



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B02C 17/06 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021120112, 08.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
08.07.2021

Дата регистрации:
28.12.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.07.2021

(45) Опубликовано: 28.12.2021 Бюл. № 1

Адрес для переписки:

308012, Белгородская обл., г. Белгород, ул.
Костюкова, 46, ФГБОУ ВО БГТУ, отдел
создания и оценки объектов интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Ханин Сергей Иванович (RU),
Мордовская Ольга Сергеевна (RU),
Горлов Кирилл Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Белгородский
государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1519770 A1, 07.11.1989. RU 62542
U1, 27.04.2007. SU 1835697 A1, 20.08.1995. RU
2008094 C1, 28.02.1994. RU 80127 U1, 27.01.2009.
RU 2014125 C1, 15.06.1994. CN 204122188 U,
28.01.2015. CN 208275514 U, 25.12.2018.

(54) Трубная шаровая мельница сухого помола

(57) Реферат:

Изобретение относится к оборудованию для измельчения материалов. Предложена трубная шаровая мельница сухого помола, содержащая загрузочное и разгрузочное днища с пустотелыми цапфами, внутри которых соосно и жестко по отношению к ним установлены загрузочная и разгрузочная втулки, жестко и соосно соединенный с загрузочным и разгрузочным днищами барабан. Со стороны футерованного барабана на внутренней поверхности загрузочной втулки жестко закреплены равномерно распределенные в ее поперечном сечении многогранные пересыпающие лопасти, рабочие грани которых, пересыпающие находящийся в

загрузочной втулке материал, параллельны продольной оси загрузочной втулки и со стороны перемещаемого ими материала образуют выпуклые многогранные поверхности. Первая рабочая грань многогранной поверхности, примыкающая к внутренней поверхности загрузочной втулки, у каждой пересыпающей лопасти образует, со стороны продольной оси загрузочной втулки, острый угол с радиальной плоскостью, проходящей через продольную ось загрузочной втулки и линию пересечения ее внутренней поверхности с первой гранью. Устройство обеспечивает высокую эффективность в процессе использования. 3 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B02C 17/06 (2021.08)

(21)(22) Application: **2021120112, 08.07.2021**

(24) Effective date for property rights:
08.07.2021

Registration date:
28.12.2021

Priority:

(22) Date of filing: **08.07.2021**

(45) Date of publication: **28.12.2021** Bull. № 1

Mail address:

**308012, Belgorodskaya obl., g. Belgorod, ul.
Kostyukova, 46, FGBOU VO BGTU, otdel
sozdaniya i otsenki obektov intellektualnoj
sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Khanin Sergei Ivanovich (RU),
Mordovskaia Olga Sergeevna (RU),
Gorlov Kirill Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Belgorodskii gosudarstvennyi
tekhnologicheskii universitet im. V.G.
Shukhova» (RU)**

(54) **DRY GRINDING TUBE BALL MILL**

(57) Abstract:

FIELD: materials grinding equipment.

SUBSTANCE: invention relates to equipment for grinding materials. Proposed is a dry-grinding ball mill containing loading and unloading bottoms with hollow trunnions, inside which loading and unloading bushings are installed coaxially and rigidly relative to them, a drum rigidly and coaxially connected to the loading and unloading bottoms. On the side of the lined drum, on the inner surface of the loading sleeve, polyhedral pouring blades, evenly distributed in its cross-section, are rigidly fixed, the working edges of which, pouring the material in the loading sleeve, are parallel to the

longitudinal axis of the loading sleeve and form convex polyhedral surfaces from the side of the material transported by them. The first working face of the multifaceted surface, adjacent to the inner surface of the loading sleeve, at each transfer blade, from the side of the longitudinal axis of the loading sleeve, forms an acute angle with the radial plane passing through the longitudinal axis of the loading sleeve and the line of intersection of its inner surface with the first face.

EFFECT: device provides high efficiency during use.

1 cl, 3 dwg

Изобретение относится к оборудованию для измельчения материалов, в частности к шаровым мельницам, и может быть использовано в горной промышленности, химической, строительных материалов и других.

Известен аналог изобретения – трубная многокамерная мельница [А. с. 886978 МПК В 02 С 17/18, опубл. 07.12.1981 г., бюл. №45]. Мельница включает футерованный барабан с межкамерными наклонными перегородками и опорные подшипники. Наклонные перегородки установлены со смещением относительно друг друга на 90° по малым осям.

Однако эта мельница характеризуется невысокой эффективностью процесса измельчения материала, обусловленной отсутствием внутримельничной классификации материала по размерам частиц.

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому, принятому за прототип, является шаровая многокамерная мельница с разгрузкой через полую цапфу [Ильевич, А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупров:

Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. М.: Высш. школа, 1979.- 344 с.], которая содержит центральный привод, опирающиеся на подшипники загрузочное и разгрузочное днища с пустотелыми цапфами, внутри которых соосно и жестко по отношению к ним установлены соответственно загрузочная втулка и разгрузочная втулка с транспортирующими соответственно загружаемый и разгружаемый материал лопастями, жестко и соосно соединенный с загрузочным и разгрузочным днищами футерованный барабан, включающий жестко закрепленную в нем у разгрузочного днища дырчатую перегородку (выходную решетку), камеры помола с мелющими телами, разделенные межкамерными перегородками и последовательно расположенные перед выходной решеткой.

С существенными признаками заявленного изобретения совпадает следующая совокупность признаков прототипа: привод, загрузочное и разгрузочное днища с пустотелыми цапфами, внутри которых соосно и жестко по отношению к ним установлены соответственно загрузочная втулка и разгрузочная втулка. С загрузочным и разгрузочным днищами жестко и соосно соединен футерованный барабан с жестко закрепленной в нем у разгрузочного днища выходной решеткой. Футерованный барабан разделен межкамерными перегородками на камеры помола с мелющими телами.

Недостатком известного решения является невысокая эффективность процесса измельчения материала, обусловленная отсутствием внутримельничной классификации материала по размерам частиц.

Для организации процесса измельчения материала его необходимо распределять равномерно по длине следующей за загрузочным днищем камеры, а находящиеся в материале мелкие частицы перемещать на удаление от загрузочного днища.

Поступивший на измельчение в следующую за загрузочным днищем камеру материал перемещается в направлении к разгрузочному днищу за счет подпора вновь поступающего материала. Поэтому его количество в мелющей среде убывает в направлении от загрузочного днища: в начале камеры материала несколько больше нормы, а в конце – несколько меньше. Для повышения эффективности процесса измельчения материала нужно стремиться к выравниванию распределения материала по длине камеры.

Эффективность процесса измельчения материала во многом зависит от соотношения размеров измельчаемых частиц материала и находящихся в камере мельницы мелющих тел. Подаваемый в мельницу на измельчение материал характеризуется полифракционным составом, как правило, характеризующимся достаточно большим

содержанием мелких частиц. Так, в [Ханин, С.И. Особенности предизмельчения цементного клинкера в трубной мельнице / С.И. Ханин, Д.Н. Солодовников, В.В. Сабынин // Энергосберегающие технологии в дорожной и строительной технике: материалы межвуз. сб. ст. – Белгород: БГТАСМ. – 2002. – С. 182-185.] приводится

5 характеристика крупности частиц материала, подаваемого в цементную трубную шаровую мельницу $D \times L = 3,2 \times 15$ м. Из характеристики следует, что в шихте, состоящей из клинкера, шлака и гипса содержится около 8 % частиц, размеры которых меньше 0,63 мм и около 19 % частиц, размеры которых не превышают 1,25 мм. В случае предварительного измельчения материала, например, в пресс-валковом измельчителе, 10 в мельницу подается еще большее количество мелких частиц. Шаровые мельницы сухого помола оснащаются системами аспирации. Так как загрузочная втулка мельницы выполняет транспортирующую функцию, то материал в ней перемещается без пересыпания. Поступающий в загрузочную втулку поток аспирационного воздуха 15 будет захватывать мелкие частицы только с поверхности материала. Эти частицы потоком аспирационного воздуха перемешаются по камере грубого помола и выпадают в ее мелющую среду на определенном расстоянии от загрузочного днища, зависящем от характеристик частиц и аспирационного потока. Выпадение частиц материала из потока аспирационного воздуха происходит из-за потери его скорости вследствие 20 значительно большего диаметра камеры грубого помола по сравнению с диаметром загрузочной втулки. В соответствии с источником рекомендаций [Рекомендации по методам технологической наладки, испытанию помольных агрегатов в цементной промышленности / Всесоюзное Государственное специализированное бюро по проведению пуско-наладочных и проектно-конструкторских работ в цементной промышленности. - Л.: ОРГПРОЕКТЦЕМЕНТ, 1990. – 155 с] в футерованном барабане 25 шаровой мельницы открытого цикла измельчения должна обеспечиваться скорость потока аспирационного воздуха 0,6...0,7 м/с, а замкнутого цикла измельчения, в зависимости от типа применяемого сепаратора, - 1,2...3,5 м/с. Исходя из размеров загрузочной втулки и футерованного барабана трубной шаровой мельницы $D \times L = 3,2 \times 15$ м открытого цикла измельчения скорость потока аспирационного воздуха в загрузочной 30 втулке должна составлять 7...8 м/с, а при ее эксплуатации в замкнутом цикле измельчения – 14...40 м/с. Приведенные скоростные характеристики аспирационного потока характеризуют возможность вовлечения в аспирационный поток мелких частиц из материала в загрузочной втулке и их выделения в мелющую среду камеры грубого помола на удалении от загрузочного днища.

35 Находящийся в загрузочной втулке материал, вместе с не вовлеченными в аспирационный поток мелкими частицами, перемещается в начало следующей за ней камеры грубого помола с крупными мелющими телами. В соответствии с указанным ранее источником рекомендаций поступающий в камеру, следующую за камерой грубого помола, материал не должен содержать частицы крупнее 5 мм, поэтому минимальные 40 размеры мелющих тел камеры грубого помола назначаются с учетом необходимости разрушать частицы, размеры которых превышают 5 мм. Поступающие из загрузочной втулки мелкие частицы материала, попадая в мелющую среду камеры грубого помола, демпфируют воздействие крупных мелющих тел на крупные частицы материала, что значительно уменьшает их разрушающее воздействие и приводит к снижению 45 эффективности процесса помола материала в мельнице. Особенно негативное влияние мелких частиц проявляется в начале камеры грубого помола, где находятся поступающие из загрузочной втулки наиболее крупные частицы материала, размеры которых могут достигать 25 мм и более. Также общеизвестно, что измельчение мелких

частиц крупными мелющими телами не эффективно. В этой связи целесообразно удаленное от загрузочной втулки распределение мелких частиц, находящихся в поступающем в камеру грубого помола материале. Это может быть обеспечено за счет пересыпания материала при его транспортировке в загрузочной втулке.

5 Предлагаемое техническое решение направлено на повышение эффективности процесса помола материала, путем интенсификации его измельчения, за счет пересыпания находящегося в загрузочной втулке материала в аспирационный поток, выделения из него аспирационным потоком мелких частиц и их распределения, в зависимости от крупности, по длине камеры помола, расположенной за загрузочным днищем.

10 Это достигается тем, что трубная шаровая мельница сухого помола содержит привод, загрузочное и разгрузочное днища с пустотелыми цапфами, внутри которых соосно и жестко по отношению к ним установлены соответственно загрузочная втулка и разгрузочная втулка. С загрузочным и разгрузочным днищами жестко и соосно соединен футерованный барабан с жестко закрепленной в нем у разгрузочного днища выходной
15 решеткой. Футерованный барабан разделен межкамерными перегородками на камеры помола с мелющими телами. В предложенном техническом решении со стороны футерованного барабана на внутренней поверхности загрузочной втулки жестко закреплены равномерно распределенные в ее поперечном сечении многогранные пересыпающие лопасти. Рабочие грани пересыпающих лопастей, пересыпающие
20 находящийся в загрузочной втулке материал, параллельны продольной оси загрузочной втулки и со стороны перемещаемого ими материала образуют выпуклые многогранные поверхности. У каждой пересыпающей лопасти примыкающая к внутренней поверхности загрузочной втулки первая рабочая грань многогранной поверхности образует, со стороны продольной оси загрузочной втулки, острый угол с радиальной плоскостью,
25 проходящей через продольную ось загрузочной втулки и линию пересечения ее внутренней поверхности с первой рабочей гранью.

Жесткое закрепление пересыпающих лопастей на внутренней поверхности загрузочной втулки способствует, при ее вращении, равномерному сыпанию материала с рабочих граней этих лопастей и, при его падении, равномерному распределению на
30 участке внутреннего объема загрузочной втулки. В результате в поток аспирационного воздуха будут вовлечены все находящиеся в материале мелкие частицы. Это приведет к их перемещению на удаление от загрузочного днища, выравниванию количественного распределения по длине камеры грубого помола материала и соответствующему повышению эффективности процесса помола.

35 Иное закрепление пересыпающих лопастей, например, шарнирное, приведет к захватыванию материала только рабочими гранями первых лопастей и его сыпанию на ограниченной части участка внутреннего объема загрузочной втулки с расположенными пересыпающими лопастями. Это не обеспечит вовлечение в поток аспирационного воздуха всех находящихся в материале мелких частиц.

40 Равномерное распределение пересыпающих лопастей в поперечном сечении загрузочной втулки и выполнение их многогранными обеспечивают равномерное распределение на участке внутреннего объема загрузочной втулки падающего, после сыпания с рабочих граней пересыпающих лопастей, материала. Это приведет к вовлечению в аспирационный поток всех мелких падающих частиц, их перемещению
45 на удаление от загрузочного днища и выравниванию количественного распределения по длине камеры грубого помола материала. В результате повысится эффективность процесса помола.

Количество рабочих граней пересыпающих лопастей устанавливается в зависимости

от геометрических параметров мельницы, характеристик перемещаемого ими материала.

При не равномерном распределении пересыпающих лопастей в поперечном сечении загрузочной втулки или выполнении этих лопастей с одной рабочей гранью, ссыпавшийся с их рабочих граней материал при его падении будет не равномерно
5 распределяться на участке внутреннего объема загрузочной втулки с пересыпающими лопастями. В одних частях этого объема материала будет больше, а в других меньше, что приведет к не полному извлечению потоком аспирационного воздуха мелких частиц из частей с большей концентрацией падающего материала и уменьшению эффекта от действия пересыпающих лопастей.

10 Расположение пересыпающих лопастей со стороны футерованного барабана, на ограниченной в продольном направлении внутренней поверхности загрузочной втулки, обеспечивает беспрепятственное ссыпание, в камеру грубого помола, упавшего с них на внутреннюю поверхность этой втулки материала. Это обеспечивает равномерность подачи материала в расположенную за загрузочной втулкой камеру помола и
15 способствует повышению производительности мельницы.

Удаленное от футерованного барабана расположение пересыпающих лопастей на внутренней поверхности загрузочной втулки или их размещение по всей внутренней поверхности загрузочной втулки приведет к переполнению материалом ее внутреннего пространства, необходимости уменьшения количества подаваемого в загрузочную
20 втулку материала и снижению производительности мельницы.

Расположение рабочих граней пересыпающих лопастей параллельными продольной оси загрузочной втулки позволяет направить ссыпавшийся с них материал в высокоскоростной поток аспирационного воздуха. Это обеспечивает максимально возможное извлечение из него мелких частиц, их перемещение на удаление от
25 загрузочного днища, выравнивание количественного распределения материала по длине расположенной за ним камеры помола. В результате повышается эффективность процесса помола.

При наклоне, по отношению к продольной оси загрузочной втулки, рабочих граней пересыпающих лопастей в сторону футерованного барабана, ссыпавшийся с них
30 материал будет попадать за пределы загрузочной втулки – в расширенную часть загрузочного днища, в которой скорость потока аспирационного воздуха уменьшается из-за этого расширения. Это приведет к не полному вовлечению в поток аспирационного воздуха мелких частиц из падающего с этих лопастей материала. При наклоне, по отношению к продольной оси загрузочной втулки, рабочих граней пересыпающих
35 лопастей в сторону от футерованного барабана ссыпавшийся с них материал будет падать на перемещаемый транспортирующей лопастью материал, что приведет к переполнению материалом внутреннего пространства загрузочной втулки, необходимости уменьшения количества подаваемого в нее материала и снижению производительности мельницы.

40 Образование пересыпающими лопастями, со стороны перемещаемого ими материала, выпуклых многогранных поверхностей позволяет обеспечить равномерное распределение ссыпавшегося с рабочих граней материала на участке внутреннего объема загрузочной втулки с пересыпающими лопастями. Это обеспечивает максимально возможное извлечение из него мелких частиц аспирационным потоком,
45 их перемещение на удаление от загрузочного днища, выравнивание количественного распределения материала по длине расположенной за ним камеры помола. В результате повышается эффективность процесса помола.

В случае исполнения этих многогранных поверхностей вогнутыми при вращении

загрузочной втулки материал на каждой пересыпающей лопасти будет пересыпаться с одной рабочей грани, начиная с первой рабочей грани, на следующую за ней рабочую грань. Ссыпание материала во внутреннее пространство загрузочной втулки будет осуществляться только с последней рабочей грани, наиболее удаленной от первой рабочей грани, что приведет к не равномерному распределению падающего материала на участке внутреннего объема загрузочной втулки с пересыпающими лопастями. В одних его частях будет больше, а в других меньше, что приведет к не полному извлечению потоком аспирационного воздуха мелких частиц из частей с большей концентрацией падающего материала и уменьшению эффекта от действия пересыпающих лопастей.

Примыкающую к внутренней поверхности загрузочной втулки первую рабочую грань каждой пересыпающей лопасти необходимо располагать с образованием, со стороны продольной оси этой втулки, острого угла α с радиальной плоскостью, проходящей через эту продольную ось и линию пересечения внутренней поверхности загрузочной втулки с первой рабочей гранью. Это обеспечит расположение первой рабочей грани в пространстве, ограниченном внутренней поверхностью загрузочной втулки, возможность перемещения ее поверхностью материала и его ссыпания в аспирационный поток. Приведет к равномерному заполнению падающим материалом внутреннего объема загрузочной втулки на участке расположения пересыпающих лопастей, обеспечит максимально возможное извлечение из него мелких частиц аспирационным потоком. В результате повышается эффективность процесса помола.

Величина угла α является расчетной и зависит от значений угла естественного откоса подаваемого на измельчение материала и кинематических параметров первой рабочей грани. Необходимым является соблюдение условия, чтобы положение первой рабочей грани расположенной в верхнем положении пересыпающей лопасти обеспечивало падение ссыпающегося с этой грани материала возле расположенной перед ее выпуклой многогранной поверхностью соседней пересыпающей лопасти. Это обеспечит равномерное распределение ссыпающегося с рабочих граней материала на участке внутреннего объема загрузочной втулки с пересыпающими лопастями и более полное вовлечение из его среды мелких частиц в поток аспирационного воздуха.

При $\alpha \geq 90^\circ$ расположение первой рабочей грани выходит за пределы пространства, ограниченного внутренней поверхностью загрузочной втулки, что исключает возможность ее воздействия на находящийся в загрузочной втулке материал.

Таким образом, совокупность отличительных признаков предлагаемого технического решения обеспечивает решение задачи повышения эффективности процесса помола материала, путем интенсификации его измельчения, за счет пересыпания находящегося в загрузочной втулке материала в аспирационный поток, выделения из него аспирационным потоком мелких частиц и их распределения, в зависимости от крупности, по длине камеры помола, расположенной за загрузочным днищем.

Техническая сущность предлагаемого изобретения поясняется графическим материалом.

На фиг. 1 изображен продольный разрез трубной шаровой мельницы сухого помола; на фиг. 2 – разрез А-А на фиг. 1; на фиг. 3 изображен выносной элемент Б на фиг. 2.

Трубная шаровая мельница сухого помола (фиг. 1) состоит из привода (на фиг. не показан), загрузочного 1 и разгрузочного 2 днищ с пустотелыми цапфами 3 и 4 соответственно, внутри которых соосно и жестко по отношению к ним установлены соответственно загрузочная втулка 5 (фиг. 1, фиг. 2) и разгрузочная втулка 6, цилиндрического футерованного барабана 7. Цилиндрический футерованный барабан

7 жестко и соосно соединен с загрузочным 1 и разгрузочным 2 днищами. Футерованный барабан содержит выходную решетку 8 с отверстиями (на фиг. не показаны), жестко закрепленную у разгрузочного днища 2, и расположенные перед ней камеры тонкого помола 9, 10, камеру грубого помола 11, разделенные межкамерными перегородками 12 и 13 с отверстиями (на фиг. не показаны). В камерах помола находятся мелющие тела (на фиг. не показаны).

Загрузочная втулка 5 может выполняться, например, в виде усеченного конуса или цилиндрической формы с транспортирующими лопастями 14 на внутренней поверхности, как приведено в примере конкретного исполнения (фиг. 1). Со стороны футерованного барабана 7 на ограниченной в продольном направлении внутренней поверхности загрузочной втулки 5 жестко закреплены равномерно распределенные в ее поперечном сечении многогранные пересыпающие лопасти 15. Перемещающие находящийся в загрузочной втулке 5 материал (на фиг. не показан) рабочие грани 16 (фиг. 3) пересыпающих лопастей 15 параллельны продольной оси 17 загрузочной втулки 5 и, со стороны перемещаемого ими материала, образуют выпуклые многогранные поверхности. У каждой пересыпающей лопасти примыкающая к внутренней поверхности 18 загрузочной втулки 5 первая рабочая грань 19 многогранной поверхности образует, со стороны продольной оси 17 загрузочной втулки, острый угол α с радиальной плоскостью 20, проходящей через продольную ось загрузочной втулки и линию пересечения 21 ее внутренней поверхности с первой рабочей гранью.

С горизонтальной плоскостью 22 рабочие грани 16 многогранных поверхностей пересыпающих лопастей 15, со стороны линии 20 пересечения их первых рабочих граней 19 и внутренней поверхности 18 загрузочной втулки 5 образуют углы β , величины которых не постоянны и изменяются при изменении положений пересыпающих лопастей в процессе вращения загрузочной втулки 5 совместно с загрузочным 1, разгрузочным 2 днищами и футерованным барабаном 7.

Трубная шаровая мельница сухого помола работает следующим образом. Футерованный барабан 7, жестко соединенный с загрузочным 1 и разгрузочным 2 днищами, оснащенными соответственно пустотелой цапфой 3 и пустотелой цапфой 4, приводится во вращение приводом (на фиг. не показан). Предназначенный для помола материал (на фиг. не показан), например, цементный клинкер, подается в загрузочную втулку 5 и транспортирующими лопастями 14 направляется в камеру грубого помола 11, где подвергается разрушению находящимися в камере мелющими телами с образованием частиц меньших размеров. В зависимости от крупности поступающего на измельчение материала, требований к качеству его помола, производительности мельницы камера помола может быть одна, а может быть их и несколько.

При перемещении материала транспортирующей лопастью 14 по внутренней поверхности 18 загрузочной втулки 5, он попадает на образованные рабочими гранями 16 выпуклые многогранные поверхности находящихся в ее нижней части пересыпающих лопастей 15. Материал захватывается выпуклыми многогранными поверхностями, перемещается и вовлекается ими во вращательное движение вокруг продольной оси 17 загрузочной втулки 5. При вращении загрузочной втулки 5, совместно с загрузочным 1, разгрузочным 2 днищами и футерованным барабаном 7, для каждой пересыпающей лопасти 15 будут изменяться величины углов β между рабочими гранями 16 многогранной поверхности и горизонтальной плоскостью 22. При перемещении пересыпающей лопасти 15 из крайнего нижнего положения до положения, в котором у ее многогранной поверхности величина угла β составит 0° для рабочей грани, наиболее удаленной от первой рабочей грани 19 этой пересыпающей лопасти, захваченный ее

многогранной поверхностью материал будет перемешаться без ссыпания с этой грани. Ссыпание материала с указанной грани пересыпающей лопасти не будет осуществляться при увеличении угла β до величины, равной углу естественного откоса находящегося на ней материала. Как только величина угла β превысит величину угла естественного откоса материала, он начнет ссыпаться с рабочей грани, наиболее удаленной от первой рабочей грани 19. Дальнейший поворот загрузочной втулки 5 приведет к аналогичному ссыпанию материала с рабочей грани пересыпающей лопасти, расположенной рядом с наиболее удаленной от первой рабочей грани, а затем и последующих. В последнюю очередь, при дальнейшем повороте загрузочной втулки, ссыпание материала

осуществится с первой рабочей грани 19 пересыпающей лопасти 15 при ее наклоне по отношению к горизонтальной плоскости под углом β , превышающем угол естественного откоса в движении находящегося на ней материала.

Таким образом, при перемещении пересыпающих лопастей из крайне нижнего положения материал будет последовательно ссыпаться с их многогранных поверхностей.

Так как в загрузочной втулке 5 установлено несколько пересыпающих лопастей 15, равномерно распределенных в ее поперечном сечении, каждая из которых имеет многогранные поверхности, то ссыпание материала с рабочих граней лопастей будет осуществляться равномерно, и при падении он будет равномерно распределяться во внутреннем объеме загрузочной втулки 5 на участке с расположенными пересыпающими лопастями 15.

Поток аспирационного воздуха (на фиг. не показан), перемещающийся через загрузочную втулку 5 в футерованный барабан 7, проходя через ссыпавшийся с рабочих граней пересыпающих лопастей 15 материал и находящийся в состоянии свободного падения, будет увлекать с собой мелкие частицы из среды этого материала. При попадании потока аспирационного воздуха в камеру грубого помола 11, внутренний диаметр которой значительно превышает внутренний диаметр загрузочной втулки, его скорость значительно уменьшается и вовлеченные в его среду мелкие частицы материала под действием силы тяжести начинают выпадать в мелющую среду этой камеры. Наиболее крупные из мелких частиц выпадают раньше, а наиболее мелкие – позже.

Разное время выпадения мелких частиц из потока аспирационного воздуха определяет их место падения в мелющую среду камеры грубого помола, которое зависит от размеров этих частиц: чем мельче частица, тем дальше выпадает от загрузочного днища 1.

Камера грубого помола 11 предназначена для измельчения крупных частиц материала, поэтому в ней находятся соответствующие им по размерам крупные мелющие тела. Наличие у загрузочного днища 1 мелких частиц материала приводит к демпфированию воздействия мелющих тел на крупные частицы материала. Удаление мелких частиц материала в камере грубого помола 11 от загрузочного днища значительно улучшает процесс разрушения мелющими телами крупных частиц материала, поступившего в камеру из загрузочной втулки 5. Перемещение мелких частиц при удалении от загрузочного днища 1 обеспечивает их попадание в среду с большим количеством мелких частиц, образовавшихся в результате разрушения крупных частиц мелющими телами у загрузочного днища 1, что способствует процессу самоизмельчения мелких частиц. Кроме того, перемещение потоком аспирационного воздуха мелких частиц материала выравнивает количества материала, распределенного по длине камеры грубого помола 11. Все это приводит к повышению эффективности процесса помола материала в этой камере, обеспечивает возможность увеличения ее производительности и снижения удельного расхода электроэнергии на подготовку

грубомолотого материала.

В случае многокамерного исполнения трубной шаровой мельницы сухого помола измельченный до грубомолотого состояния материал из камеры грубого помола 11 через отверстия межкамерной перегородки 13 направляется в камеру тонкого помола 10 с более мелкими мелющими телами, где происходит его доизмельчение. Затем материал из камеры тонкого помола 10 через отверстия межкамерной перегородки 12 направляется в камеру тонкого помола 9, где осуществляется его помол до кондиционного состояния. Из камеры тонкого помола 9 материал через отверстия выходной решетки 8 перемещается в разгрузочную втулку 6, которая направляет его на разгрузку из мельницы.

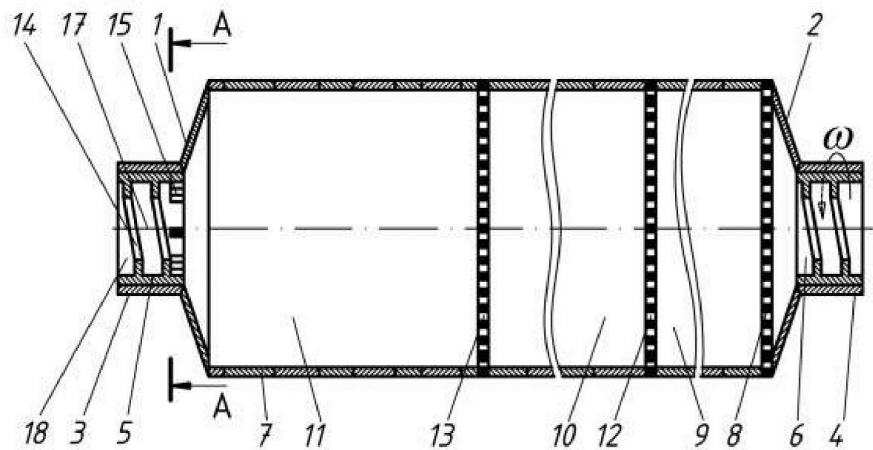
Более качественный помол материала в камере грубого помола обеспечивает повышение эффективности процесса помола материала в следующих за ней камерах помола и в мельнице в целом, которая выражается в повышении ее производительности и снижении удельного расхода электроэнергии.

В зависимости от требований к качеству помола материала, производительности мельницы, свойств измельчаемого материала камера помола может быть как одна, так камер может быть и несколько.

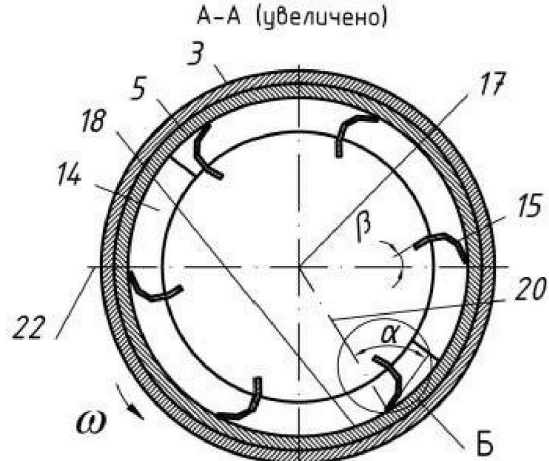
Таким образом, предлагаемое техническое решение приводит к повышению эффективности процесса помола материала, путем интенсификации его измельчения, выражающейся в увеличении производительности мельницы и снижении удельного расхода электроэнергии, за счет пересыпания находящегося в загрузочной втулке материала в аспирационный поток, выделения из него аспирационным потоком мелких частиц и их распределения, в зависимости от крупности, по длине камеры помола, расположенной за загрузочным днищем.

(57) Формула изобретения

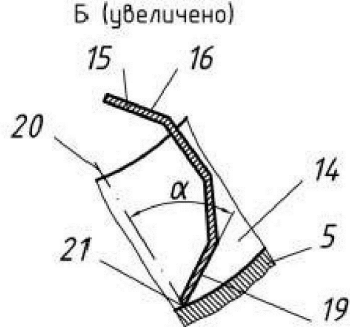
Трубная шаровая мельница сухого помола, содержащая привод, загрузочное и разгрузочное днища с пустотелыми цапфами, внутри которых соосно и жестко по отношению к ним установлены загрузочная втулка и разгрузочная втулка, жестко и соосно соединенный с загрузочным и разгрузочным днищами футерованный барабан с жестко закрепленной в нем у разгрузочного днища выходной решеткой и разделенный межкамерными перегородками на камеры помола с мелющими телами, отличающаяся тем, что со стороны футерованного барабана на внутренней поверхности загрузочной втулки жестко закреплены равномерно распределенные в ее поперечном сечении многогранные пересыпающие лопасти, рабочие грани которых, пересыпающие находящийся в загрузочной втулке материал, параллельны продольной оси загрузочной втулки и со стороны перемещаемого ими материала образуют выпуклые многогранные поверхности, при этом первая рабочая грань многогранной поверхности, примыкающая к внутренней поверхности загрузочной втулки, у каждой пересыпающей лопасти образует, со стороны продольной оси загрузочной втулки, острый угол с радиальной плоскостью, проходящей через продольную ось загрузочной втулки и линию пересечения ее с внутренней поверхности с первой гранью.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3