

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 047560

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.08.07

(51) Int. Cl. C09D 5/10 (2006.01)
C09D 7/61 (2018.01)

(21) Номер заявки
202292958

(22) Дата подачи заявки
2020.04.22

(54) КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ И СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СПОСОБ

(43) 2022.12.08

(86) PCT/IT2020/050103

(87) WO 2021/214803 2021.10.28

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДАНЬЕЛИ ЭНД К. ОФФИЧИНЕ
МЕККАНИКЕ С.П.А. (IT)

(72) Изобретатель:
Примавера Алессандра, Тибурцио
Селена (IT)

(74) Представитель:
Гольшко Н.Т. (RU)

(56) TORREY JESSICA D ET AL.:
"Composite polymer derived ceramic system
for oxidizing environments", JOURNAL OF
MATERIALS SCIENCE, KLUWER ACADEMIC
PUBLISHERS, DORDRECHT, vol. 41, no. 14, 1 July
2006 (2006-07-01), pages 4617-4622, XP036696645,
ISSN: 0022-2461, DOI: 10.1007/S10853-006-0242-1
[retrieved on 2006-07-01] cited in the application
abstract; page 4618, col.1, para.4-col.2, para.3
US-A1-2017341984

(57) Композиция для нанесения покрытия, предназначенная для нанесения на металлические изделия снаружи для защиты указанных металлических изделий от окисления при высоких температурах, и соответствующий способ.

047560
B1

047560
B1

047560
B1

047560
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Описанные в данном документе варианты осуществления относятся к композиции для нанесения покрытия для защиты металлических изделий от окисления при высоких температурах. Настоящее изобретение также относится к способу защиты металлических изделий от окисления при высоких температурах, например, литых металлических изделий или получаемых при холодной заливке, а также к металлическим изделиям, покрытым композицией для нанесения покрытия, описанной в данном документе, или полученным указанным способом. В частности, композиция для нанесения покрытия и соответствующий способ используются для защиты металлических изделий от окисления перед тем, как они подвергаются нагреву и/или более сложным термическим обработкам.

Уровень техники

Известно, что в процессах производства чугуна и стали для изготовления и обработки металлических изделий, в частности изделий с большой поверхностью, таких как, например, плиты и блюмы, или сортовой прокат, такой как, например, заготовки, часто возникают явления окисления и образования окалины на внешней поверхности с последующей потерей материала, пригодного для продажи.

Окалина связана с образованием оксидов, в частности оксидов железа, на поверхности изделия и, следовательно, с реакциями поверхностного окисления.

Образование поверхностной окалины является очень серьезной проблемой, которая оказывает значительное влияние на производительность сталелитейных заводов.

Действительно, по оценкам, весовые потери металла относительно веса конечного продукта в конце процесса по отношению к общему весу первоначально отлитой и/или загруженной массы могут составлять примерно 2-3%.

Также обнаружено, что примерно 0,2% этих потерь приходится на зону отливки, 0,8% - на зону нагревательной печи, 0,7-1% - на этап прокатки и 0,6-0,8% - на зону термической обработки и хранения. Потери такого объема, хотя очевидно и могут варьироваться в зависимости от типа изделия и конкретных способов обработки, приводят к значительным экономическим последствиям для производителей.

Возможными причинами, которые приводят к образованию окалины, могут быть, например, многочисленные этапы обработки, обычно выполняемые в контакте с воздухом, или термические циклы с повышением и понижением температуры, которым подвергается металлическое изделие.

Например, когда образование окалины происходит на начальных или промежуточных этапах обработки при производстве чугуна и стали, как упоминалось выше, это создает помехи операциям обработки, выполняемым на последующих этапах, а также снижает массу и стоимость конечного изделия по сравнению с обрабатываемым изделием.

Особенно важными этапами обработки в этом смысле могут быть термические обработки, например, в нагревательной печи, назначение которых заключается в доведении металлических изделий до оптимального теплового уровня для последующей обработки, доведении или поддержании температуры литых металлических изделий, придании им равномерного теплового профиля или нагревании изделий, поступающих из внешних зон хранения, поддерживаемых при температуре окружающей среды или при температуре ниже требуемой.

Фактически, в некоторых процессах, например при горячей прокатке, наличие поверхностной окалины на металлических изделиях может повредить поверхность изделия, поскольку окалина прижимается валками к внутренней части металлического изделия, она может оставаться включенной в поверхность металлического изделия, что приводит к неровностям поверхности, ухудшающим качество конечного изделия.

Таким образом, образование окалины влечет за собой не только экономический ущерб из-за потерь массы металлических изделий, но и ухудшение качества изделия из-за фрагментов окалины, которые остаются налипшими на изделия в конце процесса.

Наличие этой окалины, а также описанные выше недостатки также влекут за собой проблемы, касающиеся заводского планирования, поскольку фрагменты окалины могут попадать в зазоры машин, например, в подшипники или другие вращающиеся элементы, что затрудняет техническое обслуживание и способствует уменьшению срока службы элементов линии.

Кроме того, когда фрагменты остаются прикрепленными к поверхности прокатных валков, они могут оставлять отпечатки на поверхности изделий металлопроката многих видов, что ухудшает их качество.

Одним из известных способов, по меньшей мере, частичного удаления окалины с поверхности изделий является так называемая операция удаления окалины, выполняемая, например, с помощью водяных струй и проводимая перед прокаткой.

Однако удаление окалины влечет за собой операцию очистки, как в зонах прохождения изделия, так и в зоне удаления окалины, что также влечет за собой необходимость отделения воды для сбива окалины от удаляемой окалины.

Более того, используемые в настоящее время системы удаления окалины часто не в состоянии полностью удалить окислы с поверхности изделия.

В идеале, если окалина остается нетронутой и прочно налипает к металлическому изделию, она может оказывать защитное действие на изделие, например, во время термических обработок, которым

оно подвергается. Однако в действительности это обстоятельство, как правило, не имеет места из-за неизбежного разрушения окалина, возникающего во время операций на заводе.

Поскольку окалина фактически состоит в основном из оксидов, она обладает механическими характеристиками, которые значительно отличаются от характеристик металлического изделия, из которого она возникает, в частности, она более хрупкая и менее упругая.

Разрушение окалина способствует поступлению в металлическое изделие воздуха, влаги и окислительных агентов, вступающих в реакцию с наиболее открытым слоем металла и оксидов, что способствует образованию других оксидов, например монооксида и/или окиси железа.

Эти оксиды увеличиваются в объеме, вызывая отделение окалина и, как результат, усиливая окислительный эффект контакта между поверхностью изделия и окислительными агентами.

Другим недостатком является то, что окислительные агенты также могут вступать в реакцию с углеродом, возможно содержащимся в металлическом изделии, вызывая явление поверхностного обезуглероживания, которое может изменить состав и содержание поверхностных слоев металлического изделия.

Из уровня техники известны способы предотвращения или ограничения образования окалина путем покрытия поверхности изделия слоями смешанных оксидов для образования барьера между металлическим изделием и внешней средой.

Примеры этого типа описаны в патентных документах CN 1935921 A, JP 5171261 A, CN 101462859 A, JP 11222564 A.

Однако эти технологии, основанные на использовании оксидов, обладают рядом недостатков.

Первый недостаток заключается в том, что во время термических обработок, например, в нагревательной печи, различные слои материала, имеющиеся в металлическом изделии, например, слой металла, слой оксида железа и слои оксидов покрытия, могут иметь разные коэффициенты теплового расширения, что приводит к увеличению внутреннего напряжения материала, создавая напряжения в конструкции на молекулярном уровне.

Такие напряжения вызывают затем трещины, в которых может происходить повторный контакт между изделием и окислительными агентами, запуская, таким образом, новые окислительные процессы.

Другим недостатком является то, что при высоких температурах (выше 700°C) ионы кислорода могут диффундировать через поверхностные слои при встречной диффузии ионов железа наружу.

Эти эффекты диффузии вызывают реакции окисления, приводящие к образованию окалина и уменьшению массы изделия.

Также известна статья Torgrey Jessica D. et al.: "Composite polymer derived ceramic system for oxidizing environments", Journal Of Materials Science, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, vol. 41, 41, no. 14, 1 июля 2006. В этой статье описаны прекерамические полимеры и расширяющие добавки для получения керамических композиционных покрытий для защиты от окисления металлических подложек.

Таким образом, существует необходимость в совершенствовании композиций и способов, предотвращающих потерю изделия из-за окисления металлических изделий, которые могут устранить или, по меньшей мере, ограничить по меньшей мере один из недостатков уровня техники.

В частности, одной из задач настоящего изобретения является повышение эффективности процессов производства чугуна и стали для изготовления металлических изделий, снижение их отходов и сопутствующих затрат, в частности связанных с явлениями образования окалина.

Таким образом, задачей настоящего изобретения является создание композиции и способа защиты металлических изделий от явлений окисления, возникающих во время термических обработок, которые можно легко использовать как для свежечлупчатых изделий, так и для изделий, поступающих из внешних зон хранения, при высоких температурах или при температуре окружающей среды.

В частности, задачей настоящего изобретения является снижение окисления в зоне нагрева по меньшей мере на 30%, предпочтительно даже более чем на 60%.

Другая задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы состав и реализация способа были экономически эффективными, в том числе в отношении затрат, к которым может привести потеря металлического изделия из-за образования окалина.

Другой задачей настоящего изобретения является повышение качества металлических изделий, полученных и получаемых посредством процессов производства чугуна и стали, в частности, путем устранения или, по меньшей мере, уменьшения поверхностных дефектов, связанных с наличием окалина, во время этапов обработки, следующих за термическими обработками.

Другой задачей настоящего изобретения является создание композиции, позволяющей защитить поверхность металлических изделий от явлений окисления даже при наличии термических циклов, включающих значительные колебания температуры, таких, например, как циклы, происходящие в нагревательной печи.

Другой задачей настоящего изобретения является обеспечение защиты поверхности металлических изделий, которую можно легко наносить при ограниченных затратах.

Другой задачей настоящего изобретения является создание композиции, позволяющей получить покрытие, которое, при необходимости, может быть легко удалено и полностью удалено, например, с помощью водяных струй.

Заявитель разработал, испытал и реализовал настоящее изобретение для устранения недостатков уровня техники и для решения этих и других задач и достижения преимуществ.

Раскрытие сущности изобретения

Настоящее изобретение изложено и охарактеризовано в независимых пунктах формулы изобретения, при этом в зависимых пунктах описаны другие характеристики изобретения или варианты осуществления изобретения.

Согласно вышеуказанным задачам настоящее изобретение относится к композиции для нанесения покрытия, предназначенной для нанесения снаружи на металлические изделия, для защиты металлических изделий от окисления при высоких температурах.

Согласно настоящему изобретению композиция для нанесения покрытия содержит матрицу, в которой имеется по меньшей мере один полимер-предшественник керамики и первые наполнители с восстановительными характеристиками, выбранные из группы, содержащей: порошок элементарного железа, порошок элементарного кремния, порошок железа и кремния, порошок карбида кремния, порошок ферросплава или их комбинацию.

В некоторых вариантах осуществления композиция для нанесения покрытия также содержит вторые наполнители. Вторые наполнители предпочтительно способны противодействовать и уменьшать образование расплавленного слоя фаялита и, таким образом, противодействовать его вредному воздействию на окисление подложки. Образование соединений с низкой температурой плавления, таких как, в частности, фаялит, в диапазоне температур 1100-1300°C, типичном для термических обработок, которым подвергается металлическое изделие, оказывает отрицательное воздействие на окисление подложки, как подробно описывается ниже.

В некоторых вариантах осуществления вторые наполнители также содержат минеральный источник форстерита.

В некоторых вариантах осуществления источник форстерита содержит минерал оливина.

В некоторых вариантах осуществления источник форстерита содержит оксид магния.

В некоторых вариантах осуществления источник форстерита содержит минеральный оливин и оксид магния. Другими словами, вторые наполнители предпочтительно содержат оливин и оксид магния.

Благодаря своей реакционной способности вторые наполнители снижают вредное воздействие фаялита, которое обычно возникает при температуре выше 1150°C; фактически, начиная с этой температуры и выше, фаялит плавится, образуя жидкий слой, способствующий подвижности ионов и, таким образом, вызывающий окисление.

Предпочтительно в вариантах осуществления, предусматривающих использование источника форстерита, он может образовывать твердый раствор с фаялитом, способный значительно повышать температуру плавления.

Предпочтительно в вариантах осуществления, в которых источник форстерита содержит оксид магния, он может образовывать форстерит на месте с указанными выше преимуществами.

Композицию для нанесения покрытия согласно настоящему описанию предпочтительно наносят на металлические изделия, подлежащие термическим обработкам.

Настоящее изобретение также относится к применению композиции для нанесения покрытия для защиты металлических изделий от окисления.

Настоящее изобретение также относится к способу защиты металлического изделия от окисления путем нанесения покрытия на металлическое изделие снаружи и получения внешнего защитного слоя.

Настоящее изобретение также относится к способу нагрева металлических изделий, включающему в себя:

защиту металлических изделий от окисления перед их нагревом;

нагревание металлического изделия.

Настоящее изобретение также относится к способу обработки металлического изделия, включающему в себя защиту металлического изделия от окисления путем нанесения покрытия на металлическое изделие путем нанесения снаружи композиции для нанесения покрытия и получения внешнего защитного слоя, и затем нагревания металлического изделия с нанесенным покрытием.

Настоящее изобретение также относится к металлическим изделиям, покрытым композицией для нанесения покрытия, и металлическим изделиям, имеющим покровный слой, защищающий их от окисления при высоких температурах посредством композиции для нанесения покрытия.

Настоящее изобретение также относится к линии горячей обработки для металлических изделий, содержащей по меньшей мере одну нагревательную печь и устройство для защиты металлических изделий от окисления при высоких температурах.

В некоторых вариантах осуществления выше по потоку от нагревательной печи устройство содержит станцию нанесения, выполненную с возможностью нанесения композиции для нанесения покрытия по настоящему изобретению на поверхность металлического изделия, и, ниже по потоку от нагревательной печи, станцию удаления, выполненную с возможностью удаления композиции для нанесения покрытия по настоящему изобретению с поверхности металлического изделия.

Краткое описание чертежей

Эти и другие признаки настоящего изобретения станут очевидными из нижеследующего описания некоторых вариантов осуществления, приведенных в качестве неограничительного примера со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

на фиг. 1 показан в качестве примера схематический вид композиции для нанесения покрытия, нанесенной на металлическое изделие;

на фиг. 2 схематично показана линия для обработки металлических изделий, в которой находится устройство согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

Для облегчения понимания одни и те же номерные обозначения используются, где это возможно, для обозначения идентичных общих элементов на чертежах. Понятно, что элементы и признаки одного варианта осуществления могут быть легко включены в другие варианты осуществления без дополнительных пояснений.

Осуществление изобретения

Ниже подробно описываются различные варианты осуществления настоящего изобретения, один или более примеров которых показаны на прилагаемых чертежах. Каждый пример представлен в качестве иллюстрации изобретения и не должен рассматриваться как его ограничение. Например, признаки, показанные или описанные как часть одного варианта осуществления, могут быть адаптированы к, или в сочетании с другим вариантам осуществления для создания другого варианта осуществления. Понятно, что настоящее изобретение должно включать в себя все такие модификации и варианты.

Прежде чем описывать эти варианты осуществления, необходимо также пояснить, что настоящее описание не ограничивается в своем применении деталями конструкции и расположением компонентов, которые описываются в последующем описании с использованием прилагаемых чертежей. В настоящем описании могут быть предложены другие варианты осуществления, и оно может быть получено или выполнено различными другими способами. Необходимо также уточнить, что формулировки и терминология, используемые в данном документе, предназначены только для целей описания и не могут рассматриваться как ограничительные.

Ниже используется термин "объем", относящийся к материалу, который относится к части материала, достаточно удаленной от областей материала, в которых происходят обмены веществом, импульсом и теплом, чтобы не подвергаться их воздействиям.

Ниже используется термин "границная фаза", относящийся к области разделения двух фаз или двух разных материалов, обладающих разными химико-физическими или кристаллографическими свойствами или составом, в которой, например, происходит переход из одной фазы в другую или от одного материала в другой.

Заявитель разработал композицию для нанесения покрытия, пригодную для защиты поверхности металлического изделия от явлений окисления при высоких температурах, связанных с воздействием окислительной среды, в широком диапазоне температур. В частности, композиция для нанесения покрытия предпочтительно может быть нанесена на металлические изделия для их защиты от окисления перед тем, как они подвергаются горячей термической обработке. Рассматриваемые явления окисления при высоких температурах обычно представляют собой явления окисления, которые возникают, когда металлическое изделие подвергают воздействию температуры выше 900°C, в частности, например, нагреванию и/или более сложным термическим обработкам.

Металлическое изделие может быть различной формы и размеров, поскольку применимость композиции для нанесения покрытия никоим образом не ограничена структурными характеристиками материала или изделия, на которое она наносится.

Здесь и ниже в описании под выражением "металлическое изделие" понимается изделие, состоящее по существу из металлического железа, возможно, с присутствием других элементов, пригодных для придания металлическому изделию требуемых характеристик, как, например, в случае сталей с различным содержанием углерода, специальные стали, высоколегированные стали, чугун или другие виды металлических сплавов.

Окислительной средой может быть любая жидкая или воздушная среда, например воздух, содержащий по меньшей мере один окислительный агент, или окислительное химическое вещество, например кислород, двуокись углерода, вода, также в виде водяного пара. Однако это определение не исключает наличия других химических веществ, таких как, например, азот, оксиды азота, оксиды серы, монооксид углерода, метан.

Окислительная среда также может содержать химические вещества, типичные для сред, связанных с нагревательными печами, используемыми в сталелитейной промышленности, такими как, например, нагревательные печи, использующие топливо.

В этих случаях из-за реакций горения окислительная среда может иметь низкое содержание кислорода и, в дополнение к уже упомянутым химическим веществам, также летучие химические вещества, связанные с частично или полностью сгоревшим топливом, или даже остатки несгоревшего топлива, такие как углеводороды.

Таким образом, композиция для нанесения покрытия может быть предпочтительно, но не исключи-

тельно, использована в процессах производства чугуна и стали для ограничения и, возможно, даже устранения образования поверхностной окалины на металлических изделиях.

Композиция для нанесения покрытия также защищает металлическое изделие от явлений поверхностного обезуглероживания.

Таким образом, в таких применениях металлическое изделие может представлять собой сляб, заготовку, блюм или любое другое металлическое изделие или его часть, которые могут быть подвергнуты горячей термической обработке.

Такие термические обработки могут быть предназначены для последующей обработки, такой как, например, горячая прокатка, но без ограничения этим.

В некоторых вариантах осуществления металлические изделия могут быть отлиты или получены из внешних зон хранения, в которых, возможно, поддерживаются температуры ниже требуемых температур.

Таким образом, в этих применениях композиция для нанесения покрытия наносится на поверхность металлических изделий, подвергающихся воздействию окислительной среды.

Таким образом, композиция для нанесения покрытия может наноситься как на горячее металлическое изделие, например, ниже по потоку от места отливки или вблизи места правки, так и на холодные металлические изделия.

В некоторых вариантах осуществления композиция для нанесения покрытия по настоящему изобретению может содержать матрицу и неорганические наполнители, выполняющие определенные функции, как описано ниже.

В некоторых вариантах осуществления матрица может содержать материал или смесь материалов, возможно, в гомогенной фазе, пригодных для обеспечения когезии композиции для нанесения покрытия, улавливания наполнителей.

В некоторых вариантах осуществления неорганические наполнители гомогенно диспергированы внутри матрицы.

В некоторых вариантах осуществления матрица может содержать один или более полимеров-предшественников керамики или смесь полимеров-предшественников керамики.

Под полимерами-предшественниками керамики понимаются материалы, которые при температуре окружающей среды находятся в жидком состоянии, с более или менее высокой вязкостью, или в твердом состоянии, получаемые в виде порошков, и которые, после нагревания до температуры выше 200°C, могут подвергаться химическим реакциям сшивания, изменяющим их химическую структуру.

В зависимости от типа и состава полимеров-предшественников керамики и окружающей среды дальнейшее повышение температуры, например, достижение температуры в диапазоне от 400°C до 1400°C, может усиливать реакции сшивания и/или вызывать дальнейшие реакции, например, процессы разложения, термического разложения, реакции пиролиза или элиминирования, приводящие к образованию керамического материала.

В некоторых вариантах осуществления возможные полимеры-предшественники керамики могут представлять собой полимеры на основе кремния.

В некоторых вариантах осуществления возможные полимеры-предшественники керамики могут быть выбраны из группы, содержащей: силиконовые смолы, органические смолы, силиконовые масла, силиконовые пасты или другие полимеры на основе кремния или их комбинации.

В некоторых вариантах осуществления полимеры-предшественники керамики могут включать в себя силоксановые полимеры или полисилоксаны, имеющие связи Si-O с переменной степенью сшивки, к которым могут быть присоединены органические функциональные группы (-R1, -R2) переменного типа.

Эти силоксановые полимеры могут иметь молекулярную структуру, содержащую звенья типа -Si(R1)(R2)-O-.

В некоторых вариантах осуществления полимеры-предшественники керамики могут включать в себя карбосилановые полимеры или поликарбосиланы, имеющие связи Si-C с переменной степенью сшивки, к которым могут быть присоединены органические функциональные группы (-R1, -R2, -R3, -R4) переменного типа.

Карбосилановые полимеры могут иметь молекулярную структуру, содержащую звенья типа -Si(R1)(R2)-C(R3)(R4)-.

В некоторых вариантах осуществления полимеры-предшественники керамики могут включать в себя силазановые полимеры или полисилазаны, имеющие связи Si-N с переменной степенью сшивки, к которым могут быть присоединены органические функциональные группы (-R1, -R2, -R3) переменного типа.

Эти силазановые полимеры могут иметь молекулярную структуру, содержащую звенья типа -Si(R1)(R2)-N(R3)-.

В некоторых вариантах осуществления полимеры-предшественники керамики также могут включать в себя силиконовые смолы, силиконовые масла и/или силиконовые пасты как со сшитыми, так и с линейными молекулярными структурами, которые включают в себя органические функциональные группы (-R1, -R2, -R3, -R4).

В некоторых вариантах осуществления органические функциональные группы (-R1, -R2, -R3, -R4) могут содержать функциональные группы, выбранные из: водорода (-H), алкильных, арильных, алкок-

сильных групп, возможно, в свою очередь, замещенных другими заместителями.

Возможные алкильные группы могут представлять собой метильные группы, возможные арильные группы могут представлять собой фенильные группы, и возможные алкоксильные группы могут представлять собой метоксильные группы.

В некоторых вариантах осуществления в качестве полимеров-предшественников керамики могут быть использованы полиметилгидридосилоксан (ПМГС), полидиметилсилоксан (ПДМС), пергидридосилазаны, полифенилсилоксаны или их комбинации.

Предпочтительно полимеры-предшественники керамики, в которых по меньшей мере одна из органических функциональных групп, связанных с атомом кремния (-R1, -R2), представляет собой водород, такие как, например, полиалкилгидридосилоксаны, полиметилгидридосилоксаны (ПМГС), пергидридосилазаны, могут обладать восстановительными характеристиками, способствующими улучшению защиты металлического изделия от окисления при высоких температурах.

В некоторых вариантах осуществления матрица может содержать органический-неорганический гибридный материал.

В некоторых вариантах осуществления неорганические наполнители могут включать в себя первые неорганические наполнители, называемые ниже первыми наполнителями, с восстановительными характеристиками, которые обычно могут быть связаны с низкими степенями окисления. В частности, восстановительные характеристики первых неорганических наполнителей предпочтительно используются в соответствии с настоящим изобретением для защитного окисления неорганических наполнителей так, чтобы защищать металл металлического изделия.

В некоторых вариантах осуществления первые неорганические наполнители могут содержать порошок элементарного железа, также называемый металлическим железом, и/или порошок элементарного кремния, также называемый в некоторых случаях металлическим кремнием, порошок ферросилиция и/или порошок карбида кремния, и/или порошки ферросплава.

В возможных реализациях порошки ферросплава могут быть выбраны из порошков феррохрома, ферромolibдена, ферромарганца, ферросилиция-марганца.

Железо и кремний, используемые в соответствии с возможными вариантами осуществления, подаются в металлическом виде и/или с низкими степенями окисления, или их соединения подаются с низкими степенями окисления с восстановительными характеристиками.

Здесь и ниже в описании под порошком понимается тонкоизмельченное вещество, состоящее из множества гранул переменного размера по существу в диапазоне от долей микрометра до 100 мкм, предпочтительно от долей микрометра до 75 мкм.

В некоторых вариантах осуществления первые наполнители могут содержать порошок ферросилиция, например, с долей кремния более 50% по весу по отношению к весу первых наполнителей, предпочтительно более 75%, еще более предпочтительно более 90%.

В других вариантах осуществления первые наполнители могут содержать порошок карбида кремния. В возможных реализациях первые наполнители могут состоять только из порошка карбида кремния.

Предпочтительно, когда композицию для нанесения покрытия наносят на поверхность металлического изделия, химические характеристики, связанные с металлическими компонентами и/или низкими степенями окисления, побуждают любые окислительные агенты окислять вещества, содержащиеся в композиции для нанесения покрытия, вместо окисления металлического железа металлического изделия.

Таким образом, защитное окисление связано с тем фактом, что первые наполнители при контакте с окислителем могут окисляться вместо металлического железа металлического изделия, которое, таким образом, защищается.

В некоторых вариантах композиции для нанесения покрытия первые наполнители равномерно смешаны с матрицей с однородным распределением.

Этот признак позволяет при использовании получать равномерную защиту и барьерный эффект на всей поверхности металлического изделия.

В некоторых вариантах осуществления наполнители могут включать в себя вторые неорганические наполнители.

Предпочтительно вторые наполнители способны противодействовать и уменьшать образование расплавленного слоя фаялита или в целом соединений, имеющих низкие температуры плавления, и, следовательно, противодействовать его вредному воздействию на окисление подложки.

В некоторых вариантах осуществления, в которых композиция для нанесения покрытия содержит или состоит из полимера-предшественника керамики, первых наполнителей и вторых наполнителей, весовое отношение полимера-предшественника керамики к первым наполнителям может составлять от 1,5 до 4, в частности от 2 до 3,5, а весовое отношение полимера-предшественника керамики ко вторым наполнителям может составлять от 0,45 до 0,9, в частности, от 0,5 до 0,7.

В некоторых вариантах осуществления весовое отношение первых наполнителей ко вторым наполнителям составляет от 0,1 до 0,6, в частности от 0,15 до 0,5, в частности от 0,15 до 0,4.

В некоторых вариантах осуществления вторые наполнители могут содержать один или более минералов, которые ниже также называются вторыми наполнителями.

В некоторых вариантах осуществления вторые наполнители включают в себя по меньшей мере один минерал, имеющий температуру плавления выше рабочей температуры нагревания, например, в диапазоне от 1100 до 1300°C.

В некоторых вариантах осуществления один или более минералов, содержащихся во вторых наполнителях, могут представлять собой минеральный источник силикатов.

В некоторых вариантах осуществления один или более минералов, содержащихся во вторых наполнителях, могут представлять собой или включать в себя один или более минералов, являющихся источником форстерита.

В некоторых вариантах осуществления минерал, действующий как источник форстерита, содержащийся во вторых наполнителях, может представлять собой несиликат или ортосиликат, возможно, входящий в группу оливинов.

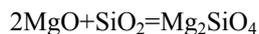
В некоторых вариантах осуществления вторые наполнители могут содержать оливин, возможно, с преобладанием форстерита.

В некоторых вариантах осуществления оливин, содержащийся во вторых наполнителях, может содержать долю форстерита более 50%, предпочтительно более 60%, более предпочтительно более 75%, еще более предпочтительно более 85%.

В некоторых вариантах осуществления, в которых содержатся первые наполнители на основе ферросилиция и вторые наполнители на основе оливина, весовое отношение ферросилиция к оливину может быть, например, меньше 1, в частности, от 0,1 до 0,9, в частности от 0,15 до 0,8, в частности от 0,2 до 0,7.

В некоторых вариантах осуществления, в которых содержатся первые наполнители на основе порошка карбида кремния и вторые наполнители, содержащие оливин, весовое отношение карбида кремния к оливину может составлять, например, от 0,1 до 0,6, в частности от 0,15 до 0,5, в частности от 0,2 до 0,4, в частности от 0,2 до 0,3.

В некоторых вариантах осуществления источник форстерита, содержащийся во вторых наполнителях, может представлять собой минеральный оксид магния. Оксид магния может образовывать форстерит на месте в соответствии с реакцией:



В некоторых вариантах осуществления, в которых содержатся первые наполнители на основе порошка карбида кремния и вторые наполнители, содержащие оксид магния, весовое отношение карбида кремния к оксиду магния может составлять, например, от 0,1 до 0,6, в частности от 0,15 до 0,5, в частности от 0,15 до 0,4.

В некоторых вариантах осуществления вторые наполнители могут состоять исключительно из оксида магния.

В других вариантах осуществления вторые наполнители могут содержать как оливин, так и оксид магния, предпочтительно действующие как источник форстерита. В некоторых вариантах осуществления вторые наполнители могут состоять, то есть, содержать исключительно, оливин и оксид магния.

В некоторых вариантах осуществления, в которых вторые наполнители содержат как оливин, так и оксид магния, количество оливина по весу превышает количество оксида магния.

Например, весовое отношение оливина к оксиду магния может составлять от 2 до 8, в частности от 3 до 7, в частности от 3,5 до 6, в частности от 4 до 5,5.

В некоторых вариантах осуществления композиция для нанесения покрытия также может содержать по меньшей мере один растворитель или смесь растворителей, совместимых с матрицей, способных растворять ее и образовывать композицию требуемой вязкости.

В некоторых вариантах осуществления растворитель может представлять собой легколетучий растворитель, обеспечивающий быстрое высыхание.

В некоторых вариантах осуществления могут быть использованы органические растворители, например, ацетон, ароматические растворители, сложные эфиры, кетоны или их комбинации.

В некоторых вариантах осуществления композиция по настоящему изобретению также может содержать добавки, известные сами по себе, с загущающими, диспергирующими, смачивающими, противопенными, реологическими модифицирующими и другими эффектами согласно требованиям.

В некоторых вариантах осуществления такие добавки добавляют в процентах не более 5% по весу от общей массы композиции для нанесения покрытия.

На фиг. 1 схематически показан, в качестве примера, вид металлической поверхности изделия, покрытого композицией для нанесения покрытия.

На этом изображении схематично показан объем В металлического изделия, в данном случае состоящего по существу из металлического железа, как определено выше.

В качестве примера на поверхности металлического изделия показан слой оксидов S, образующихся при контакте с окислительной средой, в частности, оксидов железа.

Оксиды могут иметь различное содержание железа и степени окисления и могут присутствовать в виде различных кристаллических фаз, например, гематита, магнетита, вюстита.

На слое оксида S на фиг. 1 показан покровный слой R, полученный с помощью композиции для нанесения покрытия в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения.

Как показано в качестве примера на фиг. 1, покровный слой R предпочтительно действует как барьерный слой, расположенный между окислительными агентами, содержащимися в окружающей среде, и объемными и поверхностными областями металлического изделия, выполняя защитное действие.

Кроме того, защитное действие также осуществляется химическим путем, так как молекулы окислителя, также сумевшие проникнуть в покровный слой R, могут предпочтительно реагировать с первыми наполнителями за счет защитного окисления, а не с элементами железа и/или другого металла и/или углеродом, содержащимися в металлическом изделии.

Кроме того, покровный слой R также препятствует встречной диффузии атомов и ионов железа из объема В металлического изделия к поверхности.

Это действие дополнительно способствует блокированию окислительных процессов металлического изделия.

В некоторых вариантах осуществления, когда металлическое изделие подвергают термическим обработкам, после повышения температуры матрица претерпевает почти полное сшивание, и на поверхности металлического изделия формируется керамический материал.

В частности, органические группы (-R1, -R2, -R3, -R4), связанные со структурой полимеров-предшественников керамики, могут конденсироваться или разлагаться уже при температурах выше 250°C, вплоть до пиролиза при более высоких температурах, вплоть до 800°C.

Здесь и ниже в описании термин пиролиз включает в себя набор превращений и химических реакций, которым подвергаются полимеры-предшественники керамики в зависимости от химического состава среды, в которую они помещаются, и от термического цикла, которому они подвергаются.

Фактически, когда полимеры-предшественники керамики находятся в контакте с химически активными веществами окислительной среды, могут происходить реакции горения или частичного горения или даже другие сходные процессы, запускаемые повышенной температурой, в которых может участвовать как металлическое изделие, так и химические вещества, содержащиеся в среде, с которыми контактирует металлическое изделие; для удобства эти процессы включены в термин пиролиз.

Эти процессы способствуют образованию связей, в частности, Si-Si, Si-O, SiO₂-SiOC, Si-C, Si-N в матрице, которые приводят к сшиванию цепей полимеров-предшественников керамики.

В этих условиях покровный слой R, показанный на фиг. 1, таким образом, может содержать керамический материал.

В некоторых вариантах осуществления керамический материал, образуемый после циклов термических обработок, может содержать, например, диоксид кремния, аморфный и/или кристаллический, оксид углерода кремния, графитовый углерод или их комбинации.

Фазы кристаллического диоксида кремния могут, например, содержать кварц и/или кристобалит.

Как правило, керамическое покрытие может включать в себя силикаты в аморфной или кристаллической фазах.

Таким образом, эти и/или другие механизмы приводят к потере массы и уменьшению объема матрицы.

Наличие неорганических наполнителей позволяет компенсировать это поведение, придавая композиции для нанесения покрытия механическую стабильность.

Заявитель подтвердил, что для достижения этой цели эффективное весовое количество матрицы по отношению к сумме наполнителей может составлять от 20 до 50% по весу, предпочтительно от 25 до 33% по весу.

Заявитель также подтвердил, что эффективный защитный эффект достигается, когда после сшивания матрицы средняя толщина покровного слоя R составляет от 5 до 100 мкм, в частности от 20 до 60 мкм, предпочтительно от 30 до 50 мкм.

Другой эффект, обнаруженный заявителем, заключается в том, что в диапазоне температур между 1100-1300°C, типичном для термических обработок, которым подвергается металлическое изделие, соединения кремния, например содержащие силикаты, железо и/или оксиды железа, например, вюстит (FeO), могут вступать в химическую реакцию с образованием соединений с низкой температурой плавления, таких как, например, фаялит, которые, таким образом, могут плавиться в некоторых фазах в рабочих условиях печи.

Наличие жидких или вязких фаз в зонах граничной фазы между металлическим изделием и поверхностными слоями способствует диффузии ионов железа к поверхностям, и, следовательно, процессам окисления. Таким образом, образование соединений с низкой температурой плавления, таких как, в частности, фаялит, неблагоприятно для окисления подложки.

Тот факт, что вторые наполнители могут содержать высокие фракции форстерита, о котором сообщается в настоящем описании, позволяет уменьшить образование жидких или вязких фаз в зонах граничной фазы, что дополнительно защищает металлическое изделие от явлений окисления. Этот предпочтительный аспект усиливается еще больше, если вторые наполнители включают в себя, помимо оливина, также оксид магнезия, как описано выше со ссылкой на некоторые варианты осуществления.

Еще одним частным эффектом является то, что покровный слой R, получаемый посредством композиции для нанесения покрытия, разработанной заявителем, имеет коэффициенты теплового расширения

ния, близкие к коэффициентам теплового расширения металлического изделия.

Этот признак позволяет ограничить один из недостатков уровня техники, заключающийся в том, что покровные слои R, вследствие эффектов расширения из-за циклов термической обработки при высоких температурах, могут создавать внутренние напряжения в металлическом изделии, образуя напряжения в конструкции на молекулярном уровне и, возможно, приводя к отслоению или растрескиванию покровного слоя R.

Настоящее изобретение также относится к металлическому изделию, покрытому описанной выше композицией для нанесения покрытия или имеющему покровный слой R для защиты от окисления при высоких температурах, получаемый с помощью композиции для нанесения покрытия, такой как описанная в данном документе.

Настоящее изобретение также относится к способу защиты металлического изделия от окисления путем нанесения покрытия на металлическое изделие, путем нанесения снаружи композиции для нанесения покрытия на металлическое изделие и получения внешнего защитного слоя.

Способ может предпочтительно использоваться, но не исключительно, для защиты от окисления металлических изделий, подлежащих нагреву, таких как сортовой прокат или слябы.

Настоящее изобретение также относится к способу обработки металлического изделия, то есть к обработке металлического изделия.

Способ обработки включает в себя защиту металлического изделия от окисления путем нанесения покрытия на металлическое изделие, путем нанесения снаружи композиции для нанесения покрытия, получения внешнего защитного слоя и последующего нагревания металлического изделия с нанесенным покрытием.

Предпочтительно после способа могут выполняться различные рабочие операции, например, прокатка или ковка, или даже транспортировка и/или хранение после охлаждения.

Способ может, в частности, ограничивать, если не полностью устранять, образование поверхностной окалины и/или поверхностные реакции обезуглероживания, в частности, из-за термических циклов, возможно, осуществляемых с помощью нагревательной печи.

В некоторых вариантах осуществления способ обработки также может предусматривать удаление покровного слоя R с поверхности металлического изделия после нагревания металлического изделия.

В частности, способ обработки по настоящему изобретению может включать в себя подачу металлического изделия; обеспечение композиции для нанесения покрытия по настоящему изобретению; покрытие поверхности металлического изделия композицией для нанесения покрытия по настоящему изобретению; нагревание металлического изделия; удаление композиции для нанесения покрытия с поверхности металлического изделия.

Предпочтительно, когда металлическое изделие, обработанное этим способом, подвергают последующим процессам обработки, например, прокатке, повышается качество конечного изделия, за счет значительного уменьшения наличия поверхностной окалины и окислительных процессов поверхностного обезуглероживания.

В некоторых вариантах осуществления подача металлического изделия может предусматривать отливку металлического изделия или подачу холодного металлического изделия из подходящих зон хранения.

В частности, металлическое изделие может быть предварительно разрезанным изделием, например, хранящимся на складе для хранения, которое необходимо нагреть для достижения подходящей температуры для обработки.

В некоторых вариантах осуществления перед нанесением покрытия металлическое изделие может быть подвергнуто удалению окалины, чтобы по меньшей мере частично удалить любую окалину, имеющуюся на поверхности, в частности, нестойкую окалину.

Эта операция может быть выполнена посредством струй воды или воздуха, возможно, под высоким давлением, или с помощью механических средств, таких как щетки или другие, или комбинации этих операций. Среда удаления окалины может быть или не быть инертной.

В некоторых вариантах осуществления удаление окалины осуществляют так, чтобы избежать чрезмерного падения температуры металлического изделия.

Кроме того, при использовании водяных струй струи можно установить, например, ориентировать так, чтобы они не оставляли остаточную воду на поверхности металлического изделия.

В некоторых вариантах осуществления, в которых металлическое изделие поступает на этап удаления окалины горячим, тепло может способствовать удалению возможных остатков воды.

Некоторые варианты осуществления также могут опционально предусматривать этап сушки металлического изделия после удаления окалины.

В некоторых вариантах осуществления обеспечение композиции для нанесения покрытия может включать в себя приготовление композиции для нанесения покрытия на заводе, например, вдоль или вблизи линии прокатки и/или нагревательной печи. При необходимости приготовление могут выполнять непосредственно перед использованием.

В других вариантах осуществления обеспечение композиции для нанесения покрытия может предусматривать предварительное приготовление определенного количества композиции для нанесения покрытия, возможно даже в местах, отличных от места, где она используется, хранится и транспортируется к месту, где она используется, для последующего использования.

В некоторых вариантах осуществления нанесение покрытия на металлическое изделие может предусматривать нанесение композиции для нанесения покрытия способами распыления.

В некоторых вариантах осуществления способы распыления могут быть основаны на способах пульверизации, распыления, холодного распыления, безвоздушных способах.

В частности, безвоздушные способы распыления могут предусматривать создание давления в композиции для нанесения покрытия посредством пневматической системы и последующее ее распыление на металлическое изделие посредством форсунки.

В некоторых вариантах осуществления пневматическая система может доводить композицию для нанесения покрытия до давления, превышающего 120 бар, а форсунка может небулизировать или разбрызгивать поток выходящей композиции для нанесения покрытия для улучшения однородности и качества нанесения на металлическое изделие.

Безвоздушные способы распыления обладают преимуществами, связанными с уменьшением избыточного распыления, то есть доли композиции для нанесения покрытия, которая не осаждается на поверхности металлического изделия.

Приготовление композиции для нанесения покрытия в форме, пригодной для нанесения способами распыления, может включать в себя следующие этапы:

- измельчение и просеивание наполнителей для получения контролируемого размера зерна;
- взвешивание наполнителей, матрицы, растворителей и любых возможных добавок;
- смешивание наполнителей, матрицы, растворителя или смеси растворителей и любых возможных добавок для получения однородной композиции.

В этих вариантах осуществления композиция для нанесения покрытия может быть в жидкой форме и также содержать растворитель или смесь растворителей, а наполнители могут быть диспергированы и гомогенно распределены в матрице.

В этих вариантах осуществления первые наполнители могут иметь диаметр порядка микрометров, возможно, с размером зерна менее 20 мкм, а вторые наполнители могут иметь размер зерна менее 100 мкм, в частности менее 60 мкм.

В альтернативных вариантах осуществления нанесение покрытия на металлическое изделие может предусматривать нанесение композиции для нанесения покрытия с помощью способов нанесения порошкового покрытия.

Композиция для нанесения покрытия в этом случае может быть в виде твердого порошка и не содержать растворителя.

Приготовление композиции для нанесения покрытия в форме, пригодной для нанесения способами нанесения порошкового покрытия, может включать в себя следующие этапы:

- смешивание материалов, в частности наполнителей в матрице;
- экструзия;
- грануляция;
- измельчение порошка;
- просеивание.

Эти варианты осуществления могут предпочтительно предусматривать, что компоненты композиции для нанесения покрытия (наполнители и матрица) измельчаются с размером зерна в диапазоне от 5 до 60 мкм, предпочтительно от 20 до 30 мкм.

В некоторых вариантах осуществления нанесение покрытия может предусматривать использование пистолетов, которые могут электростатически заряжать порошки композиции для нанесения покрытия. Электростатический заряд способствует адгезии композиции для нанесения покрытия и металлического изделия.

Нанесение композиции для нанесения покрытия с помощью нанесения порошкового покрытия предпочтительно позволяет устранить затраты и другие недостатки, связанные с использованием и обращением с органическими растворителями.

Кроме того, заявитель подтвердил, что способы нанесения порошкового покрытия позволяют получать более высокий выход фактически нанесенной композиции для нанесения покрытия по отношению к используемой композиции для нанесения покрытия, по сравнению с системами жидкостного распыления.

Нанесение композиции для нанесения покрытия с помощью нанесения порошкового покрытия является также, в частности, предпочтительным, если композицию для нанесения покрытия наносят на горячие металлические изделия, например, в зонах литья или правки.

В некоторых вариантах осуществления нанесение покрытия на металлическое изделие также может обеспечивать, по меньшей мере, частичное восстановление избыточной композиции для нанесения покрытия, возможно, для повторного использования.

В некоторых вариантах осуществления нанесение покрытия на металлическое изделие может про-

исходить внутри закрытого туннеля, возможно, имеющего систему всасывания, для предотвращения выхода пыли, образуемой при распылении, и паров в окружающую среду.

В некоторых вариантах осуществления нагрев металлического изделия может предусматривать множество циклов термической обработки, например этап конвекции (предварительный нагрев), этап нагрева излучением (нагрев) и этап в нагревательной ванне (томление), чтобы получить в конце однородный температурный профиль во всем объеме металлического изделия.

В некоторых вариантах осуществления температурные этапы могут быть связаны с линейными изменениями температуры, например, установленными в нагревательной печи.

В зависимости от рабочей температуры, в частности от профиля повышения температуры, композиция для нанесения покрытия может подвергаться различным преобразованиям.

Например, в диапазоне температур от 20 до 80°C, предпочтительно от 40 до 60°C, может происходить размягчение матрицы покрытия и даже возможный переход в стекловидное состояние.

Кроме того, в диапазоне температур от 160 до 240°C, предпочтительно от 180 до 220°C, может происходить или инициироваться сшивание матрицы.

В некоторых вариантах осуществления удаление композиции для нанесения покрытия с поверхности металлического изделия, после нагревательной печи, может обеспечиваться использованием водяных струй и/или может выполняться способами, сходными с удалением окалины.

Со ссылкой на варианты осуществления, описанные на фиг. 2, настоящее изобретение также относится к линии 100 для горячей обработки металлических изделий, содержащей установку 10 для защиты металлических изделий от окисления при высоких температурах, которые подлежат нагреву и последующей горячей прокатке.

В некоторых вариантах осуществления устройство 10 может быть спроектировано и изготовлено таким образом, что затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание не будут превышать затрат на потери металлического материала, вызванные наличием окалины.

Например, устройство 10 может быть установлено на линии 100, возможно, ниже по потоку от литейной машины 101 или склада 102 для хранения.

Например, линия 100, показанная на фиг. 2, также может содержать режущее устройство 103, установку 104 черновой обработки, нагревательную печь 105, прокатную установку 106 или прокатную линию и охлаждающее устройство 107.

В некоторых вариантах осуществления линия 100 может быть пригодна для работы по существу в непрерывном режиме, например, в режиме, обычно называемом "бесконечный", в котором металлическое изделие отливается и прокатывается без нарушения непрерывности, соответственно, с помощью литейной машины 101, в данном случае пригодной для непрерывного литья, и прокатной установки 106.

В альтернативных вариантах осуществления линия 100 может быть пригодна для работы по существу в прерывистом режиме, например, за счет того, что металлические изделия определенных размеров загружаются в линию 100 со склада 102 для хранения, а затем прокатываются.

Другие варианты осуществления, работающие в прерывистом режиме, могут предусматривать отливку металлического изделия с помощью литейной машины 101 и последующую резку на требуемую длину с помощью режущего устройства 103, например, выполненного в виде ножниц.

В некоторых вариантах осуществления устройство 10 по настоящему изобретению может содержать станцию 11 нанесения и станцию 12 удаления для соответственно нанесения и удаления композиции для нанесения покрытия, возможно расположенные непосредственно выше по потоку и непосредственно ниже по потоку от нагревательной печи 105.

В некоторых вариантах осуществления станция 11 нанесения содержит установку 12 удаления окалины, возможно имеющую форсунки для распыления струй воды или воздуха, возможно под высоким давлением.

В некоторых вариантах осуществления станция 11 нанесения также может содержать сушильную установку 13, возможно имеющую форсунки для распыления струй воздуха, возможно горячего и под высоким давлением.

Станция 11 нанесения также содержит установку 14 нанесения покрытия, пригодную для нанесения композиции для нанесения покрытия на поверхность обрабатываемого металлического изделия.

Установка 14 нанесения покрытия может быть соединена со смесительной установкой 15, пригодной для приготовления композиции для нанесения покрытия по настоящему изобретению, в частности, в форме, пригодной для нанесения, например, способами распыления и/или нанесения порошкового покрытия.

Таким образом, установка 14 нанесения покрытия может иметь форсунки или пистолеты или другие пригодные устройства для нанесения композиции для нанесения покрытия, например, способами распыления и/или нанесения порошкового покрытия.

Форсунки или пистолеты могут быть установлены на подходящих подвижных консолях, которые могут перемещаться по заданным траекториям нанесения покрытия и/или которые могут перемещаться оператором дистанционно, и/или которые могут быть роботизированными или автоматически перемещаться с помощью подходящей управляющей программы.

Установка 14 нанесения покрытия также может включать в себя оптические устройства, пригодные для проверки равномерности покрытия поверхности металлического изделия.

Оптические устройства могут, например, содержать видеокамеры, установленные на стенках установки 14 нанесения покрытия или даже на подвижных консолях.

Оптические устройства могут, например, содержать инфракрасные датчики, которые могут обнаруживать разницу температуры на поверхности металлического изделия, связанную с наличием композиции для нанесения покрытия.

В некоторых вариантах осуществления установка 14 нанесения покрытия может быть выполнена в виде закрытого туннеля, возможно, имеющего систему всасывания для предотвращения выхода пыли, образуемой при распылении, и паров в окружающую среду.

В вариантах осуществления также предусматривается, что установка 14 нанесения покрытия может содержать подходящие средства для повторного использования избыточной композиции для нанесения покрытия, не нанесенной на металлическое изделие.

В некоторых вариантах осуществления станция 12 удаления может иметь установку удаления окислы для удаления композиции для нанесения покрытия на выходе из нагревательной печи 105 и/или устройства, пригодные для по меньшей мере частичного восстановления удаленной композиции для нанесения покрытия.

В некоторых вариантах осуществления станция 12 удаления может быть пригодной для подачи восстановленной композиции для нанесения покрытия в смесительную установку 15.

В некоторых вариантах осуществления нагревательная печь 105 может использоваться для создания покровного слоя R на поверхности металлического изделия, инициирующего сшивание матрицы композиции для нанесения покрытия путем нагревания.

Как схематично показано на фиг. 2, на выходе из нагревательной печи металлическое изделие с нанесенным покрытием может быть подано непосредственно в средство транспортировки 108 после охлаждения для транспортировки в другое место, для продажи или обработки на другом заводе.

В этих вариантах осуществления композиция для нанесения покрытия или полученный покровный слой R не удаляют со станции 12 удаления.

Понятно, что в изобретение могут быть внесены модификации и/или добавления частей или этапов, как описано выше, без отклонения от области и объема настоящего изобретения.

Также понятно, что, хотя настоящее изобретение описано со ссылками на некоторые частные примеры, специалист в данной области техники, безусловно, может получить множество других эквивалентных форм композиции для нанесения покрытия, обладающих признаками, изложенными в формуле изобретения, и, следовательно, подпадающих под определенный ею объем правовой охраны.

В приведенной ниже формуле изобретения ссылки в скобках предназначены только для облегчения чтения: они не должны рассматриваться как ограничивающие объем правовой охраны, заявленной в конкретных пунктах формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композиция для нанесения покрытия, предназначенная для нанесения снаружи на металлические изделия для защиты указанных металлических изделий от окисления при высоких температурах, характеризующаяся тем, что указанная композиция содержит

матрицу, в которой имеется, по меньшей мере, полимер-предшественник керамики,

первые наполнители с восстановительными характеристиками, выбранные из группы, содержащей порошок элементарного железа, порошок элементарного кремния, порошок железа и кремния, порошок карбида кремния, порошок ферросплава или их комбинацию,

вторые наполнители, включающие в себя один или более минералов, содержащих минеральный источник форстерита.

2. Композиция для нанесения покрытия по п.1, характеризующаяся тем, что указанный минеральный источник форстерита содержит оливин с долей форстерита более 50%, в частности более 60%, в частности более 75%, в частности более 85% по весу.

3. Композиция для нанесения покрытия по п.1 или 2, характеризующаяся тем, что указанный минеральный источник форстерита содержит оксид магния.

4. Композиция для нанесения покрытия по п.2 или 3, характеризующаяся тем, что указанный минеральный источник форстерита содержит оливин и оксид магния, причем весовое отношение оливина к оксиду магния составляет от 2 до 8, в частности от 3 до 7, в частности от 3,5 до 6, в частности от 4 до 5,5.

5. Композиция для нанесения покрытия по любому из предыдущих пунктов, характеризующаяся тем, что весовое отношение указанных первых наполнителей к указанным вторым наполнителям составляет от 0,1 до 0,6, в частности от 0,15 до 0,5, в частности от 0,15 до 0,4.

6. Композиция для нанесения покрытия по п.1, 2 или 3, характеризующаяся тем, что указанный полимер-предшественник керамики выбран из силиконовых смол, силиконовых масел, силиконовых паст, силоксановых полимеров, карбосилановых полимеров, силазановых полимеров или их комбинаций.

7. Композиция для нанесения покрытия по любому из предыдущих пунктов, характеризующаяся тем, что указанный полимер-предшественник керамики содержит полиметилгидросилоксан (ПМГС) и/или полидиметилсилоксан (ПДМС), полипергидридосилазан, полифенилсилоксан или их комбинацию.

8. Композиция для нанесения покрытия по любому из предыдущих пунктов, характеризующаяся тем, что указанная композиция для нанесения покрытия находится в жидкой форме и содержит также растворитель или смесь растворителей, при этом указанные первый и второй наполнители диспергированы и гомогенно распределены в указанной матрице, растворенной указанным растворителем или указанной смесью растворителей, и имеют размер зерна меньше соответственно 20 и 30 мкм.

9. Композиция для нанесения покрытия по п.8, характеризующаяся тем, что доля указанной матрицы по отношению к суммарному количеству указанных наполнителей составляет от 20 до 50% по весу, предпочтительно от 25 до 33% по весу.

10. Металлическое изделие, имеющее покрытие с композицией для нанесения покрытия по любому из предыдущих пунктов.

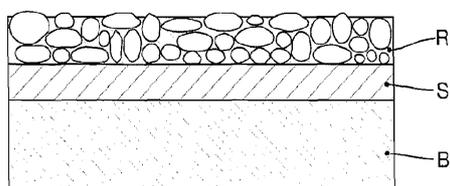
11. Металлическое изделие по п.10, характеризующееся тем, что коэффициент теплового расширения покровного слоя (R) близок к коэффициенту теплового расширения металлического изделия.

12. Способ защиты металлического изделия от окисления путем нанесения покрытия на указанное металлическое изделие снаружи путем нанесения композиции для нанесения покрытия по любому из пп.1-9, посредством способов распыления или способом нанесения порошкового покрытия и получения внешнего защитного слоя.

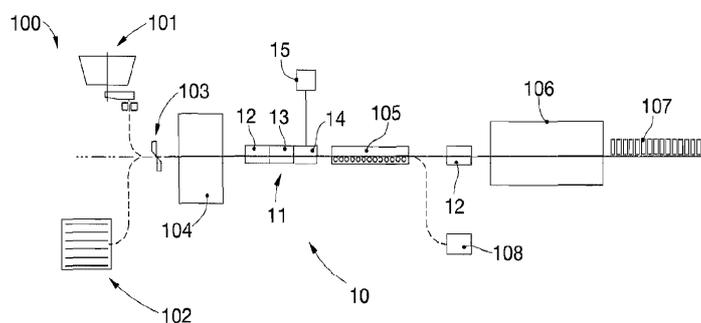
13. Способ по п.12, в котором указанные способы распыления являются безвоздушными.

14. Способ обработки металлического изделия, включающий в себя защиту указанного металлического изделия от окисления путем нанесения покрытия на указанное металлическое изделие путем нанесения снаружи композиции для нанесения покрытия по любому из пп.1-9, получения внешнего защитного слоя и последующего нагревания указанного металлического изделия с нанесенным покрытием.

15. Способ горячей обработки металлических изделий, включающий в себя этап нагрева металлического изделия в нагревательной печи (105), отличающийся тем, что указанный способ содержит, перед указанным этапом нагрева, этап обработки для защиты от окисления при высоких температурах указанного металлического изделия путем нанесения композиции для нанесения покрытия по любому из пп.1-9 на поверхность указанного металлического изделия и, после указанного этапа нагрева, этап удаления для удаления с поверхности указанного металлического изделия покровного слоя (R) для защиты от окисления при высоких температурах, полученного с помощью указанной композиции для нанесения покрытия.



Фиг. 1



Фиг. 2

