

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **201891206** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2018.11.30

(51) Int. Cl. **F27B 21/06** (2006.01)
C22B 1/20 (2006.01)
F16L 59/00 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2016.12.12

**(54) СПЕКАТЕЛЬНАЯ ТЕЛЕЖКА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ НАСЫПНОГО МАТЕРИАЛА
ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ**

(31) **10 2015 121 829.1**

(32) **2015.12.15**

(33) **DE**

(86) **PCT/EP2016/080618**

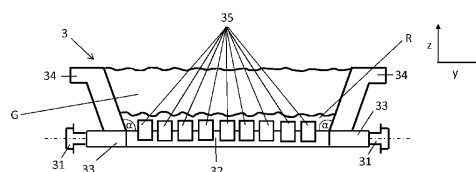
(87) **WO 2017/102637 2017.06.22**

(71) Заявитель:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
**Роденхебер Тимо, Беккер Рогер,
Мантей Пьер, Асквино Астрид,
Вебер Тилль, Штрёдер Михель,
Фандермелен Изабелла (DE)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В. (RU)**

(57) Данное изобретение относится к спекательной тележке для транспортировки насыпного материала для его тепловой обработки. Спекательная тележка содержит раму по меньшей мере с двумя противоположными поперечными балками, на которые опираются колосники, и двумя торцевыми частями, каждая из которых соединяет поперечные балки друг с другом и содержит по меньшей мере два ролика и по меньшей мере одну боковую стенку. В соответствии с изобретением колосники, и/или боковые стенки, и/или изоляционные плиты изготовлены из керамоволоконного композита, в котором волокна являются металлическими и жаростойкими.



A1

201891206

201891206

A1

СПЕКАТЕЛЬНАЯ ТЕЛЕЖКА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ НАСЫПНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ

Данное изобретение относится к спекательной тележке, предназначенной для транспортировки насыпного материала для его тепловой обработки и содержащей раму, которая на двух противоположных сторонах содержит ролики и две боковые стенки. Кроме того, данное изобретение относится к способу заполнения такой спекательной тележки.

В установках для агломерации, обжига или спекания насыпной материал, подлежащий обработке, например железная руда, марганцевая руда, свинцовая или цинковая руда или оксиды железа, загружается на спекательные тележки. Эти тележки содержат раму, снабженную колесами, и колосники, расположенные на поперечных балках. Множество таких спекательных тележек образует непрерывную цепь, которая также называется подвижной колосниковой решеткой.

На фиг.1 в качестве примера изображена машина 1 для обжига окатышей, называемая также печью для обжига окатышей или обжиговой печью для производства обожженных железорудных окатышей, в которой используется данное изобретение. На станции подачи перед горном 2 сырые окатыши в этом случае загружаются в виде насыпного материала на спекательные тележки 3, образующие непрерывную цепь из тележек, называемую подвижной колосниковой решеткой 4. Под горном 2 насыпной материал, транспортируемый на спекательных тележках 2, проходит через станции тепловой обработки. Более конкретно, в эти станции входят

- 1 загрузочная зона,
- 2 первая зона осушения,
- 3 вторая зона осушения,
- 4 зона предварительного нагрева,
- 5 зона обжига,
- 6 зона послеобжиговой обработки,
- 7 зона охлаждения,
- 8 разгрузочная зона.

В этих зонах на спекательные тележки загружается материал, затем

насыпной материал осушается, предварительно нагревается, подвергается обжигу и после этого вновь охлаждается. На станциях обработки под горном 2 подвижная колосниковая решетка проводится на верхнюю ветвь 5 непрерывного транспортера 6, при этом ходовые ролики 7 спекательных тележек 3 проводятся между внутренней рельсовой направляющей 8 и наружной рельсовой направляющей 9. Перемещение колосниковой решетки 4 обеспечивается с помощью ведущего или подъемного колеса 10, которое выполнено в виде зубчатого колеса и в котором зазоры (выемки 11) между зубьями взаимодействуют с ходовыми роликами 7 тележек 3.

После прохождения через горн 2 спекательные тележки 3 подвижной колосниковой решетки 4 достигают разгрузочной станции, связанной с опускающим или ведомым колесом 13 непрерывного транспортера 6. На опускающем колесе 13, как и на подъемном колесе 10, зазоры 14 между зубьями ведомого зубчатого колеса взаимодействуют с ходовыми роликами 7 тележек 3. Тележки 3 наклоняются так, что находящийся на них груз сбрасывается под действием силы тяжести. Поскольку тележки 3 направляются с помощью наружной рельсовой направляющей 9, сами тележки не падают вниз, а проходят обратно к подъемному колесу 10 в подвешенном, перевернутом вверх дном состоянии на нижней ветви 15 транспортера 6.

При нормальной эксплуатации подвижная колосниковая решетка 4 бесконечно перемещается по кругу на непрерывном транспортере 6 и переносит насыпной материал, подлежащий обработке, через обрабатывающие станции под горном 2 перед его сбросом на разгрузочной станции и дальнейшей обработкой способом, который не проиллюстрирован.

Для защиты спекательной тележки от тепловой нагрузки, обусловленной высокотемпературными процессами, происходящими в слое насыпного материала, предпринимаются попытки предотвратить непосредственный контакт обрабатываемого материала с частями спекательной тележки. Кроме того, соответственно, следует предотвратить прилипание сырых окатышей к металлическим компонентам тележки. Для этого, с одной стороны, на вышеописанную поверхность колосниковой решетки спекательной тележки наносят так называемый подовый слой.

Кроме того, спекательная тележка обычно имеет две боковые стенки, которые проходят от поверхности колосниковой решетки параллельно направлению перемещения колосниковой решетки и вверх от ее поверхности под углом, составляющим для каждой стенки 90° - 120° . После нанесения подового слоя боковые стенки аналогичным образом защищают путем нанесения так называемого бокового слоя, т. е. пласта вдоль боковых стенок. После этого или одновременно с этим между боковыми слоями и поверх подового слоя загружают так называемую шихту из сырых окатышей, т. е. шихту из насыпного материала, которую необходимо подвергнуть тепловой обработке.

Для подового слоя и бокового слоя обычно используется материал, уже прошедший тепловую обработку, т. е. так называемые обожженные окатыши. Это обеспечивает преимущество, заключающееся в том, что при опрокидывании спекательных тележек получают однородную продукцию, так как уже обожженные окатыши не вступают в дальнейшую реакцию при повторном прохождении тепловой обработки, и, таким образом, у конца горна все окатыши в тележках имеют одинаковые свойства материала. Соответственно, отпадает необходимость в дополнительном отделении инородного материала.

Тем не менее, недостаток загрузки подового слоя и бокового слоя заключается в уменьшении объема наполнения спекательной тележки сырыми окатышами. Как правило, толщина подового слоя составляет 3-15 см, а толщина бокового слоя составляет 5-15 см.

Следовательно, с другой стороны, идеей, лежащей в основе изобретения, является увеличение объема наполнения спекательной тележки для насыпного материала, подлежащего тепловой обработке.

Кроме того, нанесение подового слоя и бокового слоя требует хранения и повторного использования необходимого для этого материала, при этом также является необходимым частичное просеивание материала, повторно используемого в качестве подового слоя и бокового слоя, для исключения скопления пыли в установке. Соответственно, отсутствие подового слоя и/или бокового слоя тоже будет иметь преимущество, заключающееся в возможности полного исключения затрат на оборудование, связанное с этими

защитными слоями, например на желоб для подового слоя и/или желоба для бокового слоя. При возможном исключении подового слоя и боковых слоев также отпадает потребность в транспортерных лентах, которые обычно переносят материал подового слоя и бокового слоя в загрузочную зону.

Кроме того, при существующем состоянии боковых стенок в принципе имеются проблемы, касающиеся герметичности. Типичные боковые стенки, как правило, состоят из четырех нижних и восьми верхних частей, которые в целом изготовлены из литой стали и в вертикальном направлении присоединены друг к другу и к раме тележки болтами. Вследствие наличия высоких температур в некоторых зонах технологического процесса боковые стенки испытывают тепловое напряжение в такой же степени, как если бы они в течение приблизительно одного часа подвергались воздействию полного температурного цикла, включающего нагревание и охлаждение, а также подвергаются сильному абразивному действию, обусловленному наличием частиц пыли оксида железа. Кроме того, имеет место механическая нагрузка, обусловленная наличием пласта из окатышей между боковыми стенками. Это приводит к тому, что боковые стенки частично деформируются и, следовательно, между их отдельными частями возникают нежелательные утечки, в результате чего в ходе технологического процесса возникают потери и соответствующие недостатки, заключающиеся в более высоком потреблении энергии и необходимости отсасывания потоков утечки, выходящих наружу, а также в наличии локально различных условий реакции. Наконец, вследствие вышеописанных механических напряжений в материале болты, соединяющие части боковых стенок друг с другом, также могут расшатываться, в результате чего даже может произойти частичное выпадение боковой стенки. Таким образом, до сих пор требуется проводить регулярное техническое обслуживание боковых стенок и соответствующих болтовых соединений.

Следовательно, целью данного изобретения является создание спекательной тележки, характеризующейся меньшими затратами на техническое обслуживание, связанными с боковыми стенами и их болтовыми соединениями, а также большей безопасностью при эксплуатации и более длительным сроком службы.

Таким образом, целью данного изобретения является также создание спекательной тележки, которая имеет больший объем наполнения сырыми окатышами и в то же время требует меньших эксплуатационных расходов при регулярной эксплуатации и техническом обслуживании.

Данная цель достигается с помощью спекательной тележки, обладающей особенностями, изложенными в п.1 формулы изобретения. Такая тележка содержит раму с роликами, расположенными на ее двух противоположных сторонах. На тех же сторонах также выполнены две боковые стенки, которые проходят от тележки под углом α (как также показано на фиг.3), составляющим от 90° до 120° . Кроме того, все изложенное выше в отношении фиг.1, также относится к конфигурации указанной спекательной тележки.

Предметом изобретения является то, что боковые стенки и/или колосники не изготавливаются из литой стали, а вместо этого состоят из керамического композитного материала, содержащего жаростойкие металлические волокна.

Керамоволоконные композиты представляют собой класс материалов из группы композитных материалов или технической керамики. Они характеризуются керамической матрицей, которая внедрена между волокнами и армирована волокнами, становясь, таким образом, композитной керамикой, армированной волокнами. Иногда этот класс материалов также обозначают как «композиты с керамической матрицей» (ККМ). В принципе указанная матрица может состоять из любых известных керамических материалов.

Термин «керамика» в контексте данного изобретения обозначает материалы, которые большей частью образуют из неорганических мелкозернистых сырьевых материалов путем добавления воды и отверждают в ходе последующего процессе обжига при температурах выше 700°C . Выражение «композитный материал» относится к соединению керамического материала с содержащимися в нем жаростойкими металлическими волокнами, при этом жаростойкостью следует считать термостойкость при температурах выше 1000°C .

Преимуществом данной совершенно новой конструкции колосников

и/или боковых стенок является то, что отпадает необходимость в защите колосников и/или боковых стенок от окатышей, содержащихся в спекательной тележке, с точки зрения налипания материала или температур в тележке при помощи подового слоя и/или бокового слоя. Толщина подового слоя и/или бокового слоя может быть значительно уменьшена, либо подовый слой и/или боковой слой могут полностью отсутствовать. Это приводит к увеличению объема наполнения спекательной тележки сырыми окатышами. В то же время данный материал в принципе также обеспечивает повышенную износоустойчивость колосников и/или боковых стенок, так что отсутствует имеющаяся в настоящее время высокая потребность в их техническом обслуживании, обусловленная тепловой нагрузкой или абразивным воздействием. Целью изобретения также является увеличение срока службы колосников и/или боковых стенок, прежде чем возникнет необходимость в их замене новыми колосниками и/или боковыми стенками.

Предпочтительно по меньшей мере один колосник, предпочтительно все колосники, имеет по меньшей мере один выступ, так что площадь опорной поверхности, которой колосник опирается на по меньшей мере одну поперечную балку рамы спекательной тележки, уменьшена. Поскольку данное изобретение обеспечивает меньшую толщину слоя обожженных окатышей, используемых в качестве подового слоя и/или бокового слоя, или даже полное отсутствие такого слоя, температура колосников повышается. Благодаря уменьшению опорной поверхности колосников, которой они опираются на поперечные балки, может быть уменьшена теплопередача от колосников к опорной поверхности, что приводит к ограничению теплового напряжения в раме спекательной тележки.

Дополнительно или как вариант, между по меньшей мере одной металлической частью спекательной тележки и колосником расположена изоляционная плита, характеризующаяся удельной теплоемкостью более $500 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, предпочтительно более $510 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, еще более предпочтительно более $750 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, наиболее предпочтительно более $1000 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, и/или характеризующаяся удельной теплопроводностью менее $35 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, предпочтительно менее $30 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, более предпочтительно менее $15 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, и наиболее предпочтительно менее 5

Вт·м⁻¹·К⁻¹. Соответственно, также имеется возможность уменьшения теплопередачи от нагретых колосников к металлическим частям спекательной тележки, особенно в свете циклического характера теплового напряжения на спекательных тележках в описанном варианте применения с подвижной колосниковой решеткой.

Наиболее предпочтительно изоляционная плита также изготовлена из керамического материала или композита с керамической матрицей, выполненного из любого керамического материала, описанного в данной заявке. Такая изоляционная плита характеризуется удельной теплоемкостью, составляющей 1100 Дж·кг⁻¹·К⁻¹, и удельной теплопроводностью, составляющей 4 Вт·м⁻¹·К⁻¹, что обеспечивает возможность надежной защиты металлических поперечных балок спекательной тележки от воздействия температур, превышающих 750°C.

В одном аспекте изобретения материал матрицы керамического композитного материала представляет собой материал, содержащий оксид алюминия и/или оксид кремния. Материал, содержащий оксид кремния, в целом относится к сырьевым материалам со встроенной тетраэдрической кристаллической структурой [SiO₄]⁴⁺. Керамика с оксидом алюминия главным образом выполнена на основе α-Al₂O₃ (корунда).

Также было установлено, что является предпочтительным, когда керамический материал представляет собой оксидную керамику, в частности α-Al₂O₃. Оксидная керамика содержит однокомпонентные системы, такие как оксид алюминия, оксид марганца, оксид циркония и оксид титана, равно как и многокомпонентные системы, такие как, например, титанат алюминия, муллит (Al₂Al₂+2xSi₂-2xO₁₀-x, где x = вакансии кислорода на элементарную ячейку), андалузит (Al₂[O|SiO₄]) или дисперсная керамика, такая как оксид алюминия, упрочненный оксидом циркония.

Было установлено, что особенно предпочтительным является использование муллита, который представляет собой довольно редко встречающийся минерал из класса силикатов, и/или андалузита, часто встречающегося островного силиката.

Предпочтительным в данном случае является, прежде всего, использование дополнительных оксидных сырьевых материалов, таких как

оксид циркония, благодаря которым достигаются особые свойства. Также предпочтительным является наличие смешанной фазы из Al_2O_3 и SiO_2 , которая особенно предпочтительно также содержит оксид железа, оксид кальция, оксид марганца, оксид циркония и карбид кремния.

Керамический материал предпочтительно содержит Al_2O_3 , особенно предпочтительно $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, с массовой долей 50-75%, предпочтительно 58-68%, SiO_2 с массовой долей 25-40%, предпочтительно 28-37%, CaO с массовой долей $< 5\%$, предпочтительно $< 4\%$, Fe_2O_3 с массовой долей $< 1\%$, предпочтительно $< 0,6\%$, MgO с массовой долей $< 0,5\%$, предпочтительно $< 0,2\%$, и другие материалы с массовой долей $< 2\%$, предпочтительно $< 1,2\%$.

Особенно предпочтительно керамический материал содержит Al_2O_3 , особенно предпочтительно $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, с массовой долей 70-90%, предпочтительно 78-87%, SiO_2 с массовой долей 5-20%, предпочтительно 8-17%, CaO с массовой долей 0,5-5%, предпочтительно 1,5-3,5%, Fe_2O_3 с массовой долей $< 0,5\%$, предпочтительно $< 0,3\%$, MgO с массовой долей $< 0,5\%$, предпочтительно $< 0,2\%$ и другие материалы с массовой долей $< 5\%$, предпочтительно $< 0,2\%$.

Другой предпочтительный керамический материал содержит карбид кремния с массовой долей 40-60%, предпочтительно 46-52%, Al_2O_3 , особенно предпочтительно $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, с массовой долей 15-25%, предпочтительно 17-20%, SiO_2 с массовой долей 15-25%, предпочтительно 17-20%, Zr_2O_3 с массовой долей 5-18%, предпочтительно 8-16%, CaO с массовой долей 0,5-5%, предпочтительно 1,5-3,5%, Fe_2O_3 с массовой долей $< 1\%$, предпочтительно $< 0,5\%$, MgO с массовой долей $< 0,5\%$, предпочтительно $< 0,2\%$, и другие материалы с массовой долей $< 1\%$, предпочтительно $< 0,5\%$.

Вышеприведенные композиции предотвращают быстрое повреждение керамики, вызванное тепловыми ударами.

В другом аспекте изобретения волокна содержат железо, углерод, хром, кремний, алюминий, марганец и/или никель и, следовательно, имеют температуры плавления заметно выше 1200°C и при высоких температурах образуют устойчивую и в значительной степени диффузионно-плотную оксидную пленку.

Предпочтительно волокна имеют длину 10-100 мм, особенно

предпочтительно 20-60 мм, поскольку при этом легкость обработки может сочетаться с оптимальными свойствами материала.

Предпочтительными являются композиции, содержащие хром с массовой долей 20-30%, предпочтительно 23-27%, никель с массовой долей 15-25%, предпочтительно 18-23%, кремний с массовой долей 1-5%, предпочтительно 3-4%, алюминий с массовой долей 1-5%, предпочтительно 2-4%, марганец с массовой долей 1-3%, предпочтительно 1,5-2,5%, углерод с массовой долей 0,1-1%, предпочтительно 0,4-0,6%, фосфор с массовой долей 0,01-0,1%, предпочтительно 0,04-0,06%, серу с массовой долей 0,01-0,05%, предпочтительно 0,02-0,04%, и железо с массовой долей, оставшейся до 100%.

Также предпочтительными являются композиции, содержащие никель с массовой долей 25-45%, предпочтительно 32-39%, хром с массовой долей 10-30%, предпочтительно 15-22%, кремний с массовой долей 2,5-5%, предпочтительно 3-4%, алюминий с массовой долей 1-5%, предпочтительно 2-4%, марганец с массовой долей 1-3%, предпочтительно 1,5-2,5%, углерод с массовой долей 0,1-1%, предпочтительно 0,4-0,6%, фосфор с массовой долей 0,01-0,1%, предпочтительно 0,04-0,06%, серу с массовой долей 0,01-0,05%, предпочтительно 0,02-0,04%, и железо с массовой долей, оставшейся до 100%.

Также особенно предпочтительными являются композиции, содержащие хром с массовой долей 10-30%, предпочтительно 15-23%, кремний с массовой долей 2,5-5%, предпочтительно 3-4%, алюминий с массовой долей 1-5%, предпочтительно 2-4%, марганец с массовой долей 1-3%, предпочтительно 1,5-2,5%, углерод с массовой долей 0,1-1%, предпочтительно 0,4-0,6%, фосфор с массовой долей 0,01-0,1%, предпочтительно 0,04-0,06%, серу с массовой долей 0,01-0,05%, предпочтительно 0,02-0,04%, и железо с массовой долей, оставшейся до 100%.

Кроме того, любые композиции, приведенные выше, также могут содержать примеси, такие как Cu, K, Na или Ni, с массовой долей 0,001-1%.

Все приведенные композиции волокон являются предпочтительными вследствие того, что такие волокна являются жаростойкими. В частности,

защитный слой вокруг волокон образуют оксиды хрома и алюминия.

Кроме того, было установлено, что является предпочтительным, когда массовое содержание волокон в композитном материале составляет 10-90%, предпочтительно 20-40%, поскольку при этом могут быть получены более высокое удлинение при разрыве, заметно более высокая устойчивость к трещинообразованию, очень хорошая устойчивость к тепловому удару, а также улучшенное выдерживание динамических нагрузок и изотропные свойства.

Кроме того, предпочтительным является добавление полистирола, например, в форме шариков. В другом варианте также является предпочтительным добавление древесины, например, в виде опилок. Преимущество обоих этих материалов заключается в том, что при обжиге керамического материала происходит их сгорание и, таким образом, образуются небольшие полости. При этом могут быть заметно уменьшены вес и теплопроводность компонента.

Боковая стенка предпочтительно выполнена в виде только одного компонента, поскольку при этом могут быть исключены дополнительные болтовые соединения, имеющиеся в обычных боковых стенках. При выполнении боковых стенок из литой стали однокомпонентная конструкция боковой стенки является неблагоприятной, поскольку коэффициент теплового расширения жаростойкой литой стали является слишком большим и, следовательно, возникает недопустимо большое тепловое расширение на длине, обычно равной 1500 мм. В случае же использования композитного материала согласно данному изобретению коэффициент теплового расширения значительно меньше, так что тепловое расширение однокомпонентной боковой стенки является приемлемым.

Однако при этом возникает недостаток, заключающийся в том, что вследствие большого собственного веса таких стенок ими очень трудно манипулировать. Соответственно, другой аспект предусматривает разделение боковой стенки на три секции, каждая из которых проходит по всей высоте стенки и которые, таким образом, представляют собой три секции, расположенные рядом друг с другом. Такое деление по-прежнему обеспечивает преимущество, заключающееся в том, что используется

заметно меньшее количество соединяемых элементов, и в то же время отдельные секции могут быть перенесены одним человеком.

Другая возможность согласно данному изобретению заключается в изготовлении каждой боковой стенки в виде одного компонента и отливке в композитной керамике у верхнего края каждой боковой стенки по меньшей мере одной, однако предпочтительнее двух резьбовых втулок, в которые могут быть вмонтированы подъемные проушины или крюки для обеспечения возможности манипулирования однокомпонентной боковой стенкой при помощи подъемного устройства.

Кроме того, было установлено, что предпочтительным является прикрепление боковых стенок к раме спекательной тележки винтами или болтами, поскольку при этом стенки могут быть легко заменены. Предпочтительный аспект боковой стенки согласно данному изобретению предусматривает отливку в боковой стенке по меньшей мере одного металлического держателя, выступающего за пределы той поверхности стенки, которая при эксплуатации обращена к раме или которой стенка опирается на раму, и используемого для прикрепления к раме. Соответственно, несмотря на изменение материала боковой стенки, по-прежнему могут использоваться преимущества металлического материала для скрепления с рамой. В случае наличия только одного металлического держателя поворот боковой стенки относительно тележки может быть предотвращен с помощью штифтов или других компонентов, обеспечивающих соединение с принудительной блокировкой. В этом случае замена боковой стенки или ее секции может быть выполнена особенно быстро. Аналогичным образом также может быть предусмотрено средство для размещения в стенке крепежного элемента, с помощью которого стенка может быть также надежно скреплена с рамой тележки.

Предпочтительно каждая боковая стенка содержит металлическую несущую плиту, которая в смонтированном состоянии обращена к раме и, таким образом, непосредственно или опосредованно опирается на раму, причем несущая плита по меньшей мере частично проходит между боковой стенкой и рамой. Такая металлическая несущая плита также служит для упрощения сборки.

Также было установлено, что предпочтительным является прохождение металлической несущей плиты за раму поперечным образом относительно направления перемещения с увеличением тем самым полезного расстояния между двумя боковыми стенками спекательной тележки. Соответственно, при этом может быть дополнительно увеличена вместимость спекательной тележки.

Более того, было установлено, что предпочтительным является выполнение боковых стенок таким образом, что они становятся толще в направлении рамы по их ширине. Следовательно, профиль потока газа, проходящего через пласт, может быть равномерным по всему пласту. Кроме того, может быть рекомендовано расширение в направлении вниз, так как изгибающий момент, создаваемый пластом из окатышей и действующий на боковую стенку, увеличивается в этом направлении (т. е. в верхней части изгибающий момент равен 0, а в нижней части является максимальным). Таким образом, при угле $\alpha > 90^\circ$ наружные поверхности боковых стенок могут быть, например, вертикальными.

Изложенное выше для боковых стенок из керамоволоконного композита в большей степени относится и к колосникам из керамоволоконного композита. Однако имеется два существенных отличия. Во-первых, каждый колосник неподвижно удерживается верхними полками двух поперечных балок, между которыми установлен колосник. Соответственно, отпадает необходимость в прочном закреплении колосника болтами или его удерживании каким-либо другим способом с помощью других компонентов. С другой стороны, в зоне послеобжиговой обработки в печи для обжига окатышей на колосник действуют даже более высокие температуры, чем на боковые стенки, поскольку поток газа, направленный в указанной зоне сверху вниз, проходит непосредственно мимо колосников. При полном отсутствии подового слоя поток газа у колосников все еще должен быть достаточно горячим для обжига сырых окатышей, которые находятся непосредственно на колосниках, до получения требуемого качества. И наоборот, охлаждающий воздух в зоне охлаждения также непосредственно воздействует на колосник снизу, так что наибольшие перепады температур и, соответственно, наибольшее воздействие

чередующихся температур приходится на колосник.

Для обеспечения достаточного срока службы колосника из керамоволоконного композита согласно данному изобретению, несмотря на наличие очень высоких температур и сильное воздействие чередующихся температур, геометрия колосника слегка изменена по сравнению с известными колосниками из литой стали так, что минимальная толщина стенки составляет не менее 20 мм, предпочтительно 25 мм, в любом направлении и в любой точке колосника. В результате внутри колосника сохраняется температурный профиль, вследствие чего сердцевина колосника нагревается до несколько меньших пиковых температур, чем поверхность. В частности, при этом предотвращается быстрое сжатие металлических волокон в сердцевине колосника.

Кроме того, в случае колосников из керамоволоконного композита и возможного уменьшения толщины подового слоя или полного его отсутствия необходимо следить за тем, чтобы не происходило недопустимого нагрева верхних полок поперечных балок спекательной тележки и указанных балок в целом, когда тележка проходит через зону обжига и зону послеобжиговой обработки. Для этого верхние полки каждой поперечной балки предпочтительно защищены по меньшей мере одной изоляционной плитой, которая вставлена между поверхностью верхней полки и колосниками и удерживается в этом положении с помощью колосников. Такие изоляционные плиты для верхних полок поперечных балок уже известны из машин для спекания руд. В соответствии с изобретением изоляционные плиты могут быть изготовлены из жаростойкого металла, или из керамического материала, или из такого же керамоволоконного композита, как описанный выше для боковых стенок и колосников. Для лучшей теплоизоляции на поверхности изоляционных плит могут иметься точечные, или линейные, или плосковидные возвышения, направленные к верхней полке поперечной балки так, что между указанными возвышениями образованы воздушные подушки, которые имеют чрезвычайно низкую теплопроводность. В отношении изоляционных плит из керамоволоконного композита было также установлено, что особенно предпочтительным является добавление вышеописанных полистироловых шариков или опилок,

которые высвобождают газы во время обжига изоляционных плит и, следовательно, оставляют полости. Эти полости дополнительно уменьшают теплопроводность изоляционных плит.

Колосники из керамоволоконного композита устанавливаются так же, как и известные колосники из литой стали. В результате колосники из керамоволоконного композита также могут использоваться в уже существующих спекательных тележках. Если для защиты поперечных балок используются изоляционные плиты, то поверхность колосниковой решетки поднята на несколько сантиметров относительно поверхности решетки известной спекательной тележки без изоляционных плит вследствие толщины изоляционной плиты. Однако этот подъем компенсируется тем, что подовый слой может быть выполнен более тонким или может полностью отсутствовать. В данном случае по-прежнему обеспечивается увеличенный объем наполнения спекательной тележки сырыми окатышами.

Наконец, изобретение также относится к способу, обладающему особенностями, изложенными в п.15 формулы изобретения. Согласно данному способу тепловой обработки насыпного материала указанный материал направляют в спекательной тележке с прохождением тепловой обработки, при этом спекательная тележка содержит раму, которая на двух противоположных сторонах содержит ролики и две боковые стенки.

Предметом изобретения является то, что колосники и/или боковые стенки состоят из керамоволоконного композита, причем волокна являются металлическими и жаростойкими, в результате чего имеется возможность выполнения пласта из сырых окатышей, частично находящегося в контакте с колосниками и/или боковыми стенками при уменьшенных подовом и/или боковом слоях или их полном отсутствии и с исключением тем самым ранее используемого подового слоя и/или бокового слоя, поскольку вследствие изменения свойств материала колосников и/или боковых стенок исчезает риск возникновения повреждения под действием высоких температур и/или прилипания материала.

Таким образом, данное изобретение обеспечивает преимущества, заключающиеся в том, что керамические колосники и боковые стенки лучше выдерживают термоциклическую нагрузку при прохождении через обычный

процесс обжига, кальцинации или спекания. Кроме того, благодаря повышенной термоустойчивости керамических боковых стенок может быть полностью исключен боковой слой, в результате чего объем наполнения каждой отдельной спекательной тележки сырыми окатышами увеличивается на 4-5% и, соответственно, производительность существующей установки может быть повышена на 4-5% с затратами исключительно на измененные боковые стенки. Если в результате использования керамических колосников может быть дополнительно полностью исключен подовый слой, то объем наполнения каждой отдельной спекательной тележки сырыми окатышами даже увеличивается на величину вплоть до 35% в зависимости от высоты боковых стенок.

Благодаря тому, что отпадает необходимость в боковом слое, также может быть полностью исключено оборудование для выполнения бокового слоя. Когда в дополнение отпадает необходимость в подовом слое, даже может быть полностью исключено просеивание обожженных окатышей подового и бокового слоев, а также возврат этих окатышей в загрузочную зону подвижной колосниковой решетки и в желоба для подового и бокового слоев. В новых установках это приводит не только к очевидному снижению затрат, но и к заметному упрощению управления производственной деятельностью. При модернизации существующих установок с помощью керамических колосников и боковых стенок может быть уменьшено потребление энергии и затрат на техническое обслуживание путем сокращения грохотов, транспортерных лент и желобов.

Более того, в случае керамических боковых стенок существует меньшая опасность утечки, так как в указанных стенках требуется меньшее количество точек соединения или потребность в точках соединения вообще отсутствует. Кроме того, боковые стенки согласно данному изобретению лучше выдерживают механическую нагрузку при круговом перемещении в подвижной колосниковой решетке, так что могут быть заметно увеличены интервалы между проведением технического обслуживания.

Наконец, заметно упрощается монтаж и демонтаж отдельных боковых стенок, поскольку необходимо разъединять или выполнять меньшее количество болтовых соединений.

Другие цели, характерные особенности, преимущества и возможные варианты применения данного изобретения также могут стать очевидны из нижеследующего описания прилагаемых чертежей и примера. Все описанные и/или изображенные характерные особенности формируют предмет изобретения по отдельности или в любой комбинации, независимо от их включения в отдельные пункты формулы изобретения или обратных ссылок.

На чертежах:

фиг.1 изображает конструкцию подвижной колосниковой решетки в направлении оси Y,

фиг.2 изображает конфигурацию спекательной тележки согласно данному изобретению в виде разреза в плоскости X-Z,

фиг.3 изображает конфигурацию спекательной тележки согласно данному изобретению в виде разреза в плоскости Y-Z,

фиг.4 изображает конфигурацию удерживающей системы для боковой стенки согласно данному изобретению, и

фиг.5 изображает колосник согласно данному изобретению в комбинации с изоляционной плитой согласно данному изобретению в трех видах.

Фиг.1 подробно рассмотрен выше и изображает базовую схему подвижной колосниковой решетки, поскольку она также лежит в основе данного изобретения.

На фиг.2 в качестве примера изображена спекательная тележка 3 в разрезе с того же ракурса, что и на фиг.1. Тележка 3 содержит раму 30, которая выполнена из двух торцевых частей 33, каждая из которых снабжена двумя роликами 31, и которая в поперечном направлении относительно направления перемещения цепи подвижных колосниковых решеток содержит пять поперечных балок 32, образующих совместно с торцевыми частями 33 (не показанными на фиг.2) раму 30. Две наружные поперечные балки обычно выполнены с С-образными сечениями, а средние поперечные балки выполнены с I-образными или двойными Т-образными сечениями. На этих поперечных балках 32 в свою очередь расположены колосники 35, на которых размещен подовый слой R, не показанный на фиг.2, и слой G сырых окатышей в спекательной тележке. Колосники 35 в их продольном

направлении проходят в направлении X перемещения колосниковой решетки и перекрывают зазоры между балками 32.

На фиг.3 изображен разрез спекательной тележки 3 согласно данному изобретению в плоскости $Y-Z$, причем плоскость разреза лежит в середине колосников, а зритель смотрит со стороны загрузочной зоны подвижной колосниковой решетки в направлении перемещения решетки. Балки 32 образуют раму совместно с торцевыми частями 33. Колеса 31 прикреплены к торцевым частям. Поперечные балки проходят почти по всей высоте рамы. На этих балках 32 расположены колосники 35. На колосники 35 помещен так называемый подовый слой R , который проходит по существу в виде объема по поверхности колосниковой решетки тележки 3, образованной балками 32 и колосниками 35. Количество фактически имеющихся колосников определяется общей геометрией спекательной тележки, при этом ширина колосника обычно составляет 20-50 мм, предпочтительно 30-45 мм, а длина составляет 200-450 мм, предпочтительно 250-400 мм. Для одной обычной спекательной тележки используют 250-500, предпочтительно 300-400 колосников, которые обозначены только показанными брусками 35.

От поверхности решетки тележки 3 вверх под углом α , составляющим 90° - 120° , проходят две противоположные боковые стенки 34, ориентированные параллельно колосникам 35. Стенки 34 прикреплены болтами к торцевым частям 33. Длина торцевых частей, которая обычно составляет 1,5 м, равна длине боковых стенок, и в их продольном направлении торцевые части, таким образом, лежат в направлении перемещения подвижной колосниковой решетки, которое на данном чертеже обозначено осью X координат.

Слой G сырых окатышей, окруженный стенками 34 и подовым слоем R , также расположен в спекательной тележке и содержит материал, подлежащий обжигу или спеканию, который предпочтительно представляет собой окатыши.

На фиг.4 изображен внутренний стальной каркас боковой стенки 34 (не показанной на данном чертеже) согласно изобретению, предназначенный для повышения прочности.

Было установлено, что предпочтительным является выполнение

боковой стенки с внутренней металлической несущей конструкцией. Эта несущая конструкция надежно соединяет часть боковой стенки из керамоволоконного композита с несущей плитой так, что указанная часть стенки, в частности, в области нижней ветви не падает с несущей плиты вследствие силы тяжести. В случае появления трещин в композитном материале внутренняя конструкция также гарантирует удерживание возможных разломанных частей на месте без их выпадения из боковой стенки. В случае, когда боковые стенки снабжены резьбовыми втулками для подъемных проушин, указанные втулки также соединены с внутренней конструкцией. Для компенсации различных тепловых расширений между композитным материалом и металлической конструкцией и для лучшего выполнения надежного соединения внутренняя конструкция предпочтительно образована волнообразными круглыми стержнями, неразъемно соединенными с несущей плитой, например, путем сварки.

Отдельные держатели 41 могут быть выполнены прямолинейными, и/или витыми, и/или, как показано на чертеже, волнообразными. Кроме того, отдельные держатели 41 могут быть соединены между собой горизонтально выровненными поперечными распорками 42 с обеспечением тем самым еще большего повышения прочности. Поперечные распорки также могут быть прямолинейными, волнообразными или витыми.

Держатели 41 установлены на несущей плите 43, которая служит для закрепления на спекательной тележке 3. Несущая плита 43 изготовлена из стали, предпочтительно литой стали и соединена с торцевыми частями 33 спекательной тележки обычным в данной области техники способом, например, болтами и гайками или только болтами. Для этого в несущей плите 43 могут быть выполнены сквозные отверстия или резьбовые отверстия. Кроме того, к нижней стороне несущей плиты может быть приварен по меньшей мере один резьбовой болт или болт с поперечным отверстием под шплинт или стопорный штифт.

На фиг.5 изображены два вида и разрез колосника 35 согласно изобретению (на фиг.5a – в координатах X-Z, на фиг.5b – в координатах Y-Z и на фиг.5c – в координатах X-Y).

Каждый колосник обычно установлен между двумя поперечными

балками 32 так, что выемки 51 окружают край верхней полки поперечной балки. Это обеспечивает надежное соединение с прочным удерживанием колосников в каждом местоположении тележки без необходимости их прикрепления болтами, штифтами или заклепками. Было установлено, что предпочтительным является выполнение каждого колосника с определенной степенью подвижности относительно поперечных балок и относительно смежного колосника, так что тепловые расширения могут происходить во всех направлениях без возникновения механического напряжения, и при этом возможно самостоятельное освобождение застрявших окатышей или других твердых частиц в результате относительных перемещений. Кроме того, каждый колосник имеет поверхности 52, упирающиеся в смежный колосник. Между поверхностями 52 в продольном направлении колосника проходит половинный паз 53, который вместе с половинным пазом смежного колосника образует паз 54 для прохождения газового потока через колосниковую решетку. Изоляционная плита 55 защищает верхнюю полку 56 поперечной балки 32 от недопустимо высоких температур. Она может быть просто помещена на поперечную балку 32 и предпочтительно проходит по всей длине балки от стенки 34 до другой боковой стенки, при этом колосники 35 предотвращают падение указанной плиты. Изоляционная плита 55 также может быть разделена на 2-8 частей в продольном направлении, например, для облегчения ее транспортировки.

Пример

Типичная спекательная тележка, длина которой в направлении перемещения подвижной колосниковой решетки (ось X координаты на чертежах) составляет 1500 мм, ширина в направлении оси Y составляет 4000 мм, а высота боковой стенки в направлении оси Z составляет 450 мм, имеет объем наполнения $2,586 \text{ м}^3$, причем в данном объеме подовый слой занимает $0,606 \text{ м}^3$ и имеет толщину 100 мм, а боковой слой имеет толщину 80 мм и занимает $0,084 \text{ м}^3$. Когда после установки боковых стенок согласно данному изобретению может быть исключен боковой слой, имеет место соответствующее увеличение объема для сырых окатышей на 4,4%. Когда полностью исключен подовый слой, но сохранен боковой слой, имеет место соответствующее увеличение объема приблизительно на 32%. Когда

частично или полностью исключены подовый слой и боковой слой, объем спекательной тележки для сырых окатышей может быть увеличен на величину от 20% до почти 36% по сравнению с эксплуатацией при наличии бокового слоя и подового слоя.

Перечень элементов

- 1 печь для обжига окатышей
- 2 горн
- 3 спекательная тележка
- 4 подвижная колосниковая решетка, цепь спекательных тележек
- 5 верхняя ветвь
- 6 непрерывный транспортер
- 7 ходовой ролик спекательной тележки
- 8 внутренняя рельсовая направляющая
- 9 наружная рельсовая направляющая
- 10 подъемное или ведущее колесо
- 11 зазоры между зубьями
- 13 опускающее или ведомое колесо
- 14 зазоры между зубьями
- 15 нижняя ветвь
- 30 рама
- 31 ходовой ролик
- 32 поперечная балка
- 33 торцевая часть
- 34 боковая стенка
- 35 колосник
- α угол между внутренней поверхностью боковой стенки и колосниковой решеткой
- 41 держатель
- 42 поперечные распорки
- 43 несущая плита

- 51 выемка на торцевой поверхности колосника
- 52 поверхность для контакта со смежным колосником
- 53 половинный паз
- 54 паз
- 55 изоляционная плита
- 56 верхняя полка поперечной балки 32

- R подовый слой
- G слой сырых окатышей

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Спекательная тележка (3) для транспортировки насыпного материала для его тепловой обработки, содержащая раму (30) с по меньшей мере двумя противоположными поперечными балками (32), на которые опираются колосники (35), и двумя торцевыми частями (33), каждая из которых соединяет поперечные балки (32) друг с другом и содержит по меньшей мере два ролика (31) и по меньшей мере одну боковую стенку (34), **отличающаяся** тем, что колосники (35), и/или боковые стенки (34), и/или изоляционные плиты (55) изготовлены из керамоволоконного композита, в котором волокна являются металлическими и жаростойкими.

2. Спекательная тележка по п.1, **отличающаяся** тем, что по меньшей мере один колосник (35) имеет по меньшей мере один выступ, так что площадь опорной поверхности, которой колосник опирается на по меньшей мере один колосник, уменьшена.

3. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что между по меньшей мере одной ее частью и колосником (35) выполнена изоляционная плита (55), характеризующаяся удельной теплоемкостью более $500 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ и/или характеризующаяся удельной теплопроводностью менее $35 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

4. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что поперечные балки (32) имеют по меньшей мере одну верхнюю полку (56) для размещения по меньшей мере одного колосника (35), при этом между верхней полкой и колосником (35) выполнена изоляционная плита (55).

5. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что керамический композит представляет собой материал, содержащий оксид алюминия и/или оксид кремния, и/или представляет собой оксидную керамику.

6. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что керамический композит содержит андалузит и/или муллит.

7. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что указанные волокна содержат железо, и/или никель, и/или хром, кремний, алюминий, и/или марганец, и/или массовое содержание

волокон в композитном материале составляет от 10 до 90%.

8. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что перед обжигом керамический композит содержит полистирол, другие сопоставимые пластмассы и/или древесину, посеченную соломой и другие сопоставимые биогенные сырьевые материалы, которые в значительной степени высвобождают газы во время обжига, оставляя полости в керамическом композите.

9. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что каждая боковая стенка (34) разделена на три секции (34a, 34b, 34c).

10. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что боковые стенки (34) присоединены к торцевым частям (33) рамы (30) винтами и/или болтами.

11. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что в боковой стенке (34) отлит по меньшей мере один металлический держатель (41), который выступает за пределы опорной поверхности боковой стенки (34), при эксплуатации опирающейся на торцевую часть (33), или является подходящим для размещения крепежного элемента и используется для присоединения к раме (30).

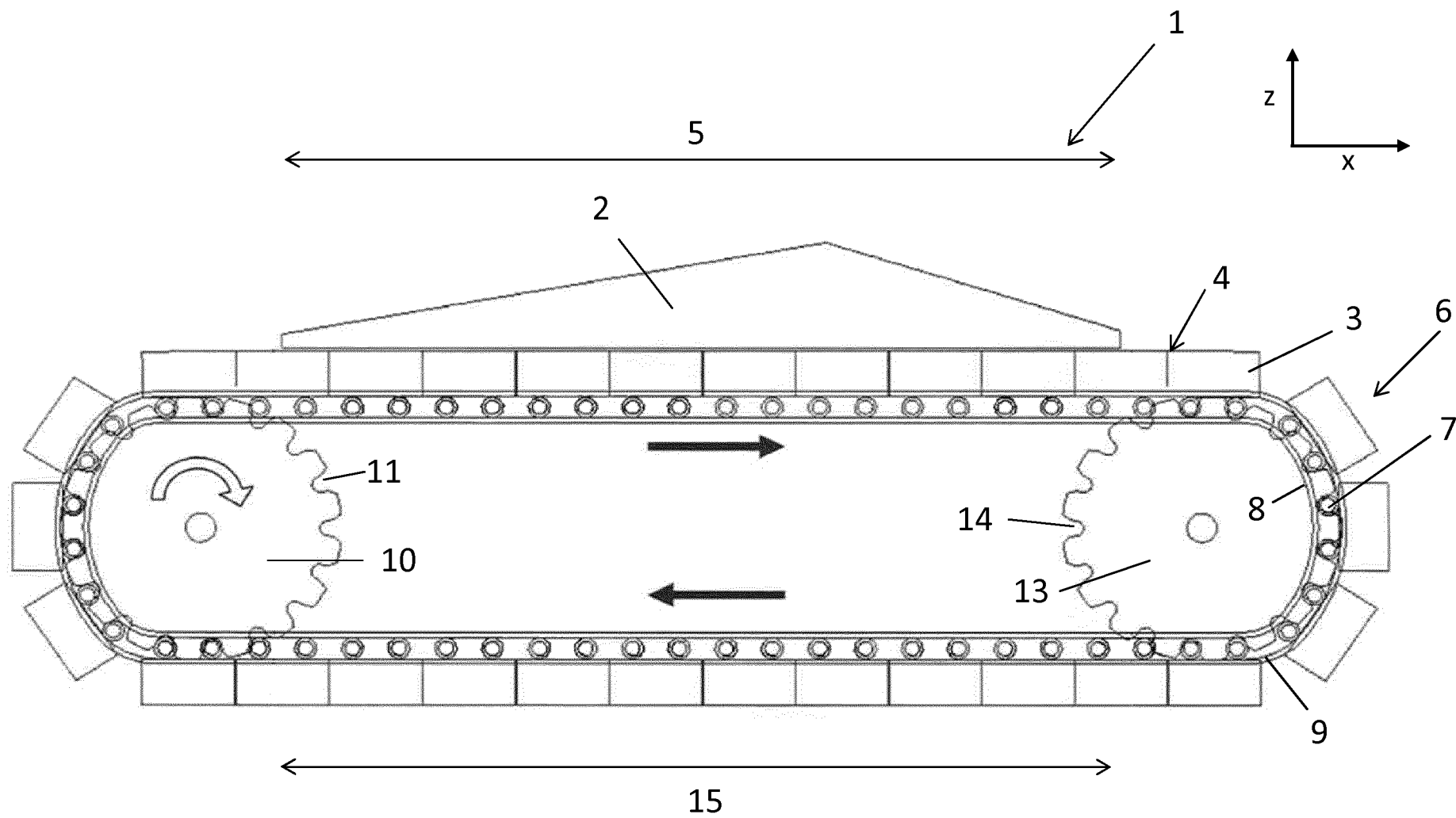
12. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что на поверхности, обращенной к раме, каждая боковая стенка (34) содержит металлическую несущую плиту (43), которая по меньшей мере частично проходит между частью боковой стенки (34), изготовленной из керамического композитного материала, и торцевой частью (33).

13. Спекательная тележка по п.10, **отличающаяся** тем, что металлическая несущая плита (43) по меньшей мере в одном направлении проходит за пределы рамы (30).

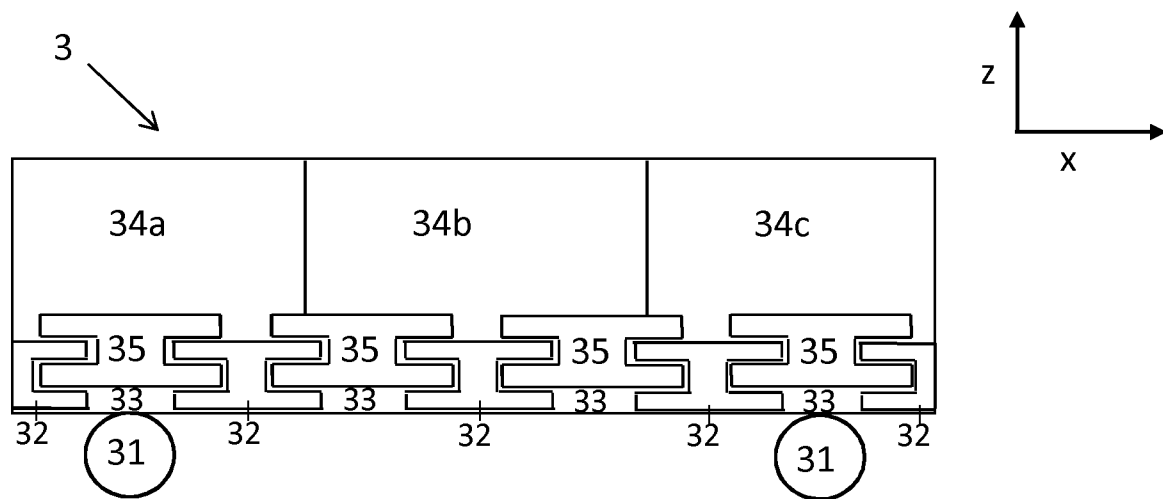
14. Спекательная тележка по любому из предыдущих пунктов, **отличающаяся** тем, что боковые стенки (34) выполнены с утолщением по направлению к раме (30).

15. Способ тепловой обработки насыпного материала, в котором указанный насыпной материал транспортируют в спекательной тележке с

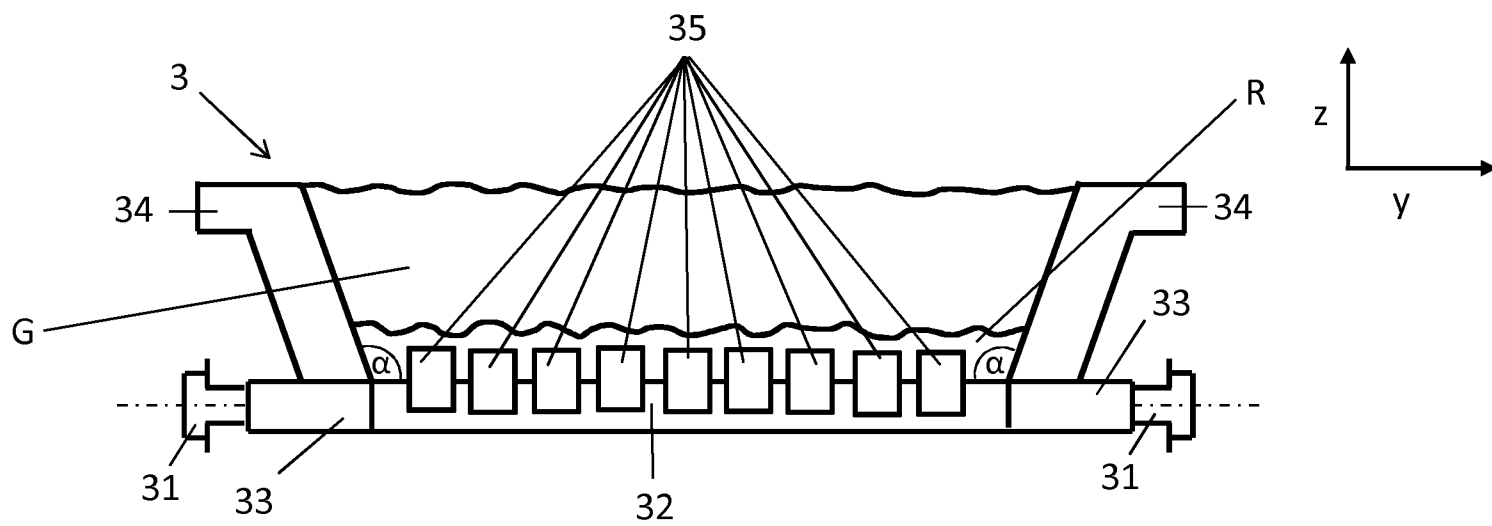
прохождением тепловой обработки, причем спекательная тележка содержит раму, содержащую на двух противоположных сторонах ролики и две боковые стенки, **отличающийся** тем, что боковые стенки, и/или колосники, и/или изоляционные плиты выполняют из керамоволоконного композита с металлическими и жаростойкими волокнами, при этом добавляют пласт из насыпного материала, по меньшей мере частично входящий в контакт с боковыми стенками и/или колосниками, для тепловой обработки.



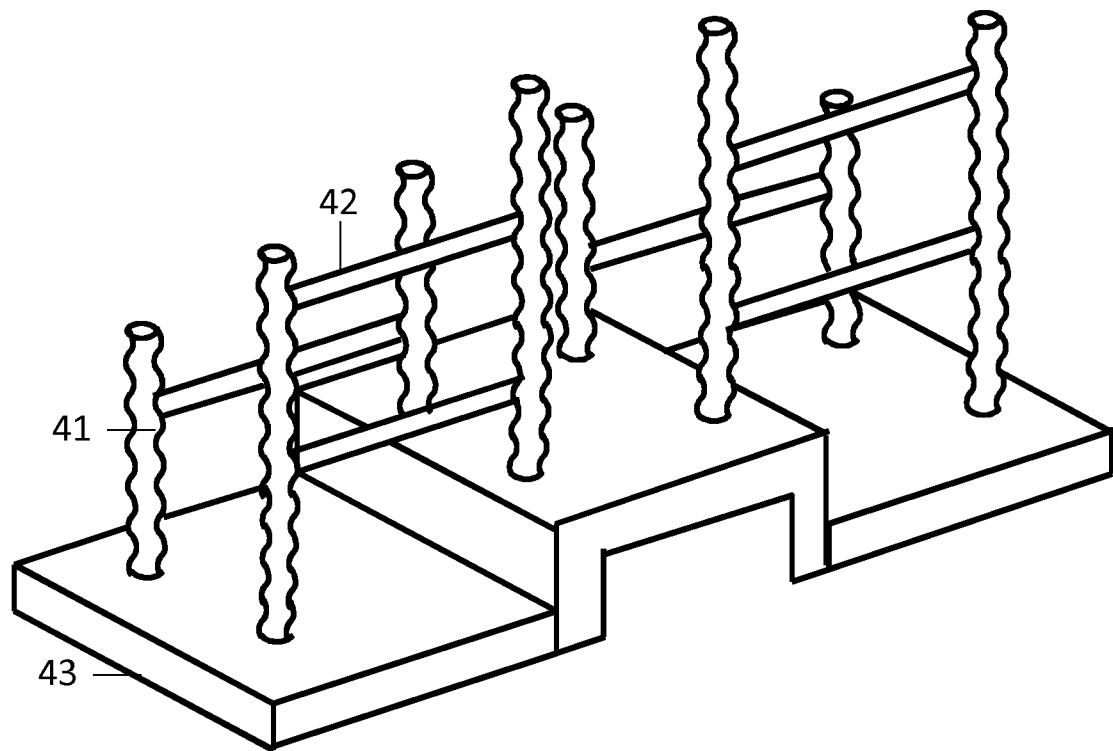
Фиг.1



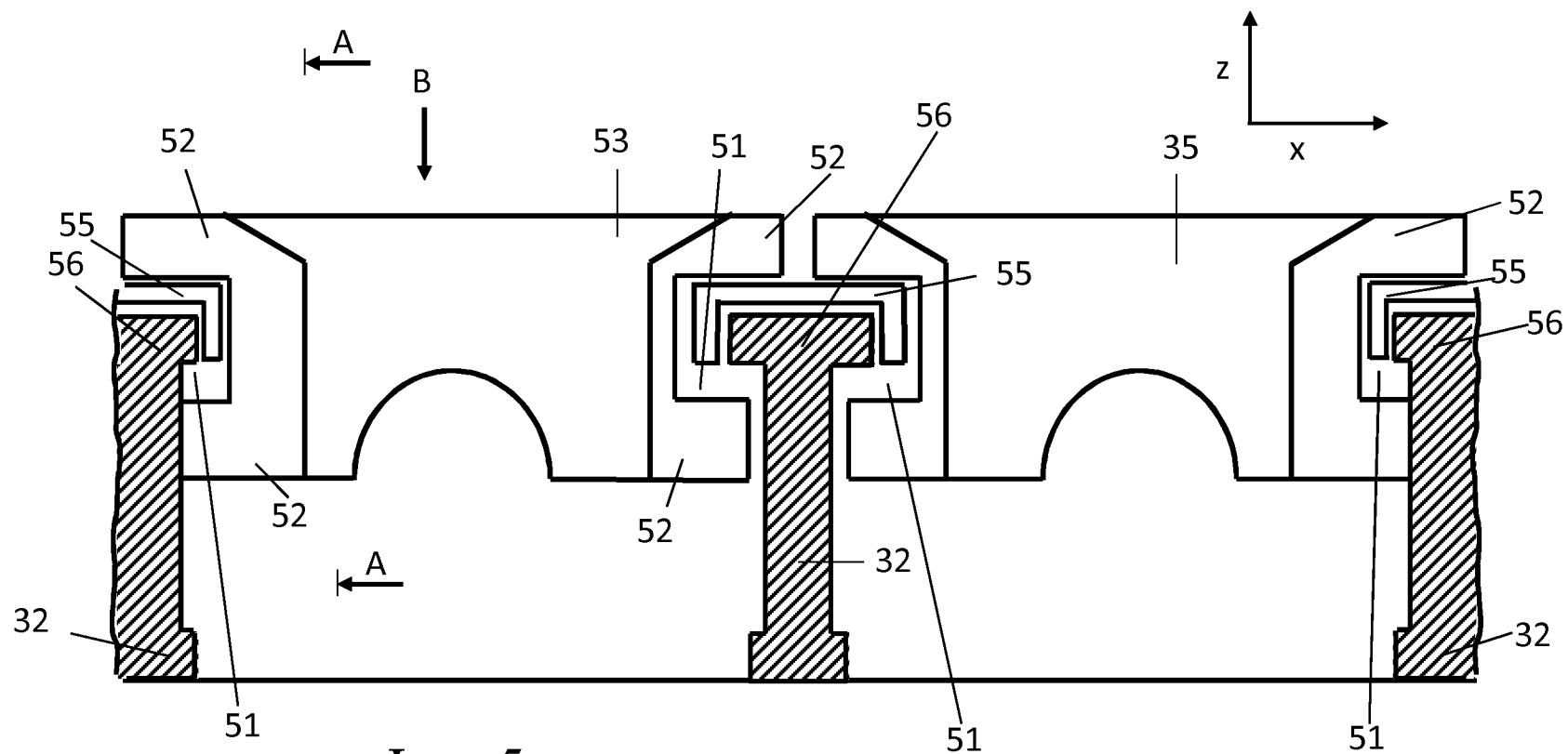
Фиг. 2



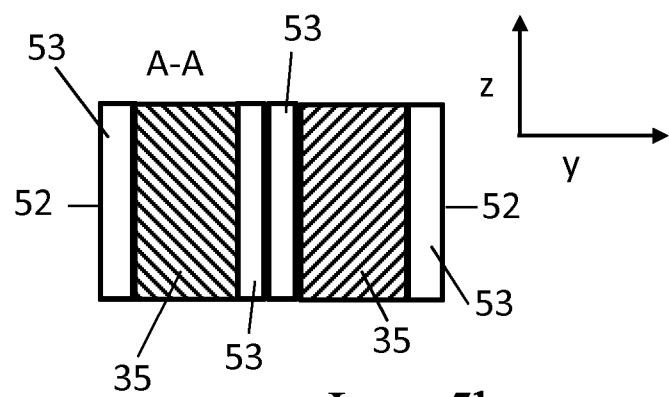
Фиг. 3



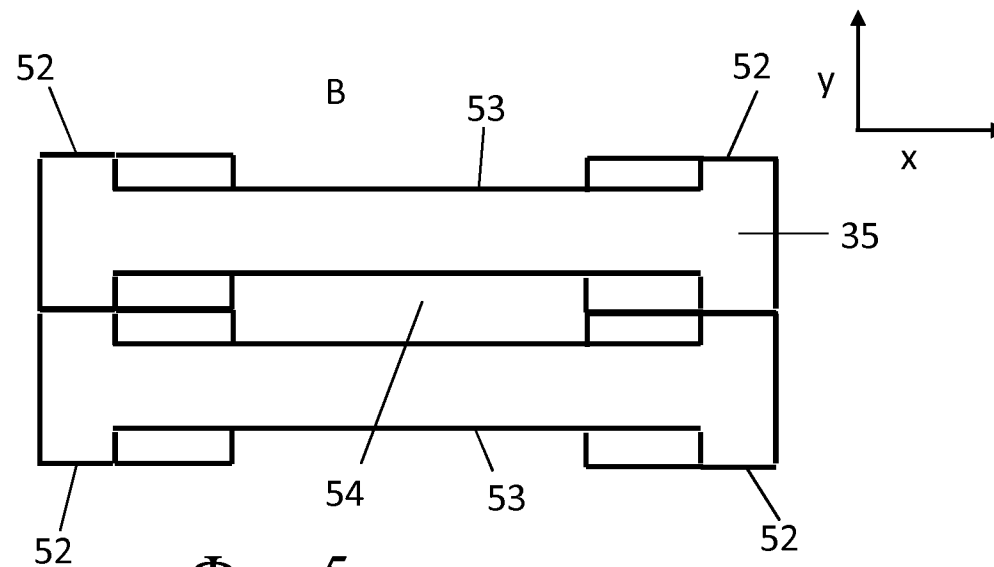
Фиг. 4



Фиг. 5а



Фиг. 5b



Фиг. 5с