



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29003 (13) A

(51) 6 B02C17/20

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) МОЛОЛЬНЕ ТІЛО

(21) 97125765

(22) 02.12.1997

(24) 16.10.2000

(33) UA

(46) 16.10.2000, Бюл. № 5, 2000 р.

(72) Марков Юрій Ілліч, Харченко Борис Васильович, Марков Інокентій Юр'євич

(73) Марков Юрій Ілліч, Харченко Борис Васильович, Марков Інокентій Юр'євич

(57) 1. Молольне тіло, яке містить циліндричну частину та спряжені з нею торцеві дільниці, яке **відрізняється** тим, що воно виконано висотою, яка дорівнює 0,9-1,2 діаметра циліндричної частини

при масі молольного тіла у межах 5-12 кг і виготовлено з матеріалу утилізованих артилерійських снарядів з низько- та середньолегованої хромонікельмолібденової або кремніймісткої вуглецевої сталі.

2. Молольне тіло згідно з п. 1, яке **відрізняється** тим, що поверхня, щонайменше, однієї торцевої дільниці має твердість, яка дорівнює 0,9-0,5 твердості поверхні циліндричної частини.

3. Молольне тіло згідно з п. 1 і п. 2, яке **відрізняється** тим, що бічна поверхня, щонайменше, однієї торцевої дільниці виконана конічною.

Винахід стосується здрібнення барабаними млинами, зокрема, здрібнювальних органів - молольних тіл.

Відомо молольне тіло, яке складається з двох спряжених основами робочих частин, одна з яких виконана у вигляді зрізаного конуса з угнутою великою основою, а друга частина спряжена з меншою основою зрізаного конуса і виконана з еліпсоїдною поверхнею, причому угнута поверхня більшої основи конуса утворена обертанням кривої "Локон Ап'єзи" навколо осі конуса (див. патент Російської Федерації 2024312, МПК B02C17/20, 1994).

У об'єкта, що пропонується, та аналога співпадають такі істотні ознаки: молольне тіло складається із спряжених робочих частин.

Одержанню очікуваного технічного результату при використанні аналога перешкоджають такі причини. Наявність на молольному тілі поверхні, утвореної обертанням кривої "Локон Ап'єзи" навколо осі конусної робочої частини, призводить до концентрації напружень у цій робочій частині, що веде до зниження ударостійкості молольного тіла та до сколювання при збільшенні його маси і підвищенні ударного навантаження. Цей недолік не дозволяє в повному обсязі реалізувати ударно-стиральні можливості молольного тіла і знижує ефективність здрібнення матеріалів, особливо залізомістких руд.

Найбільш близьким за сукупністю ознак до винаходу, що пропонується, є обране в якості прототипу молольне тіло, яке містить циліндричну частину та спряжені з нею торцеві дільниці. Циліндри-

чна частина молольного тіла виконана у вигляді порожнистого циліндра, всередині якого вільно розміщене ядро у вигляді суцільного циліндра з діаметром, меншим за діаметр порожнистого циліндра (див. а.с. СРСР 587992, МПК B02C17/24, 1978).

У об'єкта, що пропонується, і прототипу співпадають такі суттєві ознаки: молольне тіло містить циліндричну частину та спряжені з нею торцеві дільниці.

Аналіз технічних властивостей прототипу, обумовлених його ознаками, показує, що одержанню очікуваного технічного результату перешкоджають такі причини. При малій масі молольного тіла ударні навантаження незначні і здрібнення матеріалів здійснюється лише за рахунок стирання, що знижує ефективність здрібнення, особливо залізомістких руд. При підвищенні маси суцільного циліндра для збільшення ударно-стирального навантаження молольного тіла відбувається прискорене руйнування зовнішнього порожнистого циліндра за рахунок зниження його ударостійкості, тому що дія на матеріал, що здрібнюється, відбувається за рахунок тиску ядра на внутрішню порожнину зовнішнього циліндра та спряжені з ним торцеві дільниці.

В основу винаходу поставлена задача створити таке молольне тіло, в якому удосконалення шляхом зміни форми виконання елементів, введення взаємозв'язку між параметрами елементів та зміни матеріалу, з якого виготовлений елемент, дозволило б при використанні винаходу забезпечити досягнення нового технічного результату, який полягає у зменшенні сколюваності молольних тіл при підвищенні ударно-стиральних наванта-

(19) UA (11) 29003 (13) A

жень та у збільшенні ефективності здрібнення матеріалів, особливо залізомістких руд.

Винахід, що пропонується, характеризується такими суттєвими ознаками, які висловлені певними поняттями, що є достатніми для їх ідентифікації, направлені на вирішення поставленої задачі і є достатніми для досягнення очікуваного технічного результату в усіх випадках, на які поширюється обсяг правової охорони.

Молольне тіло, що пропонується, згідно з першим пунктом формули винаходу містить циліндричну частину та спряжені з нею торцеві дільниці.

Від прототипу винахід, що пропонується, відрізняється тим, що молольне тіло виконано висотою, яка дорівнює 0,9-1,2 діаметра циліндричної частини при масі молольного тіла у межах 5-12 кг. При цьому молольне тіло, що пропонується, виготовлено з матеріалу утилізованих артилерійських снарядів з низько- і середньолегованої хромонікельмолібденової або кремніймісткої вуглецевої сталі.

При використанні винаходу очікується досягнення технічного результату, який полягає у підвищенні ударостійкості молольного тіла, зниженні сколюваності при підвищенні ударно-стиральних навантажень та у підвищенні ефективності здрібнення матеріалів, особливо залізомістких руд.

Між сукупністю суттєвих ознак винаходу згідно з пунктом 1 формули винаходу та технічним результатом, що досягається, є такий причинно-наслідковий зв'язок. Виконання молольного тіла з матеріалу утилізованих артилерійських снарядів з низько- та середньолегованої хромонікельмолібденової вуглецевої сталі (35X3NM, 60X3NM) або кремніймісткої вуглецевої сталі (із вмістом вуглецю 0,5-0,6% і кремнію 1,3-1,8%) дозволяє за рахунок високих міцностних та пластичних характеристик цього матеріалу (а також наявності загартованих до 40-50 одиниць за Роквелом структур, рівномірно розташованих по перерізу) та при вказаному співвідношенні між висотою та діаметром циліндричної частини, яке перебуває у межах 0,9-1,2, підвищити масу молольного тіла до 5-12 кг. При цьому забезпечуються високі ударно-стиральні навантаження без концентрації напружень, які призводять до сколювання матеріалу молольних тіл і навіть до їх розколювання. Крім того, виконання молольного тіла із співвідношенням між його висотою та діаметром циліндричної частини у межах 0,9-1,2 наближає форму молольного тіла у поздовжньому перерізі до форми квадрата, що підвищує щільність завантаження молольних тіл у млині і забезпечує максимальне значення насипної ваги молольних тіл при їх неорганізованому укладанні. В процесі здрібнення матеріалу ці молольні тіла забезпечують високе ударне навантаження завдяки збільшеній масі, практично точковому контакту по твірній циліндричній поверхні з кусками матеріалу та рублячій дії на матеріал місць спряження циліндричної частини та торцевих дільниць, що підвищує ефективність дроблення та стирання матеріалу, особливо залізомістких руд. Контакт циліндричних поверхонь по лінії з роздробленим матеріалом при значній масі молольних тіл та високій щільності їх завантаження у млині забезпечує високу ефективність стирання і,

отже, здрібнення матеріалу, особливо залізомістких руд.

В окремих випадках виконання винахід, що пропонується, характеризується такими відмінностями від прототипу ознаками.

Згідно з п. 2 формули винаходу молольне тіло відрізняється тим, що поверхня, щонайменше, однієї торцевої дільниці має твердість, яка дорівнює 0,9-0,5 твердості на поверхні циліндричної частини.

Між істотними ознаками цього пункту і технічним результатом, що досягається, існує такий причинно-наслідковий зв'язок. Виконання торцевих дільниць молольного тіла з меншою твердістю, ніж твердість на поверхні циліндричної частини забезпечує трохи більш інтенсивне стирання молольного тіла з боку торцевих дільниць, що сприяє "самозагострюванню" місць спряження торцевих дільниць з циліндричною частиною і підвищенню ефективності їх рублячої дії на матеріал.

Згідно з п. 3 формули винаходу молольне тіло відрізняється тим, що бічна поверхня, щонайменше, однієї торцевої дільниці виконана конічною.

Між суттєвими ознаками цього пункту і технічним результатом, що досягається, існує такий причинно-наслідковий зв'язок. Така форма молольного тіла при заданій його масі забезпечує підвищення тиску циліндричної частини на матеріал, що здрібнюється, за рахунок зменшення лінії контакту, що сприяє підвищенню ефективності стирання матеріалу та забезпечує підвищення тиску цієї торцевої дільниці на матеріал при ударній дії, що підвищує ефективність дроблення матеріалу.

Суть винаходу пояснюється ілюструючими матеріалами, на котрих зображено: на фіг. 1 - загальний вигляд вертикально розташованого молольного тіла; на фіг. 2 - поперечний розріз по А-А на фіг. 1; на фіг. 3 - загальний вигляд вертикально розташованого молольного тіла з конічною бічною поверхнею торцевої дільниці.

На графічних матеріалах проставлено такі позначення: 1 - циліндрична частина молольного тіла; 2 - перша торцева дільниця молольного тіла; 3 - друга торцева дільниця молольного тіла; 4 - лінія спряження торцевої дільниці 2 з циліндричною частиною 1; 5 - лінія спряження торцевої дільниці 3 з циліндричною частиною 1; 6 - конічна бічна поверхня торцевої дільниці 3; Н - висота молольного тіла; D - діаметр молольного тіла.

У конкретному прикладі молольне тіло, що пропонується, згідно з першим пунктом формули винаходу містить циліндричну частину 1 (фіг. 1) і торцеві дільниці 2 і 3, які спрягаються з циліндричною частиною 1 по лініях 4 і 5. Молольне тіло виконано висотою  $H=0,12$  м (120 мм), діаметром  $D=0,12$  м (120 мм,  $H=D$ ) і виготовлено з матеріалу утилізованих артилерійських снарядів із середньолегованої хромонікельмолібденової сталі, наприклад, 35X3NM із вмістом вуглецю 3,5%, хрому 2,5%, нікелю - 0,45%, молібдену - 0,3% або кремніймісткої вуглецевої сталі із вмістом вуглецю 0,6% і кремнію 1,6%. Маса такого молольного тіла складає 11,2 кг. Середня твердість на циліндричній поверхні 1 та практично по всьому перерізу молольного тіла складає 40-45 одиниць за Роквелом ( $HRC=40-45$ ).

В окремому випадку виконання згідно з пунктом 2 формули винаходу молотьне тіло відрізняється тим, що поверхня, щонайменше, однієї торцевої ділянки, наприклад, 2 має твердість, що є меншою, ніж твердість на поверхні циліндричної частини 1 і дорівнює 20 одиниць за Роквелом ( $HRC=20$ ), тобто дорівнює половині твердості на поверхні циліндричної частини 1. Зменшення твердості на поверхні торцевої ділянки забезпечують за рахунок здійснення операцій з відпуску матеріалу молотьного тіла з боку торцевої ділянки.

В окремому випадку виконання згідно з пунктом 3 формули винаходу молотьне тіло відрізняється тим, що, щонайменше, у однієї торцевої ділянки, наприклад, 3 бічна поверхня 6 (фіг. 3) виконана конічною з кутом конусності 60 градусів.

Здрібнення матеріалу, наприклад залізної руди, з допомогою молотьних тіл, які виконані згідно з першим пунктом формули винаходу, здійснюється таким чином. Необхідну кількість молотьних тіл та залізної руди завантажували у млин. При обертанні млина у процесі здрібнення залізної руди ці молотьні тіла забезпечують завдяки значній масі високе ударне навантаження з боку торцевих ділянок 2 і 3, з боку циліндричної поверхні 1, яка взаємодіє з кусками залізної руди практично по лінії, і з боку місць спряження 4 і 5 циліндричної поверхні 1 і торцевих ділянок 2 і 3, що підвищує ефективність дроблення залізної руди. Контакт циліндричних поверхонь 1 по лінії з роздробленим матеріалом при значній масі молотьних тіл та високій щільності їх завантаження у млині забезпечує високу ефективність стирання залізної руди.

При визначенні ефективності здрібнення з використанням молотьних тіл, що пропонується, при співвідношенні висоти до діаметра  $H:D=1,0$  за базовий варіант прийнято використання для помелу залізних руд сталевих куль діаметром 0,12 м (120 мм) спільно із цильпесами діаметром 0,04 м (40 мм). За 100% прийняті такі базові значення показників: витрати молотьних тіл - 3,6 кг/т залізородного концентрату; знос футеровки млина при безперервній роботі протягом 8 місяців; здрібнення 97% залізородного концентрату до фракції, що не перевищує 74 мікрона при максимальній крупності частинок 0,1 мм.

Результати дослідних випробувань нових молотьних тіл по відношенню до базового варіанту (у відсотках) зведені до таблиці.

Таблиця

№ п/п	Маса молотьного тіла, кг	Витрати молотьних тіл, %	Знос футеровки, %	Ефективність здрібнення, %
1	4	110	90	97
2	5	100	90	100
3	8	85	100	101
4	10	90	100	101
5	12	90	100	100
6	13	90	110	97

У базовому варіанті співвідношення у витратах крупних куль і цильпесів дорівнювало 2,3, а співвідношення у витратах циліндричних молотьних тіл, що пропонуються, і цильпесів склало 3,0 завдяки більш високій стираючій здатності цих тіл.

Критерієм визначення оптимального співвідношення висоти та діаметра молотьного тіла слугує максимально можлива насипна вага молотьних тіл у млині при їх неорганізованому укладанні, що виявляє суттєвий вплив на ефективність здрібнення. Встановлено, що найкращі показники даного критерію досягаються при такому співвідношенні висоти до діаметра:  $H:D=0,9-1,2$ . Вихід за вказані межі призводить до зниження насипної ваги на 5-15%, що знижує ефективність здрібнення та збільшує тривалість помелу на 10-15%.

Виконання молотьних тіл, виготовлених з матеріалу утилізованих артилерійських снарядів з низько- та середньолегованої хромонікельмолібденової сталі, висотою, яка складає 0,9-1,2 діаметра циліндричної, та масою, меншою за 5 кг, недоцільно, тому що зменшується ефективність здрібнення та збільшуються витрати молотьних тіл, а масою, більшою за 12 кг, недоцільно, тому що збільшується знос футеровки та зменшується ефективність здрібнення.

Граничні значення параметрів, які включені до формули винаходу, визначені експериментально.

В результаті використання винаходу досягається технічний результат, що полягає у зниженні сколюваності молотьних тіл при підвищенні ударно-стираючих навантажень, підвищенні ударостійкості та зносостійкості молотьних тіл та підвищенні ефективності здрібнення матеріалів, особливо залізоємистих руд.

Використання винаходу з відмітною ознакою згідно з пунктом 2 формули винаходу є доцільним у випадку помелу твердих і крижких руд, коли ефективність розколювання матеріалу, що здрібнюється, зростає при рублячій дії на нього гострих країв молотьного тіла - місць спряження циліндричної частини та торцевих ділянок. Виконання торцевих ділянок молотьного тіла з меншою твердістю, ніж твердість на поверхні циліндричної частини забезпечує трохи більш інтенсивне стирання молотьного тіла з боку торцевих ділянок, що сприяє "самозагострюванню" місць спряження торцевих ділянок з циліндричною частиною та підвищенню ефективності їх рублячої дії на матеріал.

Вибір граничних значень, включених до п. 2 формули винаходу, обумовлен таким. Виконання молотьного тіла таким способом, що поверхня, щонайменше, однієї торцевої ділянки має твердість, більшу за 0,9 твердості поверхні циліндричної частини, недоцільно, тому що у цьому випадку циліндрична поверхня, торцева ділянка та місце спряження між ними - рублячий край - зношуються практично однаково, що веде до притуплення рублячого краю та зменшенню ефективності рублячої дії молотьного тіла на матеріал, що здрібнюється. Виконання молотьного тіла таким способом, що поверхня, щонайменше, однієї торцевої ділянки має твердість, меншу за 0,5 твердості поверхні циліндричної частини, недоцільно, тому що у такому випадку при збільшенні зносу молотьного тіла в цілому значно збільшується знос торцевої ділянки, котра набуває значно угнуту форму, при якій погіршується ефективність ударної дії торцевої ділянки на матеріал, що здрібнюється. Крім того, неприпустимо загострюється кут спряження торцевої ділянки та циліндричної частини, що призводить до руйнування рублячого краю та змен-

шення ефективності рублячої дії молоткового тіла на матеріал, що здрібнюється.

Використання винаходу з відмітною ознакою згідно з пунктом 3 формули винаходу є доцільним у випадку помелу твердих та крихких руд, коли ефективність розколювання матеріалу, що здрібнюється, зростає при ударній дії на нього торцевої

або циліндричної дільниці. Виконання бічної поверхні конічною зменшує площу торцевої дільниці та скорочує довжину твірної циліндричної частини, що при заданій масі молоткового тіла підвищує його тиск на матеріал, що здрібнюється, і, отже, ефективність ударної дії молоткового тіла на матеріал, що здрібнюється.

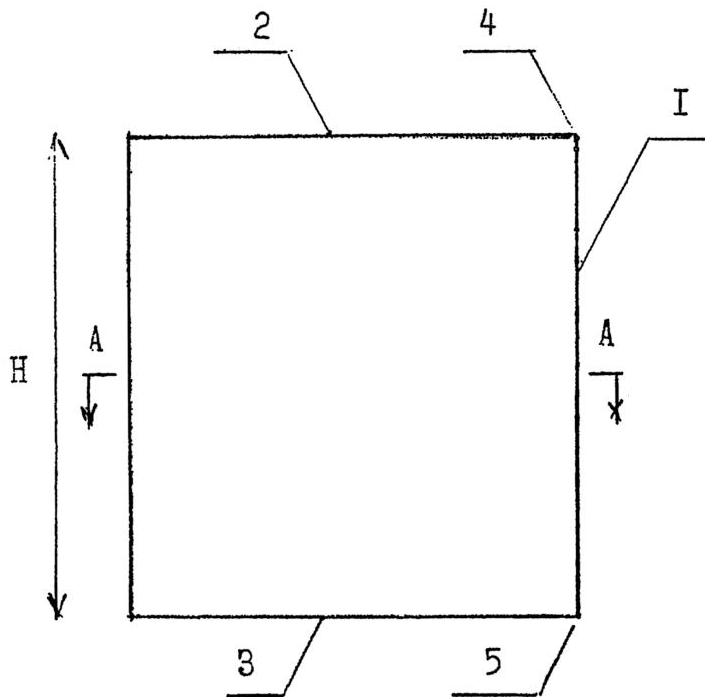


Fig. 1

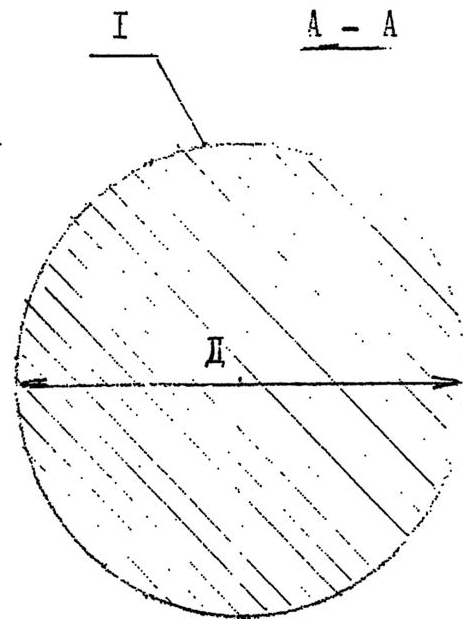
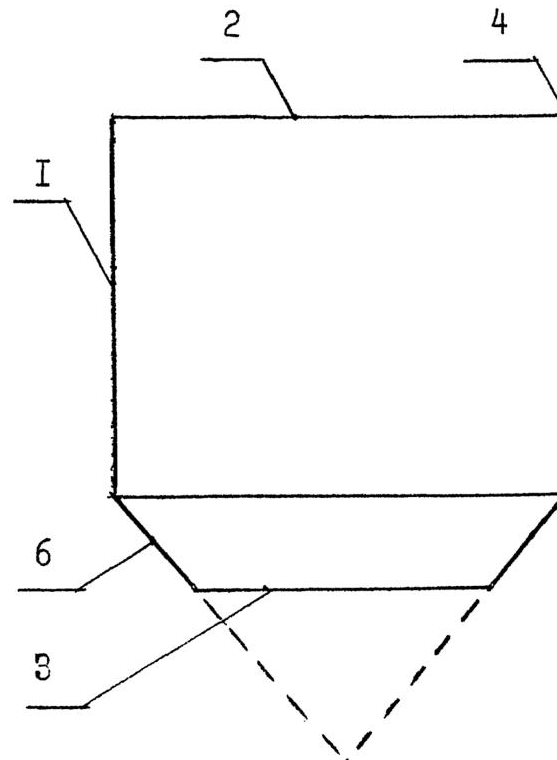


Fig. 2



**Фіг. 3**

---

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

---