



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62052 (13) U
(51) МПК (2011.01)
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 АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ МОКРОГО ПОДРІБНЕННЯ

1

2

(21) u201100657

(22) 20.01.2011

(24) 10.08.2011

(46) 10.08.2011, Бюл.№ 15, 2011 р.

(72) КОНДРАТЕЦЬ ВАСИЛЬ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
КАРЧЕВСЬКА МАРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА

(73) КІРОВОГРАДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХ-
НІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб автоматичного керування процесом мокрого подрібнення, що полягає в стабілізації параметра завантаження кульового млина, підтриманні співвідношення руда/вода на його вході, вимірюванні технологічних параметрів з наступною їх обробкою та коректуванням по отриманих результатах подачі води в млин в умовах зміни фізико-механічних властивостей подрібнюваного матеріалу, який **відрізняється** тим, що подачу руди в кульовий млин здійснюють з врахуванням обмежень у відповідності з параметром завантаження, який ідентифікують за енергетичною ефективністю руйнування матеріалу у вхідній зоні технологічного агрегату, завдання на автоматичне завантаження встановлюють незмінним, визначеним за умов подрібнення руди з нормативними для даного родовища продуктивністю вихідного живлення, крупністю, міцністю твердого та співвідношенням руда/вода, вимірюють поточну витрату

руди в кульовий млин і автоматично коректують завдання на підтримання співвідношення руда/вода в ньому відповідно до залежності

$$K_{p/v^3} = K_{p/v^n} \pm \frac{|\Delta K_{p/v^n}|}{|\Delta Q_{вм}|} (Q_{вн} - Q_{в}),$$

де K_{p/v^n} - співвідношення руда/вода в кульовому

млині, що відповідає нормативній сировині;

$\Delta K_{p/v^n}$ - найбільша різниця між співвідношеннями

руда/вода при нормативній сировині і руді з найбільшою продуктивністю, найменшою крупністю і міцністю або найменшою продуктивністю, найбільшою крупністю та міцністю для даного родовища;

$\Delta Q_{вм}$ - найбільша різниця між витратою руди в кульовий млин при нормативній сировині і такими ж показниками при руді з найбільшою (найменшою) крупністю і міцністю;

$Q_{вн}$ - витрата руди в кульовий млин при нормативній сировині;

$Q_{в}$ - поточна витрата руди в кульовий млин.

Корисна модель відноситься до автоматизації подрібнення сировини в кульових млинах, що працюють у замкнутому циклі з спіральним механічним класифікатором на збагачувальних фабриках кольорової та чорної металургії.

Відомий спосіб передбачає стабілізацію звукометричного параметра млина, співвідношення руда/вода на його вході, крупності зливу класифікатора, визначення різниці витрат вихідного живлення млина і твердого компонента у зливі класифікатора [1].

Відомий і інший спосіб автоматичного керування процесом мокрого подрібнення руди в кульових млинах, що полягає у стабілізації звукометричного параметра млина, співвідношення руда/вода на його вході, крупності зливу класифі-

катора, визначенні різниці витрати вихідного живлення млина й твердого компонента у зливі класифікатора та коректуванні за знайденою різницею витрати заданих величини звукометричного параметра і співвідношення руда/вода [2].

Найближчим по технічній суті до запропонованої корисної моделі є спосіб, який передбачає стабілізацію звукометричного параметра млина, підтримання співвідношення руда/вода, стабілізацію крупності зливу класифікатора, періодичне запам'ятовування середнього значення витрати руди в млин за певний проміжок часу, віднімання її з попереднього значення та введення корекції у співвідношення руда/вода по величині і знаку знайденої різниці [3].

UA (19) 62052 (11) (13)

Недолік першого відомого способу зв'язаний з тим, що він не дозволяє в повній мірі підтримувати оптимальне заповнення млина і вести процес подрібнювання руди в оптимальному режимі. Недоліком другого відомого способу є низька точність керування в наслідок великого запізнювання між входом матеріалу в кульовий млин і виходом твердого продукту з класифікатора у злив. Недоліком способу-найближчого аналога є невідповідність знаходжуваних різниць витрати руди у кульовий млин оптимальному розрідженню пульпи в ньому та залежність звукометричного параметра від багатьох сторонніх факторів.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу автоматичного керування процесом мокрого подрібнення руди в кульових млинах шляхом ідентифікації параметра завантаження за енергетичною ефективністю руйнування матеріалу у вхідній зоні технологічного агрегату та відповідності відшукуваного співвідношення руда/вода умовам переробки сировини.

Вирішення поставленої задачі досягається тим, що, на відміну від відомого способу автоматичного керування процесом мокрого подрібнення, подачу руди в кульовий млин здійснюють з врахуванням обмежень у відповідності з параметром завантаження, який ідентифікують за енергетичною ефективністю руйнування матеріалу у вхідній зоні технологічного агрегату, завдання на автоматичне завантаження встановлюють незмінним, визначеним за умов подрібнення руди з нормативними для даного родовища продуктивності вихідного живлення, крупністю, міцністю твердого та співвідношенням руда/вода, вимірюють поточну витрату руди в кульовий млин і автоматично коректують завдання на підтримання співвідношення руда/вода в ньому відповідно залежності

$$K_{p/v} = K_{p/v} \pm \frac{|\Delta K_{p/v}|}{|\Delta Q_{BM}|} (Q_{BH} - Q_B)$$

де $K_{p/v}$ - співвідношення руда/вода в кульовому млині, що відповідає нормативній сировині;

$\Delta K_{p/v}$ - найбільша різниця між співвідношеннями

руда/вода при нормативній сировині і руді з найбільшою продуктивністю, найменшою крупністю і міцністю або найменшою продуктивністю, найбільшою крупністю та міцністю для даного родовища;

ΔQ_{BM} - найбільша різниця між витратою руди в кульовий млин при нормативній сировині і такими ж показниками при руді з найбільшою (найменшою) крупністю і міцністю;

Q_{BH} - витрата руди в кульовий млин при нормативній сировині;

Q_B - поточна витрата руди в кульовий млин.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням.

На кресленні зображена схема автоматичного керування процесом мокрого подрібнення.

Пристрій містить систему автоматичного завантаження кульового млина рудою у відповідності з параметром завантаження, який ідентифікують за енергетичною ефективністю руйнування матеріалу засобом 1 у вхідній зоні технологічного агрегату. Крім цього система автоматичного завантаження включає задавач 2, регулятор 3, виконавчий механізм 4, що змінює витрату руди, яка надходить з бункера 5 у кульовий млин 6. Система співвідношення руда/вода вміщує ваговимірник 7 потоку руди, витратомір води в млин 8, витратомір пісків 9, класифікатор 10, задавач співвідношення руда/вода 11 зі змінюваним значенням, автоматичний регулятор 12, виконавчий механізм 13 і регульований орган 14, який змінює витрату води в млин.

Запропонований спосіб автоматичного керування процесом мокрого подрібнення руди в кульовому млині реалізується таким чином.

У кульовому млині 6, що працює в замкнутому циклі з класифікатором 10, 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 сталі 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. Це дозволяє ідентифікувати завантаження кульового млина рудою за енергетичною ефективністю руйнування матеріалу.

Засіб 1 ідентифікації завантаження кульового млина рудою визначає в певному просторі об'єм твердого, що підлягає подрібненню і який є мірою завантаження. Визначений об'єм відповідає фактичному значенню лише при певній концентрації частинок руди, їх розмірі та міцності. При зростанні міцності та крупності руди визначений об'єм (завантаження) буде дещо більшим фактичного і, навпаки, зменшення міцності і крупності твердого буде приводити до певного зменшення визначеного об'єму. В кульовому млині краще подрібнюється більш слабка і менш крупна руда, гірше подрібнюється більш міцна і крупніша сировина. Тому засіб ідентифікації завантаження млина рудою формує сигнал, який дозволяє збільшувати витрату руди в технологічний агрегат при меншій її міцності і крупності та зменшувати подачу матеріалу у випадку зростання його міцності та крупності.

В межах конкретного родовища корисних копалин можна визначити типовий режим роботи кульового млина, який відповідає середній крупності та міцності руди. Цьому режиму буде відповідати нормативна продуктивність вихідного живлення, крупність, міцність твердого та співвідношення руда/вода, що забезпечує найбільший вихід готового продукту. Для більш міцних і крупних руд, а також для менш міцних і дрібних також можливо визначити ці параметри - продуктивність вихідного живлення, крупність, міцність твердого та співвідношення руда/вода, відповідно яким забезпечу-

ється найкращий вихід готового продукту за даних умов. Всі інші проміжні режими будуть вписуватися у дану схему. Знайдені за таких умов продуктивності млина Q_{\min} і Q_{\max} , а також значення співвідношення руда/вода $K_{p/B^{\min}}$, $K_{p/B^{\max}}$ будуть слугувати

обмеженнями у даному процесі керування.

Задавач 2 забезпечує завдання на автоматичне завантаження, яке встановлюють незмінним, визначеним за умов подрібнення руди з нормативними для даного родовища продуктивністю вихідного живлення, крупністю, міцністю твердого та співвідношенням руда/вода. Сигнал засобу ідентифікації завантаження 1 і сигнал задавача діють на вхід автоматичного регулятора 3, який за допомогою виконавчого механізму 4 змінює витрату руди з бункера 5 у кульовий млин 6. Якщо сигнал засобу ідентифікації завантаження 1, наприклад, зменшився - це означає або зменшення подачі матеріалу, або зменшення крупності, або твердості руди, або усіх цих показників відразу, тому регулятор 3 збільшує подачу сировини в млин 6 до відновлення рівня інформаційного сигналу до заданого значення. Зростання сигналу засобу ідентифікації завантаження 1 можливе при зростанні подачі, крупності, міцності руди. У цьому випадку регулятор 3 зменшує подачу руди в млин 6. При такому регулюванні повинні виконуватися обмеження $Q_{\min} < Q_B < Q_{\max}$, де Q_B - поточна витрата руди в кульовий млин.

Регулювання завантаження руди в кульовий млин 6 здійснюють за умови незмінності співвідношення руда/вода, однак воно є оптимальним для конкретного режиму роботи технологічного агрегату. Оскільки в границях одного родовища крупність і міцність руди не змінюється в широких межах, можна допустити, що в конкретних умовах роботи технологічного агрегату продуктивність від нормативного $Q_{\text{вн}}$ до найбільшого Q_{\max} і від нормативного і до найменшого Q_{\min} значення змінюється лінійно. Таким же чином змінюються нормативне співвідношення руда/вода $K_{p/B^{\text{н}}}$ і найменше та

найбільше співвідношення руда/вода $K_{p/B^{\min}}$,

$K_{p/B^{\max}}$ відповідно. Рахуючи, що межі зміни витрати

руди і співвідношення руда/вода практично однакові, можна покласти

$$|\Delta Q_{\text{вм}}| = |\Delta Q_{\min} - Q_{\text{вн}}| = |\Delta Q_{\max} - Q_{\text{вн}}| |\Delta Q_{\min} - Q_{\text{вн}}|,$$

$$\left| K_{p/B^{\text{н}}} \right| = \left| K_{p/B^{\min}} - K_{p/B^{\text{н}}} \right| = \left| K_{p/B^{\max}} - K_{p/B^{\text{н}}} \right|. \quad \text{Тоді для}$$

будь-якого режиму роботи кульового млина змінне задаюче діяння співвідношення руда/вода можна визначити відповідно залежності

$$K_{p/B^{\text{с}}} = K_{p/B^{\text{н}}} \pm \frac{|\Delta K_{p/B^{\text{н}}}|}{|\Delta Q_{\text{вм}}|} (Q_{\text{вн}} - Q_B)$$

Змінне задаюче діяння співвідношення руда/вода здавачем 11 подається на вхід регулятора співвідношення 12. Це змінне завдання визначається поточною витратою Q_B руди в кульовий млин 6, яка фіксується ваговимірвачем 7, і залежить від крупності та міцності подрібнюваної руди, що

враховується величинами $\left| \Delta K_{p/B^{\text{н}}} \right|$ і $|\Delta Q_{\text{вм}}|$. Воно є

оптимальним для конкретного процесу подрібнення. Сигнал $K_{p/B^{\text{с}}}$ задавача 11, що може змінювати-

ся, порівнюється з поточним значенням співвідношення руда/вода, яке визначається в регуляторі 12 з врахуванням сигналів витратоміра води 8 в кульовий млин 6, ваговимірвача 7 потоку руди, витратоміра 9 піскового потоку класифікатора 10 та значень незмінних витрати води в пісковий жолоб класифікатора 10, вологовмісту пісків та густини руди. При неспівпадінні заданого і фактичного співвідношень руда/вода регулятор 12 за допомогою виконавчого механізму 13 і регулювального органа 14 змінює витрату води в кульовий млин 6.

Запропонований спосіб автоматичного керування процесом мокрого подрібнення порівняно з відомим відрізняється високою точністю, оскільки спирається на безпосереднє вимірювання параметрів руди (проти непрямого звукометричного у відомому способі), за визначеними параметрами забезпечує оптимальне завантаження рудою та оптимальне співвідношення руда/вода, які гарантують найвищу продуктивність по готовому продукту та мінімальні витрати куль, футерівки, електричної енергії, що недоступно відомому способу, який, крім використання нестійкого звукометричного сигналу, забезпечує лише тенденції зміни завантаження та співвідношення руда/вода. Запропонований спосіб завдяки вимірюванням параметрів руди у вхідній зоні млина фіксує тенденції до можливого перевантаження, а не наблизений факт самого технологічного перевантаження як це здійснює запропонований спосіб. Крім того, визначені обмеження по витраті руди і співвідношенню руда/вода дозволяють встановлювати оптимальні режими роботи без ризику технологічного перевантаження

Джерела інформації:

1. Автоматизация обогатительных фабрик / [Кошарский Б.Д., Рабинович Г.А., Красномовец А.В., Ситковский А.Я.]. - М.: Недра, 1966. -412с. (с.120).

2. А.с. 556833 СССР, МКИ В02С 25/00. Способ управления процессом мокрого измельчения / С.И.Король (СССР). - 2321462/33; заявл. 04.02.76; опубл. 05.05.77, Бюл. №17.

3. А.с. 575130 СССР, МКИ В02С25/00. Способ автоматического управления процессом мокрого измельчения / В.В.Пидорич, С.И.Король (СССР). - 2352853/29 - 33; заявл. 26.04.76; опубл. 05.10.77, Бюл. №37.

