



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28174 (13) A

(51) 6 B02C17/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) МОЛОЛЬНЕ ТІЛО

(21) 95041797

(22) 19.04.1995

(24) 16.10.2000

(33) UA

(46) 16.10.2000, Бюл. № 5, 2000 р.

(72) Сольоний Володимир Костянтинів, Косого-  
нова Етері Олександрівна, Владимірова Альбіна  
Олександрівна, Желяков Андрій Шаф'юлович,  
Медведчук Леонід Якович, Савченко Анатолій Ан-  
тонович, Сохацький Любомир Ярославович, За-  
славський Віталій Ісаакович(73) УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДО-  
СЛІДНИЙ ІНСТИТУТ МЕТАЛІВ, БАХЧИСАРАЙСЬ-  
КИЙ ОРЕНДНО-ВИРОБНИЧИЙ КОМБІНАТ "БУД-  
ІНДУСТРІЯ", РЕМОНТНЕ ПІДПРИЄМСТВО "МИ-  
КОЛАЇВЦЕМОНТ"

(57) 1. Мелющее тело, содержащее две сопря-  
женные основаниями части, одна из которых вы-  
полнена в виде сеченного конуса, а другая, со-  
пряженная с меньшим основанием усеченного ко-  
нуса, выполнена с эллипсоидной поверхностью,  
**отличающееся** тем, что оно имеет третью часть,  
сопряженную с большим основанием усеченного  
конуса, выполненную с эллипсоидной поверхно-  
стью.

2. Мелющее тело по п. 1, **отличающееся** тем, что  
оно вписано в эллипсоид, малая ось которого яв-  
ляется высотой мелющего тела, при этом диаметр  
меньшего основания усеченного конуса составля-  
ет 0,7-0,8, а диаметр большего основания усечен-  
ного конуса – 0,8-0,9 высоты мелющего тела.

Изобретение относится к технике измельчения  
материалов и может быть использовано в метал-  
лургической, цементной и других отраслях про-  
мышленности, где используются мельницы, за-  
гружаемые мелющими телами.

Известно мелющее тело, которое для увели-  
чения размалывающей способности выполнено в  
виде полого цилиндра, внутри которого свободно  
расположено ядро в виде сплошного цилиндра с  
диаметром, меньшим диаметра полого цилиндра  
(см.: а. с. СССР № 587992, кл. B02C17/24, 1978).

Недостатком данного мелющего тела являет-  
ся то, что воздействие на измельчаемый матери-  
ал производится за счет статического давления  
ядра на внутреннюю полость цилиндра, при этом  
под воздействие попадает весьма ограниченный  
объем материала, что, следовательно, снижает  
эффективность процесса измельчения.

Известно мелющее тело (см.: а. с. СССР  
№ 837406, кл. B02C17/20, 1981), образующая ко-  
торого для повышения эффективности процесса  
измельчения выполнена в виде синусоиды, пери-  
од которой равен 0,8-1,4, а амплитуда 0,2-0,25  
среднего диаметра мелющего тела, равного полу-  
сумме диаметров впадины и выступа синусои-  
дальной поверхности.

Недостатком данного мелющего тела являет-  
ся повышенный его износ по выступам синусои-  
дальной поверхности, поэтому оно не может быть  
использовано достаточно эффективно в процессе

измельчения. Известно также мелющее тело, со-  
стоящее из двух рабочих частей, одна из которых  
выполнена в виде полушария, а другая - в виде  
правильной пятигранной усеченной пирамиды с  
вогнутыми гранями (см.: а. с. СССР № 1512658,  
кл. B02C17/20, 1989).

Недостатком этого мелющего тела является  
невысокая ударостойкость и повышенный износ,  
что связано с достаточно высокой раскалываемо-  
стью мелющего тела в местах концентрации на-  
пряжений на ребрах усеченной пятигранной пира-  
миды.

Наиболее близким по технической сущности к  
предлагаемому объекту является выбранное в ка-  
честве прототипа мелющее тело (см.: патент Рос-  
сийской Федерации № 2024312, кл. B02C17/20,  
опубл. 1994, бюл. № 23), состоящее из двух со-  
пряженных основаниями частей, одна из которых  
выполнена в виде усеченного конуса с вогнутым  
большим основанием, а другая часть сопряжена с  
меньшим основанием усеченного конуса и выпол-  
нена с эллипсоидной поверхностью, причем во-  
гнутая поверхность большего основания конуса  
образована вращением кривой "Локон Аньези" во-  
круг оси конуса.

Общим с предлагаемым мелющим телом яв-  
ляется то, что оно состоит из двух рабочих частей,  
одна из которых - усеченный конус, а другая, со-  
пряженная с меньшим основанием усеченного ко-  
нуса, выполнена с эллипсоидной поверхностью.

(19) UA (11) 28174 (13) A

Недостатком данного мелющего тела является наличие концентраторов напряжений, образованных поверхностью кривой "Локоп Анъези", что при эксплуатации данного мелющего тела в мельнице может привести к его раскалыванию, а, следовательно, к увеличению износа и снижению эффективности измельчения материала.

В основу изобретения поставлена задача разработать мелющее тело, в котором новая форма его выполнения позволила бы значительно уменьшить концентрацию напряжений на поверхности и тем самым снизить раскалываемость и износ мелющих тел при обеспечении высокой плотности загрузки, и повысить эффективность процесса измельчения.

Поставленная задача решается тем, что в мелющем теле, состоящем из двух сопряженных основаниями частей, одна из которых выполнена в виде усеченного конуса, а другая, сопряженная с меньшим основанием усеченного конуса, выполнена с эллипсоидной поверхностью, в отличие от прототипа, имеется третья часть, сопряженная с большим основанием усеченного конуса, выполненная с эллипсоидной поверхностью. В частном случае выполнения мелющее тело вписано в эллипсоид, малая ось которого является высотой мелющего тела, при этом диаметр меньшего основания усеченного конуса, составляет 0,7-0,8, а диаметр большего основания усеченного конуса - 0,8-0,9 высоты мелющего тела.

Технический результат, получаемый при использовании изобретения, заключается в значительном уменьшении концентрации напряжений на поверхности мелющих тел при обеспечении высокой плотности их загрузки в мельнице благодаря изменению формы мелющего тела. Между совокупностью существенных признаков и достигаемым техническим результатом существует следующая причинно-следственная связь.

Выполнение одной из частей мелющего тела в виде усеченного конуса обеспечивает прямолинейный контакт мелющих тел по образующей конуса и высокую плотность их загрузки в мельнице. Выполнение нижней и верхней частей мелющего тела в виде эллипсоидных поверхностей, сопряженных с большим и меньшим основаниями усеченного конуса, значительно увеличивает поверхность взаимодействия мелющих тел между собой за счет контакта по эллипсоидным кривым. Сочетание выполнения одной из частей мелющего тела в виде усеченного конуса, а двух других, сопряженных с его меньшим и большим основаниями, в виде эллипсоидных поверхностей позволяет достичь максимальной плотности загрузки мелющих тел в мельнице, а, следовательно, увеличения суммарной поверхности истирания, тонины помола и повышения эффективности процесса измельчения.

Выполнение частей мелющего тела, сопряженных с большим и меньшим основаниями усеченного конуса, с эллипсоидными поверхностями, исключает возникновение концентраторов напряжений и обеспечивает равномерное распределение напряжений по всей поверхности мелющего тела. В результате этого, в отличие от прототипа, при эксплуатации в мельнице, практически не имеет значения, какой частью падает мелющее

тело, благодаря своей форме оно испытывает равномерно распределяющиеся ударные нагрузки, что обеспечивает повышенную его ударостойкость по сравнению с прототипом и высокое удельное давление на размалываемый материал.

Выполнение одной из частей мелющего тела в виде усеченного конуса, а двух других, сопряженных с его большим и меньшим основаниями, в виде эллипсоидной поверхности, обеспечивает простоту изготовления мелющего тела в процессе производства. Мелющее тело отливают в открытый кокиль, что исключает применение разъемных полужорм и позволяет производить беспрепятственную его выбивку из формы. Отливка в кокиль создает оптимальные условия кристаллизации мелющих тел в форме, обеспечивая получение однородной плотной структуры по всему объему мелющего тела, что обеспечивает его равномерный износ и эффективную работу всей поверхности.

Диаметр меньшего основания усеченного конуса составляет 0,7-0,8, а диаметр большего основания усеченного конуса 0,8-0,9 высоты мелющего тела, при этом высотой его является малая ось эллипсоида, в который вписано мелющее тело.

При выполнении мелющего тела с соотношением диаметра меньшего основания усеченного конуса к высоте 0,7-0,8, а большего основания - 0,8-0,9 форма мелющего тела приближается к шаровидной и обладает высокой ударостойкостью и равномерностью изнашивания, сохраняя при этом преимущества, свойственные мелющим телам с комбинированной поверхностью контакта (криволинейный и прямолинейный). Выполнение мелющего тела с такими соотношениями диаметров меньшего и большего оснований усеченного конуса к высоте обеспечивает высокую стойкость против раскалывания, высокую эффективность измельчения и хорошую выбиваемость мелющего тела при отливке в кокиль.

Увеличение соотношения диаметра большего основания усеченного конуса к высоте более 0,9 или уменьшение соотношения диаметра меньшего основания усеченного конуса к высоте менее 0,7 приведет к увеличению конусности и массы мелющего тела, а также к смещению центра тяжести и, следовательно, ударных нагрузок в сторону большего основания усеченного конуса, что снижает ударостойкость.

Увеличение соотношения диаметра меньшего основания усеченного конуса и высоте более 0,8 или уменьшение соотношения диаметра большего основания усеченного конуса к высоте менее 0,8 приведет к уменьшению конусности мелющего тела, а, следовательно, к затруднению его выбивки из кокиля.

Сущность изобретения поясняется чертежами, на которых изображено:

- на фиг. 1 - сечение мелющего тела вдоль оси симметрии;
- на фиг. 2 - сечение мелющего тела, вписанного в эллипсоид;
- на фиг. 3 - взаимодействие мелющих тел по криволинейным поверхностям;
- на фиг. 4 - взаимодействие мелющих тел по образующим конуса;

- на фиг. 5 - взаимодействие мелющих тел по криволинейным поверхностям и образующим конуса.

Мелющее тело состоит из части 1, выполненной в виде усеченного конуса, части 2, сопряженной с меньшим основанием усеченного конуса и выполненной с эллипсоидной поверхностью и части 3, сопряженной с большим основанием усеченного конуса и выполненной с эллипсоидной поверхностью.

Мелющее тело может быть вписано в эллипсоид, малая ось  $O_1O_2$  (фиг. 2), которого является высотой  $H$  мелющего тела, при этом диаметр  $d$  меньшего основания усеченного конуса составляет 0,7-0,8 высоты  $H$  мелющего тела, а диаметр  $D$  большего основания усеченного конуса составляет 0,8-0,9  $H$ .

Размеры мелющего тела могут варьироваться в зависимости от условий эксплуатации с условием соблюдения соотношения диаметров меньшего и большего оснований усеченного конуса к высоте.

Измельчение материалов в мельнице происходит посредством нескольких видов взаимодействий мелющих тел, а именно: истиранием материала между эллипсоидными поверхностями (фиг. 3), между образующими конуса (фиг. 4) и при одновременном взаимодействии (фиг. 5) по эллипсоидным поверхностям и образующим конуса. Таким образом, в процессе измельчения эффективно участвует вся поверхность мелющих тел.

Во вращающейся мельнице под действием центробежной силы мелющие тела поднимаются на определенную высоту, откуда свободно падают, за счет чего осуществляется эффективное измельчение материала ударом эллипсоидной частью мелющего тела.

При одновременном взаимодействии мелющих тел по криволинейным поверхностям и образующим конуса происходит интенсивное измельчение материала всей поверхностью мелющего тела.

В отличие от прототипа, имеющего склонность к раскалыванию из-за наличия концентраторов напряжений, образованных поверхностью кривой

"Локон Аньези", предлагаемое мелющее тело при работе в мельнице не раскалывается.

Описанные виды взаимодействия и особенности работы мелющих тел, обусловленные их формой, обеспечивают повышение эффективности применения по сравнению с прототипом.

В условиях опытного завода УкрНИИмет были отлиты мелющие тела предлагаемой формы и мелющие тела, выбранные в качестве прототипа. В лабораторных условиях проведены испытания мелющих тел на ударостойкость, износостойкость, определена эффективность измельчения. Результаты испытаний представлены в таблице.

Испытания на износостойкость производили в лабораторной мельнице по двум методикам - сухого и мокрого измельчения. В первом случае в мельницу загружали мелющие тела предлагаемой формы, мелющие тела, выполненные по прототипу и 0,5 кг песка. Во втором случае, кроме вышеперечисленного, в мельницу добавляли 0,3 л воды. После каждого часа испытаний мелющие тела взвешивали и определяли потерю массы. Затем испытание повторяли, загрузив в мельницу новую порцию песка (сухое измельчение) или песка и воды (мокрое измельчение). По результатам всех испытаний определяли среднее значение потери массы для каждого мелющего тела.

Ударостойкость мелющих тел определяли на вертикальном копре. Боек массой 79 кг свободно падал на мелющее тело с высоты 1 м. Испытания проводили до разрушения мелющего тела.

Для определения эффективности измельчения применяли ситовый анализ.

Из результатов сравнительных лабораторных исследований, приведенных в таблице, следует, что предлагаемая форма мелющего тела по сравнению с прототипом имеет следующие преимущества (вариант № 3 табл.):

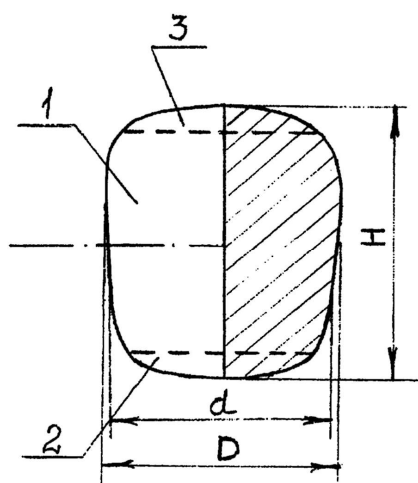
- обеспечивает повышение эффективности измельчения на 12%;
- повышение ударостойкости на 15%;
- повышение износостойкости на 15%.

Таким образом, предлагаемое мелющее тело повышает эффективность процесса измельчения и обеспечивает экономию металла за счет повышения ударостойкости и износостойкости.

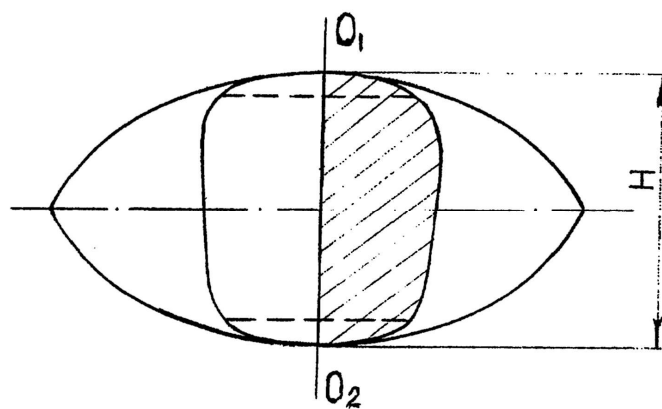
Таблица

Результаты испытаний мелющих тел предлагаемой формы и мелющих тел, выбранных в качестве прототипа

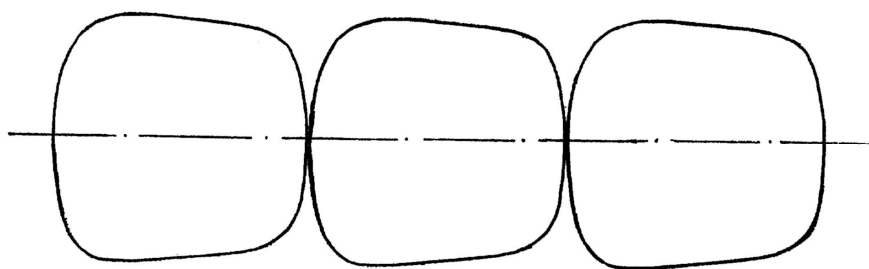
№№ варианта	Геометрические размеры		Показатели качества		
	Д/Н	d/H	Износ, %	Ударостойкость, %	Эффективность процесса измельчения, %
1	0,95	0,75	90	100	100
2	1	0,8	95	95	95
3	0,85	0,75	85	115	112
4	0,8	0,65	90	97	90
5	0,9	0,85	Не выбиваются из кокиля		
6	0,9	0,9			
7	0,75	0,7			
8	0,7	0,8			
9	прототип		100	100	100



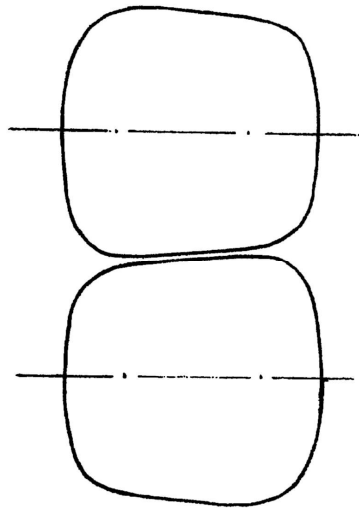
Фиг. 1



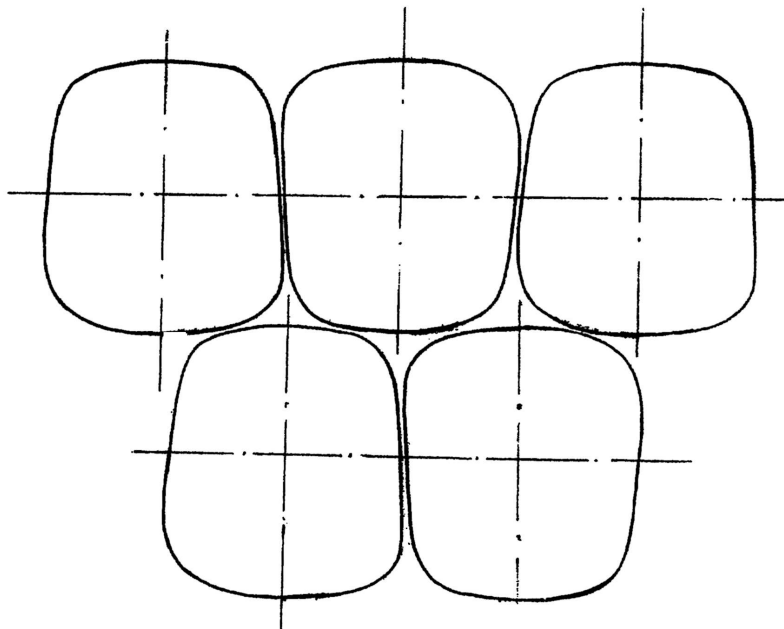
Фиг. 2



Фиг. 3



**Фиг. 4**



**Фиг.5**

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 34 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---