

В.О. ЛОГІНОВ,

А.М. СУРЖЕНКО, канд. техн. наук,

О.М. КОРЧЕВСЬКИЙ

(Україна, Донецьк, Донецький національний технічний університет)

АНАЛІЗ ПАРЕМЕТРІВ РЕГУЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНО-ПНЕВМАТИЧНОЮ СЕПАРАЦІЄЮ

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На тепер активного розвитку набуває технологія вібраційно-пневматичного збагачення корисних копалин, яка дозволяє з відносно невеликими економічними витратами отримувати продукт високої якості. Технологія не вимагає води, а вібраційно-пневматичні збагачувальні установки займають невелику площу та працюють з використанням простої технологічної схеми. При цьому дана технологія характеризується низькими капітальними витратами та собівартістю процесу, а також відносно меншою енергоємністю. Можливе одержання сухих продуктів збагачення. Недоліками вібраційно-пневматичного збагачення є залежність результатів від вологості вихідного вугілля та відносно нижча технологічна ефективність.

Переваги вібраційно-пневматичного збагачення дозволяють використовувати побудовані на основі даної технології промислові установки для видобутку вугільної маси з породних відвалів. При цьому отриманий продукт може бути ефективно використаний у промисловості.

Аналіз досліджень та публікації. На цей час не існує системи керування процесом збагачення на вібраційно-пневматичному сепараторі. Однак підтримка постелі матеріалу в необхідному стані є найбільш важливим фактором для забезпечення високої якості вихідного продукту при сепарації. При цьому вирішення даної задачі повністю покладено на оператора. Оцінка стану постелі також виконується вручну. Таким чином, ефективність збагачення на сепараторі сильно піддана впливу людського фактора. Через відсутність будь-яких технічних рішень, спрямованих на контроль стану постелі матеріалу сепаратора, зростає ймовірність виникнення помилок керування. Застосування керуючої системи дозволить уникнути помилок керування та підвищити якість керування і вихідного продукту.

Постановка задачі. Метою даної роботи є аналіз існуючих методів керування вібраційно-пневматичною сепарацією на основі регулювання основних параметрів.

Викладення матеріалу та результати. До цього часу не розроблено апаратури автоматизації сепараторної установки. Контроль стану процесу збагачення та зміна технологічних параметрів сепаратора виконується оператором вручну. Відносно сепаратора з пульта оператора можливе виконання наступних дій:

- запуск і зупинка двигунів привідних механізмів гойдання деки сепаратора;

Автоматизація та управління процесами збагачення

- включення та відключення технологічного вентилятора;
- запуск і припинення роботи системи пиловловлення та доочищення повітря.

Оцінка величин, що характеризують технологічні параметри виконується вручну. Задача оператора полягає у виборі такого режиму роботи сепаратора, при якому забезпечується найліпше виділення домішок з вугільної маси при мінімальних втратах чистого вугілля у відходах. Регулювання сепаратора зводиться до встановлення раціональних значень наступних параметрів:

- продуктивність живильника;
- загальні витрати повітря при його рівномірному розподілу по деці сепаратора;
- частота коливання короба;
- положення ножів у прийемних лійках;
- частота пульсацій повітряного потоку;
- кут повздовжнього нахилу деки;
- кут поперечного нахилу деки;
- кут нахилу опор короба;

Регулювання перших п'яти параметрів здійснюється без зупинки сепаратора. Для регулювання решти параметрів необхідна зупинка сепаратора та певний час для настроювання (від десяти хвилин).

Розглянемо більш детально параметри, що найсильніше впливають на процес розділення матеріалу на сепараторі. Параметри та їх характеристики зведені в табл.

Недоліком поточної механізації сепараторної установки є відсутність виконавчих механізмів для регулювання таких параметрів:

- витрата повітря, регулюється засувкою вручну;
- кут нахилу деки, регулювання потребує зупинки сепаратора та значних затрат часу (на зміну параметрів та відновлення нормального стану постелі);
- положення ножів у прийемних лійках.

Інші параметри можливо автоматизувати використовуючи існуючу механізацію: на виконавчих механізмах живильника, механізмі гойдання, пульсаторі, а також технологічному вентиляторі встановлені асинхронні двигуни з коротко замкненим ротором.

Загальною задачею керування сепаратором є регулювання усіх параметрів таблиці у залежності від таких факторів, як гранулометричний та фракційний склад матеріалу, а також його вологість. Ціллю є оптимальне встановлення всіх параметрів для підтримання максимальної якості концентрату на виході. Вирішення цієї об'ємної задачі не є метою даної роботи.

У загальній задачі можна виділити першочергове завдання, яке полягає в підтриманні необхідного ступеня розпушеності постелі матеріалу. При недостатній розпушеності матеріалу не буде відбуватися його розшарування (або воно буде недостатнім), що призведе до переміщення вугільних часток разом з відходами або промпродуктовими частками. Тобто сепаратор не буде здатний

Автоматизація та управління процесами збагачення

належним чином виконувати своє призначення – виділяти концентрат з вугільної маси. Розпушеність матеріалу є ключовим фактором у забезпеченні якості збагачення на сепараторі.

| Параметри регулювання сепаратора | |
|--------------------------------------|---|
| Параметр | Вплив на процес збагачення |
| Продуктивність живильника | На якість процесу збагачення негативно впливають перерви в подачі живлення. Вугільна постіль має бути рівномірною, інакше процес порушується, що призводить до затрат часу на її відновлення |
| Витрата та пульсації повітря | Головний параметр, який визначає якість продукту збагачення. Правильне регулювання витрати повітря забезпечує мінімальне засмічення концентрату породою та найменші втрати вугілля з відходами. Пульсації повітряного потоку дозволяють зменшити витрату повітря без зниження ефективності розділення |
| Частота та амплітуда коливань короба | Впливає на розпушування постелі матеріалу та швидкість його пересування по робочій поверхні сепаратора. |
| Кути нахилу деки | Впливають на швидкість пересування матеріалу по деці сепаратора |
| Положення ножів у приємних лійках | Як правило, впливає на вихід та якість продуктів збагачення. Змінюючи положення ножів можна збільшити або зменшити зони розвантаження для концентрату, промпродукта чи відходів. |

Розпушеного стану матеріал набуває під впливом повітряного потоку та струшувань деки.

Розпушеність постелі визначається співвідношенням (1):

$$R = \frac{V_0}{V}, \quad (1)$$

де V_0 – об'єм порожнеч постелі; V – загальний об'єм, що займає матеріал.

Зі співвідношення (1) виходить, що теоретично розпушеність може змінюватися в межах $R \in [0..1]$, що практично недосяжно. На практиці межі варіювання розпушеності звужені. На рис. 1 наведені значення величини розпушеності для різного стану постелі.

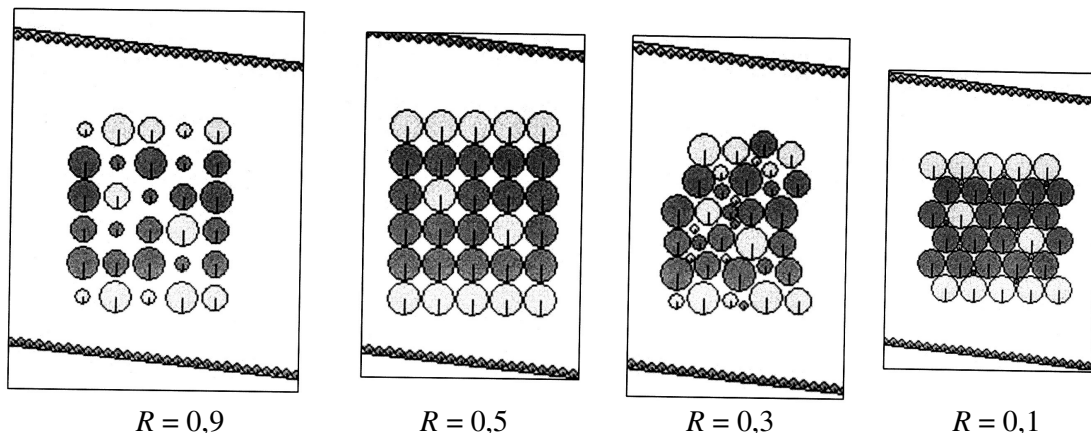


Рис. 1. Значення величини розпушеності для різного стану постелі

Автоматизація та управління процесами збагачення

Згідно до рисунка при однаковому діаметрі часток мінімальне значення розпушеності становить 0,1. В [1] також знайдена залежність вилучення часток у концентрат від ступеня розпушеності постелі для пневматичного збагачення. Робота присвячена дослідженню розділення лому кабельно-провідникової продукції на машині, подібній до вібраційно-пневматичного сепаратора. При цьому докладно розглядається питання розпушеності постелі вихідного матеріалу та її вплив на ефективність збагачення. Отримані в [1] результати та висновки загалом можуть бути використані також для вібраційно-пневматичного збагачення вугільної маси.

Із аналізу виходить, що ефективність збагачення на сепараторі в значній мірі залежить від ступеня розпушеності постелі матеріалу. Отже, підтримання постелі матеріалу в достатньо розпушеному стані є обов'язковою умовою досягнення високої якості виділення концентрату з вихідного матеріалу.

Таким чином, система керування процесом збагачення на вібраційно-пневматичному сепараторі, створена з метою підтримки високої якості вихідного продукту, повинна представляти собою систему стабілізації ступеня розпушеності постелі матеріалу.

Розглянемо керування сепаратором із точки зору підтримання необхідного ступеня розпушеності постелі матеріалу.

На рис. 2. представлена структурна схема керування вібраційно-пневматичним сепаратором (керування за відхиленням). Змінний гранулометричний склад часток матеріалу та їх щільність є впливом, що обурює, $f(t)$. Керуючий вплив $u(t)$ представлено зміною амплітуди коливань швидкості повітря. Вектор спостереження $y(t)$ представлений вихідними сигналами вимірювальних перетворювачів щодо ступеня розпушеності постелі. Задачею системи керування є підтримання розпушеності на заданому рівні, що забезпечуватиме підтримання високої якості розділення.

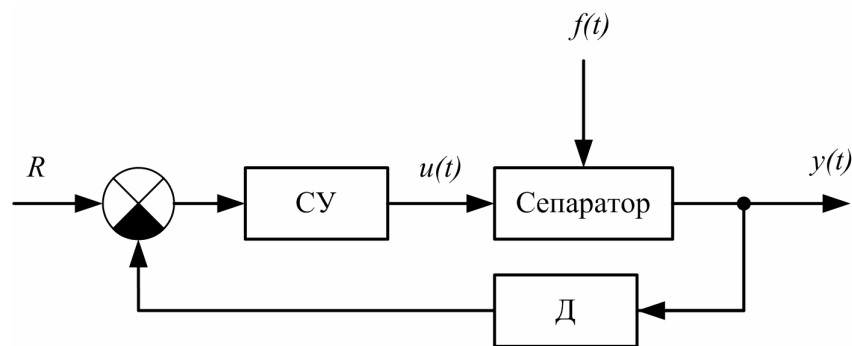


Рис. 2. Структурна схема керування сепаратором

Висновки та напрямок подальших досліджень. Отже керування сепаратором зводиться до оперативної зміни значень параметрів керуючого впливу залежно від факторів, що обурюють, з метою одержання продукту високої якості.

Суттєвою проблемою в роботі сепаратора є відсутність датчика розпушеності постелі, оператор оцінює розпушеність, базуючись на своїх суб'єктивних

Збагачення корисних копалин, 2011. – Вип. 45(86)

Автоматизація та управління процесами збагачення

відчуттях та спостереженнях. Тому процес збагачення на сепараторі значно підданий впливу людського фактора. Необхідне створення системи, що оперативно змінюватиме технологічні параметри з метою підтримання необхідного стану постелі матеріалу, а отже високої ефективності процесу розділення.

Список літератури

1. **Корчевський А.Н.** Пневмовибрационная сепарация лома кабельно-проводниковой продукции: Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Днепропетровск., 2010. – 22 с.
2. Енергетична інтерпретація гравітаційних розділових процесів зернистих середовищ при збагаченні корисних копалин / **О.Д. Полулях, В.І. Чмильов, О.В. Іщенко, Д.О. Полулях.** – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2006. – 144 с.
3. **Бесов Б.Д.** Аппаратчик пневматического обогащения углей. Справочное пособие для рабочих. – М.: Недра, 1988. – 77 с.
4. Kinetics of Phases Interaction during Mineral Processing Simulation / **L.I. Nazimko, E.E. Garkovenko, A.N. Corchevsky, I.N. Druts** // Proceedings of XV International Congress of Coal Preparation. – China, 2006. – P. 785-798.

© Логінов В.О., Сурженко А.М., Корчевський О.М., 2011

*Надійшла до редколегії 27.04.2011 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.І. Назімко*