, такое как поливинилацетат, крахмал, камеди, сахар или их комбинация.

21. Способ по п.17, в котором в качестве диспергирующей добавки используют лигниновый сульфонат.

15 22. Способ по п.17, в котором используют суспензию или полувлажную смесь, которая дополнительно содержит пластификатор в количестве от 0 до 2 частей по весу, и/или противовспенивающую присадку в количестве от 0 до 1 части по весу.

23. Применение фильтрующих устройств по одному из пп.1-9 для фильтрации расплавленной стали.

20

25

30

35

40

45

50