



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52858 (13) U
(51) МПК (2009)
B02C 25/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ КУЛЬОВОГО МЛИНА РУДОЮ В УМОВАХ ТРИФАЗОВОГО РУХУ МОЛОЛЬНИХ ТІЛ

1

2

(21) u201003611

(22) 29.03.2010

(24) 10.09.2010

(46) 10.09.2010, Бюл.№ 17, 2010 р.

(72) КОНДРАТЕЦЬ ВАСИЛЬ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
КАРЧЕВСЬКА МАРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА

(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою в умовах трифазового руху молольних тіл шляхом врахування взаємодії крупних фракцій руди з кулями на торці стержня з діаметром, меншим розміру кулі, встановленого по радіусу барабана на одному рівні з футерівкою і жорстко закріпленого на кінці, що виходить за межі товщини, футерівки і стінки барабана, з наступною реєстрацією впродовж встановленого відрізка часу або кількості обертів барабана і осередненням значень укорочення частини стержня в зоні вимірювання, що перевищують встановлений пороговий рівень, та визначенням параметра за математичною залежністю, який **відрізняється** тим, що додатково здійснюють взаємодію встановленого на певній відстані радіально по перерізу барабана чи паралельно основному з такого ж матеріалу, однакової початкової довжини і однаковою зоною фіксування укорочення допоміжного стержня з кулями, який має значно менший діаметр порівняно з основним, а завантаження кульового млина рудою визначають відповідно залежності

$$V_p = \frac{E}{k_1 k_2^2 l_0} (S_2 f_2^2 - S_1 f_1^2),$$

де E - модуль повздовжньої пружності матеріалу стержнів; k_1 - змінна константа, що залежить від типу руди; k_2 - стала, що визначає вимірювану частину проти повного укорочення стержнів при стисненні; l_0 - початкова довжина стержнів без прикладеної стискаючої сили; S_1 і S_2 - відповідно площі поперечного перерізу основного і допоміжного стержнів; f_1 , f_2 - відповідно укорочення частини основного і допоміжного стержнів в зоні реєстрації.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що реєстрацію укорочення допоміжного стержня здійснюють впродовж відрізка часу, який формують таймером і який в кілька разів перевищує цей показник для основного стержня, а самі укорочення допоміжного стержня за вказаний відрізок часу через пороговий елемент пропускають на елемент пам'яті, з якого відбирають найбільше значення і по чергово запам'ятовують його в різних циклах роботи таймера через ключовий елемент, яким керує логічний елемент "І" при наявності на його входах дозволяючих сигналів таймера і пристрою вибору найбільшого значення укорочення допоміжного стержня в даному циклі.

Корисна модель відноситься до рудозбагачувальної галузі промисловості, а саме до автоматизації процесів подрібнення руди.

Відомий спосіб контролю завантаження кульового млина рудою заснований на врахуванні взаємодії футерівки, крупних фракцій руди і куль, фіксуванні акустичних коливань, розділенні спектру сигналу на піддіапазони частот, в кожному з яких визначають амплітуди-та вагові коефіцієнти з наступним визначенням параметра по сумі амплітуд піддіапазонів частот з відповідними ваговими коефіцієнтами [1].

Більш близьким до запропонованої корисної моделі є спосіб, що передбачає вимірювання та підсилення акустичного сигналу, перетворення частотного спектру з певним ваговим коефіцієнтом, фільтрування сигналу на певному частотному діапазоні, перетворення його амплітуди з певним ваговим коефіцієнтом, сумування амплітудної та частотної складової з наступною реєстрацією результату [2].

Найбільш близьким по технічній суті до запропонованої корисної моделі є спосіб, обраний як найближчий аналог, який заснований на взаємодії

(13) U

(11) 52858

(19) UA

крупних фракцій руди з кулями на торці стержня, встановленого по радіусу барабана на одному рівні з футерівкою і жорстко закріпленого на кінці, що виходить за межі товщини футерівки і стінки барабана, з наступною реєстрацією впродовж встановленого відрізка часу або кількості обертів барабана і осередненням значень укорочення частини стержня в зоні вимірювання, які перевищують встановлений пороговий рівень, а завантаження кульового млина рудою визначають відповідно запропонованій залежності. При цьому діаметр стержня вибирають меншим діаметра куль, що діють в зовнішньому шарі контрольованого перерізу барабана млина [3].

Недоліком відомого способу контролю завантаження кульового млина рудою є порівняно низька його точність в наслідок використання лише одного амплітудного інформаційного каналу. Недоліком більш близького способу до запропонованого поряд зі значним зменшенням похибки в стаціонарних умовах в наслідок використання двох інформаційних каналів до 4...5% [2] є зниження точності під впливом акустичних перешкод, зміни стану технологічного агрегату. Недоліком способу-найближчому аналогу є різке зростання похибки в умовах трифазового руху молотильних тіл, які нині здебільшого складаються при роботі кульових млинів на рудозбагачувальних фабриках [4].

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу ідентифікації завантаження кульового млина рудою шляхом нейтралізації впливу на процес швидкості руху куль, яка в трифазовому режимі може приймати різні значення в залежності від положення підстиляючого шару молотильних тіл, рівня та густини пульпи над ним.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що, на відміну від відомого способу ідентифікації завантаження кульового млина рудою, додатково здійснюють взаємодію встановленого паралельно на певній відстані від основного з такого ж матеріалу, однакової довжини і однаковою точкою фіксування деформації допоміжного стержня з кулями, який має значно менший діаметр порівняно з основним, з наступним визначенням завантаження за укороченнями частини стержнів в зоні фіксації, змінною константою, що залежить від типу руди, та конструктивними параметрами стержнів - модулем повздовжньої пружності, їх площами поперечного перерізу та довжиною, сталою, яка визначає вимірювану частину проти повного укорочення стержнів при стисненні, а також вибором інтервала реєстрації укорочення додаткового стержня в кілька разів більшого порівняно з цим показником для основного стержня і однакоvim осередненням укорочень обох стержнів.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням. На кресленні зображена схема контролю завантаження кульового млина рудою запропонованим способом. Як і у відомому способі використовується взаємодія куль 1 і крупних фракцій руди 2 не на футерівці 3, укладеній на внутрішній поверхні барабана 4, а на торці основного стержня 5, який встановлено в гідроізолюючій і амортизуючій втулці 6 по радіусу барабана на одному рівні з футерівкою і жорстко закріплено на

кінці упором 7. На певній відстані радіальне по перерізу барабана чи паралельно основному 5 встановлено допоміжний стержень 8, який має значно менший діаметр. Допоміжний стержень 8 виконано з того ж матеріалу, що і основний стержень 5. Вони обидва мають однакову довжину, на однакових відстанях від площини закріплення упором 7 встановлені тензоперетворювачі 9 і 10, які охоплюють однакову ділянку довжини стержнів. Тензоперетворювач 9 допоміжного стержня 8 через ключовий елемент 11 з'єднаний з пороговим елементом 12, на виході якого встановлено запам'ятовуючий пристрій 13 з пристроєм вибору максимального значення укорочення допоміжного стержня 8 в зоні вимірювання 14. Вихід пристрою 14 зв'язаний з входом ключового елемента 15, виходи якого з'єднані з входами елементів пам'яті 16 і 17, що формують вихідний сигнал допоміжного стержня 8. Ключовий елемент 11 прямо з'єднаний з таймером 18, другий вихід якого підключено до одного з входів логічного елемента «І» 19, з'єданого по другому входу з пристроєм 14 і зв'язаного своїм виходом з елементом ключа 15. Тензоперетворювач 10 основного стержня 5 через ключовий елемент 20 з'єднаний з пороговим елементом 21, на виході якого встановлено запам'ятовуючий пристрій 22 з пристроєм осереднення значення укорочення основного стержня в зоні вимірювання 23. Вихід пристрою 23 зв'язаний з входом обчислювального пристрою 24, другий вхід якого приєднано до виходів елементів пам'яті 16 і 17, третій вхід з'єднано з виходом задавача міцності руди 25, а вихід підключено до ключового, елемента 26, виходи якого з'єднані з входами елементів пам'яті 27 і 28, що формують вихідний сигнал. Ключові елементи 20 і 26 та обчислювальний пристрій 24 з'єднані з виходом таймера 29.

Запропонований спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою реалізується таким чином.

Більшість кульових млинів на рудозбагачувальних фабриках нині працюють у трифазовому режимі руху куль. При обертанні барабана млина кулі зовнішнього шару спочатку рухаються по коловій траєкторії, притиснені до футерівки, у верхній частині відбувається відрив від футерівки і вони рухаються по параболічній траєкторії, а потім рухаються по прямій по поверхні підстиляючого шару молотильних тіл, покритій пульпою, до зіткнення з футерівкою в нижній частині барабана. На параболічній траєкторії швидкість руху куль є незмінною, тому сталою є і їх кінетична енергія. Частина цієї енергії втрачається в процесі руху по прямій. Тут змінюється швидкість руху, причому вона може приймати різні значення в момент зіткнення кулі з футерівкою, оскільки втрачається кінетична енергія в залежності від положення підстиляючого шару молотильних тіл, рівня пульпи, густини пульпи і її в'язкості та інших факторів. В конкретній технологічній ситуації швидкість руху куль і їх кінетична енергія будуть незмінними перед ударом по футерівці.

Завантаженням кульового млина є крупні фракції руди, що знаходяться в пульпі, яка створена дрібним твердим. Об'єм крупних фракцій твердого

в одиниці об'єму пульпи є мірою завантаження кульового млина. Цей об'єм крупного твердого 2 буде на торці основного стержня 5 в момент удару по ньому кулі 1. Такі ж процеси відбуваються і на футерівці 3, розташованій на внутрішній поверхні барабана 4, однак вони залишаються поза контролем.

Енергія, необхідна для руйнування крупних фракцій на торці стержня 5, залежить при певній міцності руди 2 від її об'єму в контрольованій зоні руйнування. Тому дана енергія є мірою завантаження кульового млина рудою. Енергія, прикладена до стержня при ударі, дорівнює кінетичній енергії рухомої кулі, зменшеній на величину енергії, необхідної для руйнування крупних фракцій твердого на торці основного стержня. Чим більше завантаження млина рудою (концентрація крупного твердого в пульпі, об'єм руди на торці стержня), тим більша енергія витрачається кулею на руйнування крупного твердого і тим менша буде залишкова енергія кулі, що забезпечує стиснення основного стержня в момент удару. Основний стержень 5, жорстко закріплений упором 7, при цьому буде менше укорочуватися. Тому по укороченню основного стержня 5 можна судити про завантаження кульового млина рудою. Таку ж інформацію несе і укорочення контрольованої ділянки стержня 5, яка використовується. Однак при втраті кінетичної енергії кулі на ділянці прямолинійного руху в пульпі результати будуть викривлюватися і буде вноситись значна помилка при ідентифікації завантаження кульового млина, оскільки рівень, густота пульпи та інші фактори в процесі роботи можуть приймати різні значення, характерні для даного технологічного режиму в конкретній ситуації.

Допоміжний стержень 8 виконано з невеликим поперечним перерізом, тому попадання кулі 1 по його торцю є малоімовірною ситуацією порівняно з основним стержнем 5. Ще більш малоімовірною є ситуація розміщення частинки крупного твердого в момент попадання кулі 1 по торцю допоміжного стержня 8. Тому при роботі в основному будуть фіксуватися співударяння кулі 1 з торцем допоміжного стержня 8. У відведеному таймером 18 проміжку часу тензоперетворювач 9 формує сигнали, які через ключовий елемент 11 і пороговий елемент 12 проходять в запам'ятовуючий пристрій 13. Пороговий елемент 12 не пропускає випадкові імпульси малої амплітуди в запам'ятовуючий пристрій 13. У запам'ятовуючому пристрої 13 накопичується за відведений таймером 18 відрізок часу лише сигнали, що відповідають прямому співударянню кулі зі стержнем 8 та можливого співударянню кулі зі стержнем 8 через крупний шматок руди. Імпульс з найбільшою амплітудою буде відповідати прямому зіткненню допоміжного стержня 8 з кулею 1, він буде відібраним пристроєм 14 і поданим на вхід ключового елемента 15, який забезпечує по чергово запам'ятовування найбільшого значення сигналу стержня 8 у даному відведеному таймером 18 проміжку часу і стирання попереднього значення. Команду на здійснення такої операції дає логічний елемент «І» 19, на вхід якого повинні надійти сигнал таймера про закінчення циклу і сигнал найбільшого значення вимі-

рюваного параметра. Якщо елемент 14 такого сигналу не сформував, то робота системи ідентифікації буде продовжуватися з попереднім значенням найбільшого сигналу допоміжного стержня 8. Це відповідає малоімовірній ситуації, коли у відведеному таймером 18 тимчасовому інтервалі не відбулося співударяння кулі 1 з торцем допоміжного стержня 8. Таким чином на виходах елементів пам'яті 16 і 17 завжди буде діяти сигнал допоміжного стержня 8. Укорочення контрольованої ділянки допоміжного стержня 8 характеризує, величину кінетичної енергії кулі в даних технологічних умовах. Оскільки маса кулі і її швидкість в кінці параболічної ділянки є незмінними, то укорочення контрольованої ділянки допоміжного стержня 8 несе інформацію лише про рівень зміни кінетичної енергії в процесі руху кулі на прямолинійній ділянці перед співударянням її з футерівкою. Такі ж зміни кінетичної енергії кулі в даній технологічній ситуації будуть притаманні і для основного стержня 5.

Укорочення ділянки основного стержня 5, що вимірюється тензоперетворювачем 10, перетворюється в електричний сигнал, який через ключовий елемент 20 поступає на пороговий елемент 21, налаштований на певний рівень сигналу. При найбільшому завантаженні млина рудою сигнал тензоперетворювача 10 буде мінімальним, особливо при самій міцній руді. Однак він буде ще набагато меншим, коли куля нанесе удар на стик, охоплюючи частину торця стержня 5 і гідроізолюючої та амортизуючої втулки 6 або футерівки 3. Рівень налагодження порогового елемента 21 повинен бути дещо вищим цього сигналу. Тоді на запам'ятовуючий пристрій 22 поступають сигнали, амплітуда яких вища порогового рівня елемента 21. Ці сигнали відповідають об'єктивній інформації про об'єм крупних фракцій руди 2 на торці стержня 5. Сигнали, що потрапили на запам'ятовуючий пристрій 22, осереднюються пристроєм 23. Осереднений сигнал, який характеризує об'єм руди на торці основного стержня 5, поступає на один з входів обчислювального пристрою 24, на два інші входи якого подано сигнал задавача міцності руди 25 і сигнал, що відповідає укороченню допоміжного стержня 8. Обчислювальний пристрій 24 визначає об'єм крупних фракцій руди (завантаження млина) на торці основного стержня 5 за формулою

$$V_p = \frac{E}{k_1 k_2 l_0} (S_2 f_2^2 - S_1 f_1^2),$$

де E - модуль поздовжньої пружності матеріалу стержнів; k_1 - змінна константа, що залежить від типу руди; k_2 - стала, що визначає вимірювану частину проти повного укорочення стержнів при стисненні; l_0 - початкова довжина стержнів без прикладеної стискаючої сили; S_1 і S_2 - відповідно площі поперечного перерізу основного і допоміжного стержнів; f_1 , f_2 - відповідно укорочення частини основного і допоміжного стержнів в зоні ресстрації. Знайдена величина об'єму руди в кожному циклі, що визначається таймером 29, через елемент ключа 26 передається по чергово на запам'ятовуючі пристрої 27 і 28 з наступним обнуленням попереднього значення.

На вхід обчислювального пристрою 24 подаються три вхідні величини - f_1 , f_2 і k_1 , інші є сталими, які визначаються конструкцією системи ідентифікації завантаження кульового млина рудою і занесені в його постійний запам'ятовуючий пристрій.

Факт попадання або непопадання кулі 1 в торець основного стержня 5 при обертанні барабана 4 кульового млина є випадковою подією, тому гарантовано це може відбутися лише за певний проміжок часу або певну кількість обертів барабана. Даний відрізок часу встановлюється таймером 29. Оскільки імовірність попадання кулі 1 в торець допоміжного перетворювача 8 значно менша порівняно з такою імовірністю для основного перетворювача, то проміжок часу для фіксування укорочення ділянки допоміжного перетворювача 8, слід приймати в кілька разів довшим. Він встановлюється таймером 18. Враховуючи, що його надто тривалим також приймати не варто з розуміння можливої певної зміни технологічної ситуації, доцільно працювати на більш коротких проміжках часу і їх фактичному продовженні лише у випадках, коли співударення куль і допоміжного стержня 8 у відведеному циклі не відбулися. Це забезпечується логічним елементом 19.

Запропонований спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою порівняно з відомим відрізняється високою точністю визначення показника при трифазовому русі мелючих тіл, що нині здебільшого спостерігається на рудозбагачувальних фабриках. Результат ідентифікації завантаження кульового млина рудою не залежить від розташування підстиляючого шару молотильних тіл, рівня, густини і в'язкості пульпи в технологічному

агрегаті, зміни стану самого технологічного агрегату.

Для отримання порівняльних даних проводилися вимірювання об'єму крупних фракцій руди при руйнуванні відомим і запропонованим способом. Досліди проводилися на одній установці, яка являла собою стенд, що мав два горизонтальних канали у вигляді прямокутних коробів, на закритому кінці одного з них встановлювався основний, а на кінці другого - додатковий стержень. Горизонтальні частини каналів з'єднувалися з нахиленими лотками також прямокутного перерізу, розташованими під кутом 45° , що піднімалися до висоти 1м. Ширина нахилених лотків була 85мм, а горизонтальних - 100мм. Висота горизонтальних каналів була 200мм. У випробуваннях були використані кулі діаметром 80мм, які вільно скочувалися з найвищої відмітки нахилених лотків. В експериментах фіксували показання сигналів тензоперетворювачів основного і допоміжного стержнів. З врахуванням укорочень стержнів по залежностям для запропонованого способу і способу-найближчому аналогу визначали об'єми зруйнованої руди, які порівнювали з фактичними об'ємами руди в експерименті. На торці основного перетворювача на нитках підвішувалися зразки руди для руйнування. Технологічні умови кульового млина імітувалися середовищем в горизонтальних каналах. Використовувалося повітря і важке машинне масло, рівень якого приймав у дослідках значення - 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160мм. Густина і в'язкість пульпи імітували додаванням в масло певних об'ємів перетертого піску.

Порівняльні експериментальні показники для способів ідентифікації завантаження кульового млина рудою наведені в табл.1.

Таблиця 1

Спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою	Зміни об'єму руди, що руйнувалася V_p , см ³	Відношення найбільшого до найменшого значення об'єму руди, що руйнувалася	Відносна похибка визначення об'єму руди, що руйнувалася, %
1. Відомий	1,5...9,0	6,0	$\pm 15,43$
2. Запропонований	1,5...9,0	6,0	$\pm 2,47$

Як видно з даних табл.1, відомий спосіб завантаження кульового млина рудою в умовах трифазового руху куль допускає значну похибку ідентифікації параметра. Запропонований спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою, що працює у трифазовому режимі руху куль, забезпечує значно вищу точність визначення технологічного параметра в умовах широкого діапазону його зміни.

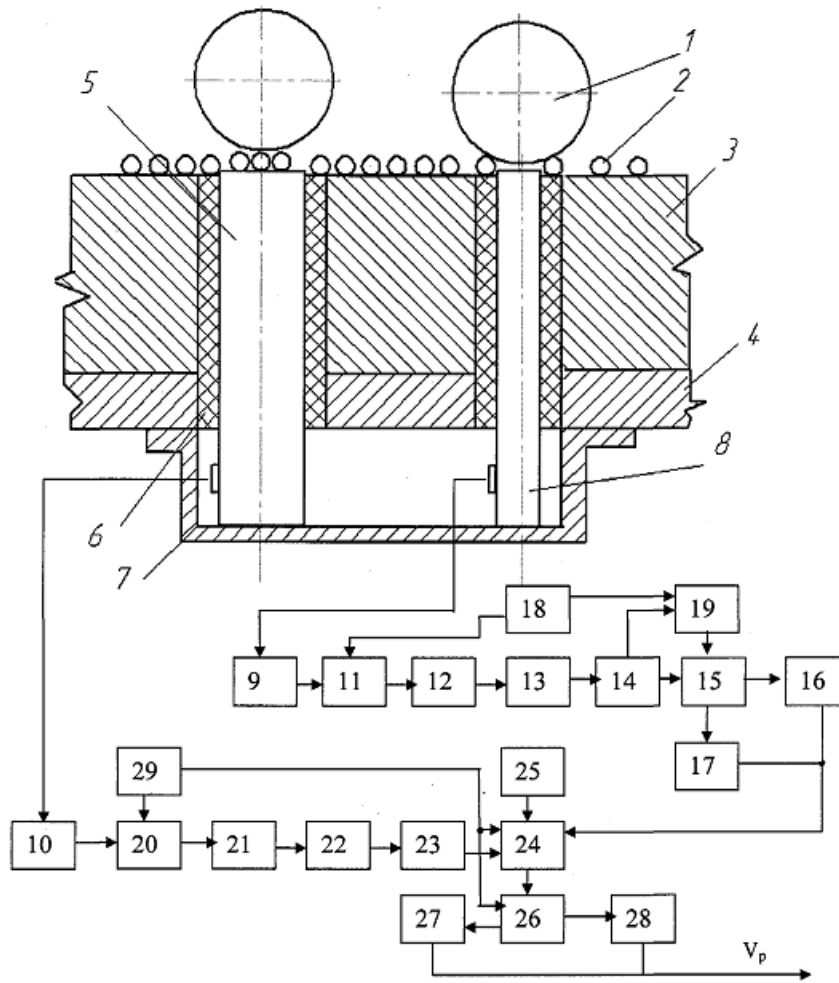
Література:

1. А.с. 580900 СССР, МКИ B02C25/00. Звукометрический способ. диагностики состояния шаровой мельницы / В.В. Диаконенко, В.Б. Ушаков (СССР). - 2361433/29 - 33; заявл. 18.05.76; опубл. 25.11.77, Бюл. №43.

2. Автоматизация процессов обогащения руд / [Марюта А.Н., Давидкович А.С., Гуленко Т.И., Кондратец В.А.]. - К.: Техніка, 1972. - 140с.

3. Пат. 45414 Україна, МПК B02C25/00. Спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою / Кондратець В.О., Карчевська М.О.; - заявник і патентовласник Кіровоградський національний технічний університет. - №u200905505; заявл. 01.06.09; опубл. 10.11.09, Бюл. №21.

4. Маляров П.В. Основы интенсификации процессов.. рудоподготовки: [монография] / Маляров П.В. - Ростов-на-Дону: ООО «Ростиздат», 2004. - 320с.



Фиг. 1