



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **93813** (13) **U**  
(51) МПК (2014.01)  
**B02C 17/00**  
**B02C 23/02** (2006.01)  
**B02C 25/00**

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2014 06239</b>	(72) Винахідник(и): <b>Шинкар Андрій Олександрович (UA), Шерстюк Ростислав Володимирович (UA), Мордовін Дмитро Миколайович (UA), Чечуга Юрій Миколайович (UA), Міклашевич Олександр Сергійович (UA), Юсупов Олег Сулейманович (UA), Грищенко Василь Костянтинович (UA), Дасєнічев Валерій Вікторович (UA), Шинкар Максим Андрійович (UA), Шерстюк Андрій Ростиславович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>05.06.2014</b>	(73) Власник(и): <b>ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "АТЗТ КОМПАНІЯ "САТУРН ДЕЙТА ІНТЕРНЕТШЕНЛ", вул. Борщагівська, 125, м. Київ, 03056 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.10.2014</b>	(74) Представник: <b>Кривенко Юрій Юрійович, реєстр. №255</b>
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.10.2014, Бюл.№ 19</b>	

## (54) СПОСІБ ФІКСАЦІЇ РІВНЯ ШУМУ В БАРАБАННОМУ МЛІНІ

### (57) Реферат:

Спосіб фіксації рівня шуму в барабанному млині включає фіксацію генерованого шуму за допомогою мікрофона, посилення сигналу, перетворення його в аналоговий і наступну його візуалізацію. Сигнал мікрофона після посилення піддають фільтрації й виділяють при цьому сигналі спектр частот шуму, генерованого в барабані млина при завантаженні рудною масою і подрібнюючими тілами. Після цього сигнал перетворюють в амплітудному детекторі й компараторі, де порівнюють із опорними (еталонними) рівнями напруги, кожний з яких відповідає різним режимам роботи (навантаження) барабанного млина, після чого отриманий вихідний скоригований сигнал підсилюють до необхідної величини, достатньої для активації засобів візуалізації й індикації, включення яких залежить від величини сигналу, пропорційного навантаженню млина. При цьому за допомогою амплітудного детектора й джерела струму, керованого напругою, сигнал мікрофона перетворюють в аналоговий керуючий вихідний сигнал. Аналоговий сигнал, пропорційний ступеню завантаження барабанного млина, подають на пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор, за допомогою якого формують керуючий сигнал для приводів виконавчих механізмів, що здійснюють подачу води й руди в барабанний млин.

UA 93813 U



Корисна модель належить до гірничо-переробної промисловості й може бути використана на підприємствах, що використовують для подрібнення сировини (корисної копалини) барабанні млини, наприклад на гірничозбагачувальних комбінатах, що здійснюють переробку сировини. Корисна модель може бути використана для контролю завантаження рудної маси в барабанні млини. Корисна модель дозволяє забезпечити постійний контроль продуктивності подрібнюючого устаткування: барабанного млина у загальному технологічному циклі, що передбачає мокре подрібнення руди. Корисна модель може бути використана в комплексі устаткування, що забезпечує автоматизацію процесу подрібнення руди, при якій відбувається утворення кондиційної пульпи, призначеної для наступного збагачення із застосуванням гравітаційного, гідравлічного або магнітного збагачення.

Корисна модель може бути використана як спосіб непрямой оцінки процесу подрібнення барабанного млина шляхом візуального контролю або в комплексі із системою автоматичного керування, що забезпечує оптимізацію подрібнення руди у функції максимальної продуктивності млина, що дозволяє одержати максимальну продуктивність подрібнюючого устаткування й надалі залізрудного концентрату. Крім того, спосіб забезпечує можливість попередження технологічного перенавантаження барабана млина, а з іншого боку - можливість досягнення максимальної продуктивності млина з урахуванням фізико-механічних властивостей матеріалу, що подрібнюється.

Відомий спосіб контролю подрібнення рудної маси барабанним млином. Спосіб заснований на зміні звуку, який генерується млином, при здрибненні руди (<http://stroy-technics.ru/article/avtomatizatsiya-protsesov-pomola>).

Рівень шуму залежить, в основному, від ступеня завантаження млина матеріалом і тілами, що подрібнюють, а також від фізико-механічних властивостей рудної маси й розмірів її кусків.

При мокрому здрибненні сировини повинні бути забезпечені постійний гранулометричний склад і в'язкість пульпи з усередненням якісних параметрів сировинної суміші.

Для контролю і регулювання процесів мокрого подрібнення використовують мікрофони, які сприймають шум і перетворюють в електрорушійну силу (е.р.с.).

Збуджена в мікрофоні е.р.с. через підсилювальний блок перетворюється у постійний струм, значення якого пропорційне цій частоті. Отриману в такий спосіб напругу подають на електронний автоматичний потенціометр, що вимірює і реєструє величину напруги й, отже, визначає ступінь заповнення млина матеріалом.

При зміні завантаження млина змінюється сигнал, що надходить від вимірювального пристрою завантаження на вхід електронного регулюючого приладу. Цей прилад управляє виконавчим механізмом, що регулює подачу сировини.

Недоліком відомого способу є те, що фіксація шуму сприймається мікрофоном і після відповідного перетворення сигналу передається безпосередньо на виконавчий пристрій. Передача сигналу здійснюється за аналоговою схемою передачі пропорційного сигналу. Виходячи з величини пропорційного сигналу команда подається на виконавчий пристрій.

Відомий спосіб фіксації шуму при роботі млина не надає можливості оптимізації процесу подрібнення і видачі сигналів на засоби візуалізації для контролю протікання процесу. Спосіб не передбачає можливості фіксації за допомогою запам'ятовувальних пристроїв бази інформаційних шумів, що виникають при роботі млина при різних режимах, і переробки руд з різними фізико-механічними властивостями.

Застосування способу для фіксації шуму вимагає додаткового устаткування, що забезпечить можливість оптимізації процесу подрібнення, який полягає в можливості оптимального завантаження млина й ступені подрібнення рудної маси.

При застосуванні способу складно домогтися якісного подрібнення руди через те, що спосіб не передбачає можливості відділення фонових і наведених шумів, що викликані роботою устаткування, яке не пов'язане з подрібненням руди. Наявність сторонніх шумів різної інтенсивності призводить до ускладнення як процесу аналізу безпосередньо технологічного шуму барабанного млина, так і, відповідно, можливості оптимізації процесу. Реалізація способу із забезпеченням високих показників подрібнення призводить до збільшення додаткових апаратних витрат і, відповідно, до росту собівартості переробки корисних копалин.

Найбільш близьким рішенням, вибраним як найближчий аналог, є спосіб фіксації рівня шуму в барабанному млині, що включає фіксацію генерованого шуму за допомогою мікрофона, посилення сигналу, перетворення його в аналоговий сигнал і наступну його візуалізацію (Гончаров Ю.Г. Автоматичний контроль і регулювання технологічних процесів на залізрудних збагачувальних фабриках. - М.: Надра, 1968. - С. 110-111).

Недоліком відомого способу є те, що його реалізація пов'язана тільки з функцією контролю поточного шуму, який генерується млином.

Основними недоліками відомого способу є те, що:

- сигнал мікрофона після посилення не піддають фільтрації для видалення фонових шумів, що спотворює загальну картину шуму й не дозволяє надати вірну й повну оцінку роботи млина в реальному режимі;

- 5 - у відомому способі не виділяють у сигналі спектр частот шуму, генерованого в барабані млина при завантаженні рудним матеріалом;

- генерований сигнал, що надходить від мікрофона, не перетворюють в амплітудному детекторі й компараторі, що призводить до не завжди вірної оцінки вимірюваного параметра;

- 10 - спосіб не передбачає зберігання еталонних сигналів, значення яких відповідає різним режимам роботи млина з різним ступенем завантаження;

- спосіб не передбачає визначення різниці фактичного й еталонного значень сигналів, визначення різниці цих сигналів стосовно до типу руди, що переробляється.

- 15 - спосіб не надає можливості формування стійкого вихідного сигналу, стандартизоване значення якого відповідає 4-20 мА, із застосуванням амплітудного детектора й джерела струму керованого напругою.

Задачею корисної моделі є вдосконалення способу фіксації шуму працюючого барабанного млина за рахунок фіксації шуму і його перетворення за допомогою амплітудного детектора й компаратора, формування сигналу, достатнього для візуалізації за допомогою різних технічних засобів, формування аналогового сигналу значенням 4-20 мА за допомогою амплітудного  
20 детектора й джерела струму, керованого напругою, який забезпечує подачу коригувального сигналу на основні і допоміжні приводні пристрої, що забезпечують роботу млина в оптимальному режимі.

Технічний результат від використання корисної моделі дозволяє підвищити ефективність реєстрації технологічного шуму, який виникає під час роботи млина. Спосіб дозволяє одержати  
25 стійкий сигнал, характерний для різних режимів роботи млина, що дозволяє використовувати його в системах автоматичного керування для комплексних оцінок стану процесу подрібнення в млині, а також оптимізації цього процесу.

Реалізація способу може бути застосовна на багатьох типах барабанних млинів незалежно від їхньої продуктивності і фізико-механічних властивостей рудної маси, що подрібнюється.

30 Використання способу в гірничорудній промисловості дозволяє підвищити продуктивність технологічного циклу подрібнення руди в ланцюзі апаратів збагачувального виробництва. Результатом використання корисної моделі є контрольованість процесу подрібнення руди, забезпечення максимальної продуктивності устаткування.

35 Розрахунки показали, що використання даного способу дозволяє підвищити рентабельність збагачення корисних копалин і знизити собівартість залізорудного концентрату для металургійної промисловості.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що спосіб фіксації рівня шуму в барабанному млині включає фіксацію генерованого шуму за допомогою мікрофона, посилення  
40 сигналу, перетворення його в аналоговий сигнал і наступне його використання для алгоритмів керування АСУТП.

Згідно з корисною моделлю, сигнал мікрофона після підсилення піддають фільтрації й виділяють при цьому сигналі спектр частот шуму, генерованого в барабані млина при завантаженні рудним матеріалом і подрібнюючими тілами, після чого сигнал перетворюють в амплітудному детекторі й компараторі, де порівнюють із опорними (еталонними) рівнями  
45 напруги, кожний з яких відповідає різним режимам роботи (навантаження) барабанного млина, після чого отриманий вихідний скоригований сигнал підсилюють до необхідної величини, достатньої для активації засобів візуалізації та індикації, наприклад у вигляді світлодіодів, включення яких залежить від значення амплітуди сигналу, при цьому за допомогою амплітудного детектора й джерела струму, керованого напругою, сигнал мікрофона  
50 перетворюють в аналоговий керуючий вихідний сигнал, стандартизоване значення струму якого становить 4-20 мА, причому значення сигналу 20 мА відповідає шуму млина при відсутності завантаження, а значення сигналу 4 мА відповідає фоновому технологічному шуму, який утворюється працюючим устаткуванням при повній зупинці млина, причому аналоговий сигнал подають на керуючий комплекс АСУТП, який за допомогою алгоритмів формує керуючий сигнал  
55 для приводів виконавчих механізмів, здійснюючи подачу води й руди в барабанний млин.

Спосіб реалізується таким чином.

Збагачення залізорудної сировини пов'язане із застосуванням високопродуктивних млинів барабанного типу. Конструкція млинів забезпечує безперервність технологічного циклу та можливість одержання в результаті готового продукту із заданим гранулометричним складом  
60 твердої фази й співвідношенням руда-вода, що забезпечує необхідну рухливість пульпи і

розкриття рудних зерен. Високі вимоги до подрібнення руди вимагають безперервного контролю процесу. Особливістю цього процесу є те, що дані про його протікання можна одержати за непрямыми даними, які дозволяють забезпечити зміну режимів із забезпеченням заданого ступеня подрібнення. До непрямих даних, які характеризують процес, належить шум,

що генерується млином і викликаний рухом тіл подрібнення, кусками рудної маси та водою. Процес подрібнення руди в кульовому млині супроводжується випромінюванням спектра звукової енергії різних амплітудних і частотних характеристик.

Шум, що генерується млином, свідчить про процеси взаємодії подрібнюючих тіл і руди усередині його, причому він містить як параметри, що характеризують властивості самого млина, так і параметри, що характеризують режим його роботи. Сила звуку, що випромінюється млином, залежить від ступеня завантаження його рудою і поточним гранулометричним складом. З огляду на те, що шум має велику інформаційну ємність, звукометричний метод контролю в купі із іншими параметрами дозволяє оптимізувати режим роботи млина.

Одним із шляхів реалізації звукометричного контролю є застосування мікрофонів, що встановлюють поблизу тіла млина у місцях, де звуковий спектр є найбільш характерним для працюючого млина при мінімальному впливі на оцінку фонових шумів, викликаних роботою основного і допоміжного устаткування збагачувальної фабрики.

Основний цикл звукометрії шуму барабанного млина полягає у фіксації шуму за допомогою мікрофона, посилення його та перетворення. Залежно від призначення звукометричного контролю може здійснюватися візуалізація звукового спектра або подача команди на відповідні виконавчі пристрої або механізми, що забезпечують оптимізацію роботи млина.

Для реалізації заявленого способу сигнал мікрофона після посилення до необхідного рівня піддають фільтрації. Фільтрація забезпечує можливість одержання саме тої частотної й амплітудної характеристики шуму, що найбільш вірогідно відбиває функціонування барабанного млина при різних режимах роботи, включаючи й екстремальні. За допомогою фільтрів виділяють спектр частот шуму, що генерується в барабані млина при робочому експлуатаційному завантаженні рудною масою і здрібнюючими тілами (кулями або стрижнями).

Виділений комплексний шумовий сигнал у вигляді змінної напруги перетворюють в амплітудному детекторі, що призначений для формування постійної вихідної напруги, пропорційної амплітуді вхідної змінної напруги. Після перетворення в амплітудному детекторі сигнал у вигляді напруги постійного струму подають у джерело струму, кероване напругою, де корисний сигнал перетворюється в аналоговий вихідний сигнал, стандартизоване значення струму якого становить 4-20 мА. Крім того, сигнал від амплітудного детектора подається на вхід блока компараторів (порівняльний електронний пристрій), де в режимі реального часу відбувається порівняння поточного сигналу з опорними рівнями напруги, кожний з яких відповідає різним режимам роботи (навантаження) барабанного млина. Виходи блока компараторів підключені до засобів візуалізації, наприклад у вигляді світлодіодної лінійки індикаторів "min", "max" і "norma", що спрощує процес налагодження виробу.

За критерій оптимальності можуть бути прийняті:

- максимальна продуктивність млина;
- ступінь завантаженості барабана млина;
- захист млина від перенавантаження рудою.

Всі вказані критерії є комплексною оцінкою стану млина з урахуванням інших доступних для виміру параметрів:

- активна потужність приводу млина,
- циркуляція в колі млин - класифікатор,
- гранулометричний склад промпродукту на виході класифікатора,
- густина промпродукту,
- та інші.

Отриманий аналоговий вихідний сигнал, що пропорційний ступеню завантаження барабанного млина, у вигляді струму, стандартизоване значення якого становить 4-20 мА, подають на пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор, за допомогою якого формують керуючий сигнал для приводів виконавчих механізмів, які здійснюють подачу води й руди в барабанний млин, та забезпечує стабільне навантаження на основні й допоміжні механізми, за рахунок якого на виході із млина одержують кондиційну пульпу із заданим співвідношенням руди й води. При цьому одержання пульпи супроводжується раціональним навантаженням на приводи, при якому попереджається їхнє передчасне зношення (спрацювання) й імовірність передчасного аварійного виходу з ладу.

Фіксація поточного рівня роботи млина здійснюється за допомогою засобів візуалізації, серед яких можуть бути монітори, комп'ютери, самописці або засоби індикації у вигляді

світлодіодів, порядок і число яких пропорційно рівню навантаженню млина і говорить про можливі відхилення від оптимальних режимів його роботи.

Дослідженнями було встановлено, що виконавчі пристрої для реагування на відхилення в роботі млина повинні одержувати аналоговий сигнал, значення якого пропорційне тому або  
5 іншому режиму роботи млина. Зміна аналогового сигналу дозволяє внести коригувальні впливи в роботу приводів, завантажувальних пристроїв, що забезпечують подачу руди в млин, а також дозаторів технічної води. Аналітично й експериментально було встановлено, що значення пропорційного аналогового сигналу повинно бути в діапазоні 4-20 мА.

Значення сигналу 20 мА відповідає шуму, що генерується млином при відсутності  
10 завантаження рудою, а значення сигналу 4 мА відповідає шуму, що дорівнює фоновому технологічному шуму при повній зупинці млина. Заявлений діапазон дозволяє формувати подачу необхідних керуючих команд на виконавчі механізми для оптимізації роботи млина.

Серед стандартних сигналів струму й напруги найбільш зручним є стандартизований сигнал  
15 струму 4-20 мА. Він якнайкраще вирішує проблеми, що пов'язані з передаванням сигналів від датчиків до вторинних вимірювальних приладів.

Дослідно-промислові випробування заявленого способу показали, що його реалізація на гірничозбагачувальних комбінатах дозволяє підвищити ефективність фіксації технологічного шуму при роботі барабанного млина. Це забезпечує можливість оперативного контролю протікання процесу подрібнення руди і його автоматизації для одержання високоякісного  
20 промислового продукту - залізорудної пульпи, призначеної для одержання товарного концентрату.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

25 Спосіб фіксації рівня шуму в барабанному млині, що включає фіксацію генерованого шуму за допомогою мікрофона, посилення сигналу, перетворення його в аналоговий і наступну його візуалізацію, який **відрізняється** тим, що сигнал мікрофона після посилення піддають фільтрації й виділяють при цьому сигналі спектр частот шуму, генерованого в барабані млина при завантаженні рудною масою і подрібнюючими тілами, після чого сигнал перетворюють в  
30 амплітудному детекторі й компараторі, де порівнюють із опорними (еталонними) рівнями напруги, кожний з яких відповідає різним режимам роботи (навантаження) барабанного млина, після чого отриманий вихідний скоригований сигнал підсилюють до необхідної величини, достатньої для активації засобів візуалізації й індикації, наприклад у вигляді світлодіодів, включення яких залежить від величини сигналу, пропорційного навантаженню млина, при цьому  
35 за допомогою амплітудного детектора й джерела струму, керованого напругою, сигнал мікрофона перетворюють в аналоговий керуючий вихідний сигнал, стандартизоване значення струму якого становить 4-20 мА, причому значення сигналу 20 мА відповідає шуму млина при відсутності завантаження, а значення сигналу 4 мА відповідає фоновому технологічному шуму при повній зупинці млина, причому аналоговий сигнал, пропорційний ступеню завантаження  
40 барабанного млина, подають на пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор, за допомогою якого формують керуючий сигнал для приводів виконавчих механізмів, що здійснюють подачу води й руди в барабанний млин.

---

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601