



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45414 (13) U
(51) МПК (2009)
B02C 25/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ КУЛЬОВОГО МЛИНА РУДОЮ

1

2

(21) u200905505

(22) 01.06.2009

(24) 10.11.2009

(46) 10.11.2009, Бюл.№ 21, 2009 р.

(72) КОНДРАТЕЦЬ ВАСИЛЬ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
КАРЧЕВСЬКА МАРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою шляхом врахування взаємодії футерівки, крупних фракцій руди і куль, сталих і змінних констант процесу, фіксування результатів такої взаємодії та визначення параметра за математичною залежністю, який **відрізняється** тим, що взаємодію крупних фракцій руди з кулями здійснюють 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 укороченням частини стержня в зоні вимірювання, які перевищують встановлений пороговий рівень, а завантаження кульового млина рудою визначають відповідно залежності

$$V_p = \frac{E S}{k_1 k_2^2 l_0} f^2,$$

де E - модуль повздовжньої пружності; k_1 - змінна константа, що залежить від типу руди; k_2 - стала, що визначає вимірювану частину проти повного укорочення стержня при стисненні; S , l_0 - відповідно площа поперечного перерізу та довжина стержня; f - укорочення частини стержня в зоні реєстрації.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що діаметр стержня вибирають меншим діаметра куль, що діють в зовнішньому шарі контрольованого перерізу барабана млина.

Корисна модель належить 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 по технічній суті до запропонованої корисної моделі є спосіб, обраний як прототип, який 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].

Недоліком відомого способу контролю завантаження кульового млина рудою є порівняно низька його точність в наслідок використання лише одного амплітудного інформаційного каналу. Недоліком способу-прототипу 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.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу контролю завантаження кульового млина рудою шляхом фіксування і обробки параметрів процесу руйнування крупних фракцій руди, а не його наслідків, що супроводжуються виникненням акустичних коливань, які залежать від багатьох факторів і нелінійно перетворюються при проходженні через різні середовища.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що, на відміну від відомого способу контролю завантаження кульового млина рудою, взаємодію

(13) U

(11) 45414

(19) UA

крупних фракцій руди з кулями здійснюють 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 наступним фіксуванням впродовж встановленого відрізка часу або кількості обертів барабана і осередненням значень укорочення частини стержня в зоні фіксування, більших встановленого порогового рівня, з наступним визначенням завантаження за укороченням частини стержня в зоні фіксації, змінною константою, що залежить від типу руди, та конструктивними параметрами стержня - модулем повздовжньої пружності, його площею поперечного перерізу та довжиною, сталою, яка визначає вимірювану частину проти повного укорочення стержня при стисненні, а також вибором діаметра стержня меншим діаметра куль, що діють в зовнішньому шарі контрольованого перерізу барабана млина.

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, однак, на відміну відомому способу, взаємодія організується не на футеровці 3, укладеній на внутрішній поверхні барабана 4, а на торці стержня 5, який встановлено по радіусу барабана на одному рівні з футерівкою і жорстко закріплено на кінці упором 6. На кінці стержня 5 встановлено тензоперетворювач 7, який через ключовий елемент 8 з'єднаний з пороговим елементом 9, на виході якого встановлено запам'ятовуючий пристрій 10 з пристроєм осереднення значення укорочення стержня в зоні вимірювання 11. Вихід пристрою 11 зв'язаний з входом обчислювального пристрою 12, другий вхід якого приєднано до задавача міцності руди 13, а вихід - до другого ключового елемента 14, виходи якого з'єднані з входами елементів пам'яті 15 і 16, що формують вихідний сигнал. Ключові елементи 8 і 14 та обчислювальний пристрій 12 з'єднані з виходом таймера 17.

Запропонований спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудою реалізується таким чином.

У кульовому млині, що працює в замкнутому циклі з класифікатором, створивши певний початковий склад куль і додаючи визначену кількість куль конкретних розмірів після подрібнення конкретного об'єму руди, можливо підтримувати сталий незмінний найкращий склад кульового навантаження. Кулі, розподіляючись закономірно за розмірами по довжині барабана млина створюють у певних поперечних його перерізах сталий за розміром склад. Він ще більше стабілізується у зовнішньому шарі даного поперечного перерізу. Тому у зовнішньому шарі конкретного поперечного перерізу барабана діють кулі практично незмінного розміру.

При обертанні барабана кулі зовнішнього шару спочатку рухаються по коловій траєкторії, притиснені до футерівки, а у верхній частині відбувається відрив від футерівки і вони

рухаються по параболічній траєкторії до зіткнення з футерівкою в нижній частині у водопадному режимі, після чого цикл повторюється. На параболічній траєкторії швидкість руху куль є незмінною, тому сталою є і їх кінетична енергія.

Завантаженням кульового млина є крупні фракції руди, що знаходяться в пульпі з достатньо дрібного, твердого. Об'єм крупних фракцій твердого в пульпі є мірою завантаження кульового млина. Цей об'єм крупного твердого 2 буде на торці стержня 5 в момент удару по ньому кулі 1. Такі ж процеси відбуваються і на футеровці 3, розташованій на внутрішній поверхні барабана 4, однак вони не враховуються.

Енергія, необхідна для руйнування крупних фракцій на торці стержня 5, залежить при певній міцності руди 2 від її об'єму в зоні руйнування. Тому дана енергія є мірою завантаження кульового млина рудою. Енергія, прикладена до стержня при ударі, дорівнює незмінній кінетичній енергії падаючої кулі, зменшеній на величину енергії, необхідної для руйнування крупних фракцій твердого на торці. 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 стискує стержень в момент удару. Стержень 5, жорстко закріплений упором 6, при цьому буде менше укорочуватися. Тому по укороченню стержня 5 можна судити про завантаження кульового млина рудою. Таку ж інформацію несе і укорочення контрольованої ділянки стержня 5, яка використовується.

Укорочення ділянки, що вимірюється, стержня 5 тензоперетворювачем 7 перетворюється у електричний сигнал, який через ключовий елемент 8 поступає на пороговий елемент 9, налаштований на певний рівень сигналу. При найбільшому завантаженні млина рудою сигнал тензоперетворювача 7 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 футерівки 3. Рівень налагодження порогового елемента 9 повинен бути дещо вищим цього сигналу. Тоді на запам'ятовуючий пристрій 10 поступають сигнали, амплітуда яких вища порогового рівня елемента 9. Ці сигнали відповідають об'єктивній інформації про об'єм крупних фракцій руди 2 на торці стержня 5. Сигнали, що потрапили на запам'ятовуючий пристрій 10, осереднюються пристроєм 11. Осереднений сигнал, який характеризує об'єм руди на торці стержня 5, поступає на один з входів обчислювального пристрою 12, на інший вхід якого подано сигнал задавача міцності руди 13. Обчислювальний пристрій 12 визначає об'єм крупних фракцій руди (завантаження млина) на торці стержня 5 за формулою

$$V_p = \frac{E S}{k_1 k_2 l_0} f^2,$$

де E - модуль повздовжньої пружності; k_1 - змінна константа, що залежить від типу руди; k_2 - стала, що визначає вимірювану частину проти

повного укорочення стержня при стисненні; S , I_0 - відповідно площа поперечного перерізу та довжина стержня; f - укорочення частини стержня в зоні реєстрації.

На вхід обчислювального пристрою 12 подаються дві вхідні величини f і k_1 , інші є сталими константами, які визначаються конструкцією ідентифікатора завантаження кульового млина рудю і занесені в його постійний запам'ятовуючий пристрій.

Факт попадання або непопадання кулі 1 в торець 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 17, який управляє ключовими елементами 8 і 14 та обчислювальним пристроєм 12. При завершенні обчислення об'єму крупних фракцій руди в даному циклі замикається ключовий елемент 14 і інформація з обчислювального пристрою 12 поступає на один з елементів пам'яті, наприклад, 15. Після цього інформація на елементі пам'яті 16 обнуляється і таймер 17 подає команди на початок нового циклу, в кінці якого інформація заноситься на елемент пам'яті 16, а в елементі пам'яті 15 вона обнуляється. Такі цикли через встановлений в таймері 17 проміжок часу постійно повторюються, формуючи весь час на виході елементів пам'яті 15 і 16 сигнал, що відповідає завантаженню кульового млина рудю.

Одна з ситуацій, що приводить до недостовірного результату ідентифікації зв'язана з нанесенням удару кулею в стик між торцем стержня 5 і футерівкою 3. Її шкідливі наслідки ліквідуються операцією пропускання сигналу через пороговий елемент 9. Інша ситуація, що приводить до викривлення результатів ідентифікації пов'язана з нанесенням в торець стержня 5

одночасно ударів двома або більшою кількістю куль. Для неможливості виникнення, таких ситуацій діаметр стержня вибирають меншим діаметра куль, що діють в зовнішньому шарі контрольованого перерізу барабана.

Запропонований спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудю порівняно з відомим відрізняється спрощенням реалізації, зважаючи на здійснення одноканального вимірювання, безпосереднім вимірюванням параметра (проти непрямого у відомому способі), високою точністю визначення показника. Результат ідентифікації завантаження кульового млина рудю не залежить від акустичних та інших перешкод, зміни стану 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 передбачав можливість скидання кулі 80 мм з однієї висоти на пружну пластину розміром 20 x 120 x 300 мм, на якій розміщували шматки руди незмінної міцності розміром 12 мм. Завантаження імітувалося кількістю шматків руди, що розміщалися в зоні падіння кулі. Вона змінювалася від одного до п'яти шматків. Деформація пружної пластини вимірювалася тензометричним перетворювачем, наклеєним на зовнішньому боці пластини по центру падіння. Під пластиною також встановлювався мікрофон, який сприймав при ударі викликаний акустичний ефект. Досліди проводилися в умовах незмінної температури і при відсутності акустичних перешкод. По даним експерименту знаходили зв'язок між об'ємом руди, що руйнувалася, та показаннями пристроїв, які реалізують відомий і запропонований способи.

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

Таблиця 1

Спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудю	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	$\pm 6,32$
2. Запропонований	Г, 5...9,0	6,0	$\pm 3,04$

Як видно з даних табл. 1, запропонований спосіб ідентифікації завантаження кульового млина рудю забезпечує значно вищу точність визначення технологічного параметра в умовах широкого діапазону його зміни.

Джерела інформації:

1. А.с. 580900 СССР, МКИ В02С 25/00. Звукометрический способ диагностики состояния

шаровой мельницы / В.В. Дяконенко, 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. - 140 с.

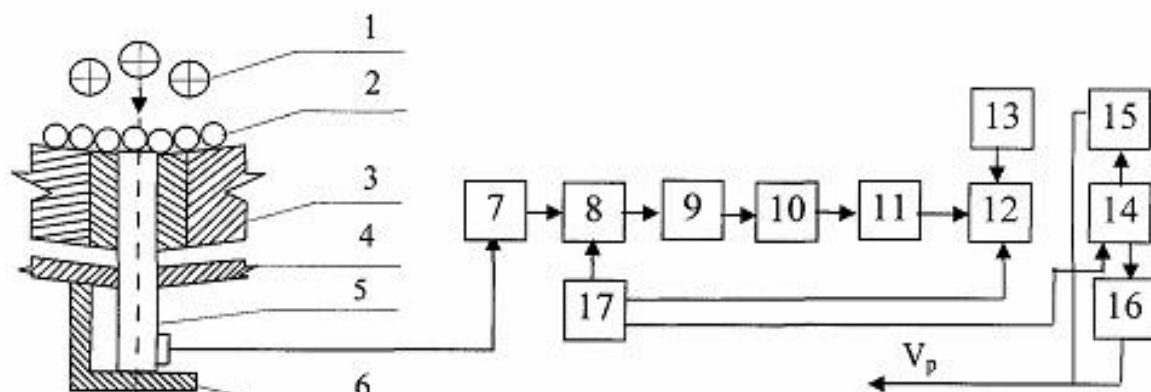


Fig. 1