

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042005**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.12.23

(21) Номер заявки
201990532

(22) Дата подачи заявки
2017.08.16

(51) Int. Cl. *F27D 1/00* (2006.01)
F27D 1/16 (2006.01)
B22D 41/02 (2006.01)
C23C 28/04 (2006.01)
B22C 1/00 (2006.01)
B22C 1/04 (2006.01)
B22C 3/00 (2006.01)
F27B 14/08 (2006.01)
F27B 14/10 (2006.01)

(54) **ФУТЕРОВКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО РЕЗЕРВУАРА С ЗАМКНУТЫМ
МЕТАЛЛИЧЕСКИМ СЛОЕМ**

(31) **62/378,706**

(32) **2016.08.24**

(33) **US**

(43) **2019.07.31**

(86) **PCT/US2017/047049**

(87) **WO 2018/038983 2018.03.01**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ВЕЗУВИУС ЮэсЭй КОРПОРЕЙШН
(US)**

(72) Изобретатель:
**Янссен Доминик (умер), Симоес Хозе
(PT), Мадалена Роджер, Моханти
Беда (US)**

(74) Представитель:
**Гизатуллина Е.М., Строкова О.В.,
Гизатуллин Ш.Ф., Лебедев В.В.,
Парамонова К.В., Угрюмов В.М.,
Костюшенкова М.Ю., Осипенко Н.В.,
Глухарёва А.О., Николаева О.А. (RU)**

(56) **US-A-4149705
US-A-4698255
US-A1-20070080335
US-A-5139239
WO-A1-2016153693**

(57) Футеровочная структура (30) для огнеупорного резервуара содержит первый слой (34); второй слой (42), находящийся в сообщении с первым слоем и содержащий металлический слой или компонент; и третий слой (50), находящийся в сообщении со вторым слоем (42). Металлический компонент (64) во втором слое может содержать наполненные поперечные каналы между поверхностью второго слоя, находящейся в контакте с первым слоем (44), и поверхностью второго слоя, находящейся в контакте с третьим слоем (46), которые образуют опорные структуры (68) для сохранения структурной целостности огнеупорного резервуара в процессе эксплуатации.

042005 B1

042005 B1

Область техники настоящего изобретения

Настоящее изобретение относится, в общем, к линиям для получения металла, таким как линии непрерывного литья металла. В частности, оно относится к футеровке металлургического резервуара, такого как проковш, способной значительно уменьшать образование оксидных включений в расплавленном металле.

Уровень техники настоящего изобретения

В процессах получения металла расплавленный металл переносят из одного металлургического резервуара в другой резервуар, в изложницу или в инструмент. Например, в проковш большой емкости регулярно подают расплавленный металл посредством ковша, переносящего расплавленный металл из печи в проковш. Это обеспечивает непрерывное литье металла из проковша в инструмент или изложницу. Поток расплавленного металла из металлургических резервуаров движется под действием силы тяжести через системы стаканов, расположенные в нижней части резервуаров, которые обычно имеют систему шиберов для регулирования (открытия или закрытия) потока расплавленного металла через вышеупомянутую систему стаканов. Чтобы выдерживать высокие температуры расплавленных металлов, стенки резервуара футерованы огнеупорным материалом.

Расплавленные металлы, в частности сталь, проявляют высокую активность в реакции окисления, и, таким образом, их необходимо защищать от любого источника окислителя. Алюминий часто добавляют в небольших количествах для пассивации железа в случае контакта окислителя с расплавом. На практике это часто оказывается недостаточным, чтобы предотвращать образование в расплаве оксидных включений, которые создают дефекты в конечном изделии, получаемом из расплава. Согласно наблюдениям стальная отливка массой 10 кг может содержать вплоть до 1 млрд неметаллических включений, причем большинство из них составляют оксиды. Агрегированные включения образуют дефекты. Дефекты необходимо удалять из конечного изделия посредством шлифовки или фрезеровки. Указанные процедуры увеличивают производственные расходы и производят большие количества отходов.

Включения могут возникать в результате реакций с расплавленным металлом; такие включения известны как эндогенные включения. Экзогенные включения представляют собой включения, материалы которых не образуются в результате реакций расплавленного металла и представляют собой, например, песок, шлак и обломки стаканов; экзогенные включения обычно толще, чем эндогенные включения.

Эндогенные включения содержат главным образом оксид железа (FeO), оксид алюминия (Al_2O_3) и другие соединения, которые присутствуют в расплаве или находятся с ним в контакте, такие как MnO , Cr_2O_3 , SiO_2 , TiO_2 . Другие включения могут содержать сульфиды и в меньшей степени нитриды и фосфиды. Поскольку расплавленные металлы находятся при очень высоких температурах (порядка 1600°C для низкоуглеродистых сталей), очевидно, что атомы железа проявляют очень высокую активность в реакции с оксидами, и эта реакция не может быть предотвращена.

До настоящего времени в большинстве способов уменьшения содержания включений в стальных отливках было предусмотрено их выдерживание в металлургическом резервуаре, в котором они были получены. Настоящее изобретение предлагает иное решение, которое существенно сокращает образование эндогенных включений в металлургическом резервуаре простыми, надежными и экономичными средствами.

Краткое раскрытие настоящего изобретения

Настоящее изобретение определено независимыми пунктами прилагаемой формулы изобретения. Зависимые пункты формулы изобретения определяют разнообразные варианты осуществления. В частности, настоящее изобретение относится к футеровке металлургического резервуара для литья расплавленного металла. Примеры таких металлургических резервуаров содержат пол, окруженный стенками по всему периметру вышеупомянутого пола, и выпуск или множество выпусков, которые имеет вышеупомянутый пол, причем по меньшей мере в части пола и/или стенок находятся устройства, создающие используемый в процессе литья препятствующий окислению буферный слой на поверхности раздела расплавленного металла, который проходит от поверхности контакта между расплавленным металлом и стенками и полем металлургического резервуара, таким образом, что при применении в процессе литья скорость потока металла в вышеупомянутом препятствующем окислению буферном слое является практически нулевой, и концентрация эндогенных включений, в частности оксидов, в вышеупомянутом препятствующем окислению буферном слое является значительно выше, чем в объеме расплавленного металла.

Согласно конкретному варианту осуществления структура, которая создает используемый в процессе литья препятствующий окислению буферный слой, содержит иммобилизирующий слой, содержащий металл и покрывающий вышеупомянутый пол и по меньшей мере некоторые из стенок резервуара, причем вышеупомянутый иммобилизирующий слой заключен между слоями огнеупорного материала. Таким образом, структуру составляют первый или рабочий слой огнеупорного материала, который находится в контакте с расплавленным металлом в резервуаре; находящийся под первым слоем второй слой, содержащий металл; и находящийся под вторым слоем третий слой, содержащий огнеупорный материал. В процессе эксплуатации металл может оставаться в твердом состоянии во втором слое или может частично или полностью переходить в жидкое состояние во втором слое. Перфорационное отверстие представ-

ляет собой проток или канал, пронизывающий слой насквозь и позволяющий текучей среде проходить от одной стороны слоя к другой. Согласно конкретным вариантам осуществления настоящего изобретения расплавленный металл, содержащийся в резервуаре, может проникать в поры или перфорационные отверстия, содержащиеся в первом слое данного иммобилизующего слоя, чтобы внедряться во второй слой. Поскольку второй слой находится в тесном контакте с огнеупорным материалом, покрывающим стенки и пол металлургического резервуара, вышеупомянутый огнеупорный материал определяют в качестве основного источника реагентов для образования эндогенных включений, в том числе посредством диффузии атмосферного воздуха или посредством реакции некоторых из его компонентов, причем металл во втором слое может в твердом состоянии выступать в качестве барьера для реагентов, образующих эндогенные включения, или он может в жидком состоянии удерживать эндогенные включения в значительно более высокой концентрации, чем объем расплавленного металла.

Первый слой может состоять из таких материалов, как оксид магния, оксид алюминия, диоксид циркония, муллит и комбинаций любых указанных материалов.

Второй слой может состоять из стали, алюминия, сплавов или комбинаций любых указанных материалов.

Краткое описание фигур

На прилагаемых фигурах проиллюстрированы разнообразные варианты осуществления настоящего изобретения:

на фиг. 1 схематически представлены разнообразные компоненты типичной линии непрерывного литья металла;

на фиг. 2 схематически представлены определения терминов, используемых в описании геометрии металлургического резервуара согласно настоящему изобретению;

на фиг. 3 представлено перспективное изображение металлургического резервуара, содержащего футеровочную структуру согласно настоящему изобретению;

на фиг. 4 схематически представлены скорость Q потока металла и концентрация оксида железа как функции расстояния от стенки или пола металлургического резервуара согласно настоящему изобретению;

на фиг. 5 схематически представлены определения терминов, используемых в описании геометрии металлургического резервуара согласно настоящему изобретению.

Подробное раскрытие настоящего изобретения

Как можно видеть на изображении литейной установки 10 на фиг. 1, промковш обычно имеет один или несколько выпусков, как правило, расположенных у одного или обоих торцов резервуара вдали от точки, где расплавленный металл 12 подают из ковша 14. Расплавленный металл выходит из ковша 14 через клапан 16 ковша и систему 18 стаканов ковша в промковш 20 и выходит из промковша 20 через клапан 24 промковша и систему 26 стаканов промковша в изложницу 28. Промковш выступает, главным образом, как ванна, имеющая открытый кран и открытый выпуск, что создает потоки расплавленного металла в промковше. Указанные потоки способствуют гомогенизации расплавленного металла, а также объемному распределению любых включений. В отношении эндогенных включений сделано предположение, что скорость реакции (главным образом, окисления) в значительной степени контролирует диффузия реакционноспособных молекул. Это предположение подтвердил эксперимент, в котором расплавленная низкоуглеродистая сталь находилась в тигле, помещенном в бескислородную камеру кондиционирования. В вышеупомянутый расплавленный металл вводили трубу, через которую с низкой скоростью вводили кислород. Расплавленный металл выдерживали в течение некоторого времени для затвердения и анализировали состав полученного в результате слитка. Согласно ожиданиям зона окисления была ограничена небольшой областью вокруг выпуска кислородной трубы, что подтверждало предположение о диффузии, которая в значительной степени контролирует реакцию окисления. Отсюда следует, что если можно остановить поток металла, то окисление также должно прекратиться. Разумеется, это невозможно в операции непрерывного литья, которую, как показывает данное название, характеризует непрерывный поток расплавленного металла.

Второе предположение, которое привело к настоящему изобретению, заключалось в том, что источниками окислителей являются стенки и пол металлургического резервуара. В частности, считается, что окислители поступают из двух основных источников:

(a) реакционноспособные оксиды огнеупорной футеровки, в частности силикаты, такие как оливин ($Mg, Fe)_2SiO_4$; и

(b) воздух и влага, которые диффундируют из атмосферы через огнеупорную футеровку металлургического резервуара и достигают поверхности пола и стенок вышеупомянутого резервуара (например, промковша).

Это второе предположение подтвердили лабораторные исследования.

Таким образом, решение получено на основании двух исходных предположений:

(a) диффузия контролирует скорость реакции окисления металла и

(b) стенки и пол металлургического резервуара представляют собой источники окислителей металла.

Авторы настоящего изобретения разработали следующее решение, предотвращающее образование эндогенных включений в объеме расплавленного металла. Если была бы возможной иммобилизация атомов, образующих расплавленный металл вблизи источников окислителей, т.е. стенок и пола металлургического резервуара, образовался бы "пассивационный слой" или "буферный слой", который бы окислялся, но, поскольку диффузия является очень медленной и отсутствует какой-либо существенный поток, реакция окисления не могла бы распространяться в объем расплавленного металла. Этот принцип проиллюстрирован схематически на фиг. 4, где скорость Q потока расплавленного металла является практически нулевой на протяжении интервала δ от стенки или пола, футерованного огнеупорным материалом. Этот промежуточный слой толщины δ называется в настоящем документе термином "препятствующий окислению буферный слой". В вышеупомянутом слое концентрация оксидов является существенно выше, чем в объеме расплавленного металла. Причина этого заключается в том, что источниками окислителей являются стенки и пол металлургического резервуара. Поскольку скорость потока в препятствующем окислению буферном слое близка к нулю, реакция окисления контролируется диффузией и, таким образом, не распространяется с высокой скоростью. Однако над вышеупомянутым препятствующим окислению буферным слоем скорость потока расплавленного металла увеличивается, и реакция окисления должна бы распространяться быстрее, но при отсутствии любых окислителей над буферным слоем происходит лишь весьма ограниченная реакция окисления.

Очевидно, что, хотя в приведенном выше разъяснении упомянуты только реакции окисления, оно распространяется с соответствующими изменениями на другие реакции, такие как образование сульфидов, нитридов и фосфидов, где скорости реакций с атомами, такими как Fe, также контролирует диффузия.

Согласно настоящему изобретению могут быть использованы разнообразные устройства или средства для образования препятствующего окислению буферного слоя. Согласно первому варианту осуществления такое устройство принимает форму футеровочной структуры, в которой металлический слой или металлический компонент заключен или замкнут между двумя слоями огнеупорного материала. Содержащая замкнутый металл футеровочная структура может быть использована для футеровки части или всего пола огнеупорного резервуара и может быть использована для футеровки части или всех стенок огнеупорного резервуара. Наружные или охватывающие слои содержащей замкнутый металл футеровочной структуры изготовлены из материала, практически не обладающего способностью окислять расплавленный металл.

Наружные или охватывающие (замыкающие) слои содержащей замкнутый металл футеровочной структуры должны быть изготовлены из материала, не способного реагировать с расплавленными металлами, в частности с низкоуглеродистыми сталями. Определенные варианты осуществления настоящего изобретения отличаются отсутствием силикатов. Материалы, используемые для изготовления состоящего из керамической пены фильтра промковша, являются подходящими для изготовления наружных или охватывающих слоев согласно настоящему изобретению. В частности, легкодоступные на рынке диоксид циркония, оксид алюминия, оксид магния, муллит и комбинации указанных материалов могут быть подходящими для изготовления наружных или охватывающих слоев согласно настоящему изобретению.

Второй слой предназначен для достижения максимальной площади металла, который находится в плоскости, параллельной стенкам резервуара. Если металл второго слоя находится в твердом состоянии, он физически предотвращает прохождение окислителей из третьего слоя в первый слой и, следовательно, в объем расплавленного металла. Если металл во втором слое переходит частично или полностью в расплавленное состояние, атомы металла, находящиеся в контакте с огнеупорной футеровкой, вступают в контакт с окислителями, например, посредством диффузии кислорода или компонентов огнеупорной футеровки и быстро реагируют с образованием оксидов, в частности, FeO в расплавленной низкоуглеродистой стали. Однако любой расплавленный металл практически полностью удерживается внутри второго слоя и не может вытекать в значительной степени в объем расплавленного металла, содержащегося внутри резервуара. Поскольку контролируемое диффузией распространение реакций окисления является очень медленным даже в расплавленных металлах, реакция будет распространяться чрезвычайно медленно через футеровочную структуру, имеющую толщину 5. Таким образом, расплавленный металл, протекающий по футеровочной структуре, не вступает в контакт с окислителями до тех пор, пока реакция окисления не распространится через слой, имеющий толщину 5, что может быть более продолжительным, чем операция литья.

Из приведенного выше разъяснения ясно, что огнеупорные материалы, используемые в операциях литья, могут содержаться в первом и третьем слоях футеровочной структуры согласно настоящему изобретению. Первый слой и третий слой могут быть монолитными или состоять из панелей.

Металл, внедренный во второй слой, может присутствовать в любой форме, имеющей в двух ортогональных направлениях размеры, которые значительно превышают третий размер в направлении толщины, например в форме фольги, листа, панели, суспензии или уплотненного порошка. Чтобы обеспечить фиксацию первого слоя по отношению к третьему слою в течение операций металлургического производства, металл во втором слое может присутствовать в форме листов или панелей, разделенных промежутком, в который может быть помещен огнеупорный материал. Согласно определенным вариан-

там осуществления настоящего изобретения металлические листы или панели, составляющие второй слой, могут иметь поперечные отверстия для помещения огнеупорного материала, такого как огнеупорный материал, составляющий первый слой, таким образом, что, когда лист или панель впрессовывают в третий слой или когда огнеупорный материал первого слоя накладывают на листы или панели, огнеупорный материал проникает в отверстия и образует опоры, которые фиксируют положение первого слоя по отношению к третьему слою. Согласно определенным вариантам осуществления настоящего изобретения металлические листы или панели, составляющие второй слой, могут иметь углубления или выпуклости таким образом, что, когда лист или панель впрессовывают в третий слой или когда огнеупорный материал первого слоя накладывают на листы или панели, обратные формы углублений или выпуклостей образуются в первом слое или третьем слое для помещения второго слоя в первый слой или третий слой.

Расстояние между главной поверхностью первого слоя, обращенной наружу из объема расплавленного металла, и поверхностью третьего или подстилающего слоя, обращенной внутрь в объем расплавленного металла, или толщина второго слоя, может находиться в диапазоне от 0,01 мм включительно до 10 мм включительно, от 0,01 мм включительно до 20 мм включительно, от 0,01 мм включительно до 50 мм включительно, от 0,01 мм включительно до 100 мм включительно, от 0,01 мм включительно до 150 мм включительно, от 0,05 мм включительно до 10 мм включительно, от 0,05 мм включительно до 20 мм включительно, от 0,05 мм включительно до 50 мм включительно, от 0,05 мм включительно до 100 мм включительно, от 0,05 мм включительно до 150 мм включительно, от 0,1 мм включительно до 10 мм включительно, от 0,1 мм включительно до 20 мм включительно, от 0,1 мм включительно до 50 мм включительно, от 0,1 мм включительно до 100 мм включительно, от 0,1 мм включительно до 150 мм включительно, от 0,5 мм включительно до 10 мм включительно, от 0,5 мм включительно до 20 мм включительно, от 0,5 мм включительно до 50 мм включительно, от 0,5 мм включительно до 100 мм включительно, от 0,5 мм включительно до 150 мм включительно, от 1 мм включительно до 20 мм включительно, от 1 мм включительно до 30 мм включительно, от 1 мм включительно до 50 мм включительно, от 1 мм включительно до 100 мм включительно, от 1 мм включительно до 150 мм включительно, от 2 мм включительно до 30 мм включительно, от 2 мм включительно до 50 мм включительно, от 2 мм включительно до 100 мм включительно и от 2 мм включительно до 150 мм включительно.

Согласно настоящему изобретению, футеровочная структура для огнеупорного резервуара может содержать:

(а) первый слой, имеющий первую главную поверхность первого слоя и вторую главную поверхность первого слоя, противоположную первой главной поверхности первого слоя; и

(б) второй слой, имеющий первую главную поверхность второго слоя и вторую главную поверхность второго слоя, противоположную первой главной поверхности второго слоя,

причем вторая главная поверхность первого слоя находится в контакте или в сообщении с первой главной поверхностью второго слоя; и

(с) неперфорированный третий слой, имеющий первую главную поверхность третьего слоя в сообщении со второй главной поверхностью второго слоя,

причем второй слой содержит металлический компонент, имеющий главную поверхность, параллельную или прилегающую к первой главной поверхности второго слоя или первой главной поверхности третьего слоя.

Все слои (первый слой, второй слой и третий слой) могут быть ориентированы параллельно. Неperфорированный слой представляет собой слой, который не был подвергнут процедуре изготовления канала или протока, пронизывающего слой и позволяющего текучей среде проходить от одной стороны слоя к другой. Главная поверхность представляет собой поверхность, у которой площадь составляет более чем медианное значение для всех поверхностей предмета. Площадь поверхности металлического компонента, параллельной или прилегающей к первой главной поверхности третьего слоя или первой главной поверхности второго слоя, может иметь значение от 50% включительно до 100% включительно, от 50% включительно до 99% включительно, от 50% включительно до 95% включительно, от 80% включительно до 95% включительно или от 80% включительно до 99% включительно по отношению к площади первой главной поверхности третьего слоя или площади первой главной поверхности второго слоя. Первый слой футеровочной структуры может содержать огнеупорный материал, такой как оксид магния, оксид алюминия, диоксид циркония, муллит и комбинации указанных материалов. Третий слой футеровочной структуры может содержать огнеупорный материал, такой как оксид магния, оксид алюминия, диоксид циркония, муллит и комбинации указанных материалов. Металлический компонент во втором слое может содержать каналы между первой главной поверхностью второго слоя и второй главной поверхностью второго слоя. Каналы могут быть наполнены огнеупорным материалом с образованием опорных структур между первым слоем и третьим слоем. Суммарная площадь поперечного сечения каналов в металлическом компоненте или сумма площадей поперечного сечения опорных структур, проходящих через металлический компонент, может иметь значение от 0,1% включительно до 10% включительно, от 0,5% включительно до 10% включительно, от 1% включительно до 10%

включительно, от 0,1% включительно до 30% включительно, от 0,5% включительно до 30% включительно или от 1% включительно до 30% включительно по отношению к площади первой главной поверхности второго слоя.

Второй слой футеровочной структуры может содержать металлический компонент, состоящий из фольги, листа, панели или объемной суспензии или уплотненного порошка и имеющий увеличенные размеры в двух из трех ортогональных направлениях, ориентированных параллельно первой главной поверхности второго слоя, причем в плоскости, параллельной главной плоскости второго слоя, суммарная площадь всех просветов или разрывов в металлическом компоненте во втором слое составляет менее чем суммарная площадь в плоскости, параллельной главной плоскости второго слоя, металлического компонента во втором слое. Согласно определенным вариантам осуществления настоящего изобретения в плоскости, параллельной главной плоскости второго слоя, суммарная площадь всех просветов или разрывов в металлическом компоненте во втором слое (определяемая как "a1") и суммарная площадь в плоскости, параллельной главной плоскости второго слоя, металлического компонента во втором слое (определяемая как "a2") могут иметь соотношение $r=a1/a2$, которое равняется или составляет менее чем 1,0, равняется или составляет менее чем 0,5, равняется или составляет менее чем 0,1, равняется или составляет менее чем 0,05, равняется или составляет менее чем 0,02, равняется или составляет менее чем 0,01, равняется или составляет менее чем 0,007, равняется или составляет менее чем 0,005 или равняется или составляет менее чем 0,002.

Согласно конкретным вариантам осуществления настоящего изобретения второй слой может содержать множество опорных структур, которые выступают из первой главной поверхности третьего слоя и предназначены для удерживания металлического компонента второго слоя в заданном положении. Согласно конкретным вариантам осуществления настоящего изобретения второй слой может содержать множество опорных структур, которые выступают из первой главной поверхности первого слоя и предназначены для удерживания металлического компонента второго слоя в заданном положении. Опорные структуры могут иметь любую подходящую геометрическую форму, такую как сферы, цилиндры, конические секции или многоугольные призмы. Первый слой и третий слой могут иметь совмещающиеся геометрические формы таким образом, что опорные структуры иммобилизуются, когда первый слой устанавливается по отношению к третьему слою.

Согласно конкретным вариантам осуществления настоящего изобретения второй слой может содержать расходуюмую структуру в контакте с металлическим компонентом второго слоя. Расходуемая структура сконфигурирована таким образом, что, когда ее удаляют посредством сжигания, нагревания, химического или физического воздействия, металл во втором слое приобретает способность расширения при увеличении температуры без нарушения структурной целостности огнеупорных слоев, с которыми он находится в контакте. Согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения некоторые или все из перфорационных отверстий или каналов в металлических листах или других металлических компонентах во втором слое могут быть наполнены расходующим материалом, чтобы соответствовать объемному расширению металла при нагревании. Для изготовления расходующих структур могут быть использованы целлюлозные, пластмассовые или другие органические материалы, графитовые материалы, стекла, проницаемые минералы, газообразные материалы или металлы, а также их комбинации. Материал, используемый в расходующей структуре, может присутствовать в форме листа, порошка, распыленной суспензии или геля. Расходуемую структуру вводят в контакт с металлом во втором слое в процессе нанесения второго слоя при получении футеровки согласно настоящему изобретению. Один или несколько огнеупорных материалов затем наносят на расходуюмую структуру, чтобы получить после удаления расходующей структуры первого и второго слоев согласно настоящему изобретению.

Расходуемая структура может иметь объем в диапазоне от 0,05% включительно до 20% включительно, от 0,05% включительно до 15% включительно, от 0,05% включительно до 10% включительно, от 0,05 до 5% включительно, от 0,05% включительно до 2% включительно, от 0,05% включительно до 1% включительно, от 0,05% включительно до 0,5% включительно, от 0,1% включительно до 20% включительно, от 0,1% включительно до 15% включительно, от 0,1% включительно до 10% включительно, от 0,1% включительно до 5% включительно, от 0,1% включительно до 2% включительно, от 0,1% включительно до 1% включительно, от 0,1% включительно до 0,5% включительно, от 0,2% включительно до 20% включительно, от 0,2% включительно до 15% включительно, от 0,2% включительно до 10% включительно, от 0,2% включительно до 5% включительно, от 0,2% включительно до 2% включительно, от 0,2% включительно до 1% включительно, от 0,2% включительно до 0,5% включительно по отношению к объему металла, с которым она находится в сообщении.

Согласно конкретным вариантам осуществления настоящего изобретения первый слой может иметь толщину в диапазоне от 1 мм включительно до 150 мм включительно, в диапазоне от 1 мм включительно до 100 мм включительно, в диапазоне от 1 мм включительно до 50 мм включительно, в диапазоне от 5 мм включительно до 150 мм включительно, в диапазоне от 5 мм включительно до 100 мм включительно, в диапазоне от 5 мм включительно до 50 мм включительно, в диапазоне от 10 мм включительно

до 150 мм включительно, в диапазоне от 10 мм включительно до 100 мм включительно или в диапазоне от 10 мм включительно до 50 мм включительно.

Согласно конкретным вариантам осуществления настоящего изобретения второй слой может иметь толщину в диапазоне от 0,01 мм до 150 мм включительно, в диапазоне от 0,01 до 100 мм включительно, в диапазоне от 0,01 мм до 50 мм включительно, в диапазоне от 0,05 до 150 мм включительно, в диапазоне от 0,05 до 100 мм включительно, в диапазоне от 0,05 до 50 мм включительно, в диапазоне от 0,1 до 150 мм включительно, в диапазоне от 0,1 до 100 мм включительно, в диапазоне от 0,1 до 50 мм включительно, в диапазоне от 0,5 до 150 мм включительно, в диапазоне от 0,5 до 100 мм включительно, в диапазоне от 0,5 до 50 мм включительно, в диапазоне от 1 до 150 мм включительно, в диапазоне от 1 до 100 мм включительно, в диапазоне от 1 до 50 мм включительно, в диапазоне от 5 до 150 мм включительно, в диапазоне от 5 до 100 мм включительно, в диапазоне от 5 до 50 мм включительно, в диапазоне от 10 до 150 мм включительно, в диапазоне от 10 до 100 мм включительно или в диапазоне от 10 до 50 мм включительно.

Настоящее изобретение также относится к применению описанной выше футеровочной структуры в огнеупорном резервуаре и к металлургическому резервуару, имеющему внутреннюю и наружную поверхности, причем внутренняя поверхность металлургического резервуара содержит футеровочную структуру, которая описана выше.

Настоящее изобретение также относится к способу минимизации окисления расплавленного металла в течение переноса, включая (а) перенос расплавленного металла в резервуар, имеющий футеровочную структуру, которая описана выше, и (b) перенос расплавленного металла из резервуара.

На фиг. 2 представлена футеровочная структура 30 согласно настоящему изобретению. Первый слой 34 имеет первую главную поверхность 36 первого слоя и вторую главную поверхность 38 первого слоя, противоположную первой главной поверхности 36 первого слоя. Второй слой 42 имеет первую главную поверхность 44 второго слоя и вторую главную поверхность 46 второго слоя, противоположную первой главной поверхности 44 второго слоя. Вторая главная поверхность 38 первого слоя находится в контакте или в сообщении с первой главной поверхностью 44 второго слоя. Третий слой 50 имеет первую главную поверхность 52 третьего слоя и вторую главную поверхность 54 третьего слоя, противоположную первой главной поверхности 52 третьего слоя. Согласно определенным вариантам осуществления настоящего изобретения первый слой 34 содержит множество перфорационных отверстий 60, проходящих от первой главной поверхности 36 первого слоя ко второй главной поверхности 38 первого слоя. Элемент 62 представляет собой поперечное сечение перфорационного отверстия в плоскости чертежа. Второй слой 42 представлен как содержащий металлический компонент второго слоя 64 в сообщении по меньшей мере с одним перфорационным отверстием 60 первого слоя. Металлический компонент 64 находится в сообщении со второй главной поверхностью 46 второго слоя. Элемент 66 представляет собой величину площади металлического компонента 64. Элемент 68 представляет собой опорную структуру, обеспечивающую установку металлического компонента 64 в ходе изготовления футеровочной структуры 30 и сохраняющую промежуток между первым слоем 34 и третьим слоем 50. Опорная структура 68 может содержать огнеупорный материал из третьего слоя 50, который вдавливают во второй слой 42, когда металлический компонент 64 под давлением вводят в контакт с третьим слоем 50. Опорная структура 68 может содержать огнеупорный материал из первого слоя 34, который возникает в результате нанесения огнеупорного материала на первую главную поверхность второго слоя, и заполняет отверстия или каналы в металлическом компоненте 64 между первой главной поверхностью 44 второго слоя и второй главной поверхностью 46 второго слоя. Опорная структура 68 может содержать полости между отдельными металлическими деталями, составляющими металлический компонент 64, или она может содержать отверстия или каналы в металлическом компоненте 64, проходящие от первой главной поверхности 44 второго слоя ко второй главной поверхности 46 второго слоя. Размер поперечного сечения опорной структуры 70 представляет собой размер, который математически определяют как площадь поперечного сечения опорной структуры.

На фиг. 3 представлен металлургический резервуар 80, содержащий футеровочную структуру согласно настоящему изобретению и имеющий внутренний объем 82. Элемент 84 представляет собой оболочку, изолирующий слой и огнеупорный защитный слой, внутри которого содержится футеровочная структура. Элемент 84 находится в сообщении с третьим слоем или подстилающим слоем 50. Третий слой или подстилающий слой 50 находится в сообщении со вторым слоем 42. Второй слой 42 находится в сообщении с первым слоем 34. Второй слой 42 содержит объемы металлического компонента 64. Открытая первая главная поверхность 36 первого слоя первого слоя 34 вступает в контакт с расплавленным металлом в процессе эксплуатации металлургического резервуара 80. В процессе эксплуатации расплавленный металл поступает во внутренний объем 82. Металл во втором слое 42 может оставаться полностью или частично в твердом состоянии или он может частично или полностью претерпевать фазовый переход в расплавленное состояние. Любой расплавленный металл во втором слое 42 оказывается ограниченным. Считают, что металл в любой фазе будет способствовать эксплуатации согласно настоящему изобретению, поскольку расплавленный металл будет реагировать с веществами, высвобождаемыми

подстилающим слоем 50, предотвращая их прохождение во внутренний объем 82, и твердый металл будет обеспечивать физический барьер для веществ, высвобождаемых подстилающим слоем 50.

На фиг. 4 графически представлены свойства металлургического резервуара, содержащего футеровку согласно настоящему изобретению, в предположении, что металл во втором слое 42 является по меньшей мере частично расплавленным. Эти свойства представлены по отношению к расстоянию от третьего слоя 50 футеровки согласно настоящему изобретению, причем скорость Q потока расплавленного металла является практически нулевой на протяжении расстояния 5 от третьего слоя 50 футеровки, которая может представлять собой покрытие стенки или пола огнеупорным материалом. Этот промежуточный слой, имеющий толщину 8, называют термином "препятствующий окислению буферный слой". Согласно этому варианту осуществления он соответствует толщине первого слоя 34, поддерживаемого вторым слоем 42. Первый слой 34 находится в сообщении с внутренним объемом 82 металлургического резервуара. Линия 90 на графике показывает скорость потока металла как функцию расстояния от третьего слоя 50, причем эти значения увеличиваются слева направо. Линия 92 на графике показывает концентрацию оксидов как функцию расстояния от третьего слоя 50, причем эти значения увеличиваются слева направо.

На фиг. 5 представлено поперечное сечение 100 футеровки согласно настоящему изобретению. Первый слой 34 нанесен на второй слой 42, который, в свою очередь, нанесен на первую главную поверхность 52 третьего слоя 50. Внутренняя главная плоскость 102 первого слоя представляет собой плоскость, содержащуюся в первом слое 34 и параллельную первой главной поверхности 52 третьего слоя 50. Второй слой 42 представляет собой внутреннюю главную плоскость 104, содержащуюся во втором слое 42 и параллельную первой главной поверхности 52 третьего слоя 50. Элемент 68 представляет собой опорную структуру, обеспечивающую установку металлического компонента 64 в процессе изготовления футеровочной структуры 30 и сохраняющую расстояние между первым слоем 34 и третьим слоем 50. Он может быть изготовлен из огнеупорного материала, экструдированного через канал в металлическом компоненте 64 посредством давления на металлический компонент 64 в направлении третьего слоя 50 в процессе изготовления футеровки, или из огнеупорного материала, экструдированного вокруг периферии части металлического компонента 64 посредством давления на металлический компонент 64 в направлении третьего слоя 50 в процессе изготовления футеровки.

Сконфигурированная структура согласно настоящему изобретению может быть получена посредством обеспечения основной панели огнеупорного материала, такого как ультранизкоцементный огнеупорный бетон на основе оксида алюминия, и распыления футеровочного материала промковша, такого как магнетитный распыляемый материал, содержащий от 70 до 100 мас.% магнетита включительно, на основную панель с образованием третьего слоя. Лист металлического компонента затем плотно прижимают к магнетитному распыляемому материалу на основной панели с образованием второго слоя. Материал на основе оксида, такой как материал, содержащий от 80 до 100 мас.% оксида алюминия включительно, затем распыляют на второй слой с образованием первого слоя. Опорные структуры для металлического компонента могут быть получены прижатием листа металлического компонента к третьему слою таким образом, что материал третьего слоя вводят под давлением в поперечное отверстие в металлическом листе. Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения металл порошок может быть использован для получения металлического компонента или слоя, и огнеупорный материал в первом и третьем слоях может быть обеспечен в форме сухой виброобрабатываемой огнеупорной футеровки. Согласно следующему варианту осуществления настоящего изобретения металлосодержащую суспензию может распылять на третий слой с образованием металлического компонента или слоя.

Огнеупорные материалы могут быть нанесены посредством струйного перемешивания, распыления, затирки, литья, сухой вибрации, торкретирования, пропитки, заливки, инъекции или укладки предварительно сформованных заготовок. Огнеупорные материалы можно затем высушивать, отверждать или стабилизировать для их затвердевания в необходимой степени. Полученную в результате многослойную структуру подвергают физическому или химическому воздействию для удаления или преобразования любых расходуемых структур в целях создания объема, обеспечивающего термическое расширение металлического компонента.

Второй слой может иметь толщину от 0,01, 0,02, 0,05, 0,10, 0,25, 0,50, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 мм или 10 от до 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 или 100 мм включительно.

Резервуар, изготовленный согласно настоящему изобретению, может быть использован в металлургических процессах. Способ применения может предусматривать введение расплавленного металла в резервуар, имеющий футеровку согласно настоящему изобретению, и последующее удаление расплавленного металла из резервуара через стакан.

Пример I.

Для исследования основные панели получали, используя ультранизкоцементный огнеупорный бетон на основе оксида алюминия, аналогичный материалу, используемому в качестве защитной футеровки внутри стального промковша. Размеры каждой основной панели составляли 36×24×5 дюймов

(90×60×12,5 см). Сначала футеровочный материал промковша (Basilite, низкоплотный распыляемый материал на основе магнезита, содержащий более 70 мас.% оксида магния) распыляли на основную панель, получая слой толщиной около 1 дюйма (2,5 см), используя распылительную установку Basilite. Листы металлического компонента (20×12 дюймов или 50×30 см), имеющие различные конфигурации отверстий, плотно прижимали к футеровке Basilite. Затем материал на основе оксида алюминия (содержащий более 80 мас.% оксида алюминия) распыляли на поверхность, получая слой толщиной около 1 дюйма (2 см).

Для получения выбранных панелей в листах металлического компонента изготавливали каналы или отверстия. Объемы указанных отверстий наполняли огнеупорным материалом в процессе изготовления панели таким образом, что обеспечивали непосредственный контакт через отверстия между футеровками, находящимися в контакте с каждой из поверхностей листов металлического компонента.

Металлические компоненты высушивали на воздухе и затем обжигали при 1000°F в течение 3 ч, чтобы получить информацию о поведении футеровки при высушивании, а также о структурной целостности.

Пример II.

Для исследования использовали тигель из MgO (имеющий высоту 12 дюймов и внутренний диаметр 7,5 дюймов). Металлический полый цилиндр, имеющий желательную толщину, наружный диаметр от 5,5 до 6 дюймов и высоту 10,5 дюймов, помещали в центр тигля. Металлический полый цилиндр может иметь перфорационные отверстия между внутренней боковой поверхностью и наружной боковой поверхностью. Указанные перфорационные отверстия могут быть заполнены расходуемым материалом в процессе изготовления тигля. Пространство между внутренней стенкой тигля из MgO и наружной стенкой металлического цилиндра наполняли футеровочным материалом для промковша (таким как Basilite). Затем цилиндрический металлический сердечник помещали в центр тигля, где уже находился полый металлический цилиндр. Затем пространство между внутренней стенкой металлического цилиндра и сердечником заполняли футеровочным материалом для промковша (имеющим высокое содержание оксида алюминия). Сердечник извлекали после высушивания тигля при 230°F в течение 1 ч. После этого тигель высушивали при 450°F в течение 24 ч и затем обжигали при 2700°F в течение 5 ч. После этого тигель исследовали.

Возможны многочисленные модификации и вариации настоящего изобретения. Таким образом, следует понимать, что в пределах объема следующей формулы изобретения настоящее изобретение может быть осуществлено иным образом, чем конкретно представлено в описании.

Элементы настоящего изобретения:

- 10 - литейная установка;
- 12 - расплавленный металл;
- 14 - ковш;
- 16 - ковш клапан;
- 18 - ковш стакан система;
- 20 - промковш;
- 24 - клапан промковша;
- 26 - система стаканов промковша;
- 28 - изложница;
- 30 - футеровочная структура;
- 34 - первый слой;
- 36 - первая главная поверхность первого слоя;
- 38 - вторая главная поверхность первого слоя;
- 42 - второй слой;
- 44 - первая главная поверхность второго слоя;
- 46 - вторая главная поверхность второго слоя;
- 50 - третий слой;
- 52 - первая главная поверхность третьего слоя;
- 54 - вторая главная поверхность третьего слоя;
- 60 - перфорационные отверстия;
- 62 - размер поперечного сечения перфорационного отверстия;
- 64 - металлический компонент;
- 66 - величина площади металлического компонента третьего слоя;
- 68 - опорная структура;
- 70 - размер поперечного сечения опорной структуры;
- 80 - металлургический резервуар;
- 82 - внутренний объем металлургического резервуара;
- 84 - оболочка металлургического резервуара;
- 90 - скорость потока металла по отношению к расстоянию от третьего слоя;

100 - поперечное сечение футеровки согласно настоящему изобретению;

102 - внутренняя главная плоскость первого слоя;

104 - внутренняя главная плоскость второго слоя.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Футеровочная структура (30) для огнеупорного резервуара, содержащая:

а) первый слой (34), содержащий огнеупорный материал и имеющий первую главную поверхность (36) первого слоя и вторую главную поверхность (38) первого слоя, противоположную первой главной поверхности (36) первого слоя; и

б) замкнутый второй слой (42), имеющий первую главную поверхность (44) второго слоя и вторую главную поверхность (46) второго слоя, противоположную первой главной поверхности (44) второго слоя, причем вторая главная поверхность (38) первого слоя находится в сообщении с первой главной поверхностью (44) второго слоя; и

в) неперфорированный третий слой (50), содержащий огнеупорный материал и имеющий первую главную поверхность (52) третьего слоя в сообщении со второй главной поверхностью (46) второго слоя, причем второй слой (42) содержит металлический компонент (64), имеющий главную поверхность, прилегающую к первой главной поверхности (52) третьего слоя, и опорные структуры, проходящие через металлический компонент, и при этом сумма площадей поперечного сечения опорных структур (68), проходящих через компонент (4), имеет значение от 0,1% включительно до 10% включительно по отношению к площади первой главной поверхности (52) третьего слоя,

причем второй слой (42) содержит материал, выбранный из группы, которую составляют сталь, алюминий, сплавы и комбинации любых указанных материалов, при этом материал представлен в форме фольги, листа, панели, суспензии или уплотненного порошка, и

причем футеровочная структура выполнена с возможностью удерживать любой расплавленный металл внутри второго слоя.

2. Футеровочная структура (30) по п.1, в которой площадь металлического компонента (64), прилегающего к первой главной поверхности (52) третьего слоя, имеет значение от 50% включительно до 99% включительно по отношению к площади первой главной поверхности (52) третьего слоя.

3. Футеровочная структура (30) по п.2, в которой площадь металлического компонента (64), прилегающего к первой главной поверхности (52) третьего слоя, имеет значение от 50% включительно до 95% включительно по отношению к площади первой главной поверхности (52) третьего слоя.

4. Футеровочная структура (30) по п.1, в которой площадь металлического компонента (64), прилегающего к первой главной поверхности (52) третьего слоя, имеет значение от 80% включительно до 99% включительно по отношению к площади первой главной поверхности (52) третьего слоя.

5. Футеровочная структура (30) по п.1, причем первый слой (34) футеровочной структуры содержит материал, выбранный из группы, которую составляют оксид магния, оксид алюминия, диоксид циркония, муллит и комбинации любых указанных материалов.

6. Футеровочная структура (30) по п.5, причем первый слой (34) футеровочной структуры содержит оксид алюминия.

7. Футеровочная структура (30) по п.1, причем третий слой (50) футеровочной структуры содержит материал, выбранный из группы, которую составляют оксид магния, оксид алюминия, диоксид циркония, муллит и комбинации любых указанных материалов.

8. Футеровочная структура (30) по п.7, причем третий слой (50) футеровочной структуры содержит оксид магния.

9. Футеровочная структура (30) по п.1, в которой металлический компонент (64) содержит каналы между первой главной поверхностью (44) второго слоя и второй главной поверхностью (46) второго слоя.

10. Футеровочная структура (30) по п.9, в которой суммарная площадь поперечного сечения каналов в металлическом компоненте (64) имеет значение от 1% включительно до 30% включительно по отношению к площади первой главной поверхности (44) второго слоя.

11. Футеровочная структура (30) по п.1, в которой первый слой (34) имеет толщину в диапазоне от 1 до 50 мм включительно.

12. Футеровочная структура (30) по п.1, в которой второй слой (42) имеет толщину в диапазоне от 0,01 до 50 мм включительно.

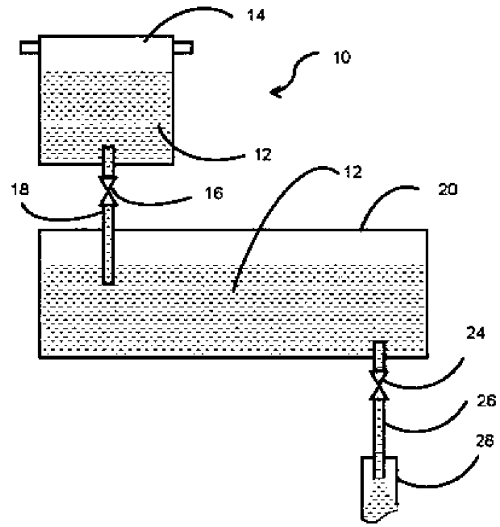
13. Футеровочная структура по п.1, в которой первый слой и третий слой являются монолитными.

14. Металлургический резервуар, имеющий внутреннюю и наружную поверхности, причем внутренняя поверхность металлургического резервуара содержит футеровочную структуру (30) по п.1.

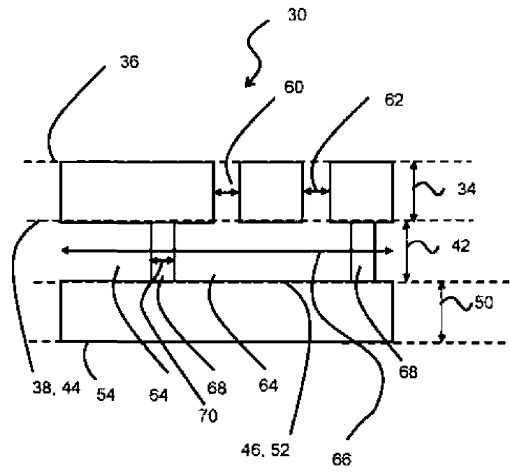
15. Способ непрерывного литья металла, предусматривающий:

а) перенос расплавленного металла в резервуар, имеющий футеровочную структуру (30) по п.1; и

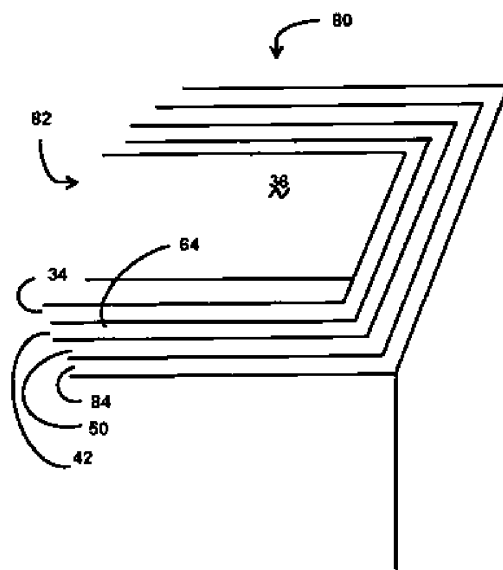
б) перенос расплавленного металла из резервуара.



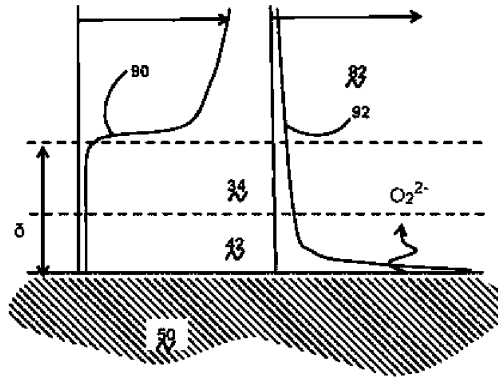
Фиг. 1



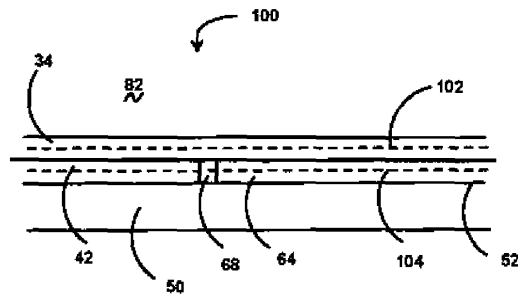
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5