

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **045056**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.10.27

(21) Номер заявки
202293118

(22) Дата подачи заявки
2020.08.21

(51) Int. Cl. **F27B 1/20** (2006.01)
C04B 20/06 (2006.01)
F27B 15/08 (2006.01)
F27D 3/00 (2006.01)

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВСПУЧЕННОГО ГРАНУЛЯТА**

(43) **2023.03.30**

(86) **РСТ/EP2020/073567**

(87) **WO 2022/037796 2022.02.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОМИА ИНТЕРНЭШНЛ АГ (CH)

(56) **WO-A1-2012060157**
WO-A1-2013053635
EP-A1-0007977
EP-A1-2708517
WO-A1-2019210338

(72) Изобретатель:
**Кремер Хартмут, Нойбахер Юлиан,
Чернко Гаральд (AT)**

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Устройство для изготовления вспученного гранулята (2) из песчаного минерального материала (1) с использованием порообразователя, содержащее печь (3) с шахтой (4) печи, имеющей верхний конец (5) и нижний конец (6), причем между указанными обоими концами проходит путь (7) подачи, проходящий через множество зон (8) нагрева, в направлении (12) подачи расположенных отдельно друг от друга, причем также предусмотрено по меньшей мере одно средство (10, 11) подачи, выполненное с возможностью загрузки по меньшей мере невспученного материала в шахту печи на одном из обоих концов в направлении другого из обоих концов. Согласно изобретению предусмотрен по меньшей мере один направляющий элемент (13), по меньшей мере на участках расположенный в шахте печи, причем направляющий элемент по меньшей мере в области одного из обоих концов образует с внутренней стенкой (14) шахты печи зазор (15), причем указанное по меньшей мере одно средство подачи выполнено с возможностью загрузки материала в указанный зазор.

B1

045056

045056

B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к устройству для изготовления вспученного гранулята из песчаного минерального материала с использованием порообразователя, например для изготовления вспученного гранулята из перлитового или обсидианового песка со связанной водой в качестве порообразователя, при этом устройство содержит печь с расположенной по существу вертикально шахтой печи, имеющей верхний конец и нижний конец, причем между указанными обоими концами проходит путь подачи, идущий через множество зон нагрева, в направлении подачи расположенных отдельно друг от друга, причем каждая из зон нагрева содержит по меньшей мере один управляемый независимо от других нагревательный элемент для нагрева материала, в частности до критической температуры, и вспучивания зерен песка, причем также предусмотрено по меньшей мере одно средство подачи, выполненное с возможностью загрузки по меньшей мере невспученного материала в шахту печи на одном из обоих концов шахты печи в направлении другого из обоих концов шахты печи, для вспучивания материала, при рассмотрении в направлении подачи, на последней половине, предпочтительно на последней трети, пути подачи, причем предусмотрен по меньшей мере один направляющий элемент, по меньшей мере на участках расположенный в шахте печи, причем направляющий элемент по меньшей мере в области одного из обоих концов шахты печи образует с внутренней стенкой шахты печи зазор, причем указанное по меньшей мере одно средство подачи выполнено с возможностью загрузки невспученного материала в зазор.

Уровень техники

Из WO 2013/053635 A1 известны способ и устройство для вспучивания, в частности с закрытыми порами, песчаного минерального материала, содержащего порообразователь, например связанную воду. При этом материал загружается сверху в печь с шахтой печи, расположенной по существу вертикально. Под действием силы тяжести материал перемещается в направлении подачи вдоль пути подачи по шахте печи от ее верхнего конца к ее нижнему концу. При этом путь подачи проходит через множество зон нагрева, в направлении подачи расположенных отдельно друг от друга и имеющих нагревательные элементы, выполненные с возможностью управления независимо друг от друга, для нагрева материала до критической температуры и вспучивания зерен песка. Вспученный гранулят выгружается на нижнем конце. Вследствие подъемных сил, возникающих в шахте печи, вызываемых, помимо прочего, самотягой шахты печи и обеспечивающих различный эффект из-за различной плотности перед расширением и после расширения, указанный способ вспучивания подходит для необработанных песков с размером зерна, как правило, большим или равным 75 мкм, в частности, большим или равным 100 мкм. При более мелких размерах зерен подъемные силы слишком велики для надежного результата вспучивания. Кроме того, при небольших размерах зерен возникает повышенная опасность агломерации на внутренней стенке шахты печи, поскольку слишком легкие частицы или, соответственно, частицы со слишком низкой плотностью находятся во взвешенном состоянии в зоне нагрева слишком долго. В этом случае после расширения частицы продолжают поглощать энергию и снова размягчаются без охлаждения вследствие изотермического изменения формы, что, в свою очередь, значительно повышает опасность агломерации на внутренней стенке шахты печи. Указанная опасность повышается с уменьшением диапазона размеров зерен, так как, образно говоря, более крупных и, следовательно, одновременно более тяжелых частиц уже не хватает для захватывания с собой более мелких частиц против подъемных сил.

Из WO 2016/191788 A1 и WO 2018/191763 A1 известно, что для вспучивания необработанных песков с меньшими размерами зерен материал вместе с некоторым количеством воздуха может подаваться или, соответственно, вдуваться в шахту печи и перемещаться по шахте печи снизу вверх. Оказывается, что при загрузке очень мелких зерен в сочетании с вдуванием должны быть синхронизированы различные потоки, чтобы впоследствии получить в шахте печи равномерный профиль потока и избежать турбулентностей, поскольку турбулентности способствуют агломерациям на стенке шахты. Такие агломерации, в свою очередь, вызывают постепенное "зарастание" шахты и связанное с ним препятствие для теплового излучения, что, в свою очередь, приводит к худшему результату расширения.

Из WO 2021/060157 A1 известна вертикальная печь для обжига извести, в частности из известняка и доломита. Указанная печь для обжига содержит внешнюю трубу и внутреннюю трубу, между и вдоль которых (вследствие силы тяжести) перемещается обжигаемый материал, причем материал вводится между внешней трубой и внутренней трубой. Т.е. трубы образуют между собой своего рода зазор, в который подается материал, причем материал вводится в печь сверху с помощью загрузочного устройства.

Из EP 0007977 A1 известны способ и кольцевая шахтная печь для обжига кускового обжигаемого материала, такого как известняк, доломит, магнезит и т.п., при этом кольцевая шахта и внутренняя шахта попеременно снабжаются свежим воздухом и горючими газами и, соответственно, соединены с отводом для отработанных газов. Кольцевой зазор и внутренняя шахта образованы шахтной вставкой в шахте печи.

Задача изобретения

Поэтому задача, решаемая настоящим изобретением, состоит в том, чтобы предложить устройство для изготовления вспученного гранулята, позволяющее преодолеть указанные выше недостатки. В частности, устройство должно обеспечивать вспучивание необработанных песков, состоящих из мелких зе-

рен, предпочтительно размером 120 мкм или менее, особенно предпочтительно от 50 до 100 мкм, и имеющих узкий диапазон размеров зерен, причем предпочтительно должен быть достигнут как можно более однородный продукт расширения.

Сущность изобретения

Для решения указанной задачи в устройстве для изготовления вспученного гранулята из песчаного минерального материала с использованием порообразователя, например для изготовления вспученного гранулята из перлитового или обсидианового песка со связанной водой в качестве порообразователя, которое содержит печь с расположенной по существу вертикально шахтой печи, имеющей верхний конец и нижний конец, причем между указанными обоими концами проходит путь подачи материала, проходящий через множество зон нагрева, в направлении подачи расположенных отдельно друг от друга, причем каждая из зон нагрева имеет по меньшей мере один управляемый независимо от других нагревательный элемент для нагрева материала по меньшей мере до критической температуры, и вспучивания зерен песка, причем также предусмотрено по меньшей мере одно средство подачи, выполненное с возможностью загрузки по меньшей мере невспученного материала в шахту печи на одном из обоих концов шахты печи в направлении другого из обоих концов шахты печи, для вспучивания материала, при рассмотрении в направлении подачи, на последней половине, предпочтительно на последней трети пути подачи, причем предусмотрен по меньшей мере один направляющий элемент, по меньшей мере на участках расположенный в шахте печи, причем направляющий элемент по меньшей мере в области одного из обоих концов шахты печи образует с внутренней стенкой шахты печи зазор, причем указанное по меньшей мере одно средство подачи выполнено с возможностью загрузки невспученного материала в указанный зазор, согласно изобретению предусмотрено, что для указанного по меньшей мере одного направляющего элемента предусмотрены съемные крепежные средства для обеспечения возможности, при необходимости, извлечения указанного по меньшей мере одного направляющего элемента из шахты печи и его повторной установки в ней.

Направление подачи проходит параллельно вертикали или, соответственно, вертикальному направлению и может быть направлено сверху вниз или, наоборот, снизу вверх. Это означает, что указанный по меньшей мере один направляющий элемент может быть предусмотрен как при загрузке материала сверху, так и при загрузке материала снизу. При загрузке сверху вспучиваемый материал подается вдоль пути подачи, по меньшей мере частично, при помощи силы тяжести. При загрузке снизу вспучиваемый материал, как правило, загружается в шахту печи вместе с некоторым количеством воздуха и перемещается по шахте печи.

Для задания зон нагрева могут быть использованы нагревательные элементы, поскольку каждая из различных зон нагрева должна иметь по меньшей мере один нагревательный элемент, причем указанные нагревательные элементы должны быть выполнены с возможностью управления независимо друг от друга.

Для полноты следует указать на то, что, при рассмотрении в направлении подачи, последняя половина представляет собой вторую половину или, соответственно, последняя треть представляет собой третью треть.

В принципе может быть предусмотрен один направляющий элемент. Указанный направляющий элемент может состоять из множества частей, причем вместе множество более мелких направляющих элементов также могут образовывать более крупный направляющий элемент или, соответственно, могут быть интегрированы в него. Тем не менее также может быть предусмотрено множество отдельных направляющих элементов.

Указанный по меньшей мере один направляющий элемент изготовлен из одного или множества материалов, выдерживающих температуры, возникающие в шахте печи. Указанные материалы могут содержать, например, металлы, в частности специальные стали или сплавы на основе никеля, или углеродные волокна, или керамику, в частности керамику для тяжелых условий эксплуатации.

Следует заметить, что направляющий элемент не должен быть полностью расположен в шахте печи, он также может на участках выступать из шахты печи, при этом функция направляющего элемента, более подробно описанная ниже, не ухудшается. Например, может быть предусмотрено, что часть направляющего элемента на верхнем и/или нижнем конце шахты печи выступает из шахты печи с целью крепления.

Несмотря на это, разумеется, также может быть предусмотрено, что указанный по меньшей мере один направляющий элемент полностью расположен в шахте печи и закреплен только внутри шахты печи.

Внутренняя стенка ограничивает шахту печи. Направляющий элемент расположен на расстоянии от внутренней стенки шахты печи, так что образуется зазор, по меньшей мере в области одного из обоих концов шахты печи, т.е. в области конца шахты печи, предусмотренного для загрузки вспучиваемого материала, причем зазор предпочтительно представляет собой кольцевой зазор. При этом "кольцевой зазор" следует понимать как зазор, расположенный по периметру, но это не означает ограничения круглой формой.

Итак, поскольку выполнен зазор - благодаря расположению направляющего элемента в шахте печи,

по меньшей мере на участках, - и невспученный материал загружается через зазор, материал или, соответственно, загружаемый материал по меньшей мере в области начала пути подачи удерживается на расстоянии от радиального центра шахты печи. Здесь и далее термин "радиальный" следует понимать вне зависимости от конкретной формы поперечного сечения шахты печи. Это означает, что безразлично от того, какую форму имеет поперечное сечение шахты печи в направлении, перпендикулярном пути подачи или, соответственно, направлению подачи, - кругообразную или не кругообразную, например, если поперечное сечение имеет эллиптическую, прямоугольную или квадратную форму, его центр обозначен как радиальный центр или, соответственно, радиальная середина. Соответственно радиальное направление направлено от радиальной середины наружу.

В частности, если загрузка производится сверху, в области радиальной середины шахты печи, как правило, вследствие самотяги (каминного эффекта) возникает направленный вверх поток нагретого воздуха/газов ("поток за счет самотяги"), препятствующий подаче материала посредством силы тяжести. Однако в зазоре указанный поток воздуха или, соответственно, поток за счет самотяги не может встречать материал и влиять на него.

Кроме того, поскольку речь идет о зазоре, а не только об (в частности, кольцеобразном) отверстии, материал направляется в шахту и в шахте печи.

Указанное направление может проходить вдоль всего пути подачи, в частности, если направляющий элемент проходит вдоль всего пути подачи. При этом, как правило, длина пути подачи может составлять от 3 до 20 м, предпочтительно от 5 до 15 м, особенно предпочтительно от 6 до 10 м.

Если направляющий элемент и, следовательно, также зазор проходит только вдоль части пути подачи, например, только на протяжении нескольких метров, материал, с одной стороны, направляется в зазоре вдоль указанной части пути подачи. С другой стороны, в этом случае к тому же по меньшей мере на некотором протяжении за концом направляющего элемента, как правило, заметно определенное направляющее воздействие вследствие принудительно возникающей гомогенизации движения, в частности направления движения, отдельных зерен материала в зазоре. Соответственно в случае загрузки сверху может быть обеспечено, что материал также на определенном протяжении после выхода из зазора не входит в контакт с описанным выше потоком воздуха в радиальной середине.

Однако и при загрузке снизу посредством по меньшей мере одного направляющего элемента возможно целенаправленное влияние на характеристику потока и, таким образом, на длительность пребывания частиц, а также на передачу тепла на частицы в шахте печи.

Потоки, образующиеся в области зазора, в частности потоки в кольцевом зазоре, благодаря сравнительно узкому зазору и возникающих вследствие этого повышенных скоростей потока (турбулентный поток для числа Рейнольдса $Re > 10^4$) способствуют передаче тепла на транспортирующий газ и, следовательно, также на частицы. По причине перемешивания в турбулентных потоках передача тепла больше, чем в случае ламинарного потока (коэффициент теплопередачи α увеличивается).

Это означает, что направляющий элемент способствует расширению очень мелких и плотных загружаемых фракций материала, который, в частности, может иметь диаметр 120 мкм или менее, предпочтительно 100 мкм или менее.

Еще один эффект направляющего элемента состоит в том, что весь материал или, соответственно, загружаемый материал по меньшей мере в начале пути подачи перемещается очень близко вдоль внутренней стенки и, следовательно, сравнительно близко от нагревательных элементов. Это вызывает равномерный нагрев во времени и пространстве всех зерен материала, что, в свою очередь, приводит к равномерному результату вспучивания. Это имеет место как при загрузке сверху, так и при загрузке снизу.

Кроме того, благодаря направляющему элементу загружаемый материал облучается как с активно нагреваемой наружной стороны печи или, соответственно, шахты печи, так и со стороны самого направляющего элемента, поскольку направляющий элемент отражает лучистую энергию или, соответственно, поглощает часть лучистой энергии, а затем снова излучает ее. Это означает, что направляющий элемент может действовать в качестве пассивного источника тепла. При этом степень отражения или, соответственно, излучения может зависеть от конструкции направляющего элемента, в частности от материала направляющего элемента, так что направляющий элемент образует в определенной степени регулируемый источник тепла.

Направляющий элемент также обладает множественными позитивными воздействиями на результат расширения, которые могут усиливать друг друга.

Оказывается, что каждая из различных загружаемых фракций вспучиваемого материала может требовать другой оптимальной длины направляющего элемента, которая, как правило, может составлять от одного до нескольких метров. Соответственно в предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что, при рассмотрении в направлении подачи, по меньшей мере один направляющий элемент проходит самое большее до конца первой половины, предпочтительно самое большее до конца первой трети, особенно предпочтительно самое большее до конца первой четверти пути подачи. В соответствии с вышесказанным направляющий элемент может при этом начинаться от одного из обоих концов шахты печи, или, соответственно, в области одного из обоих концов шахты печи, или за пределами одного из обоих концов шахты печи.

Указанное ограничение максимальной протяженности направляющего элемента, при рассмотрении в направлении подачи может быть предусмотрено в особенности в вариантах осуществления с загрузкой вспучиваемого материала, производимой сверху.

Альтернативно или дополнительно, для достижения оптимального результата вспучивания в зависимости от загружаемой фракции может быть предусмотрена минимальная длина направляющего элемента. Указанная минимальная длина направляющего элемента может быть предусмотрена в особенности в вариантах осуществления с загрузкой вспучиваемого материала, производимой снизу.

Соответственно в предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере один направляющий элемент проходит по меньшей мере вдоль четверти пути подачи, предпочтительно по меньшей мере вдоль трети пути подачи, особенно предпочтительно вдоль всего пути подачи.

В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что, при рассмотрении вдоль направления подачи, зазор, по меньшей мере на участках, проходит вокруг радиального центра шахты печи по всему периметру. Соответственно вспучиваемый материал может быть проблем и при необходимости также в большом количестве подаваться в шахту печи одновременно со всех сторон, в частности с равномерным распределением по всему поперечному сечению зазора или, соответственно, кольцевого зазора, благодаря чему возможна очень высокая скорость вспучивания или, соответственно, производительность.

Если крепление направляющего элемента производится исключительно вне шахты печи, зазор также может быть выполнен по всему периметру относительно радиального центра шахты печи на всей протяженности направляющего элемента в направлении подачи, что обеспечивает максимальное использование пространства в шахте печи. С другой стороны, если для направляющего элемента в шахте печи необходимы крепежные элементы, зазор, при рассмотрении вдоль направления подачи, все еще может быть выполнен по всему периметру вокруг радиального центра шахты печи на участках, а именно, на том участке или, соответственно, на тех участках, где нет крепежных элементов.

Предпочтительно направляющий элемент там, где зазор проходит вокруг радиального центра шахты печи по всему периметру, т.е. в диапазоне углов, составляющем 360° , радиально, т.е. в радиальном направлении, непроницаем, в частности газонепроницаем. В соответствии с вышесказанным это имеет место независимо от того, имеет ли поперечное сечение шахты печи кругообразную форму или нет. Соответственно зазор не должен иметь кругообразную форму, он также может иметь, например, эллиптическую, прямоугольную или квадратную форму.

Здесь следует отметить, что, в общем случае, радиальный центр шахты печи и радиальный центр направляющего листа могут совпадать. При этом радиальный центр направляющего листа может быть принят, даже если направляющий лист окружает указанный радиальный центр не по всему периметру, т.е. при необходимости направляющий лист мысленно может быть продолжен так, что он будет окружать радиальный центр по всем 360° .

В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что зазор имеет ширину зазора, которая в направлении подачи изменяется по меньшей мере на 50%, предпочтительно по меньшей мере на 65%, особенно предпочтительно по меньшей мере на 80%, причем ширина зазора предпочтительно составляет не более 10 см. Ширина зазора соответствует расстоянию между внутренней стенкой шахты печи и направляющим элементом или, соответственно, поверхностью направляющего элемента, обращенной к внутренней стенке.

Предпочтительно ширина зазора может быть измерена в радиальном направлении или в направлении, перпендикулярном к направляющему элементу и/или внутренней стенке. В частности, для точки поверхности направляющего листа, обращенной к внутренней стенке, ширина зазора может быть определена как кратчайшее расстояние между указанной точкой и внутренней стенкой шахты печи.

Благодаря изменению ширины зазора в направлении подачи, т.е. вдоль протяженности направляющего элемента в направлении подачи в области, где образован зазор, на время пребывания зерен песка можно целенаправленно влиять или, соответственно, регулировать его. В частности, благодаря увеличению ширины зазора в определенной области пути подачи может быть установлено более продолжительное время пребывания, чем в областях с меньшей шириной зазора, и наоборот.

Разумеется, в принципе возможны и варианты осуществления, в которых ширина зазора в направлении подачи почти не изменяется или, соответственно, по существу постоянна.

Во всяком случае форма направляющего элемента может быть соответственно согласована с формой поперечного сечения шахты печи.

При этом указанный диапазон изменений, как правило, может быть соотнесен со средним значением ширины зазора в направлении подачи или с минимальной, или максимальной шириной зазора, последнее, в частности, имеет место в случае указанной возможной максимальной ширины зазора.

В принципе в соответствии с вышесказанным имеет смысл выбор относительных размеров зазора, т.е. без привязки к точным данным в сантиметрах. Однако в некоторых случаях может иметь смысл выбор размеров, ориентированный на абсолютные значения. Указанное выше возможное исполнение с максимальной шириной зазора 10 см может обеспечить для определенных загружаемых фракций осо-

бенно хорошие или, соответственно, равномерные результаты вспучивания, в особенности в вариантах осуществления с загрузкой вспучиваемого материала, производимой сверху.

Аналогично в предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что зазор имеет ширину зазора, которая в окружном направлении вокруг радиального центра шахты печи изменяется самое большее на 35%, предпочтительно самое большее на 10%, особенно предпочтительно самое большее на 5%, причем ширина зазора предпочтительно составляет максимум 10 см.

При этом указанный диапазон изменений, как правило, может быть соотнесен со средним значением ширины зазора в окружном направлении или с минимальной, или максимальной шириной зазора, последнее, в частности, имеет место в случае указанной возможной максимальной ширины зазора.

Незначительное изменение ширины зазора в окружном направлении оказывается предпочтительным для хорошего и равномерного результата расширения, причем особенно хорошо могут быть предотвращены завихрения и, следовательно, налипание зерен песка.

Разумеется, возможны и варианты осуществления, в которых ширина зазора в окружном направлении почти не изменяется или, соответственно, по существу постоянна.

В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере вдоль участка пути подачи шахта печи поперечно, в частности перпендикулярно, к направлению подачи имеет, по меньшей мере на участках, круглое, предпочтительно по существу кругообразное или по существу эллиптическое поперечное сечение, ограниченное внутренней стенкой. Хотя круглое сечение в отношении деформационных напряжений является наиболее стабильным, в случае эллипса отношение периметра к площади поперечного сечения значительно лучше в том смысле, что в распоряжении имеется больше "периферийной поверхности" (внутренней стенки) для излучения энергии.

Очевидно, что поперечное сечение шахты печи следует понимать без наличия имеющегося при необходимости направляющего элемента.

При этом "по существу" следует понимать так, что, разумеется, возможны и, как правило, даже неизбежны (хотя бы с технологической точки зрения) определенные отклонения от математически совершенных кругов или, соответственно, эллипсов. При необходимости также могут быть намеренно предусмотрены незначительные отклонения от математически совершенной круглой или, соответственно, эллиптической формы.

Предпочтительно шахта печи, представляющая собой полость, вдоль всего пути подачи имеет указанную форму поперечного сечения.

При этом на участках форма поперечного сечения может отклоняться от указанной круглой / кругообразной/эллиптической формы, например, посредством того, что такие части или, соответственно, участки соединены посредством прямолинейных частей или, соответственно, участков. Тем не менее, разумеется, форма поперечного сечения, по меньшей мере вдоль участка пути подачи, также может быть полностью круглой/кругообразной/эллиптической.

Переходы от одной формы поперечного сечения к другой предпочтительно выполнены таким образом, чтобы не возникали завихрения потока, образующегося в шахте печи.

Альтернативно или дополнительно, поперечное сечение также может содержать углы. Соответственно в предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере вдоль участка пути подачи шахта печи поперечно, в частности перпендикулярно, к направлению подачи имеет, по меньшей мере на участках, многоугольное, предпочтительно по существу прямоугольное или по существу квадратное поперечное сечение, ограниченное внутренней стенкой. Сравнительно большой периметр поперечного сечения относительно площади поперечного сечения может оказаться предпочтительным, поскольку тем самым может быть создано место для нагревательных элементов, имеющее соответствующую большую площадь, и может быть предоставлено больше площади для передачи энергии вспучиваемому материалу, чем в случае чисто круглого или кругообразного поперечного сечения.

Очевидно, что поперечное сечение шахты печи опять же следует понимать без наличия имеющегося при необходимости направляющего элемента.

При этом "по существу" следует понимать так, что, разумеется, возможны и, как правило, даже неизбежны (хотя бы с технологической точки зрения) определенные отклонения от математически совершенных прямоугольников или, соответственно, квадратов. При необходимости также могут быть намеренно предусмотрены незначительные отклонения от математически совершенной прямоугольной или, соответственно, квадратной формы. В частности на практике возможны закругленные углы.

Предпочтительно шахта печи, представляющая собой полость, вдоль большей части пути подачи, предпочтительно вдоль всего пути подачи, имеет указанную форму поперечного сечения.

При этом на участках форма поперечного сечения может отклоняться от указанной многоугольной/прямоугольной/квадратной формы, например, посредством того, что такие части или, соответственно, участки соединены посредством округлых частей или, соответственно, участков. Тем не менее, разумеется, форма поперечного сечения, по меньшей мере вдоль участка пути подачи, также может быть

полностью многоугольной/прямоугольной/квадратной.

Переходы от одной формы поперечного сечения к другой предпочтительно выполнены таким образом, чтобы не возникали завихрения потока, образующегося в шахте печи.

В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что внутренняя стенка образована посредством по меньшей мере одного ограничителя, который изготовлен предпочтительно из высокожаропрочной стали, а указанный по меньшей мере один направляющий элемент изготовлен от того же материала, что и указанный по меньшей мере один ограничитель. Благодаря указанному выбору материала обеспечивается выполнение таких же требований к рабочим характеристикам ограничителя, как для направляющего элемента. Кроме того, выбор одинакового материала также приводит к одинаковым коэффициентам теплового расширения, в результате чего может быть предотвращена деформация вследствие различного теплового расширения и предусмотрена неизменная форма зазора.

Предпочтительно, при рассмотрении в радиальном направлении, печь за ограничителем выполнена из одного или множества других материалов, в частности из термоизоляционных материалов.

В случае высокожаропрочной стали она представляет собой специальную сталь марок, которые сами по себе известны.

Во-первых, с помощью ограничителя простым с конструктивной точки зрения способом может быть достигнуто то, что материал, загружаемый в шахту печи, не может входить в контакт с нагревательными элементами, которые, при рассмотрении в радиальном направлении, расположены за ограничителем. Во-вторых, при помощи по меньшей мере одного ограничителя желательная форма поперечного сечения шахты печи очень легко может быть осуществлена и при необходимости согласована с различными применениями.

Соответствующий или, соответственно, подходящий выбор материала ограничителя позволяет использовать его без ухудшения работоспособности или даже повреждения ограничителя во всех областях температур, играющих определенную роль на практике. При вспучивании перлита или обсидиана, в частности, используются металлические материалы. В этой связи ограничитель, в частности, для других минералов, требующих более высокой температуры кальцинирования, может быть изготовлен также не из металла, а из другого подходящего материала, например из углеродного волокна или керамики для тяжелых условий эксплуатации.

Как неоднократно было упомянуто выше, могут быть предусмотрены варианты осуществления, в которых вспучиваемый материал загружается в шахту печи снизу. Соответственно в предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере одно средство подачи выполнено с возможностью всасывания невспученного материала вместе с некоторым количеством воздуха на нижнем конце шахты печи в направлении верхнего конца шахты печи таким образом, что указанное количество воздуха образует воздушный поток, текущий снизу вверх, посредством которого материал перемещается снизу вверх вдоль пути подачи для его вспучивания в верхней (или, соответственно, второй) половине, предпочтительно в самой верхней (или, соответственно, третьей) трети пути подачи.

Например, указанное некоторое количество воздуха может всасываться посредством источника пониженного давления или вентилятора через (всасывающее) сопло, расположенное перед шахтой печи, а материал может подаваться, например, посредством самотечного желоба, в поток воздуха, поступающий в сопло. Это означает, что по меньшей мере одно средство подачи может содержать, например, указанное сопло и само по себе известное средство для создания или, соответственно, всасывания указанного количества воздуха, например источник пониженного давления и/или (воздушный) вентилятор, причем источник пониженного давления или, соответственно, вентилятор расположен (расположены) после шахты печи, а также самотечный желоб. При этом материал может подаваться дозированно.

В особенно предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства соответственно предусмотрено, что по меньшей мере одно средство подачи содержит по меньшей мере одно всасывающее сопло, расположенное перед шахтой печи, и предпочтительно диффузор, расположенный после всасывающего сопла.

В частности, диффузор может быть предусмотрен для того, чтобы диспергировать материал в некотором количестве воздуха перед процессом вспучивания и снизить сравнительно высокие скорости потока во всасывающем сопле.

Как неоднократно было упомянуто выше, могут быть предусмотрены варианты осуществления, в которых вспучиваемый материал подается в шахту печи сверху. Соответственно в предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере одно средство подачи выполнено с возможностью загрузки в шахту печи невспученного материала на верхнем конце шахты печи в направлении нижнего конца шахты печи таким образом, что материал по меньшей мере посредством силы тяжести перемещается сверху вниз вдоль пути подачи для вспучивания его в нижней половине, предпочтительно в самой нижней трети пути подачи.

Соответственно по меньшей мере одно подающее устройство может содержать, например, самотечный желоб для подачи вспучиваемого материала.

По меньшей мере одно средство подачи предпочтительно также может содержать по меньшей мере один клапан для материала, в частности, выполненный с возможностью управления для обеспечения особенно точного дозирования материала.

В дополнение к силе тяжести могут быть предусмотрены средства подачи или, соответственно, транспортировки, например технологический воздух или технологический газ, который течет сверху вниз или, соответственно, вдувается или всасывается в шахту печи.

Для полноты следует упомянуть, что ввиду осознания того факта, что процесс вспучивания представляет собой изохлальный процесс, сопровождаемый резким падением температуры, резкое падение температуры может быть целенаправленно обнаружено или, соответственно, локализовано независимо от того, каким образом вспучиваемый материал загружается в шахту печи - сверху или снизу. Это, в свою очередь, может быть использовано для определения термической обработки вспученного материал после самого процесса вспучивания, чтобы влиять на свойства поверхности вспученных зерен песка. Например, может быть предотвращен новый нагрев выше критической температуры для противодействия разрыву поверхности или такое новое повышение температуры может быть вызвано намеренно, если разрыв поверхности зерен песка должен быть сознательно принят в расчет или даже достигнут.

Как отмечено выше, в предлагаемом изобретении устройстве предусмотрено, что для по меньшей мере одного направляющего элемента предусмотрены съемные крепежные средства, чтобы по меньшей мере один направляющий элемент при необходимости мог быть извлечен и снова установлен в шахте печи. Это означает, что направляющий элемент выполнен с возможностью извлечения или, соответственно, повторной установки.

Благодаря этому обеспечивается гораздо более универсальное применение устройства, поскольку, с одной стороны, направляющий элемент может быть без проблем полностью извлечен, если должны вспучиваться загружаемые фракции с очень крупными зёрнами, в частности, имеющими диаметр несколько сотен микрон или более. С другой стороны, разумеется, при необходимости также без проблем могут быть установлены, сняты или, соответственно, модернизированы различные направляющие элементы, оптимальным образом согласованные с соответствующей загружаемой фракцией.

Как правило, снятие или, соответственно, установка соответствующего направляющего элемента происходит при сравнительно низкой температуре, в частности при комнатной температуре, причем при необходимости сначала после процесса изготовления делается пауза до остывания устройства.

Для порядка следует отметить, что термин "съемный", как обычно, следует понимать как "с возможностью неразрушающего отсоединения", из чего следует возможность повторного использования.

Соответственно подходящие крепежные средства сами по себе достаточно известны. В частности, в качестве подходящих крепежных средств могут быть использованы различные резьбовые соединения и/или сами по себе известные соединения, работающие с геометрическим замыканием, такие как, например, комбинации крюка и проушины, стопорные болты или байонетные соединения или любые комбинации таких соединений.

Как уже указано выше, направляющий элемент может быть изготовлен из различных материалов. В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере один направляющий элемент изготовлен из металла, в частности из высокожаропрочной стали. Во-первых, благодаря этому предусмотрено, что направляющий элемент может быть использован во всех областях температур, на практике играющих определенную роль при вспучивании, в частности перлита или обсидиана, без ухудшения работы или даже повреждения направляющего элемента. Во-вторых, указанный выбор материала направляющего элемента обеспечивает особенно хорошее отражение, или, соответственно, излучение тепла, или, соответственно, тепловое излучение, вызванное нагревательными элементами. Это означает, что, следовательно, направляющий элемент оптимальным образом подходит в качестве пассивного источника тепла, как уже более подробно пояснено выше, что обеспечивает экономию энергии и снижение затрат.

В предпочтительном варианте осуществления предлагаемого изобретением устройства предусмотрено, что по меньшей мере вдоль всей протяженности по меньшей мере одного направляющего элемента в шахте печи, предпочтительно вдоль всей протяженности по меньшей мере одного направляющего элемента параллельно направлению подачи, между по меньшей мере одним направляющим элементом и радиальным центром шахты печи расположено свободное пространство. При этом не исключено, что направляющий элемент вне шахты печи имеет такую форму, что часть направляющего элемента расположена в области продольной оси шахты печи, как правило, проходящей так, что она проходит конгруэнтно с радиальным центром шахты печи.

Во-первых, благодаря указанному свободному пространству из шахты печи в области радиального центра может выходить воздух/газы, в частности указанный выше поток за счет самотяги. Во-вторых, свободное пространство может использоваться для принудительной подачи снаружи в шахту печи воздуха, позволяющего влиять на характеристику потока в шахте печи и, следовательно, на время пребывания необработанного песка, например, после расширения расширяемого материала в шахте печи.

Краткое описание чертежей

Далее изобретение более подробно описывается на основе примеров его осуществления. Хотя чер-

тежи, приведенные в качестве примера, и предназначены для объяснения идеи изобретения, они ни в коем случае не сужают или даже не представляют его в ограничительном смысле.

На чертежах показаны:

фиг. 1 - схематичный вид в разрезе варианта осуществления предлагаемого изобретением устройства для изготовления вспученного гранулята, в котором загрузка или, соответственно, подача вспучиваемого гранулята в шахту печи или, соответственно, в шахте печи производится сверху вниз;

фиг. 2 - схематичный вид в разрезе еще одного варианта осуществления предлагаемого изобретением устройства, в котором загрузка или, соответственно, подача вспучиваемого гранулята в шахту печи или, соответственно, в шахте печи производится снизу вверх.

Осуществление изобретения

На фиг. 1 показано предлагаемое изобретением устройство для изготовления вспученного гранулята 2 из песчаного минерального материала с использованием порообразователя. В представленном примере осуществления указанный материал представляет собой перлитовый песок 1, в котором связана вода (так называемая кристаллизационная вода), действующая в качестве порообразователя. Устройство содержит печь 3 с шахтой 4 печи, расположенной по существу вертикально и имеющей верхний конец 5 и нижний конец 6. Между обоими концами 5, 6 проходит путь 7 подачи, который на фиг. 1 обозначен штрихпунктирной линией (на фиг. 2 - пунктирной линией), причем штрихпунктирная линия на фиг. 1 (на фиг. 2 - пунктирная линия) также обозначает радиальный центр 16 шахты 4 печи. Путь 7 подачи проходит через множество зон 8 нагрева (на фиг. 1 обозначены горизонтальными пунктирными линиями), которые в направлении 12 подачи расположены отдельно друг от друга, причем каждая из зон 8 нагрева содержит по меньшей мере один нагревательный элемент 9, выполненный с возможностью управления независимо от остальных нагревательных элементов 9, для нагревания перлитового песка 1, в частности, до критической температуры и вспучивания зерен 1 перлитового песка.

В представленных примерах осуществления нагревательные элементы 9 приводятся в действие посредством электричества и могут управляться (не показанным) блоком регулирования и управления.

Устройство, кроме того, содержит средства подачи, которые в примере осуществления по фиг. 1 содержат клапан 10 для регулирования загрузки перлитового песка 1 и технологический воздух 21, и выполнены с возможностью загрузки в шахту 4 печи невспученного перлитового песка 1 (вместе с технологическим воздухом 21) на верхнем конце 5 шахты 4 печи в направлении нижнего конца 6 шахты 4 печи, для вспучивания перлитового песка 1 в последней половине, предпочтительно в последней трети пути 7 подачи, при рассмотрении в направлении 12 подачи. Это означает, что в примере осуществления по фиг. 1 подача перлитового песка 1 производится, прежде всего, посредством силы тяжести, сверху вниз, вдоль пути 7 подачи, причем технологический воздух 21, при необходимости вдуваемый или всосанный вместе с перлитовым песком 1, поддерживает движение падения перлитового песка 1.

При этом технологический воздух 21, текущий сверху вниз по шахте 4 печи, нагревается. В принципе это может привести к увеличению скорости потока в шахте 4 печи, вследствие чего может сократиться время пребывания всех частиц 1 перлитового песка в шахте 4 печи. Чтобы избежать этого и компенсировать увеличение скорости потока первого технологического воздуха или, соответственно, поддержать почти постоянную скорость потока, в примере осуществления по фиг. 1 шахта 4 печи книзу имеет большую ширину, чем сверху. Это означает, что поперечное сечение шахты 4 печи от верхнего конца 5 к нижнему концу 6 увеличивается в направлении, перпендикулярном направлению 12 подачи.

Однако следует подчеркнуть, что при загрузке перлитового песка 1 на верхнем конце 5 шахты 4 печи, разумеется, также возможны шахты 4 печи, имеющие постоянное или почти постоянное поперечное сечение.

Поперечное сечение шахты 4 печи ограничивается внутренней стенкой 14 шахты 4 печи, которая в представленных примерах осуществления образована по меньшей мере одним ограничителем из высокожаропрочной стали.

Снаружи шахта 4 печи или, соответственно, печь 3 термически изолирована посредством теплоизоляции 24.

В позициях 22, в вертикальном направлении находящихся на расстоянии друг от друга, расположены температурные датчики 23, причем в каждой зоне 8 нагрева находится по меньшей мере один температурный датчик 23. Таким образом, в примере осуществления, показанном на фиг. 1, температура перлитового песка 1 определяется температурой, преобладающей в соответствующей зоне 8 нагрева.

Нагревательные элементы 9 и температурные датчики 23 соединены с блоком регулирования и управления (не показан), который на основе данных о температуре определяет позицию или, соответственно, область 25 в шахте 4 печи, в которой происходит вспучивание зерен 1 перлитового песка. В указанной позиции или, соответственно, в указанной области 25 возникает значительное уменьшение температуры - резкое падение температуры, например на 100°C, вспученного перлитового песка 1. Указанное резкое падение температуры является следствием изохлального процесса вспучивания перлитового песка 1, причем процесс вспучивания осуществляется посредством размягчения поверхности зерен 1 перлитового песка и последующего процесса расширения благодаря водяному пару или, соответственно, давлению водяного пара, образующемуся в зернах перлитового песка 1. Например, перлитовый песок 1

непосредственно перед его вспучиванием может иметь температуру приблизительно 780°C, а непосредственно после изохлальной процесса - уже только приблизительно 590°C, т.е. в этом примере возникает резкое падение температуры, составляющее 190°C, причем в зависимости от материала резкое падение температуры, как правило, составляет по меньшей мере 20°C, предпочтительно по меньшей мере 100°C. Посредством блока регулирования и управления (не показан) те нагревательные элементы 9, которые, при рассмотрении в направлении 12 подачи, расположены за позицией или, соответственно, за областью 25 резкого падения температуры, могут целенаправленно или, соответственно, автоматически регулироваться, чтобы обеспечить возможность желаемого ввода энергии.

Следует заметить, что при указанном автоматическом регулировании упомянутое выше резкое падение температуры необязательно проявляется в виде снижения температуры, при необходимости оно выражается в виде области, в которой требуется больше энергии для поддержания температуры, так что также можно отказаться от использования температурных датчиков 23 для обнаружения резкого падения температуры.

В частности, регулирование указанных нагревательных элементов 9 может производиться таким образом, что дополнительное или, соответственно, повторное повышение температуры вспученного перлитового песка или, соответственно, гранулята 2 уже не происходит или, соответственно, не обеспечивается, а вспученный гранулят 2 имеет закрытые поры.

В примере осуществления, показанном на фиг. 1, вспученный гранулят 2 выгружается на нижнем конце 6, а загружается посредством водоохлаждаемого самотечного желоба 20 для подачи во взвешенном потоке или всасывающего потока 26, которые функционируют с использованием холодного воздуха 27. Холодный воздух 27 или, соответственно, холодный воздух 28 с расширенным перлитовым песком 2 всасывается, например, вакуумным насосом или вентилятором (не показан).

Предлагаемое изобретением устройство содержит по меньшей мере один направляющий элемент 13, по меньшей мере на участках расположенный в шахте 4 печи, причем направляющий элемент 13 по меньшей мере в области одного из обоих концов 5, 6 шахты 4 печи образует с внутренней стенкой 14 шахты 4 печи зазор 15, причем указанное по меньшей мере одно средство подачи выполнено с возможностью загрузки невспученного перлитового песка 1 в зазор 15.

В примере осуществления по фиг. 1 направляющий элемент 13 соответственно расположен в области верхнего конца 5. Клапан 10 и технологический воздух 21 выполнены с возможностью загрузки перлитового песка 1 в зазор 15 в области верхнего конца 5. Это означает, что перлитовый песок 1 при входе в зазор 15 поступает в шахту 4 печи.

Следует подчеркнуть, что в примере осуществления по фиг. 1 перлитовый песок 1 вводится на верхнем конце 5 через весь зазор 15, однако на фиг. 1 для ясности показан только перлитовый песок 1, который на указанном чертеже вводится в зазор 15 с левой стороны.

Направляющий элемент 13 экранирует перлитовый песок 1 от потока нагретого воздуха/газов ("поток за счет самотяги"/"каминный поток"), образующегося в области радиального центра 16 шахты 4 печи. Таким образом, предотвращается ситуация, когда очень мелкие зерна диаметром менее 100 мкм, в частности менее 75 мкм, встречают препятствие со стороны потока за счет самотяги и не вспучиваются, как это требуется. Последнее, в частности, вызывается тем, что без направляющего элемента 13 частицы 1 перлитового песка после охлаждения вследствие изохлальной процесса снова нагреваются. Это приводит к тому, что частицы 1 перлитового песка снова размягчаются, но при этом частицы 1 перлитового песка уже не могут охлаждаться путем изохлальной процесса благодаря изменению формы и, следовательно, возникает повышенный риск агломерации на внутренней стенке 14.

Указанный поток за счет самотяги может без проблем выходить вверх из шахты 4 печи через свободное пространство 19. Указанное свободное пространство 19 расположено или, соответственно, образовано между направляющим элементом 13 и радиальным центром 16 шахты 4 печи вдоль всей протяженности направляющего элемента 13 параллельно направлению 12 подачи.

Кроме того, направляющий элемент 13 целенаправленно направляет перлитовый песок 1 вблизи и вдоль внутренней стенки 14, в результате чего происходит равномерный нагрев во времени и пространстве всех зерен 1 перлитового песка, что, в свою очередь, приводит к равномерному результату вспучивания.

В примере осуществления по фиг. 1 направляющий элемент 13 проходит в шахте 4 печи от верхнего конца 5 приблизительно до конца первой трети пути 7 подачи. Однако вызванная направляющим элементом 13 гомогенизация движения, в частности направления движения, зерен 1 перлитового песка в зазоре 15 действует также на некотором протяжении за концом направляющего элемента 13. В представленных примерах осуществления направляющий элемент 13 изготовлен из высокожаропрочной стали и соответственно хорошо отражает тепловое излучение, вызванное нагревательными элементами 9. Это означает, что направляющий элемент 13 действует дополнительно в качестве нагревателя для перлитового песка 1, находящегося между внутренней стенкой 14 и направляющим элементом 13.

В примере осуществления по фиг. 1 направляющий элемент 13 полностью расположен и, соответственно, закреплен в шахте 4 печи, причем для крепления предусмотрены разъемные крепежные средства (не показаны) для обеспечения возможности извлечения, при необходимости, направляющего элемен-

та 13 из шахты 4 печи и его повторной установки. За исключением областей вдоль направления 12 подачи, где предусмотрены указанные крепежные элементы, зазор 15 проходит по всему периметру вокруг радиального центра 16 шахты 4 печи.

Как следует из вида в разрезе, приведенного на фиг. 1, форма направляющего элемента 13 согласована с поперечным сечением шахты 4 печи посредством того, что направляющий элемент 13 проходит по существу параллельно внутренней стенке 14. Соответственно зазор 15 имеет ширину 17 зазора, которая в представленном примере осуществления по всей протяженности направляющего элемента 13 в направлении 12 подачи изменяется только незначительно и предпочтительно почти постоянна. Однако следует заметить, что возможны и варианты осуществления, в которых ширина 17 зазора в направлении 12 подачи изменяется по меньшей мере на 50%, чтобы целенаправленно регулировать время пребывания зерен 1 перлитового песка в различных областях вдоль пути 7 подачи.

Кроме того, в примере осуществления по фиг. 1 ширина 17 зазора практически не изменяется также в окружном направлении 18 и предпочтительно почти постоянна. Это действительно для всех частей или, соответственно, областей вдоль пути 7 подачи, вдоль которого проходит направляющий элемент 13, в частности в области загрузки перлитового песка 1, т.е. в примере осуществления по фиг. 1 - в области верхнего конца 5. Однако следует заметить, что возможны и варианты осуществления, в которых ширина 17 зазора в окружном направлении 18 значительно изменяется, хотя, как правило, гораздо меньше, чем в направлении 12 подачи, например не более чем на 5%.

Наиболее явное отличие варианта осуществления, показанного на фиг. 2, от варианта осуществления по фиг. 1 состоит в том, что загрузка вспучиваемого перлитового песка 1 (для ясности на фиг. 2 дополнительно не показан) в шахту 4 печи выполняется снизу, причем направление 12 подачи направлено снизу вверх. Соответственно, по меньшей мере один направляющий элемент 13 расположен в шахте 4 печи по меньшей мере в области нижнего конца 6 шахты 4 печи и вместе с внутренней стенкой 14 образует в указанном месте зазор 15. В этом случае по меньшей мере одно средство подачи содержит всасывающее сопло 11, расположенное перед шахтой 4 печи, и вентилятор 34 и выполнено с возможностью, всасывать в шахту 4 печи невспученный перлитовый песок 1 вместе с некоторым количеством воздуха на нижнем конце 6 шахты 4 печи в направлении верхнего конца 5 шахты 4 печи таким образом, что перлитовый песок 1 загружается в зазор 15. При этом указанное количество воздуха образует воздушный поток, текущий снизу вверх, посредством которого перлитовый песок 1 подается снизу вверх вдоль пути 7 подачи для его вспучивания в верхней половине, предпочтительно в верхней трети, пути 7 подачи.

В примере осуществления по фиг. 2 средства подачи, кроме того, содержат диффузор 30, который расположен после всасывающего сопла 11 и к которому примыкает нижний конец 6 шахты 4 печи. Диффузор 30 может способствовать диспергированию перлитового песка 1 в указанном количестве воздуха для достижения или поддержания равномерного распределения перлитового песка 1 в воздушном потоке.

Всасывающее сопло 11 снабжается перлитовым песком 1 посредством виброжелоба 35, причем перлитовый песок 1 при помощи шнекового дозатора 33 дозированно подается в виброжелоб 35 из бункера 29. Кроме того, посредством всасывающего сопла 11 (при помощи вентилятора 34) также всасывается воздух, вследствие чего образуется поток 31 всасываемого воздуха. При этом воздушный поток или, соответственно, поток 31 всасываемого воздуха может быть отрегулирован путем соответствующего выбора или, соответственно, исполнения всасывающего сопла 11 и/или путем выбора соответствующей скорости всасывания (при помощи вентилятора 34). Последнее, в принципе, также может осуществляться автоматизированно с помощью блока регулирования и управления (не показан).

В примере осуществления по фиг. 2 направляющий элемент 13 проходит приблизительно вдоль одной четверти или, соответственно, вдоль первой четверти пути 7 подачи, однако он может проходить и значительно дальше, в частности вдоль всего пути 7 подачи в шахте 4 печи. Последнее показано на фиг. 2 штрихпунктирными линиями.

В примере осуществления по фиг. 2 направляющий элемент 13 также в принципе согласован с формой поперечного сечения шахты 4 печи. Как и в примере осуществления по фиг. 1, в примере осуществления по фиг. 2 ширина 17 зазора в окружном направлении 18 почти не изменяется и предпочтительно по существу постоянна. Это действительно для всех частей или, соответственно, областей вдоль пути 7 подачи, вдоль которого проходит направляющий элемент 13, в частности в области загрузки перлитового песка 1, т.е. в примере осуществления по фиг. 2 - в области нижнего конца 6. Однако и в данном случае следует заметить, что возможны и варианты осуществления, в которых ширина 17 зазора в окружном направлении 18 значительно изменяется, хотя, как правило, гораздо меньше, чем в направлении 12 подачи, например, не более чем на 5%.

Хотя на фиг. 2 изменение ширины 17 зазора в направлении 12 подачи не показано, вдоль пути 7 подачи или, соответственно, в примере, показанном на фиг. 2, ширина 17 зазора в направлении 12 подачи также может изменяться гораздо сильнее, чем в окружном направлении 18, например по меньшей мере на 50%, чтобы целенаправленно регулировать время пребывания зерен 1 перлитового песка в различных областях вдоль пути 7 подачи.

Однако в обоих показанных вариантах осуществления ширина 17 зазора составляет не более 10 см.

В примере осуществления по фиг. 2 направляющий элемент 13 закреплен, предпочтительно с возможностью извлечения, в диффузоре 30. Соответственно, при рассмотрении вдоль направления 12 подачи предусмотрено прохождение зазора 15 по всему периметру вокруг радиального центра 16.

В примере осуществления по фиг. 2 происходит, как правило, абсолютное измерение температуры (однако для ясности температурные датчики не показаны). Дополнительно определяется потребление мощности нагревательными элементами 9 или, соответственно, определяется, изменяется ли указанное потребление мощности вдоль пути 7 подачи. Непосредственно после процесса вспучивания и сопровождающего его резкого падения температуры разность температур между вспученным гранулятом 2 (для ясности на фиг. 2 дополнительно не показан) и нагревательными элементами 9 значительно больше, чем между перлитовым песком 1 и нагревательными элементами 9 непосредственно перед процессом вспучивания. Соответственно также увеличивается тепловой поток, поскольку измеренная температура поддерживается постоянной. Это означает, что определенное изменение теплового потока или, соответственно, мощности, потребляемой нагревательными элементами 9, от одной зоны 8 нагрева к другой представляет собой увеличение, тогда как вследствие постепенного нагрева перлитового песка 1 перед процессом вспучивания изменение потребляемой мощности вдоль пути 7 подачи представляет собой уменьшение.

Для регулирования, в частности для регулирования вдоль пути 7 подачи, остающегося после резкого падения температуры, нагревательные элементы 9 соединены с блоком регулирования и управления (не показан), так что, например, вдоль остающегося пути 7 подачи может целенаправленно предотвращаться или обеспечиваться увеличение температуры материала до критической температуры или выше.

Разгрузка вспученного гранулята 2 (вместе с нагретым воздухом) из шахты 4 печи производится через коллекторную секцию 32, примыкающую к верхнему концу 5 шахты 4 печи. Посредством подачи во взвешенном потоке или всасывающего потока 26, которые функционируют с использованием холодного воздуха 27, вспученный гранулят 2 подается дальше. При этом, как сказано выше, холодный воздух 27 или, соответственно, холодный воздух 28 с расширенным перлитовым песком 2 всасывается, например, вакуумным насосом или вентилятором (не показан).

Список ссылочных обозначений:

- 1 - перлитовый песок,
- 2 - вспученный гранулят,
- 3 - печь,
- 4 - шахта печи,
- 5 - верхний конец шахты печи,
- 6 - нижний конец шахты печи,
- 7 - путь подачи,
- 8 - зона нагрева,
- 9 - нагревательный элемент,
- 10 - клапан,
- 11 - всасывающее сопло,
- 12 - направление подачи,
- 13 - направляющий элемент,
- 14 - внутренняя стенка шахты печи,
- 15 - зазор,
- 16 - радиальный центр шахты печи,
- 17 - ширина зазора,
- 18 - окружное направление,
- 19 - свободное пространство,
- 20 - водоохлаждаемый желоб,
- 21 - технологический воздух,
- 22 - позиция для измерения температуры,
- 23 - температурный датчик,
- 24 - теплоизоляция,
- 25 - позиция или, соответственно, область резкого падения температуры,
- 26 - подача во взвешенном потоке/всасывающий поток,
- 27 - холодный воздух подачи во взвешенном потоке,
- 28 - холодный воздух со вспученным перлитовым песком или, соответственно, вспученным гранулятом,
- 29 - бункер,
- 30 - диффузор,
- 31 - поток всасываемого воздуха,
- 32 - коллекторная секция,
- 33 - дозирующий шнек,

34 - вентилятор,
35 - виброжелоб.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для изготовления вспученного гранулята (2) из песчаного минерального материала (1) с использованием порообразователя, например для изготовления вспученного гранулята (2) из перлитового (1) или обсидианового песка со связанной водой в качестве порообразователя, которое содержит печь (3) с расположенной по существу вертикально шахтой (4) печи, имеющей верхний конец (5) и нижний конец (6), причем между обоими концами (5, 6) проходит путь (7) подачи, идущий через множество зон (8) нагрева, в направлении (12) подачи расположенных отдельно друг от друга, причем каждая из зон (8) нагрева имеет по меньшей мере один управляемый независимо от других нагревательный элемент (9), для нагрева материала (1) по меньшей мере до критической температуры и вспучивания зерен (1) песка, причем также предусмотрено по меньшей мере одно средство (10, 11) подачи, выполненное с возможностью загрузки по меньшей мере невспученного материала (1) в шахту (4) печи на одном из обоих концов (5, 6) шахты (4) печи в направлении другого из обоих концов (6, 5) шахты (4) печи, для вспучивания материала (1), при рассмотрении в направлении (12) подачи, на последней половине пути (7) подачи, причем предусмотрен по меньшей мере один направляющий элемент (13), по меньшей мере на участках расположенный в шахте (4) печи, причем направляющий элемент (13) по меньшей мере в области одного из обоих концов (5, 6) шахты (4) печи образует с внутренней стенкой (14) шахты (4) печи зазор (15), причем указанное по меньшей мере одно средство (10, 11) подачи выполнено с возможностью загрузки невспученного материала (1) в зазор (15), отличающееся тем, что для указанного по меньшей мере одного направляющего элемента (13) предусмотрены разъемные крепежные средства для обеспечения возможности, при необходимости, извлечения указанного по меньшей мере одного направляющего элемента (13) из шахты (4) печи и его повторной установки в ней.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что, при рассмотрении в направлении (12) подачи, указанный по меньшей мере один направляющий элемент (13) проходит самое большее до конца первой половины пути (7) подачи.

3. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что указанный по меньшей мере один направляющий элемент (13) проходит по меньшей мере вдоль четверти пути (7) подачи.

4. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что, при рассмотрении вдоль направления (12) подачи, зазор (15), по меньшей мере на участках, проходит вокруг радиального центра (16) шахты (4) печи по всему периметру.

5. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что зазор (15) имеет ширину (17) зазора, изменяющуюся в направлении (12) подачи по меньшей мере на 50%.

6. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что зазор (15) имеет ширину (17) зазора, изменяющуюся в окружном направлении (18) вокруг радиального центра (16) шахты (4) печи самое большее на 35%.

7. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что по меньшей мере вдоль участка пути (7) подачи шахта (4) печи поперечно к направлению (12) подачи имеет, по меньшей мере на участках, круглое поперечное сечение, ограниченное внутренней стенкой (14), и/или что по меньшей мере вдоль участка пути (7) подачи шахта (4) печи поперечно к направлению (12) подачи имеет, по меньшей мере на участках, многоугольное поперечное сечение, ограниченное внутренней стенкой (14).

8. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что внутренняя стенка (14) образована посредством по меньшей мере одного ограничителя, а указанный по меньшей мере один направляющий элемент (13) изготовлен от того же материала, что и указанный по меньшей мере один ограничитель.

9. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что указанное по меньшей мере одно средство (11) подачи выполнено с возможностью всасывания в шахту (4) печи невспученного материала (1) вместе с некоторым количеством воздуха на нижнем конце (6) шахты (4) печи в направлении верхнего конца (5) шахты (4) печи таким образом, что указанное количество воздуха образует текущий снизу вверх воздушный поток, посредством которого материал (1) перемещается снизу вверх вдоль пути (7) подачи для его вспучивания в верхней половине пути (7) подачи.

10. Устройство по одному из пп.1, 2, отличающееся тем, что указанное по меньшей мере одно средство (10) подачи выполнено с возможностью загрузки в шахту (4) печи невспученного материала (1) на верхнем конце (5) шахты (4) печи в направлении нижнего конца (6) шахты (4) печи таким образом, что материал (1) по меньшей мере посредством силы тяжести перемещается сверху вниз вдоль пути (7) подачи для его вспучивания в нижней половине пути (7) подачи.

