



(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2018.12.28

(51) Int. Cl. *B22D 41/22* (2006.01)
B22D 41/28 (2006.01)
B22D 41/34 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2017.01.24

(54) ПЛИТА ШИБЕРНОГО ЗАТВОРА

(31) 16152591.0

(32) 2016.01.25

(33) EP

(86) PCT/EP2017/051428

(87) WO 2017/129563 2017.08.03

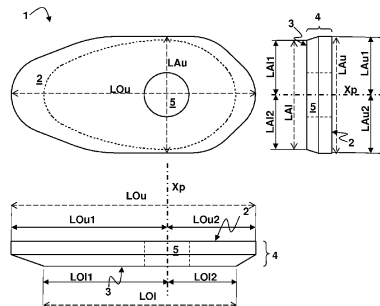
(71) Заявитель:
ВЕЗУВИУС ГРУП, СА (BE)

(72) Изобретатель:
Коллур Марьяно (BE), Сибье Фабрис (FR)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Изобретение относится к плите шиберного затвора для разливки расплавленного металла, имеющей верхнюю поверхность, нижнюю поверхность, причем указанные верхняя и нижняя поверхности являются плоскими и параллельными друг другу, соединительную внешнюю поверхность, соединяющую верхнюю поверхность с нижней поверхностью, и разливочный канал, соединяющий по текучей среде верхнюю поверхность (2) с нижней поверхностью (3), при этом указанный разливочный канал имеет ось симметрии разливки (Xp), при этом верхняя и нижняя поверхности имеют геометрические формы, определяемые следующими соотношениями: $R1=LOI1/LOu1$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%, $R2=LOI2/LOu2$, в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%, $R3=LA11/LAu1$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%, $R4=LA12/LAu2$ больше или равно 75%, пред-

почтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%; LOu1 и LOu2 - два отрезка, которые соединяются на оси симметрии разливки Xp и которые вместе образуют верхний продольный размер LOu, определяемый как самый длинный отрезок, соединяющий две точки периметра верхней поверхности и пересекающий ось симметрии разливки (Xp); LAu1 и LAu2 - два отрезка, которые соединяются на оси симметрии разливки Xp и которые вместе образуют верхний поперечный размер LAu, определяемый как размер, перпендикулярный как оси симметрии разливки Xp, так и верхнему продольному размеру, и пересекающий их; и аналогично LOI1 и LOI2 - два отрезка, которые соединяются на оси симметрии разливки Xp и которые вместе образуют нижний продольный размер LOI, определяемый как самый длинный отрезок, соединяющий две точки периметра нижней поверхности и пересекающий ось симметрии разливки (Xp); LAI1 и LAI2 - два отрезка, которые соединяются на оси симметрии разливки Xp и которые вместе образуют верхний поперечный размер LAI, определяемый как размер, перпендикулярный как оси симметрии разливки Xp, так и нижнему продольному размеру, и пересекающий их.



Плита шиберного затвора

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к огнеупорной плите шиберного затвора для шиберного затвора для разлива расплавленного металла. При разливе расплавленного металла шиберные затворы применяются для регулирования потока расплавленного металла, переливаемого из металлургической емкости, расположенной выше по потоку, в емкость, расположенную ниже по потоку. Например, из печи в разливочный ковш, из разливочного ковша в промежуточное разливочное устройство или из промежуточного устройства в изложницу. Шиберный затвор содержит по меньшей мере две огнеупорные плиты шиберного затвора, которые скользят относительно друг друга. Скользящее перемещение плит может быть линейным (при котором шиберный затвор перемещается в линейном направлении) или поворотным (при котором одна плита поворачивается относительно другой). В представленном ниже описании доступна ссылка на непрерывную разливку расплавленной стали, но следует понимать, что настоящее изобретение может применяться для шиберов, используемых для регулирования потока любого расплавленного материала, где применяются огнеупорные плиты шиберного затвора (стекло, металл и т. д.).

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Шибберные затворы известны с 1883 г. Например, в US-A-0311902 или US-A-0506328 описаны шибберные затворы, расположенные под днищем разливочного ковша, в которых пары огнеупорных плит шиберного затвора, снабженным разливочным отверстием, скользят относительно друг друга. Когда разливочные отверстия совмещены или частично перекрываются, расплавленный металл может протекать через шиберный затвор, при этом поток расплавленного металла полностью останавливается при отсутствии перекрытия разливочных отверстий. Частичное перекрытие разливочных отверстий позволяет регулировать расход расплавленного металла путем дросселирования потока расплавленного металла. Первые плиты шибберных затворов использовали в промышленном масштабе в Германии в конце 1960-х гг. С годами технология была значительно усовершенствована и в настоящее время широко используется.

С первых лет существования шибберных затворов уделяли внимание безопасности операторов и установки, герметичности, проблемам растрескивания плит шиберного затвора, эрозии плит и т. д. Можно упомянуть, например, US-A-5893492, в котором предлагается использовать обе поверхности плиты, а также концепция безопасности для предотвращения вставки плиты в корпус шиберного затвора в неверной ориентации, или US-B2-6814268, в котором предлагается решение по уменьшению возникновения трещин в плите шиберного затвора и предотвращению распространения трещин в случае их образования.

Несмотря на значительный прогресс, наблюдаемый с момента появления первых шибберных затворов, по-прежнему существуют возможности для усовершенствования. В частности,

по наблюдениям авторов настоящего изобретения, в процессе применения существующих плит шиберного затвора может иметь место изгибание или искривление огнеупорных плит.

Предполагается, что данное явление обусловлено температурными напряжениями, вызванными очень большим температурным градиентом, существующим в плите (температура участка вблизи разливочного отверстия поднимается до значений выше 1500 °С под воздействием расплавленной стали, проходящей через разливочное отверстие, тогда как периферийная область плиты, находящаяся на расстоянии всего нескольких сантиметров, имеет температуру около 300–400 °С), в сочетании с механическими напряжениями, вызванными неоднородными осевыми усилиями, которые прикладываются для удержания плит в плотном контакте. В свою очередь такое изгибание или искривление плит может приводить к уменьшению эффективной площади контакта между двумя плитами вплоть до значения 38%. В контексте настоящего изобретения эффективная площадь контакта представляет собой отношение (выраженное в %) фактической площади контакта между плитами к теоретической площади контакта между двумя плитами при допущении, что контакт является идеальным, причем в обоих случаях при идеальном совмещении двух плит. Фактическую и теоретическую площади контакта можно вычислить с помощью анализа методом конечных элементов.

Такая малая эффективная площадь контакта не отвечает требованиям к обеспечению достаточной герметичности и может стать причиной попадания воздуха в расплавленную сталь, которая льется через плиты, через стык между плитами. Попадание воздуха снижает качество разливаемой расплавленной стали и сокращает ожидаемый срок службы огнеупорных плит. В частности, воздух окисляет углеродный материал, используемый для сцепления огнеупорных элементов в плитах. В предшествующем уровне техники были разработаны решения для ограничения эффекта попадания воздуха, такие как, например, добавление в ванну расплавленной стали поглотителей кислорода (алюминий, кальций, кремний и т. д.) для реакции с кислородом. В свою очередь продукты реакции этих поглотителей с кислородом могут создавать дополнительные проблемы ниже по потоку от шиберного затвора (засорение вследствие отложения окиси алюминия). Кроме того, был предложен вариант защиты разливочного отверстия инертным газом (например, аргоном), который либо циркулирует по канавке на стыке между плитами, либо находится в герметичной коробке, окружающей весь шиберный затвор. Помимо непрактичных аспектов этих решений следует учитывать, что инертный газ является дорогостоящим и опасным для операторов.

Помимо этих проблем, связанных с попаданием воздуха, малая эффективная площадь контакта между плитами может также стать причиной случаев залива, когда небольшая пленка (называемая «заливом») расплавленного металла проникает в стык между двумя плитами. После затвердевания металлический залив царапает поверхности двух плит и серьезно повреждает их контактную поверхность. Более того, металлические заливы действуют в качестве клина, раздвигающего плиты, что способствует новым случаям заливов, а в конечном итоге приводит к утечке расплавленной стали.

Авторам настоящего изобретения не известны попытки решения этих проблем путем модификации геометрической формы шибберных плит на предшествующем уровне техники.

Кроме того, авторы изобретения также подчеркивали, что вследствие такого неравномерного приложения к плитам осевого усилия могут локально наблюдаться крайне высокие пики давления (до 12 МПа). Такие высокие пики давления вызывают истирание и значительно снижают ожидаемый срок службы огнеупорных плит.

Целью настоящего изобретения является одновременное устранение этих проблем (повышение безопасности операторов и установки, повышение качества стали, продление срока службы огнеупорных плит) при сохранении условий эксплуатации, относительно аналогичных текущим условиям (масса плит, ручная работа и т. д.).

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Цели настоящего изобретения были достигнуты с помощью огнеупорной плиты шибберного затвора для разливки расплавленного металла, имеющей:

- верхнюю поверхность,
- нижнюю поверхность, отделенную от верхней поверхности толщиной плиты шибберного затвора, причем указанные верхняя и нижняя поверхности являются плоскими и параллельны друг другу,
- соединительную внешнюю поверхность, соединяющую верхнюю поверхность с нижней поверхностью, и
- разливочный канал, соединяющий по текучей среде верхнюю поверхность (2) с нижней поверхностью (3), при этом указанный разливочный канал имеет ось симметрии разливки (X_p),
- при этом верхняя и нижняя поверхности имеют верхний и нижний продольные размеры (LO_u , LO_l) соответственно, которые параллельны друг другу и перпендикулярны верхнему и нижнему продольным размерам (LO_u , LO_l), имеют верхний и нижний поперечные размеры (LA_u , LA_l) соответственно, где верхний продольный размер (LO_u) является самым длинным отрезком, соединяющим две точки периметра верхней поверхности и пересекающим ось симметрии разливки (X_p),
- при этом продольные размеры (LO_u , LO_l) разделены на два отрезка (LO_{u1} и LO_{u2} , LO_{l1} и LO_{l2} соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (X_p), и при этом отрезки LO_{u1} и LO_{l1} находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки LO_{u2} и LO_{l2} находятся на второй стороне оси симметрии разливки;
- при этом поперечные размеры (LA_u , LA_l) разделены на два отрезка (LA_{u1} и LA_{u2} , LA_{l1} и LA_{l2} соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (X_p), и при этом отрезки LA_{u1} и LA_{l1} находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки LA_{u2} и LA_{l2} находятся на второй стороне оси симметрии разливки;
- где следующие соотношения определяются следующим образом:
 $R1 = LO_{l1}/LO_{u1}$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$R2 = LOI2/LOu2$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$R3 = LAI1/LAu1$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%,

$R4 = LAI2/LAu2$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%.

В контексте настоящего изобретения огнеупорную плиту шиберного затвора следует понимать как плиту, вставленную в шиберный затвор. Более конкретно, «незащищенная» огнеупорная плита, плита в оболочке (т. е. комбинация огнеупорного корпуса, мертеля или цемента и металлической оболочки, окружающей периферию и часть поверхности), или плита в бандаже (т. е. комбинация огнеупорной плиты и полосы, окружающей огнеупорную плиту). В случае плиты в оболочке или в бандаже верхняя поверхность представляет собой огнеупорную плоскую поверхность, выступающую из оболочки/бандажа. В случае плиты в оболочке нижняя поверхность представляет собой плоскую поверхность, окружающую разливочный канал.

В контексте настоящего изобретения ось симметрии разливки X_r разливочного канала представляет собой ось, имеющую наивысший порядок симметрии геометрической формы канала. Например, в цилиндрическом разливочном канале ось симметрии X_r представляет собой ось вращения цилиндрического канала. В случае канала, имеющего эллиптическое поперечное сечение, ось симметрии разливки представляет собой ось, проходящую через пересечение большого и малого диаметров эллиптического поперечного сечения канала. В более общем смысле, в маловероятном случае разливочного канала, который вообще не имеет симметрии, ось симметрии разливки X_r представляет собой ось, перпендикулярную верхней поверхности и проходящую через центр масс поперечного сечения канала на уровне верхней поверхности. Это определение относится к любой геометрии разливочного канала, даже к геометрическим формам, проявляющим высокие уровни симметрии, таким как цилиндрический разливочный канал. Ось симметрии разливки плиты X_r соответствует оси симметрии разливки прилегающего огнеупорного элемента разливочной установки (т. е. внутреннего стакана или стакана-коллектора).

В контексте настоящего изобретения верхняя поверхность определяется как «самая большая плоская поверхность, определяемая замкнутой линией, образующей периметр указанной плоской поверхности, и содержащая отверстие разливочного канала». В шиберном затворе верхняя поверхность первой плиты шиберного затвора находится в контакте с верхней поверхностью второй, обычно (хотя и необязательно) идентичной плиты шиберного затвора, и скользит по ней. Конечно же, для определения верхних продольного и поперечного размеров и их соответствующих значений длины впускное отверстие разливочного канала не учитывается.

Нижняя поверхность определяется как «вторая по размеру самая большая плоская поверхность, определяемая замкнутой линией, образующей периметр указанной плоской поверхности, и содержащая отверстие разливочного канала». Все точки этой поверхности находятся в плоскости, которая параллельна плоскости верхней поверхности. В процессе

эксплуатации в шиберном затворе, содержащем вторую плиту шиберного затвора, закрепленную в неподвижном положении, нижняя поверхность первой плиты шиберного затвора является поверхностью контакта между указанной первой плитой шиберного затвора и толкательным средством динамической приемной станции рамы, удерживающей плиты шиберного затвора в состоянии скользящего контакта, а также механизмом скольжения, контролирующим относительное положение разливочных каналов первой и второй плит шиберного затвора и, таким образом, проходное отверстие шиберного затвора. Конечно же, для определения нижних продольного и поперечного размеров и их соответствующих значений длины впускное отверстие разливочного канала не учитывается. Аналогичным образом в плитах в оболочке (т. е. в плитах, армированных металлической оболочкой) отверстие вокруг разливочного отверстия для приема стакана-коллектора или внутреннего стакана, а также разрезы для уменьшения массы или для улучшения зажима плиты (как описано в US-B1-6415967) также не учитываются.

В контексте настоящего изобретения продольный размер поверхности определяется как самый длинный отрезок, соединяющий две точки периметра этой поверхности, пересекающий ось симметрии разливки X_p , тогда как поперечные размеры представляют собой размеры пластины в той же плоскости в направлении, перпендикулярном продольным размерам, пересекающие ось симметрии разливки X_p .

Продольные размеры каждой из верхней и нижней поверхностей разделены на два отрезка ($LOu1$ и $LOu2$) и ($LOl1$ и $LOl2$) соответственно, каждый из которых проходит от одной точки периметра соответствующей поверхности до оси симметрии разливки X_p . Аналогичным образом поперечные размеры каждой из верхней и нижней поверхностей разделены на два отрезка ($LAu1$ и $LAu2$) и ($LAl1$ и $LAl2$) соответственно, каждый из которых проходит от одной точки периметра соответствующей поверхности до оси симметрии разливки X_p . Условно, $LOu1$ и $LAu1$ являются самыми длинными отрезками соответствующих продольного и поперечного размеров, тогда как $LOu2$, $LAu2$ являются их самыми короткими отрезками. Отрезки $LOl1$ и 2 и $LAl1$ и 2 на нижней поверхности пронумерованы в таком же порядке, что и на верхней поверхности. Если два отрезка данного размера верхней поверхности имеют одинаковую длину, то это самый длинный отрезок соответствующего нижнего размера нижней поверхности, который определяет, какие отрезки верхней и нижней поверхностей обозначены «1». Если соответствующий нижний размер также разделен на два отрезка одинаковой длины, то номера 1 или 2 могут присваиваться свободно, при условии что они используются в одинаковом порядке на верхней и нижней поверхностях.

Периметры как верхней, так и нижней поверхностей замкнуты и предпочтительно не содержат изменений вогнутости, причем их участки проходят от образования выпуклой кривой до образования вогнутой кривой. Периметр предпочтительно является плавным без единой точки с разрывом в касательной. Если участок фактического периметра, определяющего плоскую поверхность, содержит единичный вырез или выступ с образованием углубленной или выступающей части плоской поверхности, продольный и поперечный размеры определяются без

учета указанного единичного выступа или выреза, а вместо этого рассматривается теоретический периметр, полученный путем соединения прямой линией двух граничных точек фактического периметра, образующих границы указанного единичного выреза или выступа (ср. Фиг. 2(b)).

Граничные точки определяются как точки, в которых наблюдается какая-либо единичная особенность, — либо изменение знака кривизны, либо разрыв в касательной к кривой.

Теоретический периметр следует рассматривать для определения продольного и поперечного размеров вместо фактического периметра во всех случаях, в которых две граничные точки отделены друг от друга расстоянием менее 10% длины общего теоретического периметра.

Настоящее изобретение также относится к металлической оболочке для армирования огнеупорного элемента и образования таким образом плиты шиберного затвора в соответствии с описанием выше. Металлическая оболочка содержит:

- нижнюю поверхность, определяемую периметром и содержащую отверстие, имеющее точку центроида (x_p), так что ось симметрии разливки (X_p) представляет собой ось, перпендикулярную нижней поверхности и проходящую через точку центроида (x_p);
 - периферийную поверхность, проходящую поперечно нижней поверхности от периметра указанной нижней поверхности до свободного конца, определяющего обод металлической оболочки,
 - причем указанная периферическая поверхность и нижняя поверхность определяют внутреннюю полость с геометрической формой, соответствующей геометрической форме огнеупорного элемента, который сцепляется с металлической оболочкой посредством цемента, и при этом:
 - металлическая оболочка имеет верхний продольный диаметр (LCu), определяемый как самый длинный отрезок, соединяющий две точки обода металлической оболочки и пересекающий ось симметрии разливки (X_p), и имеет верхний поперечный диаметр (LDu), соединяющий две точки обода металлической оболочки и перпендикулярно пересекающий верхний продольный диаметр (LCu) и ось симметрии разливки (X_p),
 - нижняя поверхность имеет нижний продольный диаметр (LCI), параллельный верхнему продольному диаметру (LCu), и имеет нижний поперечный диаметр (LDI), параллельный нижнему продольному диаметру (LDu), при этом как нижний продольный, так и нижний поперечный диаметры пересекают ось симметрии разливки в точке центроида (x_p);
- при этом верхний и нижний продольные диаметры (LCu , LCI) разделены на два отрезка ($LCu1$ и $LCu2$, $LCI1$ и $LCI2$ соответственно), соединяющихся на уровне оси разливки (X_p), и при этом отрезки $LCu1$ и $LCI1$ находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки $LCu2$ и $LCI2$ находятся на второй стороне оси симметрии разливки;
- при этом верхний и нижний поперечные диаметры (LDu , LDI) разделены на два отрезка ($LDu1$ и $LDu2$, $LDI1$ и $LDI2$ соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (X_p), и
- при этом отрезки $LAu1$ и $LA11$ находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки $LDu2$ и $LDI2$ находятся на второй стороне оси симметрии разливки;
- при этом представленные соотношения определяются следующим образом:

$Rc1 = LC11/LCu1$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$Rc2 = LC12/LCu2$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$Rc3 = LD11/LDu1$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%,

$Rc4 = LD12/LDu2$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%.

При использовании металлической оболочки она образует нижнюю поверхность первой плиты шиберного затвора. При установке в раму шиберного затвора усилия прикладываются к нижней поверхности металлической оболочки для прижатия верхней поверхности указанной первой плиты шиберного затвора к верхней поверхности второй плиты шиберного затвора, установленной неподвижно в указанной раме.

Настоящее изобретение также относится к шиберному затвору, содержащему комплект первой и второй плит шиберного затвора, установленных в раме, причем

- первая плита шиберного затвора соответствует приведенному выше описанию и содержит верхнюю поверхность, которая является плоской и имеет верхнюю площадь AU, ограниченную периметром, окружающим впускное отверстие разливочного канала, и содержит нижнюю поверхность, которая является плоской и имеет нижнюю площадь AL, ограниченную периметром, окружающим выпускное отверстие разливочного канала (5L), при этом плоские верхняя и нижняя поверхности первой плиты шиберного затвора параллельны друг другу,
 - вторая плита шиберного затвора содержит плоскую верхнюю поверхность, которая является плоской и имеет верхнюю площадь AU, ограниченную периметром, окружающим выпускное отверстие разливочного канала, и имеет такую же геометрическую форму, что и верхняя поверхность первой плиты шиберного затвора, и содержит нижнюю поверхность, которая является плоской и ограничена периметром, окружающим впускное отверстие разливочного канала, при этом плоские верхняя и нижняя поверхности второй плиты шиберного затвора параллельны друг другу,
- при этом указанные первая и вторая плиты шиберного затвора установлены в раме, при этом их соответствующие верхние поверхности находятся в контакте и расположены параллельно друг другу, так что

- вторая плита шиберного затвора неподвижно установлена в раме,

- первая плита шиберного затвора может реверсивно перемещаться вдоль плоскости, параллельной верхним поверхностям первой и второй плит шиберного затвора из разливочного положения, в котором разливочный канал первой плиты шиберного затвора совмещен с разливочным каналом (5L) второй плиты шиберного затвора, в закрытое положение, в котором разливочный канал первой плиты шиберного затвора не сообщается по текучей среде с разливочным каналом второй плиты шиберного затвора, при этом указанный шиберный затвор дополнительно содержит

несколько распределенных толкательных устройств, прикладываемых толкающее усилие на нижнюю поверхность первой плиты шиберного затвора, ориентированное перпендикулярно указанной нижней поверхности первой плиты шиберного затвора, для прижатия верхней поверхности первой плиты шиберного затвора к верхней поверхности второй плиты шиберного затвора, **отличающегося тем, что** отношение AL/AU площади AL нижней поверхности к площади AU верхней поверхности находится в диапазоне от 40 до 85%, при этом верхняя и нижняя площади (AU , AL) измеряются без учета разливочного канала.

В соответствии с другим из его аспектов изобретение относится к шиберному затвору, выполненному таким образом, чтобы осевое усилие, сообщаемое шиберным затвором плите шиберного затвора, используемой в этом шиберном затворе, было сконцентрировано вокруг разливочного отверстия. Таким образом, более 55%, предпочтительно более 60% поверхности плиты (следовательно, нижней поверхности), по отношению к которой направлено осевое усилие, находится на расстоянии от оси симметрии разливки Xp , которое меньше или равно $LaL1$.

В предпочтительном варианте осуществления вторая плита шиберного затвора также соответствует приведенному выше описанию. В еще одном предпочтительном варианте осуществления первая плита шиберного затвора идентична второй плите шиберного затвора.

В предпочтительном варианте осуществления первая плита шиберного затвора опирается на каретку, установленную на механизм скольжения, таким образом, что верхняя поверхность первой плиты шиберного затвора может скользить, перемещаясь между положением разливки и закрытым положением. Каретка имеет нижнюю поверхность, толкательные устройства прикладывают толкающее усилие (F) к нижней поверхности каретки для прижатия верхней поверхности первой плиты шиберного затвора к верхней поверхности второй плиты шиберного затвора, причем указанное усилие (F) ориентировано перпендикулярно нижней поверхности каретки.

В указанном варианте осуществления каретка имеет верхнюю поверхность, которая предпочтительно параллельна верхней поверхности первой плиты шиберного затвора и отстоит от нее. Нижняя поверхность находится в постоянном контакте с по меньшей мере некоторыми из толкательных устройств и предпочтительно имеет такую геометрическую форму, что толкательное устройство контактирует с нижней поверхностью каретки только в том случае, когда проекция на продольную плоскость (XpL , LOu), определяемую осью симметрии разливки (XpL) и верхним продольным размером (LOu) первой плиты ($1L$) шиберного затвора, вектора силы, определяющего усилие (F), прилагаемого указанным толкательным устройством при контакте с нижней поверхностью, пересекает проекцию на указанную продольную плоскость первой плиты шиберного затвора, причем указанная геометрическая форма предпочтительно имеет участки со скошенной кромкой. Однако предпочтительно, чтобы проекция вектора силы на продольную плоскость также пересекала проекцию на указанную продольную плоскость второй плиты шиберного затвора.

Настоящее изобретение также относится к раме шиберного затвора, предназначенной для

размещения в ней первой и второй плит шиберного затвора, причем по меньшей мере первая плита шиберного затвора соответствует приведенному выше описанию и может перемещаться таким образом, что ее верхняя поверхность скользит вдоль верхней поверхности второй плиты шиберного затвора.

Как будет видно из приведенных ниже таблиц, значительно увеличена эффективная площадь контакта (от 38% для плит предшествующего уровня техники до более 65% в соответствии с изобретением), а также на 50% снижен максимальный пик давления.

Эти параметры можно дополнительно улучшить при $R3 = R4$. Действительно, в этом случае контакт является более симметричным и предотвращается неравномерность распределения напряжений. Более того, поскольку асимметрия верхних поверхностей относительно продольного размера, по-видимому, не дает каких-либо особых преимуществ, симметричная конструкция относительно продольной оси обладает преимуществом в виде экономии огнеупорного материала, так как оптимизированную конструкцию на одной половине верхней поверхности с одной стороны продольного размера можно зеркально применить к другой половине верхней поверхности без необходимости добавления какого-либо огнеупорного материала.

Улучшенные значения эффективной площади контакта были получены с парой огнеупорных плит шиберного затвора, для которых $R1$ и $R2$ составляют $80\% \pm 5\%$.

Чрезвычайно благоприятные свойства также были получены с огнеупорным шиберным затвором в соответствии с настоящим изобретением, для которого $R3$ и $R4$ находятся в диапазоне от 98 до 100%. Улучшенные результаты обеспечиваются, когда $R1$ и $R2$ составляют $80\% \pm 5\%$, а $R3$ и $R4$ находятся в диапазоне от 98 до 100%.

Внешняя соединительная поверхность может иметь любую возможную форму. Например, это может быть псевдоконическая поверхность, она может иметь цилиндрический участок, она может быть выполнена в форме веретена или перевернутого веретена, и это может быть поверхность какой-то одной формы или с комбинацией всех этих форм. Внешняя соединительная поверхность также может иметь форму, меняющуюся по периметру плиты шиберного затвора. Преимуществом является то, что внешняя поверхность содержит множество участков поверхности. В частности, соединительная внешняя поверхность может содержать по меньшей мере цилиндрический участок поверхности и один или более переходных участков поверхности. Переходный участок поверхности определяется как поверхность, уменьшающая поперечное сечение поверхности плиты на плоскости, параллельной верхней и нижней поверхностям. Цилиндрическая поверхность позволяет окружить или обернуть плиту материалом (например, металлическим бандажом или полосой), удерживая огнеупорный материал в сжатом состоянии во время операции разлива. В случае появления трещин силы сжатия будут удерживать их в закрытом состоянии и предотвращать их распространение. В этом случае предпочтительнее, чтобы цилиндрическая поверхность соединяла верхнюю поверхность с переходной поверхностью, а переходная поверхность соединяла цилиндрическую поверхность с нижней поверхностью. Переходная поверхность не обязательно должна быть уникальной и может быть образована из

множества переходных поверхностей.

Хотя это и не обязательно, в наиболее предпочтительных случаях плита шиберного затвора в соответствии с изобретением содержит огнеупорный элемент с верхней поверхностью и разливочным каналом, которые соответствуют верхней поверхности и разливочному каналу плиты соответственно, металлическую оболочку с нижней поверхностью и разливочным каналом, которые соответствуют нижней поверхности и разливочному каналу плиты соответственно, и цемент, сцепляющий плиту с оболочкой.

Для обеспечения более полного понимания изобретения ниже представлено его описание со ссылкой на фигуры, иллюстрирующие конкретные варианты осуществления изобретения, однако без какого бы то ни было ограничения изобретения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Ниже представлено описание этих фигур.

На Фиг. 1 показана плита в соответствии с одним вариантом осуществления изобретения, представленная на виде сверху, видах сбоку и спереди в вертикальной проекции.

На Фиг. 2 и 3 представлено трехмерное изометрическое изображение той же плиты.

На Фиг. 4 и 5 представлены виды сбоку вариантов осуществления плит с разными значениями соотношений R3 и R4.

На Фиг. 6 представлены две плиты, расположенные таким образом, что их соответствующие верхние поверхности находятся в скользящем контакте друг с другом, как они были бы расположены в шиберном затворе.

На Фиг. 7 представлены трехмерные изометрические изображения металлической оболочки, выполненной с возможностью армирования плиты в соответствии с Фиг. 2 и 3.

На Фиг. 8 показаны различные проекции на продольной плоскости (XpL, LOu) предпочтительного варианта осуществления шиберного затвора, иллюстрирующие контакт или отсутствие контакта толкателя с кареткой.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На Фиг. 1–3 показана огнеупорная плита 1 шиберного затвора для разливки расплавленного металла, имеющая верхнюю поверхность 2 и нижнюю поверхность 3. Как верхняя, так и нижняя поверхности являются параллельными, что обычно характерно для шиберного затвора, и они отделены друг от друга толщиной плиты шиберного затвора. На Фиг. 1–3 показана незащищенная плита шиберного затвора, т. е. без металлической оболочки или банджа, которые окружают или защищают плиту. На Фиг. 4 и 5 показаны поперечные размеры плит шиберного затвора в оболочке. На Фиг. 6 показаны две идентичные плиты в оболочке в соответствии с настоящим изобретением в их соответствующем положении при использовании в составе шиберного затвора: (a) в открытой конфигурации, в которой разливочные каналы первой и второй плит шиберного затвора находятся в совмещенном положении, и (b) в конфигурации, в которой

они почти не сообщаются по текучей среде, таким образом значительно уменьшая расход потока расплавленного металла. Толкательные устройства прикладывают усилие F к нижней поверхности первой плиты шиберного затвора таким образом, что ее верхняя поверхность прижимается к верхней поверхности второй плиты шиберного затвора. На Фиг. 7 представлена металлическая оболочка.

Верхняя и нижняя поверхности 2, 3 плиты шиберного затвора соединены соединительной внешней поверхностью 4. Кроме того, на плите 1 виден разливочный канал 5, соединяющий по текучей среде верхнюю поверхность 2 с нижней поверхностью 3 изнутри. Также показана ось симметрии разливки Xp разливочного канала 5. Кроме того, представлены верхний и нижний продольные размеры (LOu , LOl) верхней и нижней поверхностей 2, 3, и перпендикулярно верхнему и нижнему продольным размерам (LOu , LOl) обеспечены поперечные размеры (LAu , LAl) верхней и нижней поверхностей. Верхний и нижний продольные размеры (LOu , LOl) разделены на два отрезка ($LOu1$ и $LOu2$, $LOl1$ и $LOl2$ соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (Xp). Аналогично верхний и нижний поперечные размеры (LAu , LAl) разделены на два отрезка ($LAu1$ и $LAu2$, $LAl1$ и $LAl2$ соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (Xp). Определены следующие соотношения: $R1 = LOl1/LOu1$, $R2 = LOl2/LOu2$, $R3 = LAl1/LAu1$ и $R4 = LAl2/LAu2$. В варианте осуществления, показанном на Фиг. 1–3, $R1$ составляет около 80% (т. е. в диапазоне от 65 до 90%), $R2$ около 80% (т. е. в диапазоне от 65 до 90%), $R3 = R4$ около 95% (т. е. больше или равно 90%).

На Фиг. 4 и 5 представлены два варианта осуществления плит шиберного затвора в соответствии с изобретением, в которых плиты 1 образованы комбинацией огнеупорного корпуса, мертеля или цемента 6 и металлической оболочки 7, окружающей периферию и часть нижней поверхности огнеупорного корпуса. На Фиг. 4 и 5 $R3$ и $R4$ равны, так как плита образована симметрично относительно продольной оси. На Фиг. 4 $R3$ составляет 100%, а на Фиг. 5 — около 95%. Как видно на этих фигурах, нижние поверхности плиты шиберного затвора ограничены внешней границей, определяя периметр плоской поверхности металлической оболочки, которая армирует керамический корпус.

На Фиг. 7 представлен вариант осуществления металлической оболочки для армирования огнеупорного корпуса, которые вместе образуют плиту шиберного затвора в соответствии с настоящим изобретением. Металлическая оболочка содержит нижнюю поверхность (3М), которая является плоской и определяется периметром и которая содержит отверстие (15) с точкой центроида (xp), так что ось симметрии разливки (Xp) представляет собой ось, перпендикулярную плоскости нижней поверхности и проходящую через точку центроида (xp). Мнимый круг, представленный на Фиг. 7 пунктирной линией внутри отверстия (15), представляет положение разливочного канала (5), проходящего через огнеупорный корпус, когда оболочка армирует указанный огнеупорный корпус. Периферийная поверхность (4Ма, 4Мб), проходящая поперечно нижней поверхности от периметра указанной нижней поверхности до свободного конца, определяющего обод (4R) металлической оболочки, образуя таким образом полость с нижней

поверхностью, которая имеет геометрическую форму, соответствующую геометрической форме огнеупорного элемента, который сцепляется с металлической оболочкой посредством цемента. Верхний продольный диаметр (LCu) определяется как самый длинный отрезок, соединяющий две точки обода металлической оболочки и пересекающий ось симметрии разливки (Xp). Верхний поперечный диаметр (LDu) соединяет две точки обода металлической оболочки и перпендикулярно пересекает верхний продольный диаметр (LCu) и ось симметрии разливки (Xp).

Нижняя поверхность (3M) имеет нижний продольный диаметр (LCI), параллельный верхнему продольному диаметру (LCu), и имеет нижний поперечный диаметр (LDI), параллельный нижнему продольному диаметру (LDu), причем как нижний продольный, так и нижний поперечный диаметры пересекают ось симметрии разливки в точке центроида (xp). Нижняя поверхность металлической оболочки определяет нижнюю поверхность плиты шибберного затвора при соединении с огнеупорным корпусом. Длины продольного и поперечного диаметров определяются без учета отверстия (15).

Определены следующие соотношения:

$Rc1 = LC11/LCu1$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$Rc2 = LC12/LCu2$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$Rc3 = LD11/LDu1$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%,

$Rc4 = LD12/LDu2$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%.

Как показано на Фиг. 6, в процессе применения первая плита (1L) шибберного затвора в соответствии с настоящим изобретением устанавливается в раму шибберного затвора, причем ее верхняя поверхность (2L) параллельна и находится в контакте с верхней поверхностью (2U) второй плиты (1U) шибберного затвора, содержащей разливочный канал (5U). Такая рама шибберного затвора содержит неподвижную приемную станцию для удержания второй шибберной плиты (1U) в фиксированном положении; при установке рамы в нижней части металлургической емкости, содержащей выпускное отверстие, такой как разливочный ковш, вторая плита шибберного затвора закрепляется в таком положении, что разливочный канал (5U) находится в совмещении с выпускным отверстием металлургической емкости.

Рама также содержит подвижную приемную станцию, содержащую каретку (10) для удержания первой плиты шибберного затвора, верхняя поверхность (2L) которой обращена параллельно верхней поверхности (2U) второй плиты шибберного затвора и находится с ней в контакте с возможностью скольжения. Подвижная приемная станция дополнительно содержит несколько толкательных устройств (11), ориентированных и распределенных таким образом, чтобы прилагать толкающее усилие (F) к нижней поверхности каретки, которое передается на нижнюю поверхность (3L) первой плиты (1L) шибберного затвора и ориентировано перпендикулярно

указанной нижней поверхности (3L) первой плиты шиберного затвора для прижатия верхней поверхности первой плиты шиберного затвора к верхней поверхности второй плиты шиберного затвора. Авторы изобретения определили, что распределение толкательных устройств по нижней поверхности каретки и первой плиты шиберного затвора является критически важным для обеспечения эффективной площади контакта между верхними поверхностями первой и второй плит шиберного затвора. При геометрической форме первой плиты шиберного затвора с соотношениями R1 и R4 в соответствии с вышеприведенным определением неожиданно было обнаружено, что можно увеличить эффективную площадь контакта и существенно уменьшить пики механического напряжения, измеренные на плите, по сравнению с плитой шиберного затвора предшествующего уровня техники (ср. таблицы I–III ниже).

Рама содержит механизм скольжения для перемещения каретки, удерживающей первую плиту (1L) шиберного затвора, относительно второй плиты (1U) шиберного затвора путем скольжения верхней поверхности (2L) первой плиты (1L) шиберного затвора по верхней поверхности (2U) второй плиты (1U) шиберного затвора из положения разливки, в котором разливочный канал (5U) первой плиты (1U) шиберного затвора совмещен с разливочным каналом (5L) второй плиты (1L) шиберного затвора, в закрытое положение, в котором разливочный канал первой плиты (1U) шиберного затвора не сообщается по текучей среде с разливочным каналом второй плиты (1L) шиберного затвора.

Механизм скольжения обычно представляет собой электрический, пневматический или гидравлический рычаг, закрепленный на одном конце соединительной внешней поверхности (4) плиты (1L) шиберного затвора, который способен толкать, тянуть или поворачивать первую плиту шиберного затвора по верхней поверхности (2U) второй неподвижной плиты (1U) шиберного затвора.

Шиберный затвор образуется путем установки первой плиты шиберного затвора в каретку подвижной приемной станции, а второй плиты шиберного затвора — в неподвижную приемную станцию. Отношение AL/AU площади нижней поверхности первой плиты шиберного затвора AL к площади верхней поверхности первой плиты шиберного затвора AU находится в диапазоне от 40 до 85%. Предпочтительно первая плита шиберного затвора выполнена в соответствии с настоящим изобретением. Более предпочтительно вторая плита шиберного затвора также выполнена в соответствии с настоящим изобретением. Вторая плита шиберного затвора может быть аналогична или даже идентична первой плите шиберного затвора.

Шиберный затвор выполнен таким образом, чтобы осевое усилие, сообщаемое шиберным затвором плите шиберного затвора, используемой в этом шиберном затворе, было сконцентрировано вокруг разливочного отверстия. Таким образом, более 55%, предпочтительно более 60% поверхности плиты (следовательно, нижней поверхности), по отношению к которой направлено осевое усилие, находится на расстоянии от оси симметрии разливки X_p , которое меньше или равно $LaL1$. В случае плиты, показанной на Фиг. 1, 63% поверхности плиты (следовательно, нижней поверхности), по отношению к которой направлено осевое усилие,

находится на расстоянии от оси симметрии разливки Xp , которое меньше или равно L_{a1} .

Каретка (10) для удержания первой плиты в подвижной приемной станции имеет нижнюю поверхность и верхнюю поверхность. Верхняя поверхность предпочтительно параллельна верхней поверхности установленной в ней первой плиты шиберного затвора и отстоит от нее. По мере перемещения каретки параллельно и относительно верхних поверхностей второй плиты шиберного затвора она также перемещается относительно толкательных устройств (11). В каретках существующего уровня техники толкательные устройства находятся в постоянном контакте с нижней поверхностью каретки независимо от положения каретки относительно толкательных устройств. Поскольку верхняя поверхность каретки утоплена относительно верхней поверхности первой плиты шиберного затвора, если каретка находится в положении, в котором первая плита шиберного затвора не обращена к толкательному устройству; усилие указанного толкательного устройства будет создавать консольное изгибающее усилие на подвижной приемной станции. Это создает концентрации напряжений на краях плит шиберного затвора, что ускоряет износ. При этом также сбрасывается давление вокруг разливочного канала, и, таким образом, снижается герметичность шиберного затвора.

Было обнаружено, что эту проблему можно решить путем создания такой конструкции нижней поверхности каретки, при которой она находится в постоянном контакте с по меньшей мере одним толкательным устройством, и причем толкательное устройство входит в контакт с нижней поверхностью каретки только в том случае, когда проекция на продольную плоскость (XpL , LOu), определяемую осью симметрии разливки (XpL) и верхним продольным размером (LOu) первой плиты (1L) шиберного затвора, вектора силы, определяющего усилие (F), прилагаемого указанным толкательным устройством при контакте с нижней поверхностью, пересекает проекцию на указанную продольную плоскость первой плиты шиберного затвора. Предпочтительно для приложения усилия толкательного устройства к нижней поверхности каретки требуется, чтобы проекция вектора силы на продольную плоскость также пересекала проекцию на продольную плоскость второй плиты шиберного затвора. Поскольку как толкательные устройства, так и вторая плита шиберного затвора неподвижны в шиберном затворе, выполнение этих условий не зависит от положения первой плиты шиберного затвора относительно толкательных устройств.

Считается, что проекция вектора силы пересекает проекцию плиты шиберного затвора, если указанная проекция вектора силы либо фактически пересекает проекцию плиты шиберного затвора, либо находится в пределах допуска, соответствующего половине ширины толкательного устройства, измеренной вдоль продольной плоскости. Например, если толкательные устройства содержат спиральные пружины, допуск будет равен половине диаметра последнего витка указанных спиральных пружин, ближайшего к каретке. В случае сомнений допуск находится в пределах 20 мм, предпочтительно в пределах 10 мм от фактического пересечения между проекцией вектора силы и проекцией плиты шиберного затвора.

Как показано на сечениях вдоль продольной плоскости на Фиг. 8, указанная

геометрическая форма может содержать участки со скошенной кромкой. Можно видеть, что шиберный затвор, показанный на Фиг. 8, имеет такую конструкцию, что толкательные устройства обращены ко второй плите шиберного затвора. Поскольку оба компонента неподвижны, такая ситуация поддерживается независимо от положения первой плиты шиберного затвора. На Фиг. 8(a) первая плита шиберного затвора находится в положении разлики, при этом верхний и нижний разливочный каналы образуют единый непрерывный канал. Можно видеть, что из пяти представленных толкательных устройств (11) только четыре обращены к первой плите (1L) шиберного затвора. Эти четыре толкательных устройства также находятся в контакте с нижней поверхностью каретки и прикладывают к ней вертикальное усилие, которое передается на первую плиту шиберного затвора. Пятое толкательное устройство с левой стороны Фиг. 8(a) не обращено к первой плите шиберного затвора и также не контактирует с нижней поверхностью каретки (или не прикладывает к ней значительного усилия), которая в указанном участке имеет скошенную кромку. Таким образом, пятое толкательное устройство не прикладывает изгибающего усилия к каретке, что позволяет уменьшить расстояние между верхними поверхностями каретки и второй плиты шиберного затвора.

На Фиг. 8(b) шиберный затвор находится в первом закрытом положении, в котором верхний и нижний разливочные каналы не сообщаются по текучей среде, но отделены друг от друга только коротким расстоянием. Таким образом, герметичность шиберного затвора зависит от максимального сжимающего усилия, сосредоточенного вокруг верхнего и нижнего разливочных каналов соответственно. В этом положении все пять толкательных устройств, представленных на Фиг. 8(b), находятся в контакте с нижней поверхностью каретки и прилагают высокое сжимающее давление, сосредоточенное вокруг разливочных каналов.

На Фиг. 8(c) канал шиберного затвора находится в закрытом положении, при этом верхний и нижний разливочные каналы разделены большим расстоянием. Толкательное устройство, представленное с правой стороны Фиг. 8(c), не обращено к первой плите шиберного затвора и не контактирует с нижней поверхностью каретки (или не прикладывает к ней существенного усилия), которая в указанном участке имеет скошенную кромку. Таким образом, как описано со ссылкой на Фиг. 8(a), толкательное устройство на правой стороне не прикладывает изгибающего усилия к каретке, что позволяет уменьшить расстояние между верхними поверхностями каретки и второй плиты шиберного затвора.

Каретка (10), как уже описано выше со ссылкой на Фиг. 8, имеет преимущества при использовании с любым типом плит шиберного затвора, так как она увеличивает срок службы плит шиберного затвора. Однако она имеет дополнительные преимущества при использовании с первой плитой шиберного затвора в соответствии с настоящим изобретением и также предпочтительно со второй плитой шиберного затвора в соответствии с настоящим изобретением, поскольку усилия, прикладываемые толкательными устройствами, находящимися в контакте с нижней поверхностью каретки, более равномерно распределяются по большей площади верхних поверхностей первой и второй плит шиберного затвора, причем указанная площадь проходит вокруг разливочного канала.

Такое более эффективное распределение давления по большей площади имеет два преимущества. Во-первых, оно предотвращает возникновение пиков давления, которые наносят ущерб целостности плит шиберного затвора, и, таким образом, увеличивает срок их службы. Во-вторых, оно предотвращает появление областей пониженных давлений, неизбежных при наличии пиков давления, и, таким образом, повышает герметичность шиберного затвора. Это важно для уменьшения попадания как кислорода, так и расплавленного металла между первой и второй плитами шиберного затвора.

Для демонстрации эффектов изобретения авторы изобретения выполнили ряд вычислений методом конечных элементов для определения фактической и теоретической площадей контакта двух плит шиберного затвора, установленных в шиберном затворе. В этих расчетах не учитывается воздействие тепла. В первой серии был рассчитан шиберный затвор, соответствующий US-B2-6814268. Данная модель содержит опорную плиту, несущую плиту, дверь, две огнеупорные плиты шиберного затвора и днище разливочного ковша. К плитам прикладывают осевое усилие с помощью множества пружин для удержания плит в сжатом состоянии и увеличения площади контакта между двумя плитами. Первым результатом вычислений является максимальное контактное давление (МПа), которое представляет собой самый высокий пик давления на поверхности контакта между огнеупорными плитами шиберного затвора. Эффективная площадь контакта представляет собой отношение (в %) фактической площади контакта (без учета любых отверстий в периферической области) между плитами шиберного затвора, вычисленной методом конечных элементов, к теоретической площади контакта (при допущении, что контакт является идеальным), когда разливочные каналы обеих плит идеально совмещены. Например, если теоретическая площадь контакта плит шиберного затвора равна 1000 мм^2 , а вычисленная фактическая площадь контакта равна 250 мм^2 . Тогда эффективная площадь контакта (%) равна $250/1000 = 0,25 = 25\%$. Вычисление проводили для плиты, описанной в US-B2-6814268 (предшествующий уровень техники: где $R1 = R2 = R3 = R4 = 100\%$; для сравнения), и для плит в соответствии с изобретением. Результаты представлены ниже в таблицах I–III. В этих примерах $R4$ поддерживали равным $R3$. Наблюдаемые (и расчетные) расхождения между фактической и теоретической площадями контакта обусловлены, с одной стороны, механическими напряжениями, вызванными расплавленным металлом, текущим через разливочный канал, и, с другой стороны, существенными термическими градиентами, создаваемыми в объемах плит шиберного затвора.

Таблица I (эффект $R3 (= R4)$)

Примеры	Предшествующий уровень техники	1	2	3	4
R1	100%	80%	80%	80%	80%
R2	100%	80%	80%	80%	80%
R3	100%	95%	97%	99%	100%

Эффективная площадь контакта (%)	38,4	68,3	64,5	61,7	60,1
Максимальное контактное давление (МПа)	12,8	6,1	6,7	7,2	7,6

Как можно видеть из таблицы I, в случае плит в соответствии с изобретением эффективная площадь контакта увеличена с 38,4% для плиты предшествующего уровня техники и вплоть до 68,3% (пример 1). В то же время максимальное контактное давление снизилось с 12,8 МПа до 6,1 МПа. При поддержании постоянных значений R1 и R2 увеличение R3 (и R4) с 95% до 100% оказывает очень незначительное негативное влияние на эффективную площадь контакта (уменьшение от 68,3% до 60,1%) и максимальное контактное давление (увеличение с 6,1 МПа до 7,6 МПа). Все измеренные значения по-прежнему приемлемы и гораздо лучше тех, которые могут наблюдаться в случае плиты предшествующего уровня техники.

Таблица II (эффект R2)

Примеры	Предшествующий уровень техники	5	6	7	8
R1	100%	80%	80%	80%	80%
R2	100%	90%	90%	90%	90%
R3	100%	95%	97%	99%	100%
Эффективная площадь контакта (%)	38,4	60,9	57,1	53,9	52,2
Максимальное контактное давление (МПа)	12,8	7,1	7,7	8,2	8,8

Таблица II основана на примерах, аналогичных таблице I, при изменении R2 до 90% (вместо 80% в таблице I). Те же тенденции можно наблюдать для эффекта R3 (и R4). Более того, можно заметить, что увеличение R2 с 80% до 90% оказывает негативное влияние как на эффективную площадь контакта, так и на максимальное контактное давление (вывод можно сделать путем сравнения пар примеров 1–5, 2–6, 3–7, 4–8). Следовательно, значение R2 не должно превышать 90% в соответствии с изобретением.

Таблица III (эффект R1)

Примеры	Предшествующий уровень техники	9	10	11	12
R1	100%	90%	90%	90%	90%
R2	100%	80%	80%	80%	80%
R3	100%	95%	97%	99%	100%
Эффективная площадь контакта (%)	38,4	67,3	64,2	60,7	59,1
Максимальное контактное давление (МПа)	12,8	6,8	6,9	7,7	7,9

Таблица III основана на примерах, аналогичных таблице I, при изменении R1 до 90% (вместо 80% в таблице I). Те же тенденции можно наблюдать для эффекта R3 (и R4). Более того, можно заметить, что увеличение R1 с 80% до 90% оказывает негативное влияние как на эффективную площадь контакта, так и на максимальное контактное давление (вывод можно сделать путем сравнения пар примеров 1–9, 2–10, 3–11, 4–12). Следовательно, значение R1 не должно превышать 90% в соответствии с изобретением.

Во второй серии вычислений методом конечных элементов для имитации термического удара граничное условие, моделирующее тепловой поток, переносимый расплавленной сталью, которая течет через разливочный канал плиты, применяется к системе на уровне стенки разливочного канала. Такой же расчет выполняется для вышеупомянутой плиты предшествующего уровня техники, для незащищенной огнеупорной плиты шиберного затвора в соответствии с изобретением ($R1 = R2 = 80\%$, $R3 = R4 = 95\%$), для отдельной плиты в оболочке (т. е. для комбинации огнеупорной плиты, мертеля или цемента и металлической оболочки, окружающей периферию и часть поверхности; $R1 = R2 = 80\%$, $R3 = R4 = 95\%$), и для плиты в оболочке внутри шиберного затвора (та же плита). Сравнение этих моделей позволяет количественно определить температурное напряжение, а также термомеханическое напряжение. Вычисление повторяли для ряда примеров, в которых варьируется соединительная внешняя поверхность. Эти вычисления методом конечных элементов подтверждают тенденцию, наблюдавшуюся в первой серии.

Формула изобретения

1. Плита (1) шиберного затвора для разливки расплавленного металла, имеющая

- верхнюю поверхность (2),
- нижнюю поверхность (3), отделенную от верхней поверхности толщиной плиты шиберного затвора, причем указанные верхняя и нижняя поверхности являются плоскими и параллельными друг другу,
- соединительную внешнюю поверхность (4), соединяющую верхнюю поверхность (2) с нижней поверхностью (3), и
- разливочный канал (5), соединяющий по текучей среде верхнюю поверхность (2) с нижней поверхностью (3), при этом указанный разливочный канал (5) имеет ось симметрии разливки (X_p),
- при этом верхняя и нижняя поверхности (2, 3) имеют верхний и нижний продольные размеры (LO_u , LO_l) соответственно, которые параллельны друг другу и перпендикулярны верхнему и нижнему поперечным размерам (LA_u , LA_l) соответственно, где верхний продольный размер (LO_u) является самым длинным отрезком, соединяющим две точки периметра верхней поверхности и пересекающим ось симметрии разливки (X_p),
- при этом продольные размеры (LO_u , LO_l) разделены на два отрезка (LO_{u1} и LO_{u2} , LO_{l1} и LO_{l2} соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (X_p), и при этом отрезки LO_{u1} и LO_{l1} находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки LO_{u2} и LO_{l2} находятся на второй стороне оси симметрии разливки;
- при этом поперечные размеры (LA_u , LA_l) разделены на два отрезка (LA_{u1} и LA_{u2} , LA_{l1} и LA_{l2} соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (X_p), и при этом отрезки LA_{u1} и LA_{l1} находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки LA_{u2} и LA_{l2} находятся на второй стороне оси симметрии разливки;
- при этом определены следующие соотношения:

$$LO_{l1}/LO_{u1} = R1,$$

$$LO_{l2}/LO_{u2} = R2,$$

$$LA_{l1}/LA_{u1} = R3,$$

$$LA_{l2}/LA_{u2} = R4,$$

отличающаяся тем, что

$R1$ находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 и 90%,

$R2$ находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 и 90%,

$R3$ больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%, и

R4 больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%.

2. Плита шиберного затвора по п. 1, в которой $R3 = R4$.
3. Плита шиберного затвора по п. 1, в которой соединительная внешняя поверхность (4) содержит множество участков (4a, 4b) поверхности.
4. Плита шиберного затвора по п. 3, в которой соединительная внешняя поверхность (4) содержит по меньшей мере цилиндрический участок (4a) поверхности и один или более переходных участков (4b) поверхности.
5. Плита шиберного затвора по п. 4, в которой цилиндрический участок (4a) поверхности соединяет верхнюю поверхность (2) с прилегающим переходным участком (4b) поверхности, а один или более переходных участков (4b) поверхности соединяет цилиндрический участок (4a) поверхности с нижней поверхностью (3).
6. Плита шиберного затвора по любому из пп. 3–5, в которой соединительная внешняя поверхность содержит множество переходных участков поверхности.
7. Плита шиберного затвора по любому из пп. 1–6, в которой R1 и R2 составляют $80\% \pm 5\%$.
8. Шиберный затвор по любому из пп. 1–7, в котором R3 и R4 находятся в диапазоне от 98 до 100%.
9. Плита шиберного затвора по любому из пп. 1–8, причем плита содержит
 - огнеупорный элемент с верхней поверхностью и разливочным каналом, соответствующими верхней поверхности и разливочному каналу плиты соответственно,
 - металлическую оболочку с нижней поверхностью, соответствующей нижней поверхности плиты шиберного затвора, при этом указанная нижняя поверхность содержит отверстие, окружающее разливочный канал плиты шиберного затвора,
 - цемент, скрепляющий огнеупорный элемент с металлической оболочкой.
10. Металлическая оболочка (7) для армирования огнеупорного элемента и образования с ним плиты шиберного затвора по п. 9, причем указанная металлическая оболочка содержит:
 - нижнюю поверхность (3M), которая является плоской и определяется периметром и которая содержит отверстие (15), имеющее точку центра (хр), так что ось симметрии разливки (Хр) представляет собой ось, перпендикулярную нижней поверхности и проходящую через точку центра (хр);
 - периферийную поверхность (4Ma, 4Mb), проходящую поперечно нижней поверхности от периметра указанной нижней поверхности до свободного конца, определяющего обод (4R) металлической оболочки, при этом указанная периферийная поверхность и нижняя поверхность определяют внутреннюю полость, которая имеет геометрическую форму,

соответствующую геометрической форме огнеупорного элемента, который сцепляется с металлической оболочкой посредством цемента, и при этом:

- металлическая оболочка имеет верхний продольный диаметр (LCu), определяемый как самый длинный отрезок, соединяющий две точки обода металлической оболочки и пересекающий ось симметрии разливки (Xp), и имеет верхний поперечный диаметр (LDu), соединяющий две точки обода металлической оболочки и перпендикулярно пересекающий верхний продольный диаметр (LCu) и ось симметрии разливки (Xp),
- нижняя поверхность (3M) имеет нижний продольный диаметр (LCI), параллельный верхнему продольному диаметру (LCu), и имеет нижний поперечный диаметр (LDI), параллельный нижнему продольному диаметру (LDu), при этом как нижний продольный, так и нижний поперечный диаметры пересекают ось симметрии разливки в точке центра (хр);
- при этом верхний и нижний продольные диаметры (LCu , LCI) разделены на два отрезка ($LCu1$ и $LCu2$, $LCI1$ и $LCI2$), соединяющихся на уровне оси разливки (Xp), и при этом отрезки $LCu1$ и $LCI1$ находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки $LCu2$ и $LCI2$ находятся на второй стороне оси симметрии разливки;
- при этом верхний и нижний поперечные диаметры (LDu , LDI) разделены на два отрезка ($LDu1$ и $LDu2$, $LDI1$ и $LDI2$ соответственно), соединяющихся на уровне оси симметрии разливки (Xp), и при этом отрезки $LDu1$ и $LDI1$ находятся на первой стороне оси симметрии разливки, а отрезки $LDu2$ и $LDI2$ находятся на второй стороне оси симметрии разливки;

отличающаяся тем, что определены следующие соотношения

$Rc1 = LCI1/LCu1$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$Rc2 = LCI2/LCu2$, находится в диапазоне от 50 до 95%, предпочтительно от 57 до 92%, более предпочтительно от 62,5 до 90%,

$Rc3 = LDI1/LDu1$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%,

$Rc4 = LDI2/LDu2$, больше или равно 75%, предпочтительно больше или равно 90%, более предпочтительно больше или равно 95%.

11. Шиберный затвор, содержащий комплект первой и второй плит шиберного затвора, установленных в раме, в котором

- первая плита (1L) шиберного затвора соответствует любому из пп. 1–9;
- вторая плита (1U) шиберного затвора содержит плоскую верхнюю поверхность (2U), которая является плоской и имеет верхнюю площадь AU, ограниченную периметром, окружающим выпускное отверстие разливочного канала (5U), и имеет такую же геометрическую форму, что и верхняя поверхность (2L) первой плиты шиберного затвора, и содержит нижнюю поверхность (3U), которая является плоской и ограничена периметром, окружающим

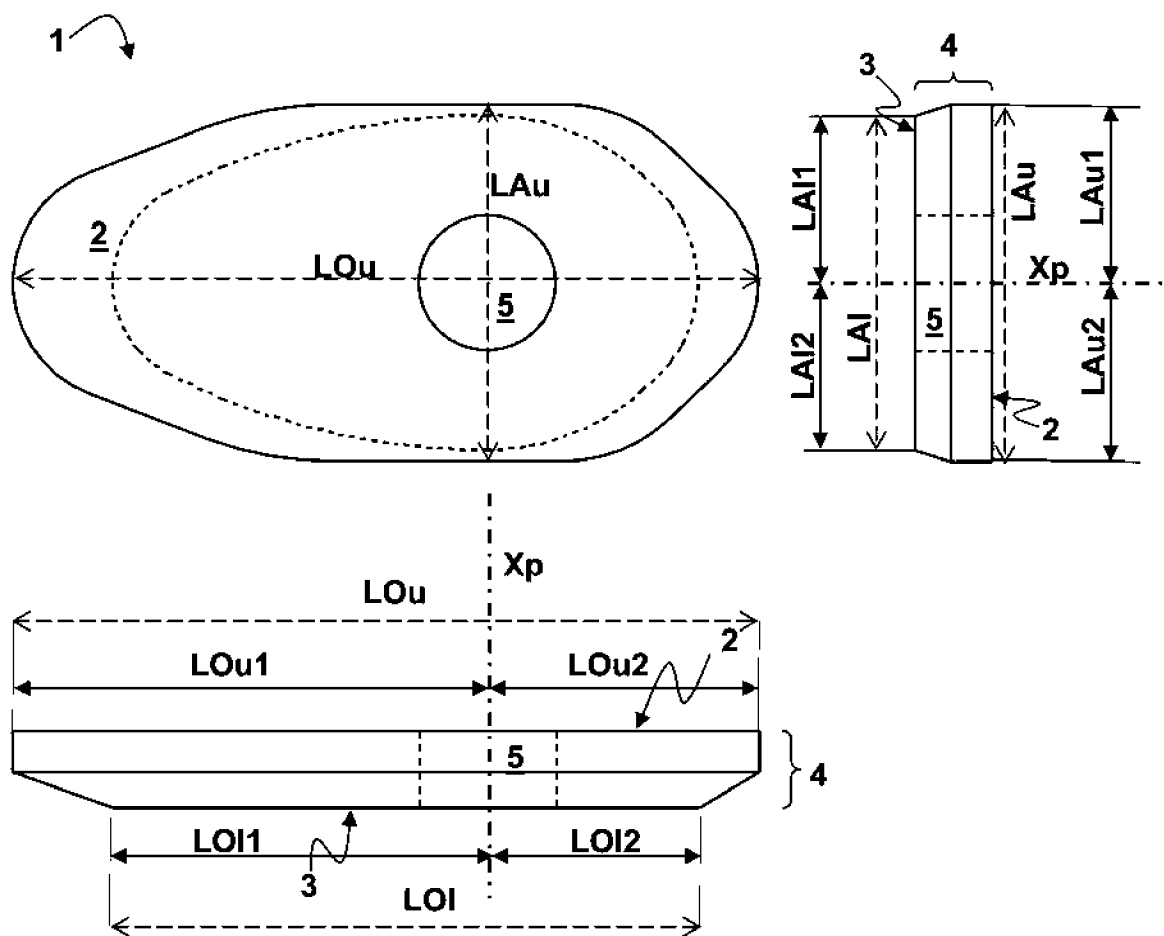
впускное отверстие разливочного канала (5U), причем плоские верхняя и нижняя поверхности второй плиты шиберного затвора параллельны друг другу,

- при этом указанные первая и вторая плиты шиберного затвора установлены в раме, при этом их соответствующие верхние поверхности находятся в контакте и параллельны друг другу таким образом, что
 - вторая плита шиберного затвора неподвижно установлена в раме,
 - первая плита шиберного затвора может реверсивно перемещаться вдоль плоскости, параллельной верхним поверхностям первой и второй плит шиберного затвора, из положения разливки, в котором разливочный канал (5U) первой плиты (1U) шиберного затвора совмещен с разливочным каналом (5L) второй плиты (1L) шиберного затвора, в закрытое положение, в котором разливочный канал первой плиты (1U) шиберного затвора не сообщается по текучей среде с разливочным каналом второй плиты (1L) шиберного затвора,
 - при этом указанный шиберный затвор дополнительно содержит несколько распределенных толкательных устройств, прилагающих толкающее усилие к нижней поверхности (3L) первой плиты (1L) шиберного затвора, ориентированное перпендикулярно указанной нижней поверхности (3L) первой плиты шиберного затвора, для прижатия верхней поверхности первой плиты шиберного затвора к верхней поверхности второй плиты шиберного затвора.
12. Шиберный затвор по п. 11, в котором вторая плита (1U) шиберного затвора соответствует любому из пп. 1–9 и предпочтительно идентична первой плите (1L) шиберного затвора.
13. Шиберный затвор по п. 11 или 12, в котором:
- первая плита (1L) шиберного затвора опирается на каретку, установленную на механизм скольжения, таким образом, что верхняя поверхность первой плиты шиберного затвора может скользить, перемещаясь между положением разливки и закрытым положением, причем указанная каретка содержит нижнюю поверхность,
 - толкательные устройства прикладывают толкающее усилие (F) к нижней поверхности каретки для прижатия верхней поверхности (2L) первой плиты шиберного затвора к верхней поверхности (2U) второй плиты шиберного затвора, причем указанное усилие (F) ориентировано перпендикулярно нижней поверхности каретки.
14. Шиберный затвор по п. 13, в котором каретка содержит верхнюю поверхность, параллельную верхней поверхности первой плиты шиберного затвора и отстоящую от нее, и в котором нижняя поверхность постоянно находится в контакте с по меньшей мере некоторыми из толкательных устройств и имеет такую геометрическую форму, что толкательное устройство контактирует с нижней поверхностью каретки только в том случае, когда проекция на продольную плоскость (XpL, LOu), определяемую осью симметрии (XpL) разливки и верхним продольным размером (LOu) первой плиты (1L) шиберного затвора, вектора силы,

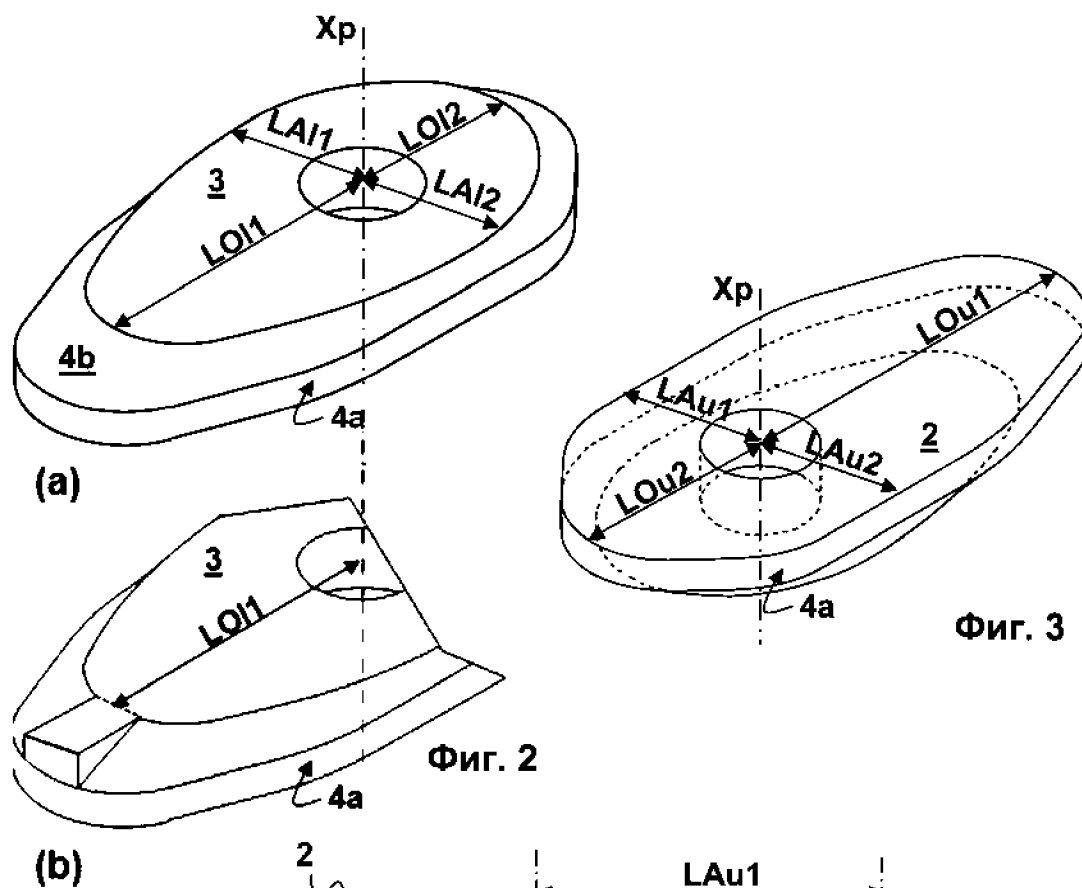
определяющего усилие (F), прилагаемого указанным толкательным устройством при контакте с нижней поверхностью, пересекает проекцию на указанную продольную плоскость первой плиты шиберного затвора, причем указанная геометрическая форма предпочтительно имеет участки со скошенной кромкой.

15. Шиберный затвор по п. 14, в котором толкательное устройство контактирует с нижней поверхностью каретки только в том случае, когда проекция на продольную плоскость вектора силы, определяющего усилие (F), прикладываемое указанным толкательным устройством при контакте с нижней поверхностью, также пересекает проекцию на указанную продольную плоскость второй плиты шиберного затвора.

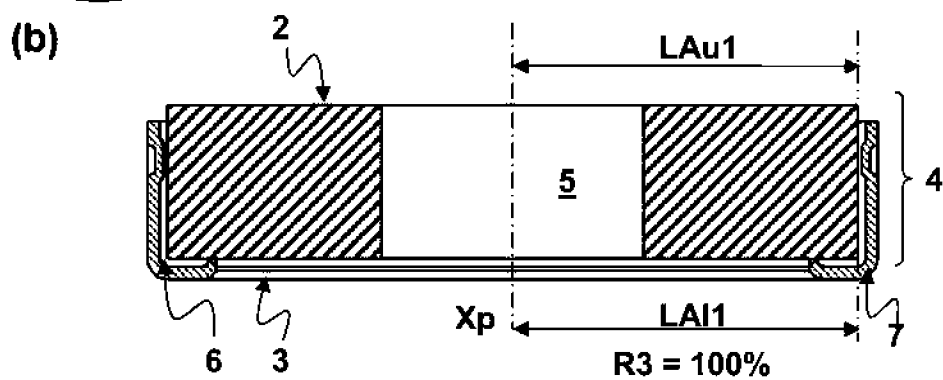
1/4



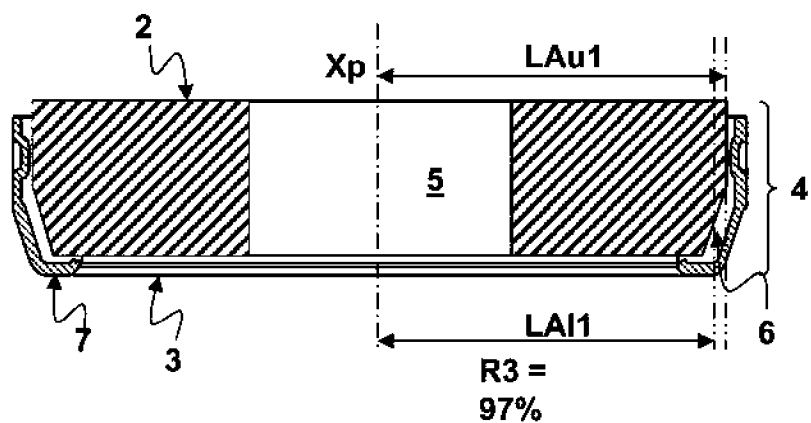
Фиг. 1



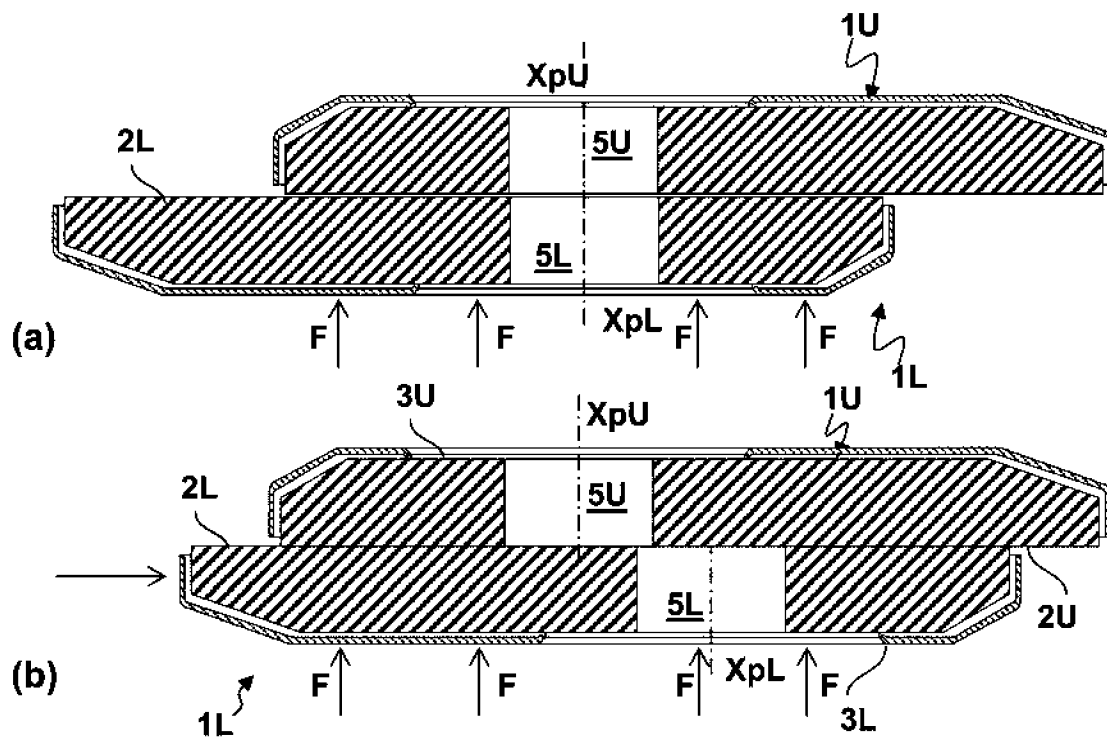
Фиг. 3



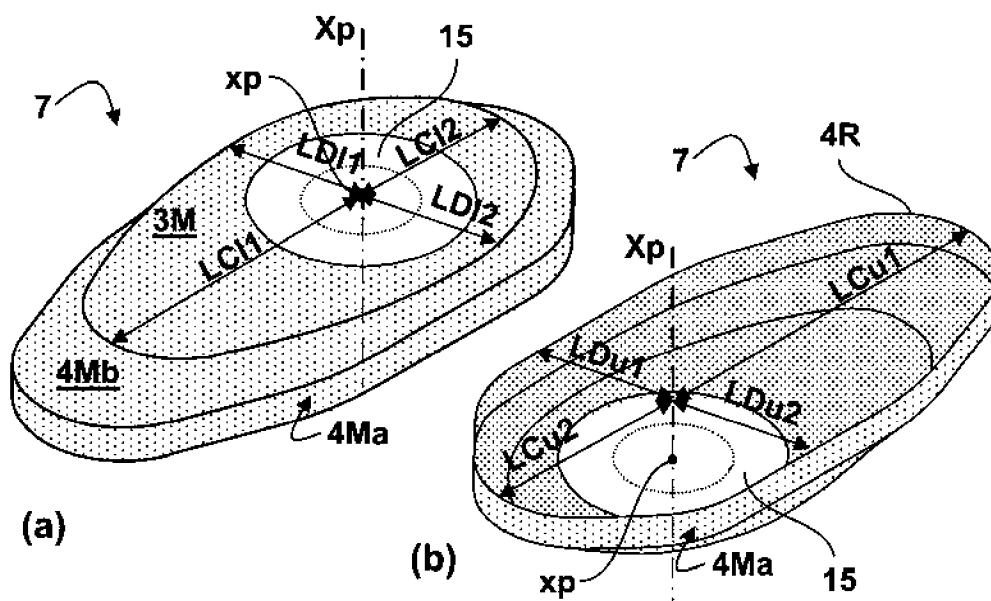
Фиг. 4



Фиг. 5

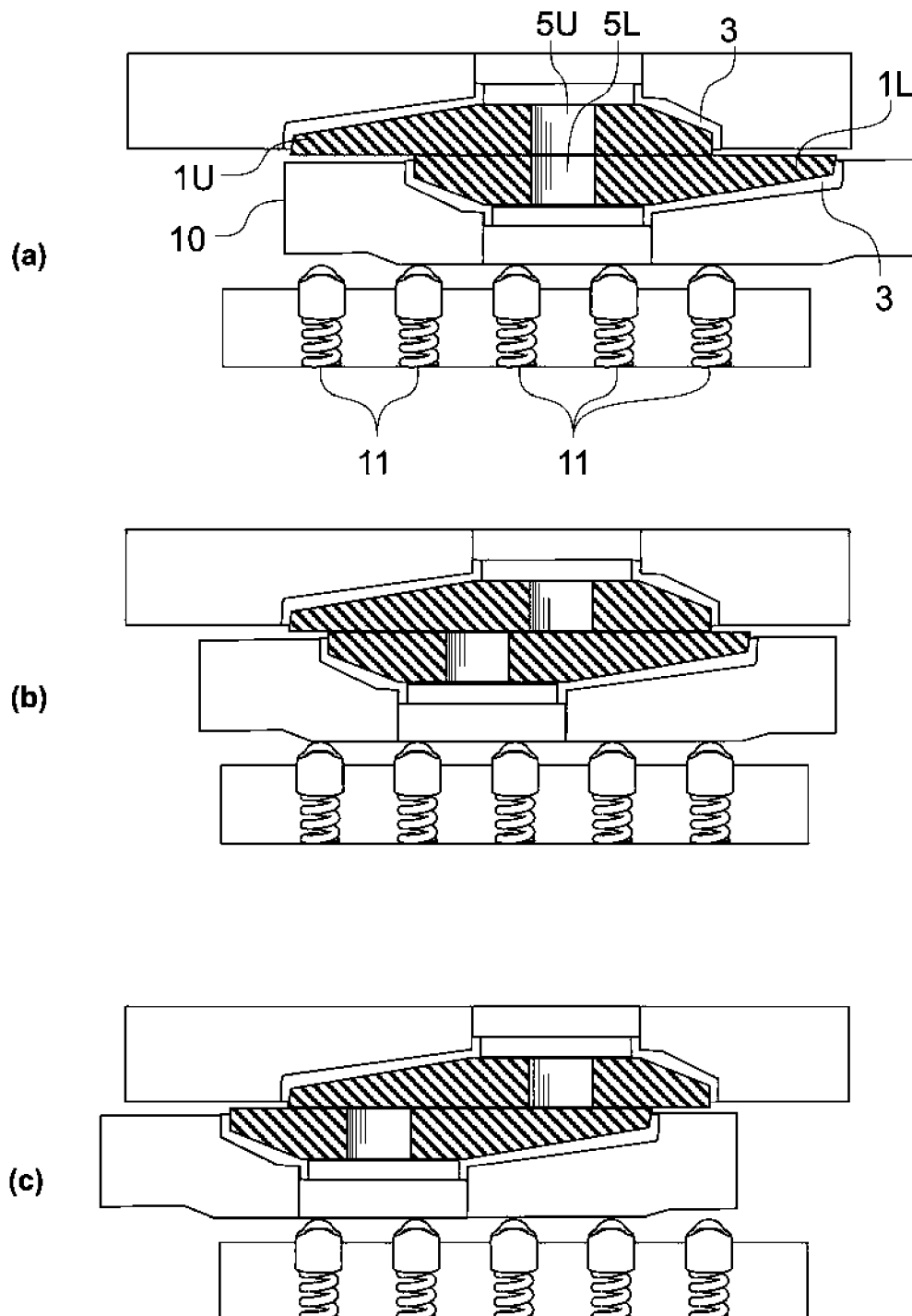


Фиг. 6



Фиг. 7

4/4



Фиг. 8