



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 33817
B02C 17/08 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2018/0344.1

(22) 25.05.2018

(45) 09.08.2019, бюл. №32

(76) Аскарар Ерлан Сейткасымович

(56) Центробежно-гирационная мельница для перемола минерального сырья // Вестник КазАТК.2017. №2 (101). С. 59-65. URL: <https://kazatk.kz/material/nauka/vestnik/2017/59-65.pdf>
KZ 14898 B 16.06.2008

RU 2346745 C1 20.02.2009

(54) **ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МЕЛЬНИЦА
ТОНКОГО ВСТРЕЧНОГО
САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ**

(57) Изобретение относится к области измельчения и механоактивации различных типов минерального сырья. Центробежная мельница тонкого встречного самоизмельчения, содержащая привод, два цилиндрических помольных барабана, диаметром D , установленные на двух кривошипных валах с возможностью свободного поворота, на каждом кривошипном валу установлены противовесы,

помольные барабаны жестко соединены между собой, привод одновременно взаимодействует с обоими валами, отличающиеся тем, что каждый помольный барабан срезан по хорде, расстояние от хорды до линии окружности цилиндра помольного барабана равно h , и соединен с другим помольным барабаном по месту среза, расстояние между осями вращения кривошипных валов равно $D-2h$. Приведенные данные показывают, что предлагаемая центробежная мельница тонкого встречного самоизмельчения позволит разогнать частицу сырья до высокой скорости, что позволит получить большую энергию взаимодействия частиц между собой и сильный встречный удар при встрече друг с другом. Это позволит получить эффективный процесс измельчения сырья до малой величины зерен, основная фракция до 1...5 мкм. Такое сверх малое измельчение сырья найдет применение при производстве краски, цемента, порошков для лазерных и 3D принтеров.

(19) KZ (13) B (11) 33817

Изобретение относится к области измельчения и механоактивации различных типов минерального сырья.

Известна центробежная мельница самоизмельчения (Патент РК 14898 кл. В02С 17/08, 2008), содержащая привод, помольный барабан, установленный на кривошипном валу с возможностью свободного поворота, на кривошипном валу установлены противовесы, рычаг жестко закреплен на помольном барабане, цилиндрический стержень жестко установлен на основании, взаимодействующий посредством паза с рычагом. Недостатком данной мельницы является сложность конструкции, наличие поступательной кинематической пары взаимодействия паза с рычагом. У поступательной кинематической пары есть проблема надежной смазки, также поступательная кинематическая пара обычно является парой скольжения, что обуславливает ее быстрый износ. Наличие поступательной кинематической пары ограничивает частоту вращения помольного барабана, не более 1000 мин^{-1} (такая пара не симметрична, ее трудно динамически уравновесить), что не позволяет получить сильное измельчение продукта, также частицы сырья в помольной камере двигаются в одну сторону, их взаимодействие друг с другом не создает больших сил для измельчения, вследствие этого наименьшая величина частицы основной фракции измельчения не может быть меньше 10 мкм. Получение фракции измельчения не менее 10 мкм сужает технологические возможности мельницы.

Известна, центробежная мельница тонкого самоизмельчения, принятая автором за прототип (Аскарлов Е.С. Конструкции центробежно-гирационных мельниц для перемолла минерального сырья в строительстве зданий и дорог. XLII Международная научно-практической конференция: «Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика» Т.2, КазАТК 18.04.2018, с.226), содержащая привод, два цилиндрических помольных барабана, диаметром D , установленные на двух кривошипных валах с возможностью свободного поворота, расстояние между осями валов равно D , на каждом кривошипном валу установлены противовесы, помольные барабаны жестко соединены между собой, привод одновременно взаимодействует с обоими валами. Недостатком данной мельницы является, что частицы сырья в помольной камере двигаются в одну сторону, их взаимодействие друг с другом не создает больших сил для измельчения, вследствие этого наименьшая величина частицы, получаемой основной фракции измельчения составляет не менее 5 мкм. Вследствие этого недостатка сужаются технологические возможности мельницы.

Задачей изобретения является разработка центробежной мельницы тонкого встречного самоизмельчения, в которой можно получить движение частиц сырья навстречу друг другу с большой скоростью, что значительно увеличит силу разрушения при столкновении частиц и позволит

получить сверхмелкое измельчение продукта - наименьшая величина основной фракции менее 5 мкм, что расширит технологические возможности мельницы.

Технический результат достигается тем, что центробежная мельница тонкого встречного самоизмельчения, содержащая привод, два цилиндрических помольных барабана, диаметром D , установленные на двух кривошипных валах с возможностью свободного поворота, на каждом кривошипном валу установлены противовесы, помольные барабаны жестко соединены между собой, привод одновременно взаимодействует с обоими валами, дополнительно каждый помольный барабан срезан по хорде, расстояние от хорды до линии окружности цилиндра помольного барабана равно h , и соединен с другим помольным барабаном по месту среза, расстояние между осями вращения кривошипных валов равно $D-2h$.

На фиг. 1 показана схема мельницы, вид сбоку, на фиг.2 - вид сверху, на фиг.3 - схема измельчения, на фиг.4 - схема динамического уравнивания мельницы.

Мельница состоит из следующих частей: двигателя 1 (Фиг. 1, 2, 3, 4), который через редуктор 2, имеет возможность вращения двух одинаковых кривошипных валов 3 с кривошипами 4. (Как вариант можно вращать каждый вал 3 отдельным двигателем 1). На каждый кривошипный вал 3 надет цилиндрический помольный барабан 5 с возможностью свободного поворота вокруг кривошипного вала 3. Наружный диаметр каждого помольного барабана 5 равен D . Каждый помольный барабан 5 срезан по хорде, величина расстояния от хорды до линии окружности помольного барабана 5 равна h . Расстояние между осями валов 3 равно $D - 2 \cdot h$. Помольные барабаны 5 жестко соединены друг с другом (например, сваркой) по хорде, образуя общее помольное пространство. Двигатель 1 и кривошипные валы 3 установлены на неподвижном основании 6. На каждом валу 3 установлены два противовеса 7 по одному с каждой стороны от помольного барабана 5. На каждом помольном барабане 5 сверху имеется загрузочный люк 8 и снизу выгрузной патрубок 9.

Мельница работает следующим образом. Через загрузочный люк 8 в каждый помольный барабан 5 загружается сырье, примерно половина объема барабана 5. После чего люк 8 герметично закрывается. После загрузки включается двигатель 1. Двигатель 1 через редуктор 2 одновременно вращает два кривошипных вала 3 с кривошипами 4. При вращении кривошипов 4 помольные барабаны 5 начинают совершать колебательное движение, как цельный шатун в паралелограмном механизме с частотой n . Загрузочный люк 8 находится всегда сверху.

В помольном барабане 5 (Фиг.3) находится множество частиц измельчения, имеющих поперечный размер в среднем равный $Dч$ и массу m . На каждую частицу сырья находящегося в камере действуют следующие силы - тяжести P , центробежная $Fц1$, которая начинает двигать

частицу по периметру цилиндрического помольного барабана 5, при этом возникает вторая центробежная сила $F_{ц2}$, направленная по радиусу помольного барабана 5. Частицы начинают кружиться в помольной камере с частотой $n1$. Частота $n1$ меньше частоты n вследствие сталкивания частиц между собой, их взаимного торможения при соприкосновении друг с другом. В зоне соединения двух помольных барабанов 5 частицы движутся на встречу друг другу и сталкиваются. При столкновении двух встречных частиц образуется сила удара, которая способствует разрушению частицы. Такие удары происходят часто, что способствует быстрому измельчению сырья до сверх малых размеров. После окончания времени цикла работы мельницы, двигатель 1 останавливается, через выгрузной патрубок 9 производится высыпание готового продукта из помольного барабана 5. После чего цикл повторяется.

Зеркально симметричная форма помольных барабанов 5 (Фиг.4) позволяет получить высокий уровень динамической уравновешенности за счет противовесов 7. Центробежная сила противовесов 7 $F_{цп}$ равна приведенной центробежной силе помольного барабана 5 $F_{цц}$ и направлена в противоположную сторону. Крутящие моменты от этих сил зеркально симметричны и равны. Следовательно, эти силы и крутящие моменты взаимно уничтожаются. Высокая динамическая устойчивость мельницы позволяет получить большую частоту вращения валов 3 до 2000 мин^{-1} , что определяет большую производительность агрегата и значительное измельчение сырья, ориентировочно до 1...5 мкм, основная фракция.

Рассчитаем значение центробежной силы $F_{ц1}$, примем $m = 10^{-3}$ кг, $n = 2000$ мин^{-1} , длина кривошипа 4 - $R = 0,01$ м.

$$F_{ц1} = m \cdot R \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 = 10^{-3} \cdot 0,01 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 2000}{30}\right)^2 = 0,438 \dots \text{Н}$$

Сила гравитации, действующая на частицу равна:

$$P = m \cdot g = 10^{-3} \cdot 9,8 = 0,0098 \dots \text{Н}$$

$g=9,8 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения.

Центробежная сила $F_{цц}$ в 45 раз больше силы гравитации P .

Максимальную скорость движения частицы V , принимая диаметр помольного барабана $D = 0,3$ м

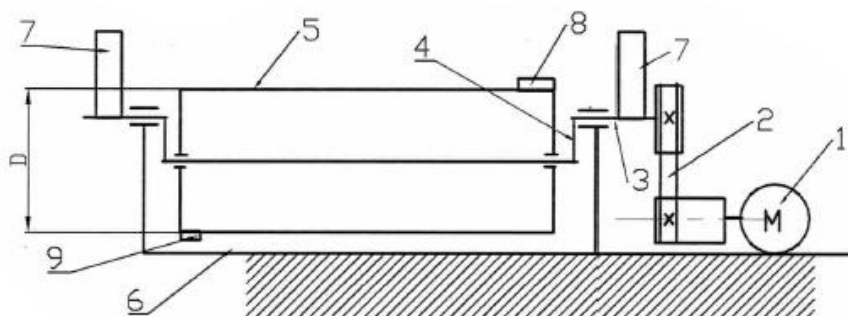
$$V = \pi \cdot D \cdot n = 3,14 \cdot 0,3 \cdot 2000 = 1884 \dots \text{м / мин.} (31,4 \text{ м / сек})$$

Если учесть, в худшем варианте, что реальная сила воздействия и скорость движения будут в несколько раз меньше, все равно этого будет вполне достаточно для эффективного измельчения.

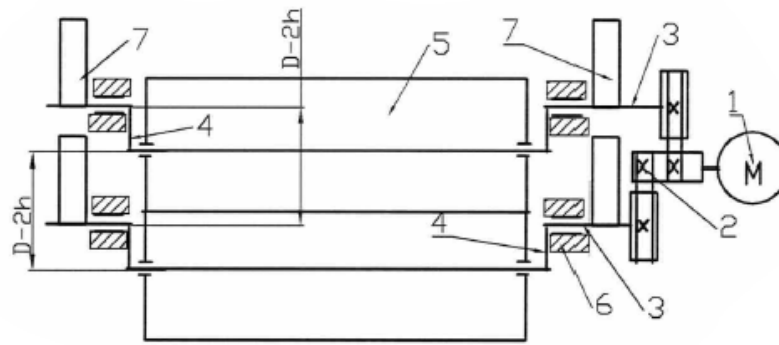
Приведенные данные показывают, что предлагаемая центробежная мельница тонкого встречного самоизмельчения позволит разогнать частицу сырья до высокой скорости, что позволит получить большую энергию взаимодействия частиц между собой и сильный удар при встрече друг с другом. Это позволит получить эффективный процесс измельчения сырья до малой величины частиц, основная фракция до 1...5 мкм. Такое сверх малое измельчение сырья найдет применение при производстве краски, цемента, порошков для лазерных и 3D принтеров.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

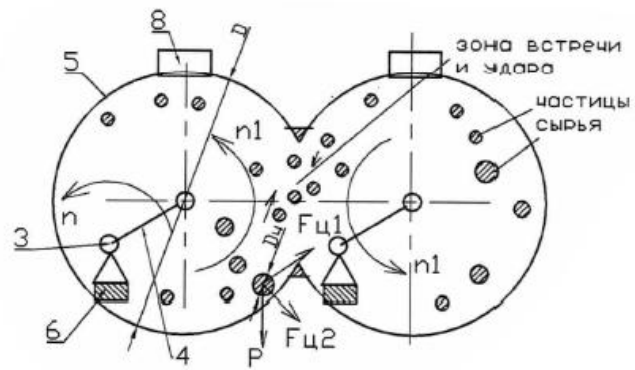
Центробежная мельница тонкого встречного самоизмельчения, содержащая привод, два цилиндрических помольных барабана, диаметром D , установленные на двух кривошипных валах с возможностью свободного поворота, на каждом кривошипном валу установлены противовесы, помольные барабаны жестко соединены между собой, привод одновременно взаимодействует с обоими валами, *отличающиеся* тем, что каждый помольный барабан срезан по хорде, расстояние от хорды до линии окружности цилиндра помольного барабана равно h , и соединен с другим помольным барабаном по месту среза, расстояние между осями вращения кривошипных валов равно $D-2h$.



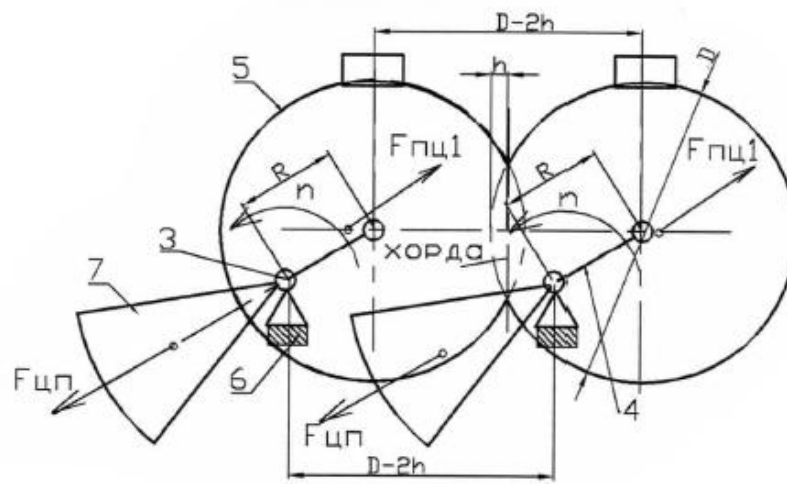
ФИГ.1.



ФИГ.2.



ФИГ.3.



ФИГ.4.

Верстка Ж. Каримбекова
 Корректор Б. Омарова