



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006131433/22, 31.08.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.08.2006

(45) Опубликовано: 27.05.2007

Адрес для переписки:

429950, Чувашская Республика, г.
Новочебоксарск, ул. Промышленная, 4,
ООО "Нерудные строительные материалы",
Ю.Я. Гайтанову

(72) Автор(ы):

Любченко Леонид Петрович (RU),
Гайтанов Юрий Яковлевич (RU),
Козлов Юрий Анатольевич (RU),
Клементьев Евгений Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной
ответственностью "Нерудные строительные
материалы" (RU)

(54) ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЧИСТКИ И ДИНАМИЧЕСКОГО ВОЗДУШНО-СУХОГО ОБОГАЩЕНИЯ ЗЕРНИСТОГО СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА

Формула полезной модели

1. Технологический комплекс для очистки и динамического воздушно-сухого обогащения зернистых сыпучих материалов, который включает последовательно связанные между собой узел загрузки, схему сушки, установку очистки и динамического воздушно-сухого обогащения, схему классификации и охлаждения, емкость-хранилище готового продукта, схему сбора некондиционного материала и аспирационную систему, отличающийся тем, что схема сушки включает горизонтально установленную барабанную сушилку, с барабаном, установленным с уклоном 2-8° в направлении движения сыпучего материала и с жестко закрепленным на конце барабана круговым ситом, под которым установлена распределительная емкость для сбора сыпучего материала, выходящего из сушилки через сито, установка очистки и динамического воздушно-сухого обогащения включает хотя бы один транспортный модуль, который содержит ориентированные в горизонтальном, вертикальном и наклонном направлении прямые участки пневмопровода, соединенные между собой через Т-образные патрубки и сегментные отводы, причем начальный участок пневмопровода является горизонтальным и на входе соединен с одной из камер двух- или трехкамерного пневмонасоса, каждая камера которого соединена с распределительной емкостью, а выход горизонтального участка пневмопровода соединен с вертикальным участком через Т-образный патрубок с заглушенным горизонтальным выходным каналом, остальные участки пневмопровода соединены между собой через сегментные отводы, каждый из которых представляет собой конструкцию, состоящую из четырех звеньев в виде полых цилиндров, последовательно соединенных между собой посредством фланцевого соединения, причем одно из оснований первых трех цилиндров скошено под углом

18°, а одно из оснований четвертого цилиндра скошено под углом 36°, первое звено соединено прямым основанием с каналом пневмопровода, а скошенным основанием с прямым основанием второго звена, второе звено соединено скошенным основанием с прямым основанием третьего звена, третье и четвертое звенья соединены между собой скошенными основаниями таким образом, что образуют острый угол, а прямым основанием четвертое звено соединено с продолжением пневмопровода, диаметр каждого цилиндра относится к длине наибольшей стороны, как 0,6:1, а сечение каждого последующего звена больше предыдущего в 1,1 раза, причем внутренний диаметр канала пневмопровода относится к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев сегментного отвода, как 1:2-2,15, а к внутреннему диаметру фланцевого соединения, как 1:1,2-1,3, а к внутреннему диаметру каналов Т-образного патрубка, как 1:1,6.

2. Технологический комплекс по п.1, отличающийся тем, что схема классификации и охлаждения включает промежуточную емкость, емкость-пылеосадитель, выполняющую функцию демпфера и хотя бы один пневмокласификатор.

3. Технологический комплекс по п.2, отличающийся тем, что промежуточная емкость соединена с выходом конечного участка пневмопровода через размещенные внутри емкости и установленные в верхней части ее корпуса Т-образные патрубки с заглушенным горизонтальным выходом, и направленным вниз вертикальным выходным каналом, на стенках которого в последней трети его длины выполнены сквозные отверстия, расположенные равномерно по окружности в два ряда, а внутри установлен распылитель в виде шнека с обрешиненным неподвижным винтом.

4. Технологический комплекс по п.3, отличающийся тем, что нижние конические части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя через отсечную арматуру сообщены с атмосферой, а верхние части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя соединены между собой трубопроводом, сечение которого превышает сечение каналов пневмопровода транспортного модуля в 2-2,5 раза.

5. Технологический комплекс по п.4, отличающийся тем, что на крышке промежуточной емкости установлен отвод с обратным клапаном, предназначенным для ввода в емкость атмосферного воздуха, причем сечение отвода равно сечению каналов пневмопровода транспортного модуля.

6. Технологический комплекс по п.2, отличающийся тем, что нижняя коническая часть промежуточной емкости соединена наклонным под углом 35-40° к вертикали трубопроводом с верхней частью корпуса пневмокласификатора.

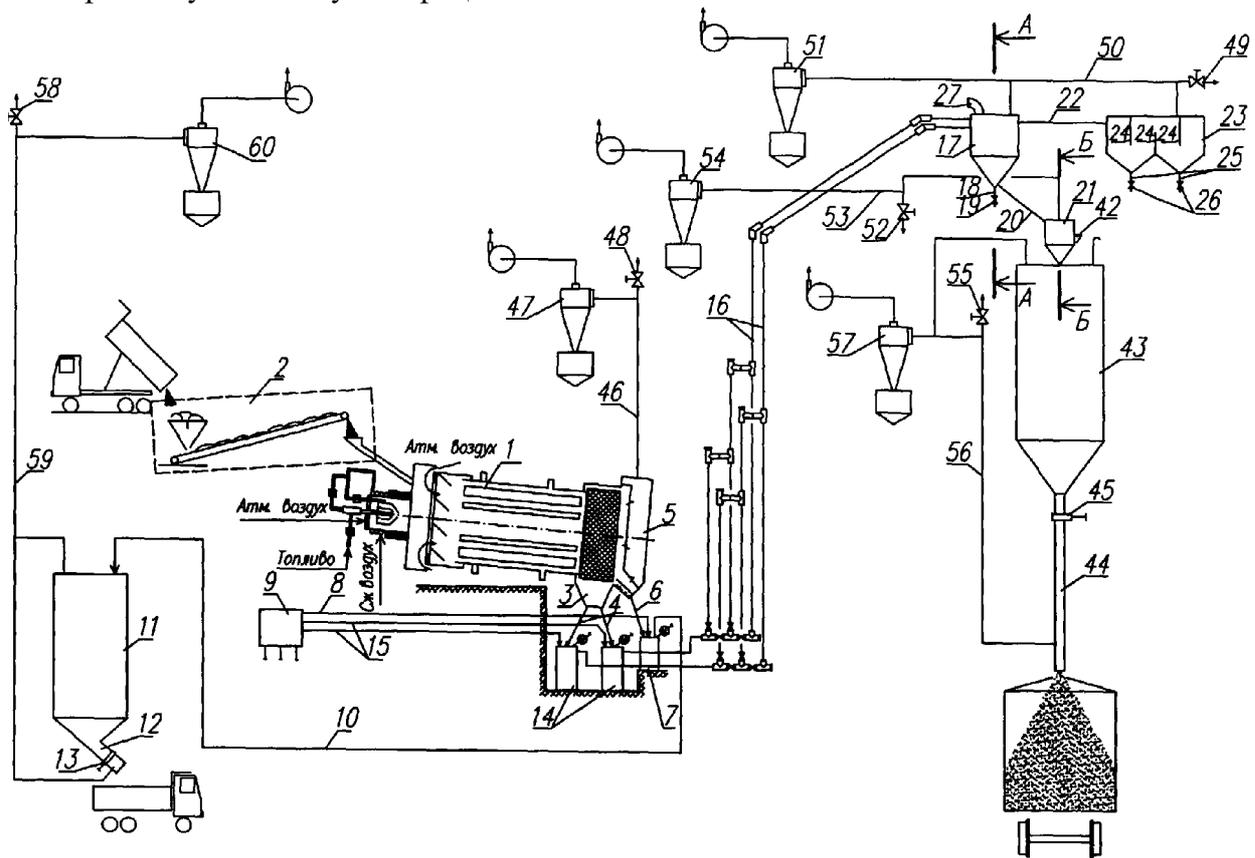
7. Технологический комплекс по п.6, отличающийся тем, что пневмокласификатор имеет цилиндрический корпус, причем в полости пневмокласификатора на крышке корпуса перед выходным отверстием наклонного трубопровода, установлена вертикальная пластина, а под ним установлена, как продолжение наклонного трубопровода, направляющая пластина, которые образуют между собой плоский зазор, под направляющей пластиной, на уровне половины высоты пневмокласификатора, установлена наклонная под углом 35-40° к горизонтали перфорированная пластина с диаметром отверстий 3-5 мм, занимающая половину сечения пневмокласификатора со стороны входного отверстия, под перфорированной пластиной размещен входной канал для подачи атмосферного воздуха пластиной выполнен входной канал для подачи атмосферного воздуха, а над нею выполнен выходной канал, для вывода воздуха из полости классификатора, причем сечения указанных каналов соотносятся с сечением цилиндрической части корпуса пневмокласификатора, как 1:1:9.

8. Технологический комплекс по п.1, отличающийся тем, что транспортный модуль дополнительно включает не менее чем два вспомогательных вертикальных

пневмопровода разной длины, каждый из которых соединен с начальным горизонтальным участком основного пневмопровода через дополнительные Т-образные патрубки с отсечной арматурой, установленной на горизонтальном и на направленном вверх вертикальном выходных каналах каждого патрубка, причем короткий пневмопровод соединен с длинным через установленный на его верхнем конце Т-образный патрубок с заглушенным в направлении движения потока материала выходом, и через угловой двухходовой переключатель потока, имеющий аналогичную Т-образному патрубку конструкцию, длинный пневмопровод в свою очередь соединен через Т-образный патрубок с заглушенным в направлении движения потока материала выходом, установленным на его верхнем конце, и через двухходовой переключатель потока соединен с вертикальным участком основного пневмопровода.

9. Технологический комплекс по п.1, отличающийся тем, что схема сбора некондиционного продукта включает наклонную нижнюю часть днища вытяжной камеры сушилки, соединенную вертикальным загрузочным каналом со входом камеры дополнительного пневмонасоса, выход которой соединен трубопроводом с емкостью-хранилищем некондиционного продукта.

10. Технологический комплекс по п.1, отличающийся тем, что каждый функциональный узел технологического комплекса имеет собственную изолированную систему аспирации.



Полезная модель относится к устройствам для механической очистки поверхности сыпучих зернистых материалов, в частности, природных кварцевых песков, и их обогащению, и может быть использовано в горной, химической, металлургической, горнорудной промышленности, в сельском хозяйстве, в производстве строительных материалов и других отраслях промышленности.

Кварцевые природные пески относятся к полезным ископаемым, являются природными химическими соединениями, минералогический состав которых определяет область их применения. Основным веществом, образующим зерновую часть песка, является кварц в виде кремнезема (оксид кремния), который составляет до 99% от общей массы каждой частицы, а остальную часть составляют наносные «вековые пленки», содержащие окислы и гидраты окислов железа, сульфаты, карбонаты натрия, калия, магния и другие неорганические вещества. Причем кремнезем составляет 90-97% от общей массы песка, а остальную часть песчаной массы составляют сопутствующие минералы: алюмосиликаты, слюды, полевые шпаты и другие минералы, а также илистые включения и др. минеральные продукты.

Одной из основных областей применения природных кварцевых песков является их использование в качестве формовочного материала при изготовлении литейных форм и стержней. При этом основными критериями первичной подготовки формовочных песков к эксплуатации являются:

- содержание кварца в каждой частице в пределах 99- 99,5%;
- содержание кварца в общей массе песка в пределах 97-98,5%;
- содержание окислов и гидратов окислов железа в частицах не более 0,3-0,5%;
- содержание сульфатов, карбонатов и других щелочных составляющих в частицах не более 0,3-0,4%;
- содержание глинистых включений в массе песка не более 0,2%;
- влажность массы песка не более 0,2
- содержание сопутствующих минералов в массе песка не более 0,3-0,6%.

Поэтому перед использованием песка в качестве формовочного материала его предварительно промывают, сушат и обогащают.

Известно устройство для очистки песков от вредных примесей, содержащее корпус, вал с приводом, расположенные под углом к валу и друг к другу овальные диски с отверстиями, где для увеличения частоты контакта зерен материала друг с другом и с дисками, вал и диски выполнены пустотелыми, причем диски установлены относительно вала с наклоном, в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно большой и малой осей овала (SU №1166819, В 03 В 1/00, опубл. 15.07.1985).

Недостатком известного устройства является то, что очистка песка от вредных примесей осуществляется малоактивно по всему объему песчаной массы и в связи с этим не обеспечивается необходимое качество.

Известно устройство, содержащее емкость, снабженную впуском и выпуском для насыпного материала и оснащенную для образования псевдооживленного слоя перфорированным днищем и газопроницаемым основанием, выше которого расположено, по меньшей мере, одно сопло, соединенное с источником сжатого воздуха, а для псевдооживления материала сжатый воздух подается в емкость ниже сопла по трубопроводу (RU №2044576, В 07 В 9/00, опубл. 27.09.95).

Недостатком устройства является низкая производительность, низкое качество очистки и обогащения сыпучего материала.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство, представляющее собой

технологический комплекс для воздушно-сухого обогащения сыпучих материалов, который содержит последовательно связанные между собой узел загрузки, вибросушилку и узел динамического воздушно-сухого обогащения, включающий разгонную трубу с вентилятором высокого давления, соединенную на выходе с разделительной камерой, снабженной отбойным щитом с вибровозбудителем, вертикальный виброклассификатор с каскадом установленных друг под другом наклонных сит с патрубками вывода крупных фракций и аэроклассификатор мелких фракций, установка также содержит бункеры накопителя фракций и транспортные линии выгрузки фракций из бункеров накопителей и возврата фракций в узел загрузки, а также механизм перепуска потоков с соответствующих транспортных линий подачи готовых продуктов в линию возврата фракций и аспирационную систему, связанную с разделительной и горизонтальной камерами и под ситовыми пространствами виброклассификаторов (SU №1752451, В 07 В 4/00, опубл.07.08.92).

Данное устройство обеспечивает возможность оперативной независимой пересортировки каждой фракции для повышения качества обогащения.

К недостаткам известного устройства можно отнести сложность конструкции, энергоемкость и не высокое качество очистки, из-за ударно-вибрационного воздействия на материал при соударении с отбойным металлическим щитом в разделительной камере виброклассификатора, что является источником появления вредных примесей в товарном материале в виде металлического порошка, как результат соударения, например, кварцевого песка (абразива) об отбойный металлический щит, причем металлический порошок, по плотности как вещество более чем в два раза больше чем плотность кварца и вывести его как пылевые частицы практически невозможно.

Задачей заявляемого технического решения является повышение качества целевого продукта за счет повышения степени очистки и обогащения, а также снижение энергоемкости процесса и упрощение технологического процесса и конструкции установки.

Указанная задача реализуется с помощью технологического комплекса, который включает последовательно связанные между собой узел загрузки, схему сушки, установку очистки и динамического воздушно-сухого обогащения, схему классификации и охлаждения, емкость-хранилище готового продукта, схему сбора некондиционного материала и аспирационную систему, в котором согласно изобретению схема сушки включает горизонтально установленную барабанную сушилку, с барабаном, установленным с уклоном 2-8° в направлении движения сыпучего материала и с жестко закрепленным на конце барабана круговым ситом, под которым установлена распределительная емкость для сбора сыпучего материала, выходящего из сушилки, установка динамического воздушно-сухого обогащения и очистки сыпучего материала включает хотя бы один транспортный модуль, который содержит ориентированные в горизонтальном, вертикальном и наклонном направлении прямые участки пневмопровода, соединенные между собой через Т-образные патрубки и сегментные отводы, причем начальный участок пневмопровода является горизонтальным и на входе соединен с одной из камер двух- или трехкамерного пневмонасоса, каждая камера которого соединена с распределительной емкостью, а выход горизонтального участка пневмопровода соединен с вертикальным участком пневмопровода через Т-образный патрубок с заглушенным горизонтальным выходным каналом, а остальные участки пневмопровода соединены между собой через сегментные отводы, каждый из которых

представляет собой конструкцию состоящую из четырех звеньев в виде полых цилиндров, последовательно соединенных между собой посредством фланцевого соединения, причем одно из

5 оснований первых трех цилиндров скошено под углом 18° , а одно из оснований четвертого цилиндра скошено под углом 36° , первое звено соединено прямым основанием с каналом пневмопровода, а скошенным основанием с прямым основанием второго звена, второе звено соединено скошенным основанием с прямым основанием третьего звена, третье и четвертое звенья соединены между собой
10 скошенными основаниями таким образом, что образуют острый угол, а прямым основанием четвертое звено соединено с продолжением пневмопровода, диаметр каждого цилиндра относится к длине наибольшей стороны, как 0,6:1, а сечение каждого последующего звена больше предыдущего в 1,1 раза, причем диаметр внутреннего канала пневмопровода относится к внутреннему диаметру входного и
15 выходного звеньев сегментного отвода, как 1:2-2,15, к внутреннему диаметру фланцевого соединения, как 1:1,2-1,3, а к внутреннему диаметру каналов Т-образного патрубка, как 1:1,6.

Транспортный модуль дополнительно включает не менее чем два вспомогательных
20 вертикальных пневмопровода разной длины, каждый из которых соединен с начальным горизонтальным участком основного пневмопровода через дополнительные Т-образные патрубки с отсечной арматурой, установленной на горизонтальном и на направленном вверх вертикальном выходных каналах патрубка, причем короткий пневмопровод соединен с длинным через установленный на его
25 верхнем конце Т-образный патрубок с заглушенным в направлении движения потока материала выходом, и через угловой двухходовой переключатель потока, а длинный пневмопровод в свою очередь соединен через Т-образный патрубок с заглушенным в направлении движения потока материала выходом, установленным на верхнем конце
30 пневмопровода, и через двухходовой переключатель потока соединен с вертикальным участком основного пневмопровода.

Схема классификации и охлаждения включает промежуточную емкость, емкость - пылеосадитель, выполняющую функцию демпфера и хотя бы один
35 пневмокласификатор, промежуточная емкость соединена с выходом конечного участка каждого пневмопровода через размещенный внутри емкости Т-образный патрубок с заглушенным горизонтальным выходом и направленным вниз вертикальным выходным каналом, на стенках которого в последней трети его длины выполнены сквозные отверстия, расположенные равномерно по окружности в два
40 ряда, а внутри установлен распылитель в виде шнека с обрезиненным неподвижным винтом; на крышке промежуточной емкости установлен отвод с обратным клапаном, предназначенным для ввода в емкость атмосферного воздуха, причем сечение отвода равно сечению каналов пневмопровода,

нижние конические части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя через
45 отсечную арматуру сообщены с атмосферой, а верхние части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя соединены между собой трубопроводом, сечение которого превышает сечение каналов пневмопровода в 2-2,5 раза; нижняя коническая часть промежуточной емкости соединена наклонным под углом $35-40^\circ$ к вертикали
50 трубопроводом с верхней частью корпуса пневмокласификатора, пневмокласификатор имеет цилиндрикоконический корпус с коническим выходом, соединенным с емкостью-хранилищем, в полости пневмокласификатора на крышке корпуса перед выходным отверстием наклонного трубопровода, установлена

вертикальная пластина, а под ним установлена, как продолжение наклонного трубопровода, направляющая пластина, которые образуют между собой плоский зазор, под направляющей пластиной, на уровне половины высоты пневмокласификатора, установлена наклонная под углом 35-40° к горизонтали перфорированная пластина с диаметром отверстий 3-5 мм, занимающая половину сечения пневмокласификатора со стороны входного отверстия, под перфорированной пластиной выполнен входной канал для подачи атмосферного воздуха, а над ней выполнен выходной канал, для вывода воздуха из полости классификатора, причем сечения указанных каналов соотносятся с сечением цилиндрической части корпуса пневмокласификатора, как 1:1:9;

Схема сбора некондиционного продукта включает наклонную нижнюю часть днища вытяжной камеры сушилки, соединенную вертикальным загрузочным каналом со входом камеры пневмонасоса, выход которой трубопроводом соединен с емкостью-хранилищем некондиционного продукта.

Каждый функциональный узел технологического комплекса имеет собственную изолированную систему аспирации.

На фиг.1 представлена общая схема технологического комплекса.

На фиг.2 - схема пневмопровода установки динамического воздушно сухого обогащения.

На фиг.3 - промежуточная емкость, вид А-А.

На фиг.4 - промежуточная емкость, вид Г-Г.

На фиг.5 - распылитель, установленный в промежуточной емкости.

На фиг.6 - пневмокласификатор вид Б-Б.

На фиг.7 - пневмокласификатор, вид В-В.

На фиг.8 - сегментный отвод.

На фиг.9 - Т-образный патрубок.

Технологический комплекс содержит сушилку 1 с вращающимся барабаном, установленным наклонно в направлении движения сыпучего материала с углом наклона $2\div 8^\circ$ к горизонтали с жестко установленным на конце барабана круговым ситом, которая включает также топку с горелкой и трубопроводы для подачи топлива и сжатого воздуха (на схеме не показаны); узел 2 для подачи исходного материала в сушилку 1; распределительную емкость 3 с загрузочными каналами 4, вытяжную камеру 5, соединенную трубопроводом 6 с камерой пневмонасоса 7, снабженного линией подачи сжатого воздуха 8 с пультом управления подачей сжатого воздуха 9 и трубопровод 10, соединяющий пневмонасос 7 с емкостью 11 для сбора и хранения некондиционного материала, имеющей разгрузочный патрубок 12 с отсечной заслонкой 13; установку очистки воздушно-сухого обогащения, включающую, хотя бы один транспортный модуль 16 (на фиг.1 изображено два транспортных модуля) и хотя бы один двух- или трехкамерный пневмонасос 14 (на фиг.1 изображен один двухкамерный пневмонасос), который снабжен линиями подвода сжатого воздуха 15, от пульты 9, а каждая камера пневмонасоса соединена трубопроводами 4 с емкостью 3 и с горизонтальным пневмопроводом, который является начальным участком транспортного модуля 16, выход которого соединен с промежуточной емкостью 17 цилиндрической формы, нижняя коническая часть которой через патрубок 18 с отсечной арматурой 19 соединена с атмосферой, и наклонным под углом 35-40° к вертикали трубопроводом 20 соединена с пневмокласификатором 21. Верхняя цилиндрическая часть емкости 17 трубопроводом 22 соединена с емкостью - пылеосадителем 23, которая выполняет функцию демпфера и состоит из двух

цилиндроконических камер сообщенных между собой цилиндрической частью, которые снабженных перегородками 24, а конические части камер, предназначенные для сбора пыли, через патрубки 25 с отсечной арматурой 26 содинены с атмосферой. На крышке емкости 17 расположен отвод 27 с обратным клапаном 28 (см. фиг.3),
5 предназначенным только для подачи атмосферного воздуха в емкость, а внутри емкости 17 в верхней части стенки корпуса жестко установлены Т-образные патрубки 29 с заглушенным горизонтальным выходом и направленным вниз вертикальным выходным каналом (см. фиг.5), на стенках которого в последней трети
10 его длины выполнены сквозные отверстия, расположенные равномерно по окружности в два ряда, а внутри, установлены распылители 30 в виде шнека с обрезиненным неподвижным винтом, количество Т-образных патрубков 29 соответствует количеству транспортных модулей, причем вход каждого Т-образного патрубка соединен с выходом транспортного модуля 16. Транспортный
15 модуль 16 (см. фиг.2) включает пневмопровод, который содержит ориентированные в горизонтальном, вертикальном и наклонном направлении прямые участки, соединенные между собой через Т-образные патрубки и сегментные отводы, причем начальный участок пневмопровода является горизонтальным и его вход соединен с
20 одной из камер пневмонасоса 14, а на выходе установлен Т-образный патрубок 31 с заглушенным горизонтальным выходом, кроме того, на горизонтальном пневмопроводе дополнительно установлены два проходных Т-образных патрубков 31 с отсечными заслонками 32, вертикальный выход Т-образного патрубка 31 с заглушенным горизонтальным выходом соединен с вертикальным участком
25 основного пневмопровода, состоящего из последовательно соединенных - вертикального, наклонного и горизонтального участков, между которыми установлены сегментные отводы 33, содержащие каждый четыре звена «а», «б», «в» и «г» в виде полых цилиндров, причем звенья «а», «б», «в» однотипные и каждое имеет
30 нижнее прямое основание и верхнее, скошенное под углом $18\pm 1^\circ$, где $\pm 1^\circ$ - допустимое отклонение в соответствии с допусками и посадками на гладкие цилиндрические сопряжения (В.Д.Мягков «Краткий справочник конструктора», Машиздат. М: 1963, стр.30-63), соотношение диаметра звена к наибольшей его стороне 0,6:1, а звено «г» имеет верхнее прямое основание и нижнее, скошенное под углом $36\pm 1^\circ$, соотношение
35 диаметра звена к наибольшей стороне 0,6:1. Звенья сегментного отвода 33 соединены между собой посредством фланцевых соединений, причем площадь сечения звена «б» больше площади сечения звена «а», но меньше площади сечения «в» в 1,1 раза, а звенья «в» и «г» соединены друг с другом скошенными основаниями, таким образом, что образуют острый угол ($54\pm 1^\circ$), отношение внутреннего диаметра каналов
40 пневмопровода к внутреннему диаметру входного («а») и выходного («г») звеньев сегментного отвода 33 составляет 1:2-2,15, а к внутреннему диаметру фланцевого соединения 1:1,2-1,3; транспортный модуль 16 включает также два вспомогательных вертикальных участка пневмопровода 34 и 35 разной длины, соединенные с
45 вертикальными выходами проходных Т-образных патрубков 31 через отсечные заслонки 37, причем короткий пневмопровод соединен с длинным пневмопроводом через Т-образный патрубок 36 с заглушенным вертикальным выходом, установленным на верхнем конце пневмопровода и через угловой двухходовой переключатель потока 38, который имеет конструкцию, аналогичную Т-образному
50 патрубку и в технологическом процессе выполняет аналогичную функцию, а длинный пневмопровод в свою очередь также через аналогичный Т-образный патрубок 36 и через угловой

двухходовой переключатель потока 38 соединен с вертикальным участком основного пневмопровода транспортного модуля 16. Внутри пневмокласификатора 21 на некотором расстоянии от входа наклонного трубопровода 20 к крышке корпуса пневмокласификатора закреплена вертикальная пластина 39 и под входом

5 трубопровода 20, установлена направляющая пластина 40, как продолжение трубопровода 20, (т.е. угол наклона, соответствует углу наклона трубопровода 20), под пластиной 40 на уровне половины высоты корпуса пневмокласификатора 21 установлена наклонная под углом 35-40° к горизонтали перфорированная пластина 41

10 с диаметром отверстий 3-5 мм, под которой расположен входной канал 42 для подачи атмосферного воздуха. Пневмокласификатор 21 сообщен нижней конической частью с емкостью-хранилищем 43 товарного продукта, которая на выходе снабжена разгрузочным патрубком 44 с отсечной заслонкой 45. Все функциональные узлы технологического комплекса снабжены собственной изолированной системой

15 аспирации, а именно, вытяжная камера 5 по линии 46 соединена с блоком обеспыливания 47 и через регулируемую заслонку 48 с атмосферой, емкости 17 и 23 по линии 50 соединены с блоком обеспыливания 51 и через регулируемую заслонку 49 с атмосферой, пневмокласификатор 21 по линии 53 соединен с блоком

20 обеспыливания 54 и через регулируемую заслонку 52 с атмосферой, емкость-хранилище 43 и нижняя часть загрузочного патрубка 44 по линии 56 соединены с блоком обеспыливания 57 и через регулируемую заслонку 55 с атмосферой, а емкость- хранилище 11 для некондиционного материала и нижняя часть загрузочного патрубка 12 по линии 59 соединены с блоком обеспыливания 60 и через

25 регулируемую заслонку 58 с атмосферой.

В зависимости от производительности технологического комплекса установка для очистки и динамического воздушно-сухого обогащения зенистого сыпучего материала может включать несколько транспортных модулей 16 и двух-трехкамерных

30 пневмонасосов 14, которые работают параллельно. На фиг 1 и изображены два транспортных модуля 16 связанные с одним двухкамерным пневмонасосом 14.

Технологический комплекс работает следующим образом:

Исходный материал, например, кварцевый песок естественной влажности по наклонному конвейеру узла 2 непрерывно поступает в сушилку 1, где в загрузочной

35 камере нагревается до температуры 573-600°С для разрушения загрязняющей «вековой

пленки» на поверхности частиц и полного сгорания илистых включений, в процессе вращения барабана сушилки 1 материал перемешивается, высушивается до требуемой

40 остаточной влажности, охлаждается до температуры 110-145°С за счет подсоса атмосферного воздуха через отверстия, конструктивно предусмотренные на барабанах сушилки, и одновременно перемещается за счет наклона барабана к выходу сушилки, затем просеивается, через наклонное к выходу круговое полигональное сито в распределительную емкость 3, причем некондиционный материал: глинистые

45 агломераты, случайные частицы другого материала, частицы более крупного размера, чем заданные по технологическому процессу и т.п., за счет наклона сита, выходит его край, под действием силы тяжести попадает в нижнюю часть вытяжной камеры 5 и по трубопроводу 6 загружается в камеру пневмонасоса 7, где после ее заполнения до

50 заданного уровня, уровнемером камеры дается сигнал на пульт управления 9 для кратковременного закрытия трубопровода 6 и подачи сжатого воздуха по линии 8 в камеру пневмонасоса 7 для перемещения собранного некондиционного материала по трубопроводу 10 в емкость - хранилище 11. После полного опорожнения камеры

пневмонасоса 7, уравниватель камеры подает сигнал на пульт управления 9 о прекращении подачи сжатого воздуха и открытии трубопровода 6 для загрузки следующей порции некондиционного материала в камеру пневмонасоса 7. В это же время высушенный сыпучий материал из барабана сушилки через круговое сито 5 поступает в распределительную емкость 3 под действием силы тяжести по одному из трубопроводов 4 перемещается в одну из камер пневмонасоса 14 и после заполнения камеры до заданного уровня, уравнивателем камеры на пульт управления 9 подается сигнал на закрытие трубопровода 4 для загрузки в данную камеру с переключением 10 подачи материала по второму трубопроводу 4 в другую камеру пневмонасоса 14 с подачей по линии 15 сжатого воздуха в первую камеру пневмонасоса 14 для перемещения порции материала по начальному горизонтальному участку пневмопровода транспортного модуля 16 на следующую стадию технологического процесса.

15 При этом исходный материал, перед обработкой подвергают обязательному анализу на химический состав частиц сыпучего материала и химический состав массы сыпучего материала и по результатам анализа устанавливают параметры проведения технологического процесса.

20 При наличии небольшого процента вредных примесей высушенный материал пропускают из схемы сушки через установку очистки и динамического воздушно-сухого

обогащения в режиме I, с наименьшей скоростью движения потока материала, т.е. по начальному горизонтальному участку пневмопровода через вертикальный выход 25 первого Т-образного патрубка 31 с закрытой отсечной заслонкой 32, открытой отсечной заслонкой 37, по короткому дополнительному вертикальному пневмопроводу 35, через Т-образный патрубок 36, двухходовой переключатель потоков 38, верхнюю часть длинного дополнительного вертикального 30 пневмопровода 34, через следующий Т-образный патрубок 36, двухходовой переключатель потоков 38, верхнюю часть вертикального участка основного пневмопровода, первый сегментный отвод 33, наклонный участок основного пневмопровода, второй сегментный отвод 33, горизонтальный участок на вход емкости 17.

35 При наличии среднего процента вредных примесей, высушенный материал пропускают из схемы сушки через установку очистки динамического воздушно-сухого обогащения в режиме II со средней скоростью движения потока материала, т.е. по начальному горизонтальному участку пневмопровода через первый Т-образный патрубок 31 с 40 закрытой заслонкой 37 и открытой заслонкой 32 горизонтальную заслонку, т.к. вертикальный выход Т-образного патрубка закрыт, поток материала проходит во второй тройник 31 с отсечной заслонкой 32 и направляется через вертикальный выход второго Т-образного патрубка с открытой заслонкой 37 в длинный дополнительный вертикальный пневмопровод 34, затем через Т-образный патрубок 36 с заглушенным 45 вертикальным выходом, двухходовой переключатель потоков 38, верхнюю часть вертикального участка основного пневмопровода, через первый сегментный отвод 33, наклонный участок пневмопровода, второй сегментный отвод 33 горизонтальный участок пневмопровода на вход емкости 17.

50 При наличии большого количества вредных примесей, материал пропускают из схемы сушки через установку очистки и динамического воздушно-сухого обогащения в режиме III с максимальной расчетной скоростью движения потока материала, т.е. по начальному горизонтальному участку пневмопровода через оба Т-образный

патрубка 31 с закрытыми вертикальными отсечными заслонками 37 и открытыми горизонтальными отсечными заслонками 32, через вертикальный выход Т-образного патрубка 31 с постоянно заглушенным горизонтальным выходом, вертикальный участок основного пневмопровода, далее через первый сегментный отвод 33, наклонный участок пневмопровода, второй сегментный отвод 33, горизонтальный участок пневмопровода на вход емкости 17.

Затем поток материала поступает в емкость 17, через Т-образный патрубок 29 горизонтальный выход которого всегда заглушен, а в вертикальном выходном канале, направленном вниз установлен распылитель 30 и в стенках канала выполнены сквозные отверстия.

Т-образные патрубки 31, 36 и двухходовой переключатель потока 38, имеющий аналогичную Т-образному патрубку 31 конструкцию, работают одинаково, хотя патрубки 36 выполнены с постоянной заглушкой на одном из выходных каналов, а патрубки 31 проходные, но при закрытых горизонтальных отсечных заслонках 32 установленных за патрубками по ходу движения материала, являются полными аналогами патрубков 36.

В сегментных отводах, Т-образных патрубках и в двухходовых переключателях потока происходит оттирка и отшелушивание поверхности частиц за счет их трения друг о друга в турбулентном потоке и о стенки песчаных каналов, которые образуются внутри Т-образных патрубков и звеньев сегментного отвода за счет изменения направления движения частиц и расширения диаметра потока на границе соединения пневмопровода и звеньев сегментного отвода (через фланцевое соединение) или Т-образного патрубка.

При этом в сегментных отводах процесс происходит следующим образом: первоначально происходит заполнение сыпучей массой объема звена, затем под давлением сжатого воздуха сыпучая масса двигаясь по пути наименьшего сопротивления, направляется вверх через фланцевое соединение в следующее звено, образуя дополнительный канал, с меньшим сечением, чем сечение канала звена, состоящий из неподвижной прослойки сыпучего материала между стенкой звена и образовавшимся потоком сыпучего материала, где в результате сжатия потока и трения частиц друг о друга идет постоянная смена пристеночного слоя потока и слоя неподвижной прослойки сыпучего материала с оттиркой и отшелушиванием поверхностной пленки с частиц сыпучего материала и с интенсивным истиранием более мягких минералов.

Аналогично происходит процесс и в Т-образных патрубках, при заданном соотношении сечений выходных каналов Т-образных патрубков и сечений каналов пневмопровода равном 1,6:1 в процессе транспортирования сыпучего материала по транспортному модулю, вначале заполняется горизонтальное пространство Т-образного патрубка до заглушки, а затем под давлением сжатого воздуха сыпучая масса направляется вверх по каналу патрубка, образуя канал с меньшим сечением, чем сечение канала Т-образного патрубка с дополнительной неподвижной прослойкой сыпучего

материала между стенкой Т-образного патрубка и образовавшимся потоком из сыпучего материала, где в результате сжатия потока и трения частиц друг о друга происходит оттирка поверхностной пленки с частиц сыпучего материала и истирание более мягких минералов.

Сыпучий материал, прошедший по транспортному модулю 16, включающий очищенные от поверхностной пленки частицы и всю массу, образованную в процессе

очистки и обогащения, состоящую из мелкодисперсной пыли и обломков минералов, размером менее 100 мкм, направляется в промежуточную емкость 17, из которой по трубопроводу 22 выводится основная часть более крупной пыли в емкость 23, которая по конструкции выполняет функцию демпфера, т.е. предназначена для сглаживания резких пневматических толчков в схеме охлаждения и обеспыливания, а также для осаждения средней и крупной фракций пыли, а мелкая фракция пыли по линии 50 собирается блоком обеспыливания 51. После окончания транспортировки порции сыпучего материала в емкость 17, прекращается подача сжатого воздуха, за счет работы вентилятора блока обеспыливания 51 открывается клапан 28 и через отвод 27 в емкость 17 начинает поступать атмосферный воздух для охлаждения сыпучего материала, который по действием силы тяжести по наклонному трубопроводу 20 перемещается в пневмокласификатор 21, где за счет вертикальной 39 и наклонной 40 пластин поток материала распределяется по их ширине и через зазор между ними ссыпается на наклонную перфорированную пластину 41, скатывается по ней и одновременно просеивается через отверстия, разделяясь на мелкие несвязанные струйки, которые охлаждаются и одновременно классифицируются по заданному нижнему пределу (обеспыливаются) потоком атмосферного воздуха, поступающего через входной канал 42 за счет работы вентилятора блока обеспыливания 54, создающего поток воздуха внутри пневмокласификатора 21, скорость которого регулируется заслонкой 52 и устанавливается равной половине скорости витания наибольшей частицы обогащаемой фракции. После охлаждения и классификации очищенный и обогащенный сыпучий материал через выходной патрубок в конической части классификатора 21 поступает на хранение и отпуск потребителям в емкость-хранилище 43, которая постоянно находится в режиме обеспыливания по линии 56 и блоком обеспыливания 57 с регулированием скорости потока заслонкой 55. Первая стадия обеспыливания осуществляется перед транспортировкой сыпучей массы через транспортный модуль 16 из вытяжной камеры 5 по линии 46 блоком обеспыливания 47, где скорость потока регулируется заслонкой 48. Работа блока обеспыливания 60 осуществляется как в режиме загрузки емкости, так и в режиме опорожнения емкости, где скорость потока регулируется заслонкой 58.

Угол наклона барабана в пределах от 2-8° определен расчетным путем и является одним из условий для регулирования времени пребывания сыпучего материала в сушилке с учетом технических характеристик сушилки для обеспечения влажности сыпучего материала, выходящего из сушилки не более 0,2% и зависит от следующих характеристик:

- числа оборотов барабана, указанных в паспортных данных барабанных сушилок, например, у барабанных сушилок, выпускаемых Уралхиммашем и заводом «Прогресс» г.Бердичев этот показатель находится в пределах от 5,0 до 9 об/мин (П.Д.Лебедев и др. «Теплоизолирующие установки промышленных предприятий» Курсовое проектирование. Издательство «Энергия», М; 1970 г, стр.100-103);

- величины напряжения барабана по влаге (максимально возможное количество испарения влаги из обрабатываемого материала за 1 час на 1 м³ объема барабана в зависимости от величины начальной и заданной конечной влажности), например, для кварцевого песка величина напряжения барабана сушилки составляет в среднем, 80-88 кг/м ч (см. там же стр.103, табл.5-3, стр.14), а в определенных условиях может достигать 100-120 кг/м³ (А.Г.Касаткин «Основные процессы и аппараты химической технологии» Издательство «Химия», М; 1971 г, стр.656);

- степени заполнения барабана материалом, причем в зависимости от технических

характеристик барабана его заполнение сыпучим материалом может достигать до 20% его объема;

- влажности исходного сыпучего материала, которая определяется перед загрузкой материала в сушилку, например, естественная влажность, кварцевого песка колеблется в пределах от 3,5% в жаркое сухое летнее время и до 6,5% в дождливое и холодное сырое время года;

В качестве примера, подтверждающего возможность получения готового материала (например, кварцевого песка) с конечной влажностью не более 0,2% при значениях угла наклона барабана в интервале 2-8° использована барабанная сушилка длиной $L=6,0$ м и имеющая рабочий объем $4,7$ м³.

При условии, что величина напряжения по влаге для кварцевого песка равна 80 кг/м³ч, суммарное напряжение в объеме барабана составит:

$W=80 \times 4,7=376$ кг/ч, - количество влаги, удаляемое при сушке сыпучего материала из барабана в течение часа.

При условии заполнения барабана материалом 20%, объем загруженного песка составит: $4,7$ м³ $\times 0,2=0,94$ м³

тогда, вес загруженного песка составит:

$$0,94 \text{ м}^3 \times \rho_{\text{нас}} = 0,94 \text{ м}^3 \times 1565 \text{ кг/м}^3 = 1471,1 \text{ кг},$$

где $\rho_{\text{нас}}$ - насыпная плотность кварцевого песка, которая составляет 1565 кг/м³.

Определяем максимальную производительность сушки кварцевого песка в барабанной сушилке по испаренной влаге за 1 час используя основное уравнение материального баланса сушки:

$$W = G_2 \frac{w_{\text{н}} - w_{\text{к}}}{100 - w_{\text{н}}} \quad (1) \quad \text{где,}$$

W - количество влаги, удаляемое из материала (376 кг/час);

$w_{\text{н}}$ - начальная влажность исходного сыпучего материала (взята из диапазона естественной влажности 3,5%, 4,5% и 6,5%);

$w_{\text{к}}$ - конечная влажность высушенного материала (0,2%).

(К.Ф.Павлов и др. «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии» «Госхимиздат, Л; 1961 г., стр.272).

Рассчитываем количество высушиваемого материала (G_2) по заданному количеству удаляемой влаги W (376 кг/ч) в зависимости от величины начальной и конечной влажности материала по уравнению, выведенному из уравнения (1).

$$G_2 = W \frac{100 - w_{\text{н}}}{w_{\text{н}} - w_{\text{к}}} \quad (2)$$

Для $w_{\text{н}}=6,5\%$

$$G_2 = 376 \frac{100 - 6,5}{6,5 - 0,2} = 5580,3 \text{ кг / ч}$$

Аналогично определяем количество высушенного материала при значениях начальной влажности 4,5% и 3,5%:

при $w_{\text{н}}=4,5\%$ $G_2=8350,7$ кг/ч;

при $w_{\text{н}}=3,5\%$ $G_2=10995,1$ кг/ч

Далее проанализируем процесс сушки кварцевого песка в зависимости уклона барабана в интервале 2-8° и от скорости вращения барабана в интервале от 0,5 до 9,0 об/мин.

1. Расчетным путем установлено, что при угле наклона барабана 2° масса песка

объемом $0,94 \text{ м}^3$ за один оборот барабана переместится в направлении наклона барабана на расстояние $l=40 \text{ мм}$, а при угле наклона 8° на расстояние $l_1=160 \text{ мм}$.

2. При минимальной скорости вращения барабана $0,5 \text{ об/мин}$, 1 оборот совершается за $t=120 \text{ сек}$, тогда для перемещения всей массы материала объемом $V=0,94 \text{ м}^3$ на расстояние $L=6,0 \text{ м}$ при угле наклона барабана 2° необходимо количество оборотов, равное: $C_{об} = L:l = 6000:40 = 150 \text{ (об.)}$.

Откуда время t^1 для перемещения массы $V=0,94 \text{ м}^3$ по длине L равно:
 $t^1 = C_{об} \times t = 150 \times 120 = 18000 \text{ сек (5 час)}$

т.е. часовая производительность перемещения равна:

$0,94 \text{ м}^3$ или $1471,1 \text{ кг}$: $5 = 294,22 \text{ кг/час}$.

Аналогичным путем, рассчитываем часовую производительность сушилки в зависимости от максимальной скорости вращения барабана ($9,0 \text{ об/мин}$) при угле наклона 2° и от минимально и максимальной скорости вращения барабана ($0,5$ и $9,0 \text{ об/мин}$) при угле наклона 8° . Результаты представлены в таблице. 1

Таблица 1				
Угол наклона барабана	2°		8°	
Скорость вращения барабана, об/мин	0,5	9,0	0,5	9,0
Производительность сушилки кг/час	294,22	2648,8	1176,9	10591,9

Исходя из вышеописанного следует, что получить заданное количество конечного продукта в пределах от 5580 и до 11000 кг/час с учетом начальной влажности исходного сыпучего материала в интервале от $3,5$ до $6,5\%$ согласно основному уравнению материального баланса сушки (1) по заданному количеству удаляемой влаги возможно при регулируемом наклоне барабана сушилки в пределах $2-8^\circ$. Причем, чем выше исходная влажность материала, тем меньший требуется угол наклона барабана. При угле меньше 2° материал практически не будет продвигаться к выходу, при угле выше 8° материал будет выходить из сушилки недостаточно просушенным, что в дальнейшем отрицательно скажется на качестве готового продукта.

Выбранный интервал значений угла наклона трубопровода 20 и перфорированной пластины 41 обосновывается следующим. В связи с тем, что естественный угол откоса мелкодисперсного сыпучего материала крупностью от $0,1$ до 1 мм , например, кварцевого песка (угол, при котором сыпучий материал находится на наклонной плоскости в состоянии покоя, т.е. не сыпется) составляет, в зависимости от влажности, $29-33^\circ$, поэтому, чтобы обрабатываемый материал равномерно ссыпался по наклонному трубопроводу 20 из промежуточной емкости 17 в пневмокласификатор 21 и по пластине 41, установленной в пневмокласификаторе 21, величина наклона трубопровода 20 и пластины 41 должна быть не менее 35° . Увеличение же наклона более 40° не целесообразно, т.к. приведет к увеличению объема сыпучего материала, поступающего на обеспыливание и охлаждение в пневмокласификатор 21, что в свою очередь приведет к увеличению содержания пыли в целевом продукте и повышению температуры готового продукта на выходе из пневмокласификатора.

Наклонная перфорированная пластина 41 может быть выполнена с отверстиями различного диаметра в интервале от 3 до 5 мм ., которые необходимы для преобразования связанного потока сыпучего материала в несвязанный (распределения на отдельные струйки) для облегчения процесса обеспыливания и

дополнительного охлаждения обрабатываемого материала. При диаметре отверстий менее 3 мм большая часть материала будет проскакивать мимо отверстий, не распределяясь на отдельные струйки, и наоборот при диаметре отверстий более 5 мм получатся слишком объемные струйки, что в обоих случаях ухудшает процесс
5 обеспыливания и охлаждения и приводит к снижению качества целевого продукта.

Соотношение внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру фланцевого соединения в пределах 1:1,2-1,3 и к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев 1:2,-2,15 необходимо для гарантированного
10 формирования в полости звеньев сегментного отвода песчаных каналов, в которых происходит оттирка и отшелушивание поверхностного слоя на частицах обрабатываемого материала. Если отношение внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру фланцевого соединения будет менее 1,2, это
15 приведет истиранию материала фланца, а к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев сегментного отвода менее 2, это приведет к повышению сопротивления стенок звеньев и увеличению трения между частицами, что в конечном итоге приведет к увеличению содержания пылевидных частиц и замельчанию конечного продукта.

20 Превышение показателя отношения внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев более 2,15 приведет к прекращению процесса оттирки и отшелушивания поверхности частиц и соответственно и соответственно к снижению качества готового продукта.

25 Превышение показателя отношения внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру фланцевого соединения более 1,3 приведет к нарушению условия соотношения внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев 1:2,-2,15.

30 Увеличение сечения трубопровода, соединяющего верхние части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя по отношению к сечению пневмопровода не менее, чем в 2 раза необходимо для предотвращения попадания в данный трубопровод наряду с пылевидными частицами более крупных частиц (целевых фракций), увеличение же сечения трубопровода более чем 2,5 раза не имеет смысла.

35 Пример. Провели обогащение партии кварцевого песка фракции 0,3 по Гост 2138-92 весом 200 кг. на описанной выше установке со следующими техническими характеристиками: в сегментных отводах основания первых трех цилиндров скошены под углом 18°, основание четвертого цилиндра скошено под углом 36°, внутренний диаметр каналов пневмопровода относится к внутреннему диаметру входного и
40 выходного звеньев сегментного отвода как 1:2, а к внутреннему диаметру фланцевого соединения как 1:1,25. Трубопровод, соединяющий промежуточную емкость с пневмокласификатором и перорированная пластина в пневмокласификаторе имеют уклон 37° к горизонтали, перфорированная пластина имеет отверстия диаметром 3,5-4
45 мм. Сечение трубопровода, соединяющего промежуточную емкость с емкостью-пылеосадителем превышает сечение каналов пневмопровода в 2 раза.

Предварительно провели анализ на химический состав кварцевого песка, содержание влаги, рН водной вытяжки и наличие глинистых включений в массе песка каждой порции.

50 Использовали барабанную конвективную сушилку производительностью до 100 кг/час по сухому материалу, угол наклона барабана установили 6° с учетом исходной влажности материала - 3,8%.

Отобранную партию загрузили в барабанную сушилку в которую в подавали

топочные газы с температурой 1100-1300°C. За время пребывания в загрузочной камере сушилки кварцевый песок успевает нагреться до 600°C, затем перемещается во вращающийся барабан где равномерно перемешивается, высушивается до требуемой влажности (0,2%) и охлаждается до температуры на выходе 110-145°C за счет атмосферного воздуха, продуваемого через камеру барабана из отверстий в стенках загрузочной камеры вентилятором блока обеспыливания через вытяжную камеру сушилки.

Партию кварцевого песка после сушки повторно анализировали на химический состав частиц песка, химический состав массы песка, содержание влаги, глинистых включений, рН водной вытяжки. Высушенный материал, отситованный в процессе выхода из барабана сушилки раздели на три порции по 65-70 кг и каждую порцию поочередно пропустили через установку очистки и динамического воздушно-сухого обогащения по вариантам I, II и III, затем подавали на схему классификации и охлаждения с последующим складированием в емкость-хранилище готового продукта.

Процесс в каждом из вариантов I, II и III отличался скоростью воздуха на выходе из транспортного модуля 16, зависящей от приведенной длины (протяженности) пневмопровода, которая складывается из суммы фактических геометрических длин всех прямых участков пневмопровода транспортного модуля 16 и эквивалентных длин каналов Т-образных патрубков, переключателей потоков и сегментных отводов. Минимальная скорость потока воздуха по варианту I составляла 4,5-5,0 м/с, по варианту II - 10,0-11,0 м/с и не более 16,0-18,0 м/с по варианту III

Т.к. разница перемещения материала по вариантам I, II и III заключается в различии расчетного сопротивления движению аэросмеси по транспортному модулю, где при скорости воздуха на выходе из транспортного модуля меньше 4,0-4,5 м/с поверхность частицы практически не очищается и истирание более мягких сопутствующих минералов проходит в пределах менее 1% от общей массы материала. При скорости воздуха на выходе транспортной линии больше 18,0 м/с интенсивному истиранию подвергаются не только сопутствующие минералы, но и основной минерал - кварц, при этом фракция измельчается и выходит за пределы заданного гранулометрического ряда формовочных песков. Результаты проведенного опыта представлены в таблице 2.

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что предлагаемый технологический комплекс для очистки и воздушно-сухого обогащения позволяет повысить качество получаемого продукта, например, формовочного песка, за счет увеличения содержания оксида кремния до 99 мас.%.

Таблица 2

песок кварцевый формовочный фракция 0,3									
Исходный материал Химический состав, %		Высушенный материал Химический состав, %		вариант I Химический состав, %		Обогащенный материал вариант II Химический состав, %		Вариант III Химический состав, %	
SiO ₂	97,19	SiO ₂	97,6	SiO ₂	98,3	SiO ₂	98,38	SiO ₂	98,56
Fe ₂ O ₃	0,6	Fe ₂ O ₃	0,6	Fe ₂ O ₃	0,4	Fe ₂ O ₃	0,37	Fe ₂ O ₃	0,35
CaO	0,4	CaO	0,4	CaO	0,35	CaO	0,34	CaO	0,32
MgO	0,56	MgO	0,55	MgO	0,41	MgO	0,32	MgO	0,24
K ₂ O+Na ₂ O	0,45	K ₂ O+Na ₂ O	0,44	K ₂ O+Na ₂ O	0,37	K ₂ O+Na ₂ O	0,29	K ₂ O+Na ₂ O	0,26
S ²⁻		S ²⁻		S ²⁻		S ²⁻		S ²⁻	
ППП	0,3	ППП	0,21	ППП	0,16	ППП	0,14	ппп	0,13

Содержание глинистой составляющей, %	0,5	Содержание глинистой составляющей, %	0,2	Содержание глинистой составляющей, %	0,16	Содержание глинистой составляющей, %	0,16	Содержание глинистой составляющей, %	0,14
Массовая доля влаги, %	3,8	Массовая доля влаги, %	0,12	Массовая доля влаги, %	0,11	Массовая доля влаги, %	0,1	Массовая доля влаги, %	0,1
рН водной вытяжки	7	рН водной вытяжки	7	рН водной вытяжки	7	рН водной вытяжки	7	рН водной вытяжки	7

(57) Реферат

Полезная модель предназначена для очистки и динамического воздушно сухого обогащения зернистых сыпучих материалов, например природных кварцевых песков.

Исходный материал естественной влажности, например, кварцевый песок, для отшелушивания поверхностной пленки на частицах и выжигания органических включений, кратковременно нагревают и затем охлаждают в барабанной сушилке 1 и с помощью пневмонасоса 14 подают в транспортный модуль 16, где подвергают оттирке и очистке за счет трения частиц друг о друга в турбулентном потоке и о стенки песчаных каналов, которые образуются за счет изменения направления движения частиц до 90° в, установленных на пневмопроводе транспортного модуля, 16 Т-образных патрубках 31 и 36, с закрытым в направлении движения песчаного потока выходом, в двухходовых переключателях потока 38, имеющих конструкцию, аналогичную Т-образным патрубкам, и в сегментных отводах 33, образованных из четырех звеньев в виде полых цилиндров, которые последовательно соединены между собой и с пневмопроводом посредством фланцевого соединения, причем одно из оснований первых трех илиндров скошено под углом 17-19°, а одно из оснований четвертого цилиндра скошено под углом 35-37°, диаметр каждого цилиндра относится к длине наибольшей стороны, как 0,6:1, первое звено соединено прямым основанием с каналом пневмопровода, а скошенным основанием с прямым основанием второго звена, второе звено соединено скошенным основанием с прямым основанием третьего звена, а третье и четвертое звенья соединены между собой скошенными основаниями таким образом, что образуют острый угол, четвертое звено прямым основанием соединено с продолжением пневмпровода, причем площадь сечения каждого последующего звена больше предыдущего в 1,1 раза, а диаметр внутреннего канала пневмопровода относится к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев сегментного отвода, как 1:2-2,15, а к внутреннему диаметру фланцевого соединения, как 1:1,2-1,3 и к внутреннему диаметру каналов Т-образного патрубка, как 1:1,6. Из транспортного модуля материал подают в промежуточную емкость 17 и пневмокласификатор 21 для классификации по заданному нижнему пределу и дополнительного охлаждения. Скорость движения песчаного потока по пневмопроводу поддерживают в пределах, обеспечивающих максимальное истирание частиц сопутствующих минералов, имеющих меньшую твердость, чем частицы основного материала, например кварца. Изобретение позволяет получить формовочный песок содержанием кварца в общей массе песка 99%.

1 с.п.ф. 9 з.п.ф. 9 рис.

Реферат

Полезная модель предназначена для очистки и динамического воздушно сухого обогащения зернистых сыпучих материалов, например природных кварцевых песков .

Исходный материал естественной влажности, например, кварцевый песок, для отшелушивания поверхностной пленки на частицах и выжигания органических включений, кратковременно нагревают и затем охлаждают в барабанной сушилке 1 и с помощью пневмонасоса 14 подают в транспортный модуль 16 , где подвергают оттирке и очистке за счет трения частиц друг о друга в турбулентном потоке и о стенки песчаных каналов, которые образуются за счет изменения направления движения частиц до 90° в, установленных на пневмопроводе транспортного модуля, 16 Т-образных патрубках 31 и 36 , с закрытым в направлении движения песчаного потока выходом, в двухходовых переключателях потока 38, имеющих конструкцию, аналогичную Т- образным патрубкам, и в сегментных отводах 33, образованных из четырех звеньев в виде полых цилиндров, которые последовательно соединены между собой и с пневмопроводом посредством фланцевого соединения, причем одно из оснований первых трех цилиндров скошено под углом $17-19^\circ$, а одно из оснований четвертого цилиндра скошено под углом $35-37^\circ$, диаметр каждого цилиндра относится к длине наибольшей стороны, как $0,6 : 1$, первое звено соединено прямым основанием с каналом пневмопровода, а скошенным основанием с прямым основанием второго звена, второе звено соединено скошенным основанием с прямым основанием третьего звена, а третье и четвертое звенья соединены между собой скошенными основаниями таким образом, что образуют острый угол, четвертое звено прямым основанием соединено с продолжением пневмопровода, причем площадь сечения каждого последующего звена больше предыдущего в 1,1 раза, а диаметр внутреннего канала пневмопровода относится к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев сегментного отвода, как $1 : 2-2,15$, а к внутреннему диаметру фланцевого соединения , как $1 : 1,2-1,3$ и к внутреннему диаметру каналов Т-образного патрубка, как $1 : 1,6$. Из транспортного модуля материал подают в промежуточную емкость 17 и пневмокласификатор 21 для классификации по заданному нижнему пределу и дополнительного охлаждения. Скорость движения песчаного потока по пневмопроводу поддерживают в пределах, обеспечивающих максимальное истирание частиц сопутствующих минералов, имеющих меньшую твердость, чем частицы основного материала, например кварца. Изобретение позволяет получить формовочный песок содержанием кварца в общей массе песка 99% .

1 с.п.ф. 9 з.п.ф. 9 рис.

2006131433

МПК В07В4/00,9/00// В22С5/00, 5/10

Технологический комплекс для очистки и динамического
воздушно-сухого обогащения зернистого сыпучего материала.

Полезная модель относится к устройствам для механической очистки поверхности сыпучих зернистых материалов, в частности, природных кварцевых песков, и их обогащению, и может быть использовано в горной, химической, металлургической, горнорудной промышленности, в сельском хозяйстве, в производстве строительных материалов и других отраслях промышленности.

Кварцевые природные пески относятся к полезным ископаемым, являются природными химическими соединениями, минералогический состав которых определяет область их применения. Основным веществом, образующим зерновую часть песка, является кварц в виде кремнезема (оксид кремния), который составляет до 99% от общей массы каждой частицы, а остальную часть составляют наносные «вековые пленки», содержащие окислы и гидраты окислов железа, сульфаты, карбонаты натрия, калия, магния и другие неорганические вещества. Причем кремнезем составляет 90-97% от общей массы песка, а остальную часть песчаной массы составляют сопутствующие минералы: алюмосиликаты, слюды, полевые шпаты и другие минералы, а также илистые включения и др. минеральные продукты.

Одной из основных областей применения природных кварцевых песков является их использование в качестве формовочного материала при изготовлении литейных форм и стержней. При этом основными критериями первичной подготовки формовочных песков к эксплуатации являются:

- содержание кварца в каждой частице в пределах 99- 99,5%;
- содержание кварца в общей массе песка в пределах 97-98,5%;
- содержание окислов и гидратов окислов железа в частицах не более 0,3-0,5%;
- содержание сульфатов, карбонатов и других щелочных составляющих в частицах не более 0,3-0,4%;
- содержание глинистых включений в массе песка не более 0,2%;
- влажность массы песка не более 0,2
- содержание сопутствующих минералов в массе песка не более 0,3-0,6%.

Поэтому перед использованием песка в качестве формовочного материала его предварительно промывают, сушат и обогащают.

Известно устройство для очистки песков от вредных примесей, содержащее корпус, вал с приводом, расположенные под углом к валу и друг к другу овальные диски с отверстиями, где для увеличения частоты контакта зерен материала друг с другом и с дисками, вал и диски выполнены пустотелыми, причем диски установлены относительно вала с наклоном, в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно большой и малой осей овала (SU № 1166819, В03В1/00, опубл.15.07.1985).

Недостатком известного устройства является то, что очистка песка от вредных примесей осуществляется малоактивно по всему объему песчаной массы и в связи с этим не обеспечивается необходимое качество.

Известно устройство, содержащее емкость, снабженную впуском и выпуском для насыпного материала и оснащенную для образования псевдоожиженного слоя перфорированным днищем и газопроницаемым основанием, выше которого расположено, по меньшей мере, одно сопло, соединенное с источником сжатого воздуха, а для псевдоожижения материала сжатый воздух подается в емкость ниже сопла по трубопроводу (RU № 2044576, В07В9/00, опубл. 27.09.95).

Недостатком устройства является низкая производительность, низкое качество очистки и обогащения сыпучего материала.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство, представляющее собой технологический комплекс для воздушно-сухого обогащения сыпучих материалов, который содержит последовательно связанные между собой узел загрузки, вибросушилку и узел динамического воздушно-сухого обогащения, включающий разгонную трубу с вентилятором высокого давления, соединенную на выходе с разделительной камерой, снабженной отбойным щитом с вибровозбудителем, вертикальный виброклассификатор с каскадом установленных друг под другом наклонных сит с патрубками вывода крупных фракций и аэроклассификатор мелких фракций, установка также содержит бункеры накопителя фракций и транспортные линии выгрузки фракций из бункеров накопителей и возврата фракций в узел загрузки, а также механизм перепуска потоков с соответствующих транспортных линий подачи готовых продуктов в линию возврата фракций и аспирационную систему, связанную с разделительной и горизонтальной камерами и под ситовыми пространствами виброклассификаторов (SU № 1752451, В07В4/00, опубл.07.08.92).

Данное устройство обеспечивает возможность оперативной независимой очистки каждой фракции для повышения качества обогащения.

К недостаткам известного устройства можно отнести сложность конструкции, энергоемкость и не высокое качество очистки, из-за ударно-вибрационного воздействия на материал при соударении с отбойным металлическим щитом в разделительной камере виброклассификатора, что является источником появления вредных примесей в товарном материале в виде металлического порошка, как результат соударения, например, кварцевого песка (абразива) об отбойный металлический щит, причем металлический порошок, по плотности как вещество более чем в два раза больше чем плотность кварца и вывести его как пылевые частицы практически невозможно.

Задачей заявляемого технического решения является повышение качества целевого продукта за счет повышения степени очистки и обогащения, а также снижение энергоемкости процесса и упрощение технологического процесса и конструкции установки.

Указанная задача реализуется с помощью технологического комплекса, который включает последовательно связанные между собой узел загрузки, схему сушки, установку очистки и динамического воздушно сухого обогащения, схему классификации и охлаждения, емкость-хранилище готового продукта, схему сбора некондиционного материала и аспирационную систему, в котором согласно изобретению схема сушки включает горизонтально установленную барабанную сушилку, с барабаном, установленным с уклоном 2-8° в направлении движения сыпучего материала и с жестко закрепленным на конце барабана круговым ситом, под которым установлена распределительная емкость для сбора сыпучего материала, выходящего из сушилки, установка динамического воздушно сухого обогащения и очистки сыпучего материала включает хотя бы один транспортный модуль, который содержит ориентированные в горизонтальном, вертикальном и наклонном направлении прямые участки пневмопровода, соединенные между собой через Т-образные патрубки и сегментные отводы, причем начальный участок пневмопровода является горизонтальным и на входе соединен с одной из камер двух- или трехкамерного пневмонасоса, каждая камера которого соединена с распределительной емкостью, а выход горизонтального участка пневмопровода соединен с вертикальным участком пневмопровода через Т-образный патрубок с заглушенным горизонтальным выходным каналом, а остальные участки пневмопровода соединены между собой через сегментные отводы, каждый из которых представляет собой конструкцию состоящую из четырех звеньев в виде полых цилиндров, последовательно соединенных между собой посредством фланцевого соединения, причем одно из осно-

ДПМ 18.12.2006

2006131433

ваний первых трех цилиндров скошено под углом 18° , а одно из оснований четвертого цилиндра скошено под углом 36° , первое звено соединено прямым основанием с каналом пневмопровода, а скошенным основанием с прямым основанием второго звена, второе звено соединено скошенным основанием с прямым основанием третьего звена, третье и четвертое звенья соединены между собой скошенными основаниями таким образом, что образуют острый угол, а прямым основанием четвертое звено соединено с продолжением пневмопровода, диаметр каждого цилиндра относится к длине наибольшей стороны, как $0,6 : 1$, а сечение каждого последующего звена больше предыдущего в 1,1 раза, причем диаметр внутреннего канала пневмопровода относится к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев сегментного отвода, как $1 : 2-2,15$, к внутреннему диаметру фланцевого соединения, как $1 : 1,2-1,3$, а к внутреннему диаметру каналов Т-образного патрубка, как $1 : 1,6$.

Транспортный модуль дополнительно включает не менее чем два вспомогательных вертикальных пневмопровода разной длины, каждый из которых соединен с начальным горизонтальным участком основного пневмопровода через дополнительные Т-образные патрубки с отсечной арматурой, установленной на горизонтальном и на направленном вверх вертикальном выходных каналах патрубка, причем короткий пневмопровод соединен с длинным через установленный на его верхнем конце Т-образный патрубок с заглушенным в направлении движения потока материала выходом, и через угловой двухходовой переключатель потока, а длинный пневмопровод в свою очередь соединен через Т-образный патрубок с заглушенным в направлении движения потока материала выходом, установленным на верхнем конце пневмопровода, и через двухходовой переключатель потока соединен с вертикальным участком основного пневмопровода.

Схема классификации и охлаждения включает промежуточную емкость, емкость-пылеосадитель, выполняющую функцию демпфера и хотя бы один пневмокласификатор, промежуточная емкость соединена с выходом конечного участка каждого пневмопровода через размещенный внутри емкости Т-образный патрубок с заглушенным горизонтальным выходом и направленным вниз вертикальным выходным каналом, на стенках которого в последней трети его длины выполнены сквозные отверстия, расположенные равномерно по окружности в два ряда, а внутри установлен распылитель в виде шнека с обрезиненным неподвижным винтом; на крышке промежуточной емкости установлен отвод с обратным клапаном, предназначенным для ввода в емкость атмосферного воздуха, причем сечение отвода равно сечению каналов пневмопровода,

нижние конические части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя через отсечную арматуру сообщены с атмосферой, а верхние части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя соединены между собой трубопроводом, сечение которого превышает сечение каналов пневмопровода в 2-2,5 раза; нижняя коническая часть промежуточной емкости соединена наклонным под углом 35-40° к вертикали трубопроводом с верхней частью корпуса пневмоклассификатора, пневмоклассификатор имеет цилиндроконический корпус с коническим выходом, соединенным с емкостью-хранилищем, в полости пневмоклассификатора на крышке корпуса перед выходным отверстием наклонного трубопровода, установлена вертикальная пластина, а под ним установлена, как продолжение наклонного трубопровода, направляющая пластина, которые образуют между собой плоский зазор, под направляющей пластиной, на уровне половины высоты пневмоклассификатора, установлена наклонная под углом 35-40° к горизонтали перфорированная пластина с диаметром отверстий 3-5 мм, занимающая половину сечения пневмоклассификатора со стороны входного отверстия, под перфорированной пластиной выполнен входной канал для подачи атмосферного воздуха, а над ней выполнен выходной канал, для вывода воздуха из полости классификатора, причем сечения указанных каналов соотносятся с сечением цилиндрической части корпуса пневмоклассификатора, как 1: 1: 9;

Схема сбора некондиционного продукта включает наклонную нижнюю часть днища вытяжной камеры сушилки, соединенную вертикальным загрузочным каналом со входом камеры пневмонасоса, выход которой трубопроводом соединен с емкостью-хранилищем некондиционного продукта.

Каждый функциональный узел технологического комплекса имеет собственную изолированную систему аспирации.

На фиг.1 представлена общая схема технологического комплекса.

На фиг 2 - схема пневмопровода установки динамического воздушно сухого обогащения.

На фиг.3 – промежуточная емкость, вид А-А.

На фиг.4 - промежуточная емкость, вид Г-Г.

На фиг.5 - распылитель, установленный в промежуточной емкости.

На фиг.6 - пневмоклассификатор вид Б-Б.

На фиг.7- пневмоклассификатор, вид В-В.

На фиг.8 - сегментный отвод.

ДПМ 18.12.2006

2006/31433

На фиг. 9 - Т-образный патрубок.

Технологический комплекс содержит сушилку 1 с вращающимся барабаном, установленным наклонно в направлении движения сыпучего материала с углом наклона $2\div 8^\circ$ к горизонтали с жестко установленным на конце барабана круговым ситом, которая включает также топку с горелкой и трубопроводы для подачи топлива и сжатого воздуха (на схеме не показаны); узел 2 для подачи исходного материала в сушилку 1; распределительную емкость 3 с загрузочными каналами 4, вытяжную камеру 5, соединенную трубопроводом 6 с камерой пневмонасоса 7, снабженного линией подачи сжатого воздуха 8 с пультом управления подачей сжатого воздуха 9 и трубопроводом 10, соединяющий пневмонасос 7 с емкостью 11 для сбора и хранения некондиционного материала, имеющей разгрузочный патрубок 12 с отсечной заслонкой 13; установку очистки воздушно-сухого обогащения, включающую, хотя бы один транспортный модуль 16 (на фиг.1 изображено два транспортных модуля) и хотя бы один двух- или трехкамерный пневмонасос 14 (на фиг. 1 изображен один двухкамерный пневмонасос), который снабжен линиями подвода сжатого воздуха 15, от пульта 9, а каждая камера пневмонасоса соединена трубопроводами 4 с емкостью 3 и с горизонтальным пневмопроводом, который является начальным участком транспортного модуля 16, выход которого соединен с промежуточной емкостью 17 цилиндрикоконической формы, нижняя коническая часть которой через патрубок 18 с отсечной арматурой 19 соединена с атмосферой, и наклонным под углом $35-40^\circ$ к вертикали трубопроводом 20 соединена с пневмокласификатором 21. Верхняя цилиндрическая часть емкости 17 трубопроводом 22 соединена с емкостью - пылесадителем 23, которая выполняет функцию демпфера и состоит из двух цилиндрикоконических камер сообщенных между собой цилиндрической частью, которые снабжены перегородками 24, а конические части камер, предназначенные для сбора пыли, через патрубки 25 с отсечной арматурой 26 соединены с атмосферой. На крышке емкости 17 расположен отвод 27 с обратным клапаном 28 (см. фиг.3), предназначенным только для подачи атмосферного воздуха в емкость, а внутри емкости 17 в верхней части стенки корпуса жестко установлены Т-образные патрубки 29 с заглушенным горизонтальным выходом и направленным вниз вертикальным выходным каналом (см. фиг.5), на стенках которого в последней трети его длины выполнены сквозные отверстия, расположенные равномерно по окружности в два ряда, а внутри, установлены распылители 30 в виде шнека с обрезиненным неподвижным винтом, количество Т-образных пат-

ДПМ 18.12.2006

2006/31433

рубков 29 соответствует количеству транспортных модулей, причем вход каждого Т-образного патрубка соединен с выходом транспортного модуля 16. Транспортный модуль 16 (см. фиг. 2) включает пневмопровод, который содержит ориентированные в горизонтальном, вертикальном и наклонном направлении прямые участки, соединенные между собой через Т-образные патрубки и сегментные отводы, причем начальный участок пневмопровода является горизонтальным и его вход соединен с одной из камер пневмонасоса 14, а на выходе установлен Т-образный патрубок 31 с заглушенным горизонтальным выходом, кроме того, на горизонтальном пневмопроводе дополнительно установлены два проходных Т-образных патрубка 31 с отсечными заслонками 32, вертикальный выход Т-образного патрубка 31 с заглушенным горизонтальным выходом соединен с вертикальным участком основного пневмопровода, состоящего из последовательно соединенных - вертикального, наклонного и горизонтального участков, между которыми установлены сегментные отводы 33, содержащие каждый четыре звена «а», «б», «в» и «г» в виде полых цилиндров, причем звенья «а», «б», «в» однотипные и каждое имеет нижнее прямое основание и верхнее, скошенное под углом $18\pm 1^\circ$, где $\pm 1^\circ$ - допустимое отклонение в соответствии с допусками и посадками на гладкие цилиндрические сопряжения (ВД. Мягков «Краткий справочник конструктора», Машиздат.М:1963, стр.30-63), соотношение диаметра звена к наибольшей его стороне $0,6 : 1$, а звено «г» имеет верхнее прямое основание и нижнее, скошенное под углом $36\pm 1^\circ$, соотношение диаметра звена к наибольшей стороне $0,6 : 1$. Звенья сегментного отвода 33 соединены между собой посредством фланцевых соединений, причем площадь сечения звена «б» больше площади сечения звена «а», но меньше площади сечения «в» в 1,1 раза, а звенья «в» и «г» соединены друг с другом скошенными основаниями, таким образом, что образуют острый угол ($54\pm 1^\circ$), отношение внутреннего диаметра каналов пневмопровода к внутреннему диаметру входного («а») и выходного («г») звеньев сегментного отвода 33 составляет $1 : 2-2,15$, а к внутреннему диаметру фланцевого соединения $1 : 1,2-1,3$; транспортный модуль 16 включает также два вспомогательных вертикальных участка пневмопровода 34 и 35 разной длины, соединенные с вертикальными выходами проходных Т-образных патрубков 31 через отсечные заслонки 37, причем короткий пневмопровод соединен с длинным пневмопроводом через Т-образный патрубок 36 с заглушенным вертикальным выходом, установленным на верхнем конце пневмопровода и через угловой двухходовой переключатель потока 38, который имеет конструкцию, аналогичную Т-образному патрубку и в технологиче-

ДПМ 18.12.2006

2006/31433

ском процессе выполняет аналогичную функцию, а длинный пневмопровод в свою очередь также через аналогичный Т-образный патрубок 36 и через угловой двухходовой переключатель потока 38 соединен с вертикальным участком основного пневмопровода транспортного модуля 16. Внутри пневмоклассификатора 21 на некотором расстоянии от входа наклонного трубопровода 20 к крышке корпуса пневмоклассификатора закреплена вертикальная пластина 39 и под входом трубопровода 20, установлена направляющая пластина 40, как продолжение трубопровода 20, (т.е. угол наклона, соответствует углу наклона трубопровода 20), под пластиной 40 на уровне половины высоты корпуса пневмоклассификатора 21 установлена наклонная под углом 35-40° к горизонтали перфорированная пластина 41 с диаметром отверстий 3-5 мм, под которой расположен входной канал 42 для подачи атмосферного воздуха. Пневмоклассификатор 21 сообщен нижней конической частью с емкостью-хранилищем 43 товарного продукта, которая на выходе снабжена разгрузочным патрубком 44 с отсечной заслонкой 45. Все функциональные узлы технологического комплекса снабжены собственной изолированной системой аспирации, а именно, вытяжная камера 5 по линии 46 соединена с блоком обеспыливания 47 и через регулируемую заслонку 48 с атмосферой, емкости 17 и 23 по линии 50 соединены с блоком обеспыливания 51 и через регулируемую заслонку 49 с атмосферой, пневмоклассификатор 21 по линии 53 соединен с блоком обеспыливания 54 и через регулируемую заслонку 52 с атмосферой, емкость-хранилище 43 и нижняя часть загрузочного патрубка 44 по линии 56 соединены с блоком обеспыливания 57 и через регулируемую заслонку 55 с атмосферой, а емкость-хранилище 11 для некондиционного материала и нижняя часть загрузочного патрубка 12 по линии 59 соединены с блоком обеспыливания 60 и через регулируемую заслонку 58 с атмосферой.

В зависимости от производительности технологического комплекса установка для очистки и динамического воздушно-сухого обогащения зернистого сыпучего материала может включать несколько транспортных модулей 16 и двух-трехкамерных пневмонасосов 14, которые работают параллельно. На фиг 1 и изображены два транспортных модуля 16 связанные с одним двухкамерным пневмонасосом 14.

Технологический комплекс работает следующим образом:

Исходный материал, например, кварцевый песок естественной влажности по наклонному конвейеру узла 2 непрерывно поступает в сушилку 1, где в загрузочной камере нагревается до температуры 573-600°С для разрушения загрязняющей «веко-

ДПМ 18.12.2006

2006131433

вой пленки» на поверхности частиц и полного сгорания илистых включений, в процессе вращения барабана сушилки 1 материал перемешивается, высушивается до требуемой остаточной влажности, охлаждается до температуры 110-145°C за счет подсоса атмосферного воздуха через отверстия, конструктивно предусмотренные на барабане сушилки, и одновременно перемещается за счет наклона барабана к выходу сушилки, затем просеивается, через наклонное к выходу круговое полигональное сито в распределительную емкость 3, причем некондиционный материал: глинистые агломераты, случайные частицы другого материала, частицы более крупного размера, чем заданные по технологическому процессу и т.п., за счет наклона сита, выходит его край, под действием силы тяжести попадает в нижнюю часть вытяжной камеры 5 и по трубопроводу 6 загружается в камеру пневмонасоса 7, где после ее заполнения до заданного уровня, уровнемером камеры дается сигнал на пульт управления 9 для кратковременного закрытия трубопровода 6 и подачи сжатого воздуха по линии 8 в камеру пневмонасоса 7 для перемещения собранного некондиционного материала по трубопроводу 10 в емкость – хранилище 11. После полного опорожнения камеры пневмонасоса 7, уровнемер камеры подает сигнал на пульт управления 9 о прекращении подачи сжатого воздуха и открытии трубопровода 6 для загрузки следующей порции некондиционного материала в камеру пневмонасоса 7. В это же время высушенный сыпучий материал из барабана сушилки через круговое сито поступает в распределительную емкость 3 под действием силы тяжести по одному из трубопроводов 4 перемещается в одну из камер пневмонасоса 14 и после заполнения камеры до заданного уровня, уровнемером камеры на пульт управления 9 подается сигнал на закрытие трубопровода 4 для загрузки в данную камеру с переключением подачи материала по второму трубопроводу 4 в другую камеру пневмонасоса 14 с подачей по линии 15 сжатого воздуха в первую камеру пневмонасоса 14 для перемещения порции материала по начальному горизонтальному участку пневмопровода транспортного модуля 16 на следующую стадию технологического процесса.

Причем исходный материал, перед обработкой подвергают обязательному анализу на химический состав частиц сыпучего материала и химический состав массы сыпучего материала и по результатам анализа устанавливают параметры проведения технологического процесса.

При наличии небольшого процента вредных примесей высушенный материал пропускают из схемы сушки через установку очистки и динамического воздушно-

ДПМ 18.12.2006

2006/3/433

сухого обогащения в режиме I, с наименьшей скоростью движения потока материала, т.е. по начальному горизонтальному участку пневмопровода через вертикальный выход первого Т-образного патрубка 31 с закрытой отсечной заслонкой 32, открытой отсечной заслонкой 37, по короткому дополнительному вертикальному пневмопроводу 35, через Т-образный патрубок 36, двухходовой переключатель потоков 38, верхнюю часть длинного дополнительного вертикального пневмопровода 34, через следующий Т-образный патрубок 36, двухходовой переключатель потоков 38, верхнюю часть вертикального участка основного пневмопровода, первый сегментный отвод 33, наклонный участок основного пневмопровода, второй сегментный отвод 33, горизонтальный участок на вход емкости 17.

При наличии среднего процента вредных примесей, высушенный материал пропускают из схемы сушки через установку очистки динамического воздушно-сухого обогащения в режиме II со средней скорости движения потока материала, т.е. по начальному горизонтальному участку пневмопровода через первый Т-образный патрубок 31 с закрытой заслонкой 37 и открытой заслонкой 32 горизонтальную заслонку, т.к. вертикальный выход Т-образного патрубка закрыт, поток материала проходит во второй тройник 31 с отсечной заслонкой 32 и направляется через вертикальный выход второго Т-образного патрубка с открытой заслонкой 37 в длинный дополнительный вертикальный пневмопровод 34, затем через Т-образный патрубок 36 с заглушенным вертикальным выходом, двухходовой переключатель потоков 38, верхнюю часть вертикального участка основного пневмопровода, через первый сегментный отвод 33, наклонный участок пневмопровода, второй сегментный отвод 33 горизонтальный участок пневмопровода на вход емкости 17.

При наличии большого количества вредных примесей, материал пропускают из схемы сушки через установку очистки и динамического воздушно-сухого обогащения в режиме III с максимальной расчетной скоростью движения потока материала, т.е. по начальному горизонтальному участку пневмопровода через оба Т-образных патрубка 31 с закрытыми вертикальными отсечными заслонками 37 и открытыми горизонтальными отсечными заслонками 32, через вертикальный выход Т-образного патрубка 31 с постоянно заглушенным горизонтальным выходом, вертикальный участок основного пневмопровода, далее через первый сегментный отвод 33, наклонный участок пневмопровода, второй сегментный отвод 33, горизонтальный участок пневмопровода на вход емкости 17.

Затем поток материала поступает в емкость 17, через Т-образный патрубок 29 горизонтальный выход которого всегда заглушен, а в вертикальном выходном канале, направленном вниз установлен распылитель 30 и в стенках канала выполнены сквозные отверстия.

Т-образные патрубки 31, 36 и двухходовой переключатель потока 38, имеющий аналогичную Т-образному патрубку 31 конструкцию, работают одинаково, хотя патрубки 36 выполнены с постоянной заглушкой на одном из выходных каналов, а патрубки 31 проходные, но при закрытых горизонтальных отсечных заслонках 32 установленных за патрубками по ходу движения материала, являются полными аналогами патрубков 36.

В сегментных отводах, Т-образных патрубках и в двухходовых переключателях потока происходит оттирка и отшелушивание поверхности частиц за счет их трения друг о друга в турбулентном потоке и о стенки песчаных каналов, которые образуются внутри Т-образных патрубков и звеньев сегментного отвода за счет изменения направления движения частиц и расширения диаметра потока на границе соединения пневмопровода и звеньев сегментного отвода (через фланцевое соединение) или Т-образного патрубка.

При этом в сегментных отводах процесс происходит следующим образом: первоначально происходит заполнение сыпучей массой объема звена, затем под давлением сжатого воздуха сыпучая масса двигаясь по пути наименьшего сопротивления, направляется вверх через фланцевое соединение в следующее звено, образуя дополнительный канал, с меньшим сечением, чем сечение канала звена, состоящий из неподвижной прослойки сыпучего материала между стенкой звена и образовавшимся потоком сыпучего материала, где в результате сжатия потока и трения частиц друг о друга идет постоянная смена пристеночного слоя потока и слоя неподвижной прослойки сыпучего материала с оттиркой и отшелушиванием поверхностной пленки с частиц сыпучего материала и с интенсивным истиранием более мягких минералов.

Аналогично происходит процесс и в Т-образных патрубках, при заданном соотношении сечений выходных каналов Т-образных патрубков и сечений каналов пневмопровода равном 1,6 : 1 в процессе транспортирования сыпучего материала по транспортному модулю, вначале заполняется горизонтальное пространство Т-образного патрубка до заглушки, а затем под давлением сжатого воздуха сыпучая масса направляется вверх по каналу патрубка, образуя канал с меньшим сечением, чем сечение канала Т-образного патрубка с дополнительной неподвижной прослойкой сыпу-

ДПМ 18.12.2006

2006/3/133

чего материала между стенкой Т-образного патрубка и образовавшимся потоком из сыпучего материала, где в результате сжатия потока и трения частиц друг о друга происходит оттирка поверхностной пленки с частиц сыпучего материала и истирание более мягких минералов.

Сыпучий материал, прошедший по транспортному модулю 16, включающий очищенные от поверхностной пленки частицы и всю массу, образованную в процессе очистки и обогащения, состоящую из мелкодисперсной пыли и обломков минералов, размером менее 100 мкм, направляется в промежуточную емкость 17, из которой по трубопроводу 22 выводится основная часть более крупной пыли в емкость 23, которая по конструкции выполняет функцию демпфера, т.е. предназначена для сглаживания резких пневматических толчков в схеме охлаждения и обеспыливания, а также для осаждения средней и крупной фракций пыли, а мелкая фракция пыли по линии 50 собирается блоком обеспыливания 51. После окончания транспортировки порции сыпучего материала в емкость 17, прекращается подача сжатого воздуха, за счет работы вентилятора блока обеспыливания 51 открывается клапан 28 и через отвод 27 в емкость 17 начинает поступать атмосферный воздух для охлаждения сыпучего материала, который по действием силы тяжести по наклонному трубопроводу 20 перемещается в пневмокласификатор 21, где за счет вертикальной 39 и наклонной 40 пластин поток материала распределяется по их ширине и через зазор между ними ссыпается на наклонную перфорированную пластину 41, скатывается по ней и одновременно просеивается через отверстия, разделяясь на мелкие несвязанные струйки, которые охлаждаются и одновременно классифицируются по заданному нижнему пределу (обеспыливаются) потоком атмосферного воздуха, поступающего через входной канал 42 за счет работы вентилятора блока обеспыливания 54, создающего поток воздуха внутри пневмокласификатора 21, скорость которого регулируется заслонкой 52 и устанавливается равной половине скорости витания наибольшей частицы обогащаемой фракции. После охлаждения и классификации очищенный и обогащенный сыпучий материал через выходной патрубок в конической части классификатора 21 поступает на хранение и отпуск потребителям в емкость-хранилище 43, которая постоянно находится в режиме обеспыливания по линии 56 и блоком обеспыливания 57 с регулированием скорости потока заслонкой 55. Первая стадия обеспыливания осуществляется перед транспортировкой сыпучей массы через транспортный модуль 16 из вытяжной камеры 5 по линии 46 блоком обеспыливания 47, где скорость потока регулируется заслонкой 48. Работа

ДПМ 18.12.2006

2006/31433

блока обеспыливания 60 осуществляется как в режиме загрузки емкости, так и в режиме опорожнения емкости, где скорость потока регулируется заслонкой 58 .

Угол наклона барабана в пределах от 2-8° определен расчетным путем и является одним из условий для регулирования времени пребывания сыпучего материала в сушилке с учетом технических характеристик сушилки для обеспечения влажности сыпучего материала, выходящего из сушилки не более 0,2% и зависит от следующих характеристик :

- числа оборотов барабана, указанных в паспортных данных барабанных сушилок, например, у барабанных сушилок, выпускаемых Уралхиммашем и заводом «Прогресс» г. Бердичев этот показатель находится в пределах от 5,0 до 9 об/мин (П.Д. Лебедев и др. «Теплоизолирующие установки промышленных предприятий» Курсовое проектирование. Издательство «Энергия», М; 1970г, стр.100-103);
- величины напряжения барабана по влаге (максимально возможное количество испарения влаги из обрабатываемого материала за 1 час на 1 м³ объема барабана в зависимости от величины начальной и заданной конечной влажности), например, для кварцевого песка величина напряжения барабана сушилки составляет в среднем, 80-88 кг/м³ч (см. там же стр.103, табл.5-3, стр 14), а в определенных условиях может достигать 100-120 кг/м³ч (А.Г. Касаткин «Основные процессы и аппараты химической технологии» Издательство «Химия», М; 1971г, стр. 656);
- степени заполнения барабана материалом, причем в зависимости от технических характеристик барабана его заполнение сыпучим материалом может доходить до 20% его объема;
- влажности исходного сыпучего материала, которая определяется перед загрузкой материала в сушилку, например, естественная влажность , кварцевого песка колеблется в пределах от 3,5% в жаркое сухое летнее время и до 6,5% в дождливое и холодное сырое время года;

В качестве примера, подтверждающего возможность получения готового материала (например, кварцевого песка) с конечной влажностью не более 0,2% при значениях угла наклона барабана в интервале 2-8° использована барабанная сушилка длиной L= 6,0м и имеющая рабочий объем 4,7 м³.

При условии, что величина напряжения по влаге для кварцевого песка равна 80 кг/м³ч, суммарное напряжение в объеме барабана составит:

ДПМ 18.12.2006

2006/31/33

$W = 80 \times 4,7 = 376$ кг/ч, - количество влаги, удаляемое при сушке сыпучего материала из барабана в течение часа.

При условии заполнения барабана материалом 20% , объем загруженного песка составит: $4,7\text{м}^3 \times 0,2 = 0,94\text{м}^3$

тогда, вес загруженного песка составит:

$$0,94\text{м}^3 \times \rho_{\text{нас}} = 0,94\text{м}^3 \times 1565 \text{ кг/м}^3 = 1471,1 \text{ кг},$$

где $\rho_{\text{нас}}$ – насыпная плотность кварцевого песка, которая составляет 1565 кг/м^3 .

Определяем максимальную производительность сушки кварцевого песка в барабанной сушилке по испаренной влаге за 1 час используя основное уравнение материального баланса сушки :

$$W = G_2 \frac{w_n - w_k}{100 - w_n} \quad (1) \quad \text{где,}$$

W – количество влаги, удаляемое из материала (376 кг/час);

w_n – начальная влажность исходного сыпучего материала (взята из диапазона естественной влажности 3,5%, 4,5% и 6,5%);

w_k – конечная влажность высушенного материала (0,2%).

(К.Ф. Павлов и др. «Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии» Госхимиздат, Л; 1961 г., стр.272).

Рассчитываем количество высушиваемого материала (G_2) по заданному количеству удаляемой влаги W (376 кг/ч) в зависимости от величины начальной и конечной влажности материала по уравнению, выведенному из уравнения (1).

$$G_2 = W \frac{100 - w_n}{w_n - w_k} \quad (2)$$

Для $w_n = 6,5\%$

$$G_2 = 376 \frac{100 - 6,5}{6,5 - 0,2} = 5580,3 \text{ кг/ч}$$

Аналогично определяем количество высушенного материала при значениях начальной влажности 4,5 % и 3,5%:

$$\text{при } w_n = 4,5\% \quad G_2 = 8350,7 \text{ кг/ч};$$

$$\text{при } w_n = 3,5\% \quad G_2 = 10995,1 \text{ кг/ч}$$

ДПМ 18.12.2006

2006/31433

Далее проанализируем процесс сушки кварцевого песка в зависимости уклона барабана в интервале 2-8° и от скорости вращения барабана в интервале от 0,5 до 9,0 об/мин.

1. Расчетным путем установлено, что при угле наклона барабана 2° масса песка объемом 0,94 м³ за один оборот барабана переместится в направлении наклона барабана на расстояние $l = 40$ мм, а при угле наклона 8° на расстояние $l_1 = 160$ мм.

2. При минимальной скорости вращения барабана 0,5 об/мин, 1 оборот совершается за $t = 120$ сек, тогда для перемещения всей массы материала объемом $V = 0,94$ м³ на расстояние $L = 6,0$ м при угле наклона барабана 2° необходимо количество оборотов, равное: $C_{об} = L : l = 6000 : 40 = 150$ (об.).

Откуда время t^1 для перемещения массы $V = 0,94$ м³ по длине L равно:

$$t^1 = C_{об} \times t = 150 \times 120 = 18000 \text{ сек (5 час)}$$

т.е. часовая производительность перемещения равна :

$$0,94 \text{ м}^3 \text{ или } 1471,1 \text{ кг} : 5 = 294,22 \text{ кг/час.}$$

Аналогичным путем, рассчитываем часовую производительность сушилки в зависимости от максимальной скорости вращения барабана (9,0 об/мин) при угле наклона 2° и от минимально и максимальной скорости вращения барабана (0,5 и 9,0 об/мин) при угле наклона 8°. Результаты представлены в таблице.1

Таблица 1

Угол наклона барабана	2°		8°	
	0,5	9,0	0,5	9,0
Скорость вращения барабана, об/мин	0,5	9,0	0,5	9,0
Производительность сушилки кг/час	294,22	2648,8	1176,9	10591,9

Исходя из вышеописанного следует, что получить заданное количество конечного продукта в пределах от 5580 и до 11000 кг/час с учетом начальной влажности исходного сыпучего материала в интервале от 3,5 до 6,5% согласно основному уравнению материального баланса сушки (1) по заданному количеству удаляемой влаги возможно при регулируемом наклоне барабана сушилки в пределах 2-8°. Причем, чем выше исходная влажность материала, тем меньший требуется угол наклона барабана. При угле меньше 2° материал практически не будет продвигаться к выходу, при угле выше 8° материал будет выходить из сушилки недостаточно просушенным, что в дальнейшем отрицательно скажется на качестве готового продукта.

ДПМ 18.12.2006

2006/31433

Выбранный интервал значений угла наклона трубопровода 20 и перфорированной пластины 41 обосновывается следующим. В связи с тем, что естественный угол откоса мелкодисперсного сыпучего материала крупностью от 0,1 до 1 мм, например, кварцевого песка (угол, при котором сыпучий материал находится на наклонной плоскости в состоянии покоя, т.е. не сыпется) составляет, в зависимости от влажности, 29-33°, поэтому, чтобы обрабатываемый материал равномерно ссыпался по наклонному трубопроводу 20 из промежуточной емкости 17 в пневмоклассификатор 21 и по пластине 41, установленной в пневмоклассификаторе 21, величина наклона трубопровода 20 и пластины 41 должна быть не менее 35°. Увеличение же наклона более 40° не целесообразно, т.к. приведет к увеличению объема сыпучего материала, поступающего на обеспыливание и охлаждение в пневмоклассификатор 21, что в свою очередь приведет к увеличению содержания пыли в целевом продукте и повышению температуры готового продукта на выходе из пневмоклассификатора.

Наклонная перфорированная пластина 41 может быть выполнена с отверстиями различного диаметра в интервале от 3 до 5 мм., которые необходимы для преобразования связанного потока сыпучего материала в несвязанный (распределения на отдельные струйки) для облегчения процесса обеспыливания и дополнительного охлаждения обрабатываемого материала. При диаметре отверстий менее 3мм большая часть материала будет проскакивать мимо отверстий, не распределяясь на отдельные струйки, и наоборот при диаметре отверстий более 5 мм получатся слишком объемные струйки, что в обоих случаях ухудшает процесс обеспыливания и охлаждения и приводит к снижению качества целевого продукта.

Соотношение внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру фланцевого соединения в пределах 1: 1,2-1,3 и к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев 1: 2,-2,15 необходимо для гарантированного формирования в полости звеньев сегментного отвода песчаных каналов, в которых происходит оттирка и отшелушивание поверхностного слоя на частицах обрабатываемого материала. Если отношение внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру фланцевого соединения будет менее 1,2, это приведет истиранию материала фланца, а к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев сегментного отвода менее 2, это приведет к повышению сопротивления стенок звеньев и увеличению трения между частицами, что в конечном итоге приведет к увеличению содержания пылевидных частиц и замельчению конечного продукта.

ДПМ 18.12.2006

2006/31433

Превышение показателя отношения внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев более 2,15 приведет к прекращению процесса оттирки и отшелушивания поверхности частиц и соответственно и соответственно к снижению качества готового продукта.

Превышение показателя отношения внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру фланцевого соединения более 1,3 приведет к нарушению условия соотношения внутреннего диаметра канала пневмопровода к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев 1: 2,-2.15.

Увеличение сечения трубопровода, соединяющего верхние части промежуточной емкости и емкости-пылеосадителя по отношению к сечению пневмопровода не менее, чем в 2 раза необходимо для предотвращения попадания в данный трубопровод наряду с пылевидными частицами более крупных частиц (целевых фракций), увеличение же сечения трубопровода более чем 2,5 раза не имеет смысла.

Пример. Провели обогащение партии кварцевого песка фракции 0,3 по Гост 2138-92 весом 200 кг. на описанной выше установке со следующими техническими характеристиками: в сегментных отводах основания первых трех цилиндров скошены под углом 18°, основание четвертого цилиндра скошено под углом 36°, внутренний диаметр каналов пневмопровода относится к внутреннему диаметру входного и выходного звеньев сегментного отвода как 1: 2, а к внутреннему диаметру фланцевого соединения как 1: 1,25. Трубопровод, соединяющий промежуточную емкость с пневмокласификатором и перфорированная пластина в пневмокласификаторе имеют уклон 37° к горизонтали, перфорированная пластина имеет отверстия диаметром 3,5 -4 мм. Сечение трубопровода, соединяющего промежуточную емкость с емкостью-пылеосадителем превышает сечение каналов пневмопровода в 2 раза.

Предварительно провели анализ на химический состав кварцевого песка, содержание влаги, рН водной вытяжки и наличие глинистых включений в массе песка каждой порции.

Использовали барабанную конвективную сушилку производительностью до 100 кг/час по сухому материалу, угол наклона барабана установили 6° с учетом исходной влажности материала – 3,8%.

Отобранную партию загрузили в барабанную сушилку в которую в подавали топочные газы с температурой 1100- 1300°С. За время пребывания в загрузочной камере сушилки кварцевый песок успевает нагреться до 600° С, затем перемещается во

ДПМ 18.12.2006

2006/3/433

вращающийся барабан где равномерно перемешивается, высушивается до требуемой влажности (0,2%) и охлаждается до температуры на выходе 110-145°C за счет атмосферного воздуха, продуваемого через камеру барабана из отверстий в стенках загрузкиной камеры вентилятором блока обеспыливания через вытяжную камеру сушилки.

Партию кварцевого песка после сушки повторно анализировали на химический состав частиц песка, химический состав массы песка, содержание влаги, глинистых включений, рН водной вытяжки. Высушенный материал, отситованный в процессе выхода из барабана сушилки разделили на три порции по 65-70 кг и каждую порцию поочередно пропустили через установку очистки и динамического воздушно-сухого обогащения по вариантам I, II и III, затем подавали на схему классификации и охлаждения с последующим складированием в емкость-хранилище готового продукта.

Процесс в каждом из вариантов I, II и III отличался скоростью воздуха на выходе из транспортного модуля 16, зависящей от приведенной длины (протяженности) пневмопровода, которая складывается из суммы фактических геометрических длин всех прямых участков пневмопровода транспортного модуля 16 и эквивалентных длин каналов Т-образных патрубков, переключателей потоков и сегментных отводов. Минимальная скорость потока воздуха по варианту I составляла 4,5-5,0 м/с, по варианту II - 10,0-11,0 м/с и не более 16,0-18,0 м/с по варианту III

Т.к. разница перемещения материала по вариантам I, II и III заключается в различии расчетного сопротивления движению аэросмеси по транспортному модулю, где при скорости воздуха на выходе из транспортного модуля меньше 4,0-4,5 м/с поверхность частицы практически не очищается и истирание более мягких сопутствующих минералов проходит в пределах менее 1% от общей массы материала. При скорости воздуха на выходе транспортной линии больше 18,0 м/с интенсивному истиранию подвергаются не только сопутствующие минералы, но и основной минерал - кварц, при этом фракция измельчается и выходит за пределы заданного гранулометрического ряда формовочных песков. Результаты проведенного опыта представлены в таблице 2.

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что предлагаемый технологический комплекс для очистки и воздушно-сухого обогащения позволяет повысить качество получаемого продукта, например, формовочного песка, за счет увеличения содержания оксида кремния до 99 мас.%.

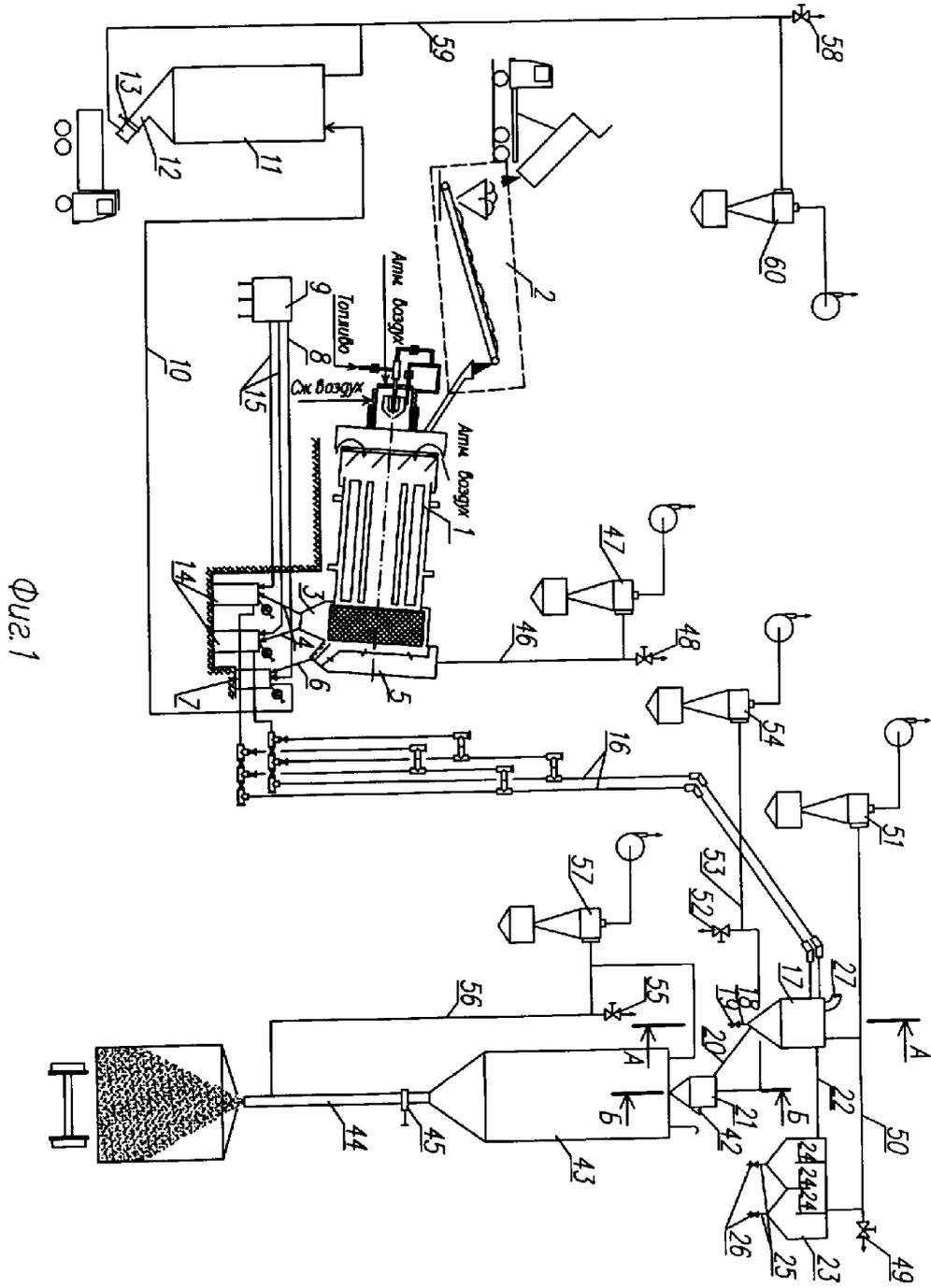
ДПМ 18.12.2006

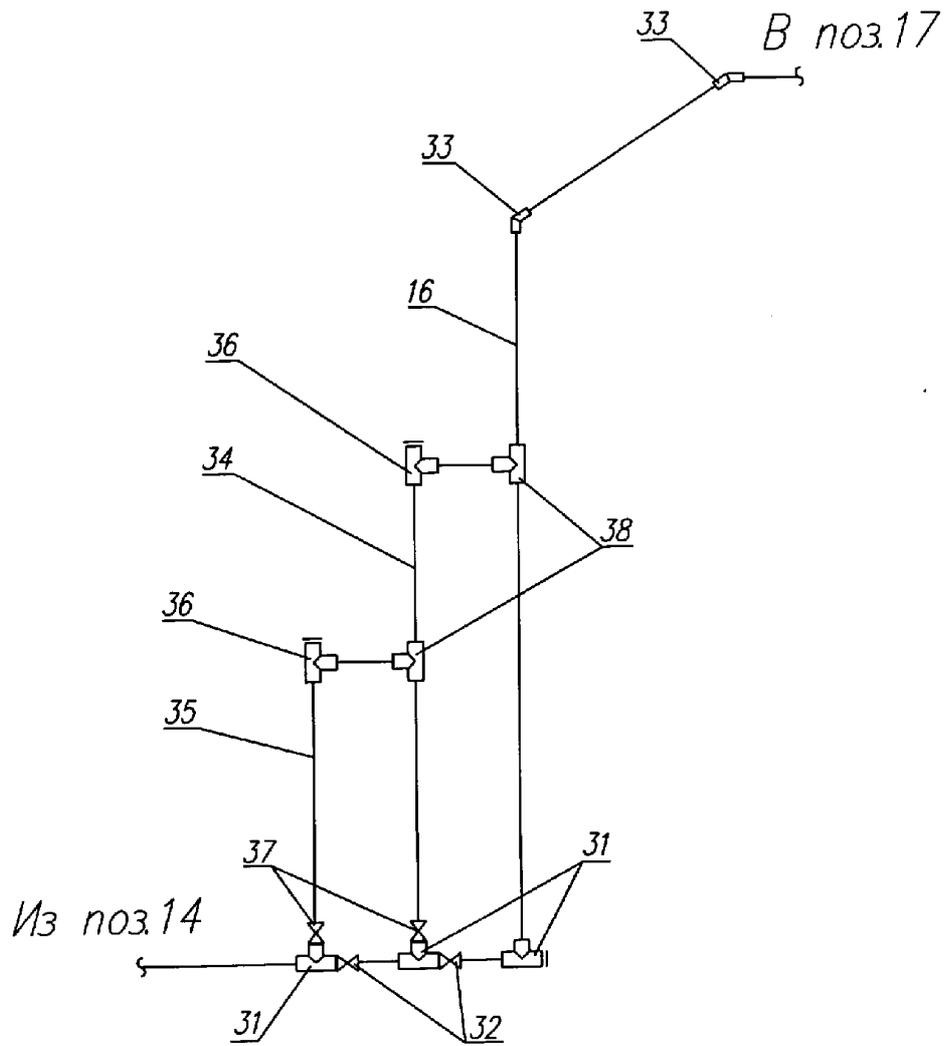
2006/31433

Таблица 2

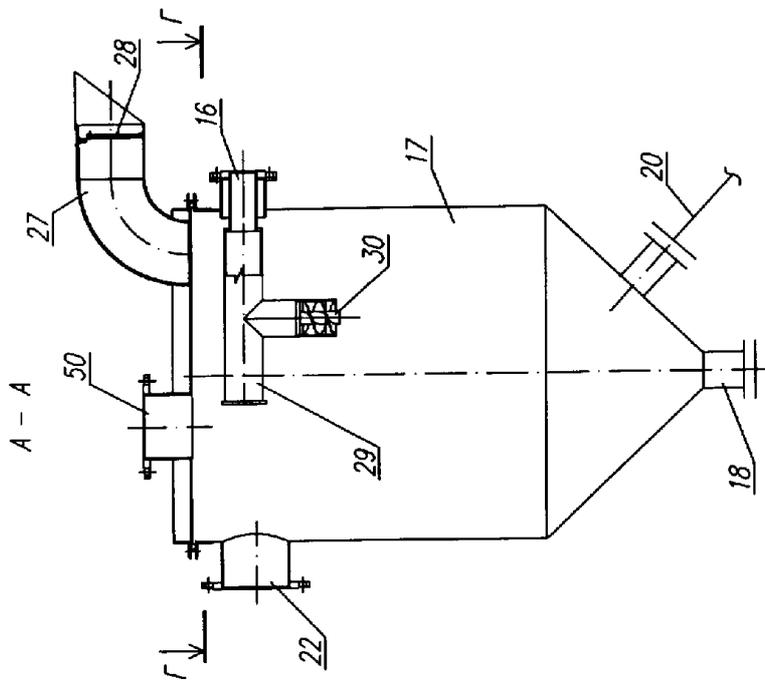
песок кварцевый формовочный фракция 0,3

Исходный материал		Высушенный материал		вариант I		Обогащенный материал		Вариант III	
Химический состав, %		Химический состав, %		Химический состав, %		Химический состав, %		Химический состав, %	
SiO ₂	97,19	97,6	98,3	98,38	98,56	SiO ₂	98,38	98,56	98,56
Fe ₂ O ₃	0,6	0,6	0,4	0,37	0,35	Fe ₂ O ₃	0,37	0,35	0,35
CaO	0,4	0,4	0,35	0,34	0,32	CaO	0,34	0,32	0,32
MgO	0,56	0,55	0,41	0,32	0,24	MgO	0,32	0,32	0,24
K ₂ O+Na ₂ O	0,45	0,44	0,37	0,29	0,26	K ₂ O+Na ₂ O	0,29	0,26	0,26
S ²⁻						S ²⁻			
ППП	0,3	0,21	0,16	0,14	0,13	ППП	0,14	0,13	0,13
Содержание глинистой составляющей, %		0,5		0,2		0,16		0,14	
Массовая доля влаги, %		3,8		0,12		0,11		0,1	
рН водной вытяжки		7		7		7		7	

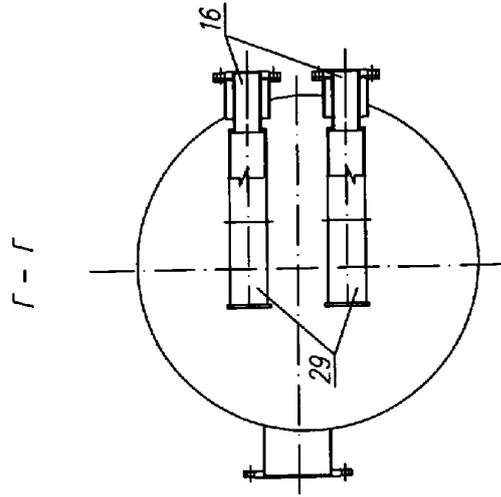




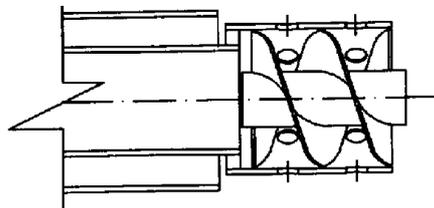
Фиг.2



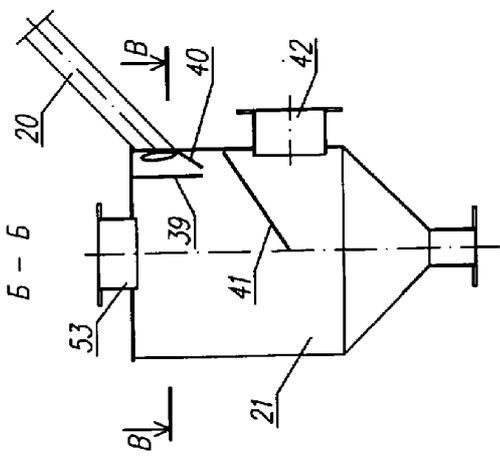
Фиг.3



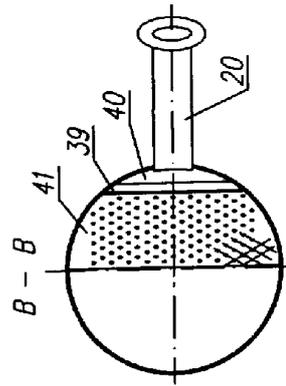
Фиг.4



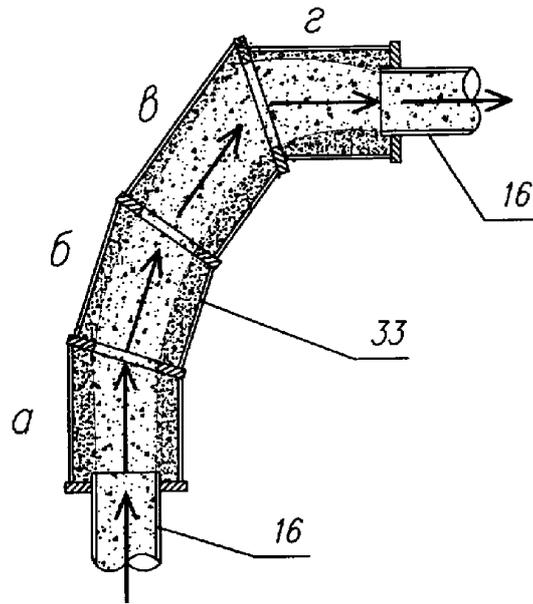
Фиг. 5



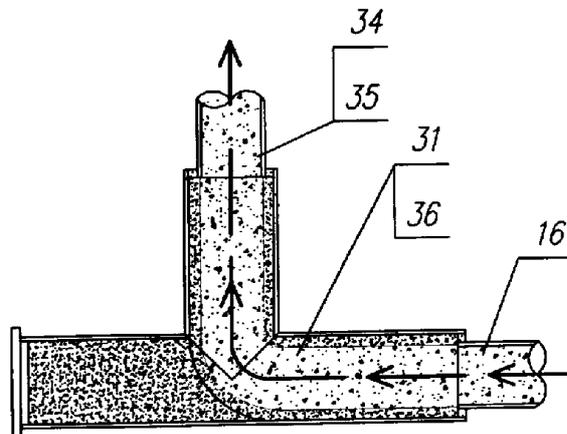
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9