**Лапшин Євген Семенович. Розвиток теорії вібраційного грохочення на основі удосконалювання модельних уявлень кінетики процесу : Дис... д-ра наук: 05.05.11 - 2006.**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Лапшин Є. С. Розвиток теорії вібраційного грохочення на основі удосконалювання модельних уявлень кінетики процесу. – Рукопис.Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.15.11-“Фізичні процеси гірничого виробництва”. – Інститут геотехнічної механіки ім. М. С. Полякова НАН України, Дніпропетровськ, 2006.Дисертація присвячена вирішенню важливої наукової проблеми, що полягає у встановленні закономірностей, які пояснюють і описують вплив на кінетику вібраційного грохочення сегрегації, просівання, вібротранспортування, форми частинок і отворів сита, а також змінної у результаті просівання висоти шару.Для урахування ймовірнісного характеру переміщення частинок під дією вібрації математичний опис процесу грохочення виконано за допомогою марковського неоднорідного ланцюга. При цьому елементами стохастичної матриці є ймовірності переходів частинок по висоті шару, а також імовірності просівання, забивання і самоочищення сита. Структура матриці змінюється в міру зменшення висоти шару. Показник степеня до якого підноситься матриця, залежить від режиму вібротранспортування. Такий підхід дозволив описати кінетику грохочення з урахуванням закономірностей сегрегації, просівання, вібротранспортування, форми частинок і отвору, зміни висоти шару.Розроблено і впроваджено у практику наукових досліджень і проектно-конструкторських робіт комплект методик з розрахунку параметрів процесу вібраційного грохочення. |

 |
|

|  |
| --- |
| Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою, у якій дано теоретичне узагальнення і нове рішення актуальної наукової проблеми визначення впливу на кінетику вібраційного грохочення закономірностей сегрегації, просівання, вібротранспортування, форми частинок і отворів сита, а також висоти шару, що змінюється в результаті просівання. Рішення отримане на основі математичного і фізичного моделювання процесу грохочення марковським ланцюгом, структура якого залежить від витягання сировини в підрешетний продукт. Воно має важливе значення для аналізу, розробки, контролю і регулювання процесу грохочення, що широко застосовується в гірничому виробництві й інших галузях.Основні підсумкові наукові і практичні результати дисертаційної роботи:1. Аналіз науково-технічної інформації дозволив виявити світову тенденцію в галузі створення вібраційних грохотів і визначення параметрів процесу – максимальне скорочення трудомістких натурних експериментів і заміна їх математичним моделюванням. У ряді моделей вплив на кінетику грохочення таких факторів, як початковий розподіл частинок по висоті шару, форма частинок, зміна висоти шару унаслідок просівання взагалі ігнорується чи враховуються введенням поправочних коефіцієнтів. У результаті відбувається втрата інформації про зв'язки і відносини між складовими процесу, що не дозволяє синтезувати раціональний процес грохочення.
2. Уперше при математичному описі кінетики процесу вібраційного грохочення враховані закономірності сегрегації, просівання, вібротранспортування, форми частинок і отворів сита, зміни висоти шару. Це досягнуто за рахунок моделювання процесу марковським ланцюгом змінної структури. При цьому елементами стохастичної матриці є ймовірності переходів частинок по висоті шару, а також імовірності просівання, забивання і самоочищення сита. Структура матриці змінюється в міру зменшення висоти шару. Показник степеня, до якого підноситься матриця, залежить від режиму вібротранспортування.
3. Моделювання процесу грохочення марковським неоднорідним ланцюгом дозволило з єдиних методологічних позицій описати кінетику процесу грохочення на одно- і багатоситових грохотах при класифікації як товстим, так і тонким шаром.
4. Для визначення ймовірностей переходів частинок по висоті шару при зсуві розроблений чисельний метод. При нормальному впливі ймовірності переходів частинок обчислюються аналітичним методом, що створений на основі положень статистичної фізики. Показано, що відношення ймовірностей перебування дрібних частинок у суміжних елементарних шарах експоненціально залежить від довжини вільного пробігу, діаметрів і густини частинок, висоти шару в статиці і при віброзбудженні, а також висоти підкидання.
5. Залежно від інтенсивності віброзбудження при падінні на сито частинки роблять стохастичні обертання в площині або в просторі. Для першого випадку аналітично на основі алгебри подій і теорії геометричних імовірностей визначені ймовірності просівання частинок довільної форми через сита з прямокутними і квадратними отворами. При цьому передбачається, що координати частинки при падінні на сито мають рівномірний розподіл. Стосовно до другого випадку розроблений чисельний метод, що дозволяє обчислювати ймовірності просівання у найзагальнішій постановці: форма частинки, контур отвору, закони розподілу випадкових лінійних і кутових координат – довільні. Урахування форми частинок надто важливе для "трудних" частинок, оскільки в цьому випадку погрішність класичної формули Годена-Магенсона перевищує 100 %.
6. Подальший розвиток одержала теорія вібротранспортування шару гірничої маси. Розроблено математичну модель, що дозволяє врахувати вплив на швидкість транспортування зміни висоти шару в результаті просівання, а також випадкові зміни фаз відриву і падіння. Показано, що допущення про сталість фаз відриву і падіння, як це прийнято в традиційному підході, приводить до більш ніж 30 % похибки визначення ймовірності виходу частинок у надрешетний продукт. Експериментально виявлене існування стійкого режиму, при якому етап спільного руху шару перевищує період коливань сита. При ньому зменшується витягання підрешетного продукту.
7. Установлено вплив концентрації "трудних" частинок у контактному шарі на ймовірність просівання. При зростанні понад одиницю математичного чекання кількості "трудних" частинок, що припадають на одну комірку, ймовірність просівання зменшується за експонентним законом.
8. Установлено, що одним з основних параметрів процесу грохочення є потік імовірності, що дорівнює добутку ймовірності перебування частинок в елементарному шарі *i* на ймовірність їхнього переходу із шару *i* у шар *j*. Умова досягнення максимальної ймовірності влучення частинок під сито за мінімальний час: різниця потоків імовірностей, спрямованих у контактний шар і з нього, дорівнює потоку ймовірності просівання при максимальному значенні останнього.
9. Уперше параметри моделі кінетики ідентифікувалися за результатами вимірів фаз відриву і падіння гірничої маси, а також висоти польоту і розпушення шару. Це дозволило прогнозувати технологічні показники грохочення.
10. У лабораторних і промислових умовах виконана перевірка адекватності модельних уявлень. Показано, що розбіжність між розрахунковими й експериментальними значеннями ймовірностей улучення дрібних частинок у підрешетний продукт складає менше 15 % при надійній імовірності 0,95.
11. На підставі результатів досліджень і для їх практичного використання розроблена: «Методика визначення ймовірностей вібраційного просівання частинок різної форми в режимі стохастичного обертання в площині сита»; «Методика математичного моделювання вібраційного просівання при просторових стохастичних обертаннях частинок довільної форми»; «Методика математичного моделювання кінетики вібраційного процесу грохочення»; «Методика визначення ймовірності проходження мінеральної частинки довільної форми через кільцевий зазор між плазматроном і стінкою свердловини»; «Методика визначення часу планово-запобіжного очищення сита грохота»; «Методика розрахунку технологічних показників грохочення». Вони впроваджені в Національному гірничому університеті і в галузевих інститутах: «Укрндівуглезбагачення», «Механобрчормет», «Кривбаспроект», «Держпромашзбагачення», а також на ДП «Укрвуглеякість». Методики варто застосовувати при проектуванні і модернізації грохотів, а також при створенні САПР і АСУТП. Їх рекомендується використовувати у навчальному процесі.
12. Промислові випробування в умовах Малобузуківського гранітного кар'єру і Полтавського ГЗКа показали, що реалізація розрахункових параметрів процесу дозволили збільшити ефективність грохочення відповідно на 10 – 15 і 23,4 %.
13. Очікуваний економефект в умовах ПГЗКа від створеного грохота SkH-6,02k з рекомендованими параметрами процесу складає 124,6 тис. грн у розрахунку на одну машину.

Поставлена у роботі мета досягнута за рахунок того, що розвиті модельні уявлення дозволяють аналізувати вплив на кінетику грохочення сегрегації, просівання, вібротранспортування, форми частинок і отворів сита, а також зміни висоти шару в результаті просівання. Раціональна організація процесу грохочення забезпечується узгодженням сегрегації і просівання. |

 |