



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93208 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
B02C 4/00
B02C 7/00
B02C 15/00
B02C 17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕМЕЛЮВАННЯ РУДИ, МІНЕРАЛІВ ТА КОНЦЕНТРАТІВ

1

(21) a200803271
(22) 08.08.2006
(24) 25.01.2011
(86) PCT/AU2006/001125, 08.08.2006
(31) 2005904395
(32) 15.08.2005
(33) AU
(46) 25.01.2011, Бюл.№ 2, 2011 р.
(72) АНДЕРСОН ГРЕГОРІ СТВЕН, AU, КАРРІ ДЕНІЕЛЬ ЧАРЛЬЗ, AU, ПІЗ ДЖОЗЕФ ДАМІАН, AU
(73) ЕКССТРАТА ТЕКНОЛОДЖІ ПІТІУАЙ ЛТД, AU
(56) US 5797550, 25.08.1998
US 5984213, 16.11.1999
WO 02/068333 A2, 06.09.2002
US 5085889, 04.02.1992
JP 2003305378 A, 28.10.2003
(57) 1. Спосіб зменшення розміру частинок завантажуваного сипкого матеріалу, який включає:
а) забезпечення завантажуваного матеріалу, який містить частинки;
б) подачу завантажуваного матеріалу у дробарку, яка має потужність принаймні 500 кВт, дробарка має питому привідну потужність принаймні 50 кВт на кубічний метр перемелюваного об'єму дробарки (який є внутрішнім об'ємом дробарки без об'єму вала(ів) та мішалки(ок)), дробарка включає перемелювальні тіла, які включають сипкий матеріал, який має питому вагу не менше за 2,4 тонни/м³, і розмір частинок у межах приблизно від 0,8 до 8 мм;
с) перемелювання завантажуваного матеріалу у дробарці; та
д) видалення продукту з дробарки, причому продукт має такий діапазон розміру частинок, що D₈₀ продукту становить принаймні приблизно 20 мікрон.
2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що продукт, який видаляється з дробарки, має такий діапазон розміру частинок, що D₈₀ продукту становить приблизно від 20 до 1000 мікрон.
3. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що перемелювальні тіла є штучними перемелювальними тілами, виробленими з застосуванням процесу,

2

який включає хімічне перетворення матеріалу або матеріалів на інший матеріал.

4. Спосіб за п. 3, який відрізняється тим, що штучні перемелювальні тіла включають керамічні перемелювальні тіла, сталеві або залізні перемелювальні тіла або перемелювальні тіла на основі металургійних шлаків.

5. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що перемелювальні тіла мають питому вагу у діапазоні від 2,2 до 8,5 тонн на кубічний метр.

6. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що перемелювальні тіла включають керамічні перемелювальні тіла.

7. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що питома вага керамічних перемелювальних тіл становить від 2,4 до 6,0 тонн на кубічний метр.

8. Спосіб за п. 7, який відрізняється тим, що питома вага перемелювальних тіл є більшою за 3,0 тонни на кубічний метр.

9. Спосіб за п. 8, який відрізняється тим, що питома вага перемелювальних тіл становить приблизно від 3,2 до 4,0 тонн на кубічний метр.

10. Спосіб за п. 9, який відрізняється тим, що питома вага перемелювальних тіл становить приблизно від 3,5 до 3,7 тонн на кубічний метр.

11. Спосіб за п. 6, який відрізняється тим, що керамічні перемелювальні тіла включають оксидний матеріал.

12. Спосіб за п. 11, який відрізняється тим, що оксидний матеріал є вибраним з групи, яка складається з глинозему, кремнезему, оксиду заліза, двоокису цирконію, оксиду магнію, оксиду кальцію, стабілізованого оксидом магнію двоокису цирконію, оксиду ітрію, нітридів кремнію, циркону, стабілізованого ітрієм двоокису цирконію, стабілізованого церієм оксиду цирконію або їх сумішей.

13. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що перемелювальні тіла є залізними або сталевими перемелювальними тілами.

14. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що перемелювальні тіла є перемелювальними тілами з металургійного шлаку.

15. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що перемелювальні тіла подають у перемелювальну

(19) UA (11) 93208 (13) C2

камеру таким чином, щоб вони займали від 60 % до 90 % за об'ємом від простору перемелювальної камери.

16. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що дробарка може бути дробаркою з горизонтальним валом.

17. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що завантажуваний матеріал, який подають у дробарку, має такий діапазон розміру частинок, що D_{80} завантажуваного матеріалу становить від 30 до 3000 мікрон.

18. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що D_{80} завантажуваного матеріалу становить від 40 до 900 мікрон.

19. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що продукт, видобутий за допомогою способу, має D_{80} від 20 до 700 мікрон.

20. Спосіб за п. 19, який **відрізняється** тим, що продукт має D_{80} від 20 до 500 мікрон.

21. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що привідна потужність по відношенню до об'єму дробарки становить від 50 до 600 кВт на кубічний метр.

22. Спосіб за п. 21, який **відрізняється** тим, що привідна потужність становить від 80 до 500 кВт на кубічний метр.

23. Спосіб за п. 21, який **відрізняється** тим, що привідна потужність становить від 100 до 500 кВт на кубічний метр.

24. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що дробарка має потужність принаймні 750 кВт.

25. Спосіб за п. 24, який **відрізняється** тим, що дробарка має потужність 1 МВт або більше.

26. Спосіб за п. 24, який **відрізняється** тим, що дробарка має потужність від 1 МВт до 20 МВт.

27. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що дробарка може бути дробаркою з горизонтальним валом, яка має серію мішалок, розташованих всередині перемелювальної камери, причому мішалки обертаються привідним валом і обертаються таким чином, що окружна швидкість мішалок становить від 5 до 35 метрів на секунду.

28. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що завантажуваний матеріал в оптимальному варіанті подають у дробарку у формі гідросуміші.

Даний винахід стосується удосконаленого процесу перемелювання для подрібнення сипкого завантажувального матеріалу або сипкого завантажувального потоку. Даний винахід є особливо корисним для зменшення розміру сипкого матеріалу у видобувній або гірничо-збагачувальній промисловості, зокрема, для зменшення розміру руди, концентрату або вуглецевого матеріалу, такого, як вугілля.

Зменшення розміру або подрібнення сипких матеріалів широко практикується у видобувній або гірничо-збагачувальній промисловості. Наприклад, збагачення видобутих руд зазвичай вимагає піддавання руди подрібненню з метою зменшення розміру частинок руди та піддавання поверхонь потрібних мінералів процесові збагачення. Це особливо стосується процесів флотації для одержання концентратів з руди, для вилуговування мінералів з руд або концентратів, а також процесів фізичного відокремлення, таких, як гравітаційне, електростатичне та магнітне відокремлення. Подібним чином багато інших процесів обробки мінералів вимагають зменшення розміру руди або концентрату з метою збільшення кінетики процесу обробки мінералів до промислових показників.

Перемелювання, є часто застосовуваним способом зменшення розміру або подрібнювання сипких матеріалів. Дробарки зазвичай включають перемелювальну камеру, до якої завантажують сипкий матеріал. Кожух перемелювальної камери може обертатися, або внутрішній механізм у перемелювальній камері може обертатися (або обидва). Це викликає перемішування сипкого матеріалу у перемелювальній камері. У перемелювальну камеру також може подаватися перемелювальне середовище. Якщо перемелювальне середовище

є відмінним від сипкого матеріалу, який піддають подрібненню, спосіб перемелювання називають екзогенним перемелюванням. Якщо співударення між самими частинками сипкого матеріалу викликає перемелювання, і іншого перемелювального середовища не додається, цей спосіб називають аутогенним перемелюванням. Відомими є різні дробарки, включаючи кульові млини, гранулятори, стрижневі млини, колоїдні млини, струменеві млини, каскадні млини, млини з мішалкою, млини з перемішуванням, млини часткового самоподрібнення, млини аутогенного самоподрібнення, баштові млини та вібраційні млини.

У патентах США №5,797,550 та 5,984,213 (повний зміст яких включено авторами шляхом перехресного посилання) описується дробарка або дисковий млин, який включає зону внутрішнього розподілу у перемелювальній камері. Млини, описані в цих патентах США, можуть бути млинами з вертикальним валом або млинами з горизонтальним валом. Промислові варіанти млинів, описаних у цих патентах США, продаються під товарною назвою "IsaMill" фірмою Xstrata Technology, комерційним підрозділом заявників цього винаходу.

Завантажуваний матеріал, який подають у дробарку, та продукт, який вивантажується з дробарки має певний гранулометричний склад. Існує багато способів характеристики гранулометричного складу сипкого матеріалу. Наприклад, може застосовуватися графічне представлення як сукупний масовий відсоток відповідності вказаному розмірові порівняно з розміром частинок. Позначення D_x в цьому разі позначає розмір, якому відповідає масовий відсоток на сукупній основі. Наприклад, D_{80} стосується гранулометричного складу частинок, у

якому 80% (на сукупній основі) відповідає вказаному розмірові. Таким чином, D_{80} , що дорівнює 75 мікронам, стосується гранулометричного складу частинок, в якому 80% маси складають частинки, менші за 75 мікрон.

Технологію IsaMill застосовують для забезпечення надтонкого перемелювання відносно тонких завантажуваних сипких матеріалів. У пристрої IsaMill застосовують диски для круглого перемелювання, які перемішують середовище та/або частинки у гідросуміші. Сортувальне пристосування та сепаратор продукту утримує перемелювальні тіла всередині млина, дозволяючи виходити лише продуктові. В установках IsaMill на даний час застосовують природні середовища для перемелювання, і вони призначаються для забезпечення надтонкого продукту, який має показник D_{80} , менший за 19 мікрон, найчастіше - D_{80} , менший за 12 мікрон.

При перемелюванні завантажуваний сипкий матеріал зазвичай вказується як F, а сипкий продукт вказується як P. Таким чином, F_{50} означає завантажуваний зразок, у якому 50% відповідає вказаному розмірові. Подібним чином P_{98} , що дорівнює 100 мікрометрам, стосується гранулометричного складу продукту, в якому 98% маси складають частинки, дрібніші за 100 мікрометрів.

Криві гранулометричного складу при перемелюванні, описані як залежність розміру від сукупного відсотка відповідності на логарифмічній та нормальній осях, зазвичай характеризуються єдиною точкою на кривій, тобто D_{80} (або 80% сукупної маси, що відповідає розмірові). P_{80} є раціональним описом класичних кривих гранулометричного складу для перемелювання та сортування при послідовному переміщенні гранулометричного складу завантажуваного матеріалу вліво у логарифмічно-лінійному масштабі, коли частинки перемелюються до дрібнішого розміру традиційними способами.

У першому аспекті даний винахід забезпечує спосіб зменшення розміру частинок завантажуваного сипкого матеріалу, який включає:

а) забезпечення завантажуваного матеріалу, який містить частинки;

б) подачу завантажуваного матеріалу у дробарку, яка має потужність принаймні 500 кВт, дробарка має питому привідну потужність принаймні 50 кВт на кубічний метр перемелюваного об'єму дробарки (який є внутрішнім об'ємом дробарки без об'єму вала(ів) та мішалки(ок)), дробарка включає перемелювальні тіла, які включають сипкий матеріал, який має питому вагу не менше за 2,4 т/м³ та розмір частинок у межах приблизно від 0,8 до 8 мм;

с) перемелювання завантажуваного матеріалу у дробарці; та

д) видалення продукту з дробарки, причому продукт має такий діапазон розміру частинок, що D_{80} продукту становить принаймні приблизно 20 мікрон.

В оптимальному варіанті продукт, який видаляється з дробарки, має такий діапазон розміру частинок, що D_{80} продукту становить приблизно від 20 до 1000 мікрон.

В оптимальному варіанті перемелювальні тіла є штучними перемелювальними тілами. Прикладами штучних перемелювальних тіл, які можуть бути застосовані у даному винаході, є керамічні перемелювальні тіла, сталеві або залізні перемелювальні тіла або перемелювальні тіла на основі металургійних шлаків. Під "штучними, перемелювальними тілами" слід розуміти перемелювальні тіла, яке було виготовлено з застосуванням процесу, який включає хімічне перетворення матеріалу або матеріалів на інший матеріал. Термін "штучні перемелювальні тіла" не охоплює матеріали, які були оброблені виключно фізичними засобами, наприклад, шляхом перемішування у барабанній мішалці або просіювання природного піску.

Перемелювальні тіла можуть мати питому вагу у діапазоні від 2,2 до 8,5 тонни на кубічний метр.

У деяких варіантах втілення спосіб згідно з даним винаходом передбачає застосування керамічного середовища для перемелювання. Питома вага керамічного середовища для перемелювання в оптимальному варіанті становить від 2,4 до 6,0 тонн на кубічний метр. У ще кращому варіанті питома вага середовища для перемелювання є більшою за 3,0 тонни на кубічний метр, у ще кращому варіанті - приблизно від 3,2 до 4,0 тонн на кубічний метр, у ще кращому варіанті - приблизно від 3,5 до 3,7 тонни на кубічний метр.

Керамічні перемелювальні тіла можуть включати оксидний матеріал. Оксидний матеріал може включати один або кілька з таких оксидів, як глинозем, кремнезем, оксид заліза, двоокис цирконію, оксид магнію, оксид кальцію, стабілізований оксидом магнію двоокис цирконію, оксид ітрію, нітриди кремнію, циркон, стабілізований ітрієм двоокис цирконію, стабілізований церієм оксид цирконію або інші подібні зносостійкі матеріали.

Керамічні перемелювальні тіла в оптимальному варіанті в цілому мають сферичну форму, хоча також можуть застосовуватись інші форми. Можуть застосовуватись навіть неправильні форми.

В інших варіантах втілення у даному винаході застосовують залізні або сталеві перемелювальні тіла. У цих варіантах втілення перемелювальні тіла мають форму сфер або куль, хоча також можуть застосовуватись інші форми. Питома вага сталевих або залізних перемелювальних тіл зазвичай є більшою за 6,0 т/м³, у ще кращому варіанті - становить приблизно від 6,5 до 8,5 т/м³.

В інших варіантах втілення даного винаходу як перемелювальні тіла застосовують металургійний шлак. Металургійний шлак може застосовуватись у формі частинок шлаку неправильної форми або, у ще кращому варіанті - у формі частинок шлаку правильної форми. Якщо застосовують частинки шлаку правильної форми, ці частинки шлаку зазвичай мають в цілому сферичну форму. Однак слід розуміти, що даний винахід також включає застосування інших форм.

Перемелювальні тіла додають у перемелювальну камеру таким чином, щоб вони займали від 60% до 90% за об'ємом від простору перемелювальної камери, або навіть від 70 до 80% за об'ємом від простору перемелювальної камери. Однак слід

розуміти, що даний винахід також включає спосіб перемелювання, згідно з яким дробарка має об'ємне наповнення, менше за 60% перемелювальних тіл.

В одному варіанті втілення спосіб згідно з даним винаходом передбачає застосування дробарки з горизонтальним валом. Прикладами прийнятих дробарок з горизонтальним валом є дробарка з горизонтальним валом, описана в деяких варіантах втілення патенту США 5,797,550, або дробарка з горизонтальним валом, яка виробляється й продається компанією Xstrata Technology під товарною назвою IsaMill. Також можуть застосовуватись інші дробарки з горизонтальним валом або модифікації IsaMill.

Завантажуваний матеріал, який подають у дробарку, може мати такий діапазон розміру частинок, що D_{80} завантажуваного матеріалу становить від 30 до 3000 мікрон, краще - від 40 до 900 мікрон.

Продукт, видобутий способом згідно з даним винаходом, має D_{80} від 20 до 700 мікрон. У ще кращому варіанті продукт має D_{80} від 20 до 500 мікрон.

Спосіб перемелювання згідно з даним винаходом зазвичай передбачає застосування високопотужної інтенсивності, і, таким чином, спосіб може характеризуватися як високоінтенсивний спосіб перемелювання. Наприклад, привідна потужність по відношенню до об'єму дробарки (який є внутрішнім об'ємом дробарки без об'єму вала(ів) та мішалки(ок)) становить від 50 до 600 кВт на кубічний метр, у ще кращому варіанті - від 80 до 500 кВт на кубічний метр, у ще кращому варіанті - від 100 до 500 кВт на кубічний метр.

Дробарка має потужність принаймні 500 кВт. У ще кращому варіанті дробарка має потужність принаймні 750 кВт. У ще кращому варіанті дробарка має потужність 1 МВт або більше. В оптимальному варіанті дробарка має потужність від 1 МВт до 20 МВт. У цьому відношенні потужність дробарки визначається привідною потужністю двигуна або двигунів, які приводять дробарку в дію.

В оптимальних варіантах втілення даного винаходу дробарка включає IsaMill (як описано вище). В IsaMill серія мішалок розташовується всередині перемелювальної камери, і ці мішалки обертаються відповідним приведеним у дію валом. Високопотужна інтенсивність досягається завдяки комбінації високої швидкості мішалки та стискання середовища, яке виникає через протитиск, який діє у дробарці. В оптимальному варіанті окружна швидкість обертальних мішалок становить від 5 до 35 метрів на секунду, у ще кращому варіанті - від 10 до 30 метрів на секунду, у ще кращому варіанті - від 15 до 25 метрів на секунду.

Мішалки, які застосовують в IsaMill, зазвичай є дисковими. Однак слід розуміти, що IsaMill може піддаватися модифікаціям для застосування інших мішалок, і даний винахід включає застосування таких модифікованих дробарок. Також слід розуміти, що інші млини з мішалкою також можуть застосовуватись згідно з даним винаходом, причому ці інші млини з мішалкою включають відповідні обертальні структури, наприклад, стрижневі мли-

ни, млини, які здійснюють перемішування шляхом обертання шнека, і т. ін. Окружна швидкість цих обертальних пристроїв в оптимальному варіанті перебуває у вищезазначеному діапазоні.

Було виявлено, що спосіб перемелювання принаймні згідно з оптимальними варіантами даного винаходу підвищує ефективність використання енергії перемелювання до не надтонких розмірів порівняно з обертальними млинами або млинами з мішалкою, які традиційно застосовують для цих цілей у видобувній або гірничозбагачувальній промисловості.

Завантажуваний матеріал в оптимальному варіанті подають у дробарку у формі гідросуміші. Таким чином, в оптимальному варіанті, спосіб перемелювання згідно з даним винаходом є способом мокрого перемелювання.

Варіанти втілення даного винаходу забезпечують високоінтенсивний спосіб перемелювання для застосування у видобувній або гірничозбагачувальній промисловості.

Спосіб передбачає застосування великих дробарок, які мають високу привідну потужність, високу питому споживану потужність, і в яких застосовують штучні перемелювальні тіла. Спосіб дозволяє досягати перемелювання, яке є дещо грубішим за надтонке перемелювання, таким чином, дозволяючи застосовувати цей спосіб для більшої кількості різних руд, концентратів або інших матеріалів. Раніше високоінтенсивне перемелювання не дозволяло одержувати продукт у діапазоні розмірів, який забезпечує даний винахід, зокрема, у випадках, коли застосовують дробарки великого розміру.

Фігура 1 показує схематичний розріз дробарки, придатної для застосування згідно зі способом даного винаходу;

Фігура 2 показує технологічну карту відкритого циклу перемелювання для застосування в оптимальному варіанті даного винаходу;

Фігура 3 показує технологічну карту циклу перемелювання з застосуванням згущення завантажуваного матеріалу;

Фігура 4 показує технологічну карту циклу перемелювання, в якому застосовують зовнішнє сортування продукту;

Фігура 5 показує графік залежності сукупного відсотка, який відповідає розмірові, від розміру для прикладу способу перемелювання згідно з варіантом втілення даного винаходу;

Фігура 6 показує графік залежності сукупного відсотка, який відповідає розмірові, від розміру для прикладу способу перемелювання згідно з варіантом втілення даного винаходу;

Фігура 7 показує технологічну карту втілення прикладу згідно з даним винаходом; і

Фігура 8 показує графік залежності сукупного відсотка, який відповідає розмірові, від розміру для прикладу способу перемелювання згідно з варіантом втілення даного винаходу.

Спеціалістам стане зрозуміло, що представлений нижче опис стосується оптимальних варіантів втілення даного винаходу. Таким чином, слід розуміти, що даний винахід не варто розглядати як

такий, що обмежується описаними авторами оптимальними варіантами втілення.

Спосіб згідно з даним винаходом в оптимальному варіанті здійснюють у горизонтальній дробарці, такий, як дробарка з горизонтальним перемішувальним валом. Дробарка IsaMill з горизонтальним валом у подібних випадках є особливо придатною, але слід розуміти, що інші оптимальні варіанти втілення даного винаходу можуть здійснюватися в інших дробарках з горизонтальним або вертикальним валом. Застосування дробарки, яка має горизонтальну конфігурацію, забезпечує такі переваги:

- уникнення короткого замикання завантажуваних твердих речовин, що сприяє забезпеченню вужчого гранулометричного складу;

- це робить процес стійкішим до змін густини завантажуваної гідросуміші; і

- дозволяє зменшити висоту установки і полегшує обслуговування, головним чином, завдяки тому, що мішалка може обслуговуватися без знімання коробки передач та/або вала.

У Патенті США №5,797,550, зокрема, на фігурах 6, 20, 21 та 22, описуються варіанти втілення дробарок з горизонтальним валом, придатних для застосування згідно з даним винаходом.

Фігура 1 даної заявки показує схематичне зображення дробарки, придатної для застосування у даному винаході. Дробарка 10 з фігури 1 має кожух 12. Привідний вал 14 проходить через ущільнювальний механізм 16 у перемелювальну камеру 18. Привідний вал 14 має певну кількість розташованих з інтервалами перемелювальних дисків 20. Перемелювальні диски 20 розташовуються таким чином, щоб обертатися разом з приводним валом 14. Привідний вал 14 приводиться в дію блоком, який складається з двигуна та коробки передач (не показано), як стане зрозуміло спеціалістам у даній галузі.

Завантажувана гідросуміш та перемелювальні тіла подаються у дробарку 10 через впуск 22. Завантажуваний сипкий матеріал та перемелювальні тіла взаємодіють з обертальними дисками 20. Диски розташовуються з певними інтервалами таким чином, щоб перемішувати тіла з, високим зрізальним зусиллям для забезпечення перемелювання сипкого матеріалу. Кожен з перемелювальних дисків 20 має певну кількість отворів, крізь які проходить сипкий матеріал, коли він переміщується уздовж дробарки 10.

Дробарка також має сортувальний диск 24 та відокремлювальний ротор 26. Вони сконструйовані таким чином, щоб функціонувати за принципом сортувальних дисків та відокремлювальних роторів з Патенту США 5,797,550. Зокрема, сортувальний диск 24 розташовується поблизу від відокремлювального ротора 26 таким чином, щоб перемелювальні тіла не рециркулювали під час перемішування, а переміщувалися під дією відцентрової сили до кожуха 12 перемелювальної камери. Відокремлювальний ротор 26 закачує великий рециркулюючий потік проти напрямку потоку гідросуміші у дробарці. Це утримує перемішувати під дією відцентрової сили тіла від потрапляння до зони вивантаження дробарки. Великі частинки

(перемелювальні тіла та грубий завантажуваний матеріал) зазнають впливу цих сил і утримуються всередині дробарки. Тонкі частинки (які є частинками, що мають розмір продукту, та зруйнованими або стертими тілами, які вичерпали термін служби перемелювальних тіл) не зазнають впливу доцентрових сил, які діють між сортувальним диском 24 та відокремлювальним ротором 26, і виходять з дробарки через циліндричний розподільник.

Кількість гідросуміші, яка закачується або рециркулює за допомогою відокремлювального ротора 26, впливає на тиск подавального насоса дробарки та сили стиснення на перемелювальних тілах, і збільшення об'ємної витрати ротора досягають шляхом зміни швидкості обертання дробарки та/або конструкції ротора. Збільшення швидкості закачування відокремлювального ротора збільшує привідну потужність дробарки за рівності всіх інших чинників. Висока швидкість закачування відокремлювального ротора згідно зі способом даного винаходу вимагається для того, щоб протидіяти високому об'ємові пропускання завантажуваної гідросуміші.

Фігура 2 показує оптимальну технологічну карту перемелювання для застосування згідно з даним винаходом. Зокрема, фігура 2 показує відкритий цикл перемелювання, в якому завантажуваний речовину 1 подають у дробарку 10 і продукт 2 видаляється з дробарки 10. Рециркуляція продукту не відбувається. Цій технологічній карті віддають перевагу у випадках, коли дробаркою є IsaMill, оскільки IsaMill забезпечує внутрішнє сортування продукту.

Фігура 3 показує альтернативну конфігурацію схеми перемелювання, в якій завантажуваний речовину 1 піддають загущенню та/або сортуванню частинок у циклоні 3, хоча можуть застосовуватися й інші способи, включаючи, крім інших, використання загусників або просвітлювачів. Необроблений матеріал 4 подають у дробарку 10, а тонкі частинки 5 проходять повз дробарку 10 і зміщуються з продуктом 2, що виходить з дробарки 10.

Фігура 4 показує ще одну технологічну карту перемелювання згідно з іншим варіантом втілення даного винаходу. Технологічна карта, показана на Фігурі 4, включає подачу завантажувального матеріалу 30 у дробарку 31. Дробарка 31 може не мати потреби у внутрішньому сортувальному пристрої, і, таким чином, сипкий матеріал 32, який виходить з дробарки 31, не сортується. Сипкий матеріал 32 проходить у сортувальний пристрій 33, де він розділяється на потік продукту 34 та рециркуляційний потік 35, який повертається до дробарки 31 для подальшого перемелювання. Сортувальний пристрій 33 може включати циклон, гідроциклон, одне або кілька сит або будь-які інші прийнятні сортувальні засоби, відомі спеціалістам у даній галузі.

Операції відкритого циклу, як показано на фігурі 2, віддають перевагу у випадках, коли застосовують IsaMill, як описано у патентах США №5,797,550 та 5,984,213, оскільки такі дробарки включають внутрішній механізм сортування, який може забезпечувати гранулометричний склад подрібненого продукту, який є дуже вузьким і ідеальним для подальшої обробки. Замкнення циклу со-

рувальним пристроєм (тобто, циклоном або гідроциклоном) може забезпечувати ширший гранулометричний склад продукту. Технологічна карта з Фігури 3 є прийнятною у випадках, коли потрібно мінімізувати кількість матеріалу, який проходить через дробарку. Технологічна карта з Фігури 4 є більш придатною у випадках, коли дробарка не має внутрішнього сортування або має внутрішнє сортування, яке не забезпечує вузький гранулометричний склад продукту.

Для демонстрації способу згідно з даним винаходом гранулометричний склад завантажувального матеріалу піддавали перемелюванню згідно з даним винаходом. Випробувальний цикл здійснювали за таких умов:

- конфігурація відкритого циклу;
- дробарка з горизонтальним валом (IsaMill);
- перемелювальні тіла були керамічними частинками по 3,5 мм з питомою вагою $= 3,6 \text{ т/м}^3$; і
- інтенсивність потужності 500 кВт/м^3 .

Фігура 5 показує криві гранулометричного складу для завантажувального матеріалу, який застосовують у цьому прикладі, та продукту, одержаного за цим прикладом.

Як видно з Фігури 5, енергія перемелювання насамперед спрямовується на грубі частинки, які вимагають перемелювання, і це дозволяє уникнути утворення надмірної кількості надтонких частинок. Крім того, звуження або уточнення гранулометричного складу продукту відбувається у процесі перемелювання, і криві залежності сукупного відсотка відповідності від розміру стають "крутішими".

На Фігурі 6 можна побачити приклад повномасштабної установки для обробки грубого продукту. У цьому разі привідна потужність двигуна становить 1,8 МВт, об'єм перемелювальної камери 10 м^3 , з усередненою шихтою, яка включає 33% 2,5 мм керамічних тіл, а решту складають керамічні тіла від 3 мм до 3,5 мм. Хоча дробарка функціонувала не в оптимізованому режимі відкритого циклу, без застосування повної привідної потужності 2,6 МВт, можна побачити, що дробарка здатна обробляти грубий завантажуваний матеріал. Завантажуваний у дробарку матеріал мав $F_{80} 135 \text{ мкм}$ і $F_{50} 60 \text{ мкм}$, а вивантажуваний продукт мав $P_{80} 60 \text{ мкм}$ та $P_{50} 17 \text{ мкм}$. З Фігури 6 можна побачити, що для тонких частинок розподіл був крутішим, ніж для завантажувального матеріалу, а діапазони розміру грубших частинок мали менший градієнт, ніж розподіл завантажувального матеріалу.

У деяких варіантах втілення даного винаходу спосіб дозволяє збільшувати пропускну здатність при незмінному споживанні енергії. В альтернативному варіанті для нових установок для перемелювання капітальні витрати можуть бути знижені, оскільки вимоги щодо пропускну здатності можуть задовольнятися при застосуванні дробарки меншого розміру, ніж вимагався б за інших умов. Спосіб згідно з даним винаходом також забезпечує підвищену ефективність перемелювання порівняно з іншими процесами перемелювання, що дозволяє знизити експлуатаційні витрати. Спосіб згідно з даним винаходом передбачає застосування великих дробарок для досягнення підвищеної

ефективності перемелювання, що дозволяє забезпечувати більшу пропускну здатність для даної установки для перемелювання або зниження капітальних витрат для нової установки для перемелювання. Спосіб застосовують для перемелювання у видобувній та гірничо-збагачувальній галузях. Спосіб може бути застосований для потоків завантажувального матеріалу для вилуговування, флотації, гравітаційного відокремлення, магнітного відокремлення, електростатичного відокремлення, потоків вугілля, придатних для промивання, виробництва вугільно-водної суміші або газифікації вугілля, потоків завантажувального матеріалу для агломерації або плавлення, обробки глинозему та бокситу, обробки залізної руди, включаючи магнетит, таконіт та гематит, виробництва гранул і т. ін., а також застосовується у системах зі шліфувальними циліндрами високого тиску. Спосіб також дозволяє обробляти завантажувані матеріали, які мають гранулометричний склад, який раніше вважався непридатним для перемелювання у великомасштабних, високоінтенсивних дробарках, і для забезпечення продукту не надтонкого гранулометричного складу.

Фігура 7 показує технологічну карту, яка включає IsaMill, що функціонує у відкритому циклі для перемелювання нижнього продукту циклону дробарки часткового самоподрібнення для одержання продукту, придатного для флотації. Як показано на технологічній карті на Фігурі 7, руда з запасу 100 подається до дробарки часткового самоподрібнення 102. Продукт з дробарки часткового самоподрібнення 102 просіюється крізь сито 104. Продукт надмірного розміру, який утримується на ситі 104, повертається до дробарки часткового самоподрібнення 102.

Частинки, які проходять крізь сито 104, надходять до первинних циклонів 106. Нижній продукт циклону надходить до IsaMill 108. Продукт з IsaMill 108 надходить до флотаційної установки. У нормальній установці нижній продукт циклону надходить до баштового млина 110, а потім знову завантажуються у первинний циклон.

Для виробничих випробувань пристрій IsaMill 108 був пристроєм M20 IsaMill. M20 IsaMill є маломаштабною дробаркою, яку застосовують для випробувань, причому результати, одержані в такій дробарці, можуть бути використані для повномасштабного застосування великомасштабних установок IsaMill, таких, як M10000.

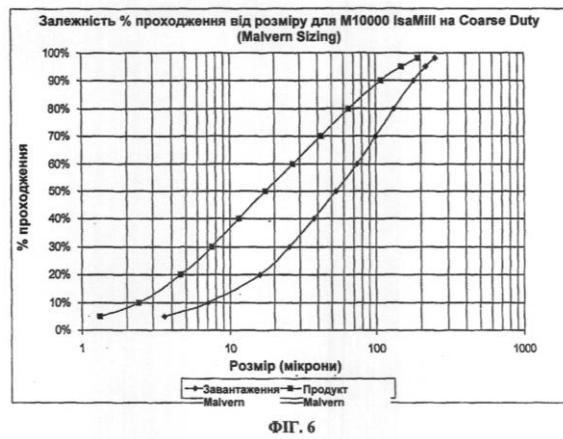
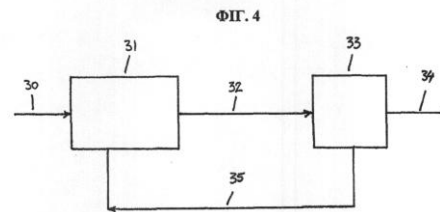
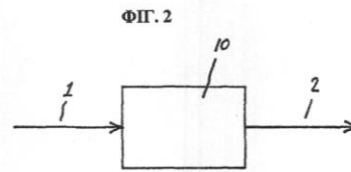
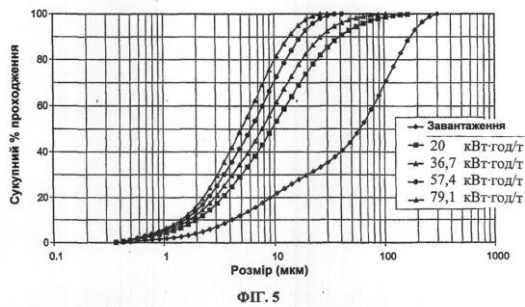
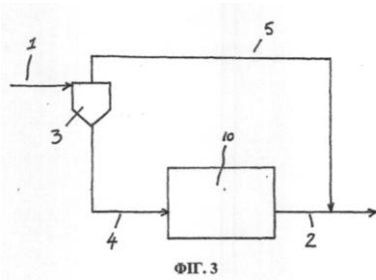
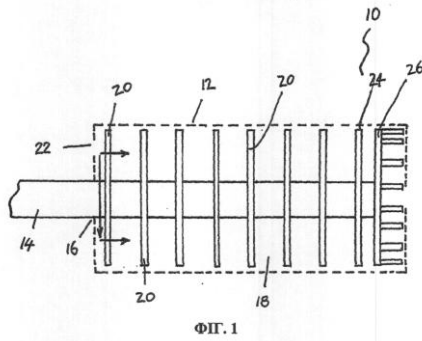
Потік 109 з нижнього продукту циклону пропускати через магнітний сепаратор, а потім просіювали над $1,04 \text{ мм}$ ситом перед подачею до M20 IsaMill для того, щоб залишки тіл з дробарки часткового самоподрібнення, сталеві уламки, не блокували дробарку. M20 IsaMill має 20-літрову перемелювальну камеру, і в цю перемелювальну камеру подають приблизно 15 л тіл. Тіла являли собою Magotteaux MT1 (Keramax) і склалися з 50% $2,5 \text{ мм}$ та 50% $3,5 \text{ мм}$ тіл. SG гідросуміші складає від 1,23 до 1,39. Швидкість завантаження дробарки становила $0,9 \text{ м}^3/\text{год}$.

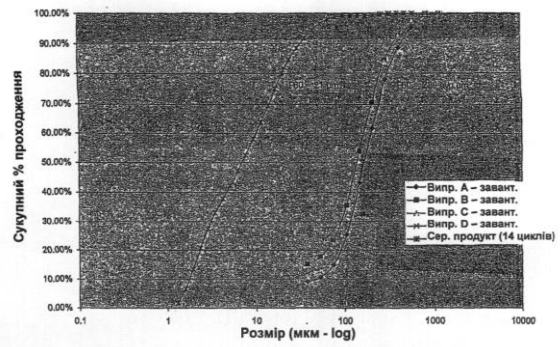
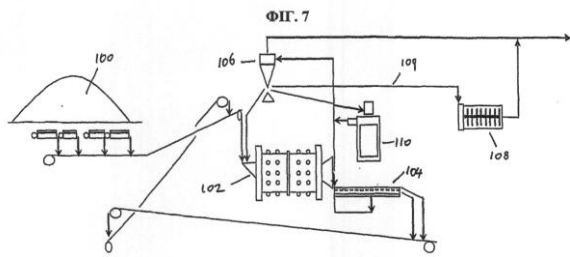
В середньому грубий завантажуваний матеріал з просіяного нижнього продукту циклону мав F_{80} від 250 до 300 мкм, а продукт з IsaMill мав P_{80} ,

який становив від 20 до 30 мкм. Результати одного дня показано на Фігурі 8.

Спеціалістам у даній галузі стане зрозуміло, що даний винахід може бути підданий змінам та

модифікаціям порівняно з описаним конкретним варіантом втілення. Слід розуміти, що даний винахід включає всі зміни та модифікації, які відповідають його сутності та обсягові.





ФІГ. 8