

3. **Кумаков Ю.А.** Оценка показателей качества электрической энергии в цифровых системах управления силовой электроникой / **Ю.А. Кумаков** // Электрик, 2010. - №1-2. – С. 34 – 38.
4. **Сінолиций А.П.**, Нетрадиційні системи автоматизованого контролю та обліку енергетичних показників / **А.П. Сінолиций, В.А. Кольсун, М.В. Жуйков** // Вісник Криворізького технічного університету, 2007. – Вип. 17. – С. 138 – 142.
5. **Сінолиций А.П.** Автоматизована система контролю та обліку енергетичних показників системи живлення групи електроприводів / **А.П. Сінолиций, В.А. Кольсун, В.С. Козлов** // Вісник Криворізького технічного університету, 2011. – Вип. 28. – С. 154 – 156.
6. **Шапиро Л.** Компьютерное зрение / **Л. Шапиро, Дж. Стокман**; Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 752 с.
7. **L. Asiminoaei, F. Blaabjerg, and S. Hansen**, Evaluation of harmonic detection methods for active power filters application, *APEC*, Vol. 1, pp. 635-41, 2005
8. http://citforum.ru/programming/delphi/recognition_1/

Рукопис подано до редакції 21.03.12

УДК 621.92

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц., С.І. ЛІПАНЧИКОВ, аспірант
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ ШМАТКІВ ТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ЯК ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ

У багатьох галузях промисловості, насамперед в будівельній та металургійній, є необхідність в використанні різного роду дробарного обладнання. У даній статті наведено аналіз існуючих пристроїв для дроблення та змелення матеріалу як об'єктів керування.

Ключові слова: **дробарка, млин, електрогідравлічний спосіб подрібнення, УЗ змелення, автоматизація.**

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Цілком природно, що при вирішенні питання про оптимальний ступінь збагачення залізних руд потрібно виходити з техніко-економічних міркувань. По мірі підвищення вимог до вмісту заліза в концентратах зростають витрати на збагачення руд. Виходячи з цього постає необхідність в неперервному вдосконаленні технології дроблення.

Аналіз досліджень і публікацій. У роботі [1] описано основне обладнання, що використовують на збагачувальних фабриках. У роботі [2] в деякій мірі наведено характеристику дробарного агрегату як об'єкту керування. Але наведений в літературі матеріал не охоплює сучасних методів подрібнення та змелення, таких як УЗ методи та метод електрогідравлічного подрібнення.

Отже, з приведеного можна дійти висновку, що в даний час актуальними є питання щодо керування засобами дезінтеграції.

Постановка завдання. Метою даної статті є огляд використовуваних видів дробарного обладнання та аналіз використовуваних методів контролю гранскладу матеріалу.

Викладення матеріалу та результати. Характеристика дробарного устаткування та процесу дроблення. Одним з основних показників дробарних машин є ступінь подрібнення $i = D_{сер} / d_{сер}$, де $D_{сер}$ - середньозважений розмір шматка вихідного матеріалу; $d_{сер}$ - середньозважений шматок кінцевого (готового) продукту.

Ступінь подрібнення залежить від конструкції дробильної машини, фізико-механічних властивостей кам'яної породи, що була перероблена, і абсолютної величини шматків. Зі збільшенням ступеня здрибнювання продуктивність дробильних машин знижується, а витрата енергії зростає. Кожній конструкції дробильної машини при максимальній продуктивності відповідає оптимальний ступінь подрібнення: так, для шоккових і конусних дробарок великого дроблення $i = 3-5$. Коли потрібний більший ступінь подрібнення, дроблення здійснюють у кілька стадій, тобто послідовно встановлюють ряд дробарних машин, різних за конструкцією та технічними характеристиками. При цьому поступово переходять від великого до середнього й потім дрібного дроблення з таким розрахунком, щоб ефективність дроблення на наступних стадіях була вище, а витрати енергії менше.

Процес дроблення відрізняється високим рівнем витрати енергії та швидким зношуванням деталей машин, що знаходяться у зіткненні із матеріалом, що дробиться. Такі деталі виготовляють здебільшого з дорогих легованих сталей. Перед дробленням з вихідного матеріалу варто видаляти фракції готового продукту, тому що, розподіляючись між більш великими шматками, вони підвищують пружність маси, що подрібнюється. При переробці нерудних будівельних матеріалів ма-

шини можуть працювати за відкритим та замкненим циклах.

При дробленні за відкритим циклом матеріал проходить через дробильну машину тільки один раз, при цьому шматки кінцевого продукту виходять неоднаковими за величиною.

При дробленні за замкнутим циклом великі фракції матеріалу, що залишилися на ситі, після сортування повертаються на повторне дроблення. Через те, що матеріал неодноразово проходить через дробарну машину, то навантаження (циркуляційне) на неї збільшується, однак машина працює продуктивніше, ніж при відкритому циклі, і на виході дає більш рівномірний продукт. При замкненому циклі дроблення матеріал не переподрібнюється й зменшуються витрати енергії, а також зношування робочих органів машини. Недолік замкненого циклу дроблення полягає в тому, що зі зростанням числа машин і транспортуючих механізмів збільшуються висота будинків і капітальні витрати. Застосовуються одностадійні, двухстадійні, трьохстадійні й рідше чотирьохстадійні схеми дроблення. При визначенні числа стадій дроблення варто враховувати потужність підприємства, розміри шматків вихідного й кінцевого продукту, а також конструкції дробарок.

Основними способами дроблення, що здійснюються робочими органами дробарних машин, є роздавлювання (стискання), удар, стирання й розколювання. Часто ці способи сполучають одне з одним, наприклад роздавлювання з ударом, удар зі стиранням і т.ін., при цьому комбінуються дії сил згинаючих, що зрізують і розривають [3].

Характеристика як ОУ

Основним вхідним параметром, що визначає якісну сторону роботи дробарки, є гранулометричний склад дробленого продукту ($d_{сер}$ або відносний вихід фракцій γ_i). Зміна гранулометричного складу значно впливає в подальшому на процес подрібнення.

В якості вихідних (регульованих) параметрів процесу розглядають також продуктивність дробарки $Q_{вих}$ та споживану активну потужність електроприводу N .

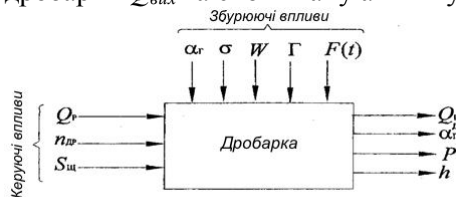


Рис. 1. Схема дробарного агрегату як об'єкта керування

Вхідними параметрами процесу є (рис. 1): частота качань щоки (для щоквої дробарки) або частота обертання конусу (для конусної дробарки) $n_{др}$ (кількість качань/хв); продуктивність рудного живлення Q_{ex} (т/ч); положення органу, що регулює розмір вихідної щілини дробарки $S_{щ}$ (мм) або аналогічних випускних пристроїв; гранулометричний склад вхідного матеріалу d_{ex} ;

міцність матеріалу σ ,
розмір розвантажувальної щілини h .

Регулюючі впливи Q_{ex} та h , інші вхідні параметри - збурюючі.

Найбільш ефективним керуючим впливом процесу дроблення є величина розвантажувальної щілини.

До збурюючих параметрів відносять:

вміст контрольованого класу крупності в руді, що поступає на вхід a_c (%);

фізичні властивості руди: тріщинуватість, твердість, розколюваність σ ,

вологість руди W (%);

наявність глинистих включень Γ , та ін.

До збурюючих параметрів також відносять перешкоди $F(t)$: старіння обладнання, зношення футерувальних плит, зношення розвантажувальної щілини дробарки та ін.

До вихідних показників відносять (рис.1):

продуктивність дробарки за дробленим продуктом Q_c (т/ч);

Вміст контрольованого класу крупності в продукті дроблення $a_{c.d}$ (%);

споживана електродвигуном приводу дробалки активна потужність P (кВт);

рівень руди в робочій зоні дробарки h (мм).

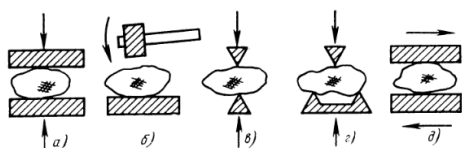


Рис. 2. Схеми методів подрібнення

Способи дроблення та змелення

У машині, залежно від призначення та принципу дії можуть використовуватися такі види навантажень [4]: роздавлювання (рис. 1а); удар (рис. 1б);

розколювання (рис. 1в); залом (рис. 1з); стирання (рис. 1д); ультразвукові методи, що засновані на явищі кавітації.

У більшості випадків навантаження різного роду діють одночасно (роздавлювання та істирання, удар та стирання і т.ін.). Необхідність використання різних видів навантаження, а також різних за принципом дії та габаритним розмірам машин пов'язана з різномайттям властивостей і розмірів матеріалів, що подрібнюються, а також з різними вимогами щодо крупності готового продукту. До машин, що застосовують для цих процесів, відносять дробарки і млини.

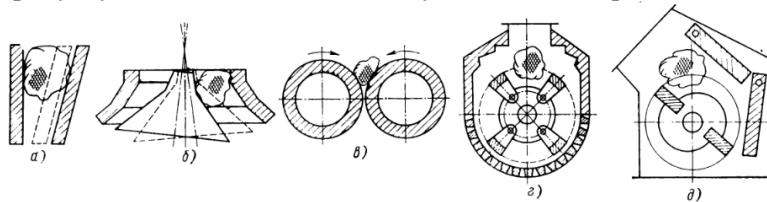


Рис. 3. Схеми дробарок

Щоківні дробарки призначено для крупного та середнього дроблення. Матеріал в них підлягає здавлюванню. Конусні дробарки застосовуються для переробки матеріалу на всіх стадіях дроблення. У них матеріал підлягає здавлюванню і частково залому. Валкові дробарки використовують, в основному, для дрібного дроблення. Матеріал роздавлюється між двома валками, що обертаються назустріч один одному. Роторні дробарки служать для дроблення всіх видів. Матеріал у них подрібнюється ударами шарнірно підвішених молотів або жорстко закріплених на роторі бил, а також за рахунок ударів матеріалу о поверхню статора або відбійних плит.

Для меління матеріалів застосовують млини [4]:

барабанні - з барабаном, що обертається (рис. 3а) або вібує (рис. 3б); середньохідні (рис. 3в); ударні (рис. 3д); струминні (рис. 3е).

Агрегати для молоття також поділяють на млини з вільними і закріпленими молотками та без них, рис. 4.

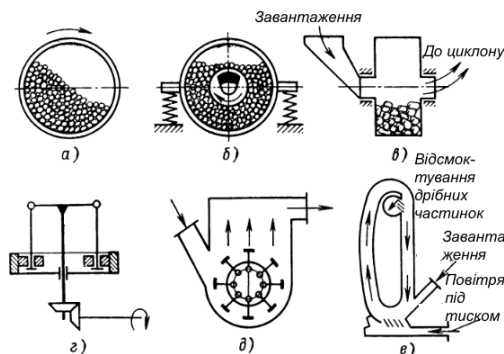


Рис. 4. Схеми млинів

Відцентрові дробарки Окрім дробарок основних типів, застосовують також відцентрові дробарки (рис. 5), в яких частинки вихідного матеріалу розганяються відцентровими силами та викидаються в камеру дроблення [5]. Висока кінетична енергія частинок забезпечує їх руйнування при ударі об статичну поверхню - футеровку дробарки, що може бути виконана у вигляді броні (руйнування «камінь-метал») або самофутеровки матеріалу («камінь-камінь»). Основним елементом відцентрової дробарки є повітряний опорний вузол («газостатична опора»), що представляє собою елементи, що розсуваються під впливом високого гідравлічного тиску повітряного потоку та формують «газовий підшипник». На динамічній частині вузла закріплено прискорювач та шток кріплення карданного валу, що передає обертальний рух системі «ротор-прискорювач». У газостатичній опорі відсутні сили тертя та вібрація та механічна взаємодія агрегатів, що дозволяє створити самобалансовану систему робочого органу дробарки «статор-ротор-прискорювач» (1,2,3). Тиск, необхідний для підняття ротору, створюється вентилятором високого тиску 4.

Електрогідравлічний (ЕГ) спосіб дроблення

За останній час велике розповсюдження отримали електрофізичні методи обробки матеріалів [6]. До їх числа відносяться також технологічні прийоми, що засновані на застосуванні електрогідравлічного ефекту. В результаті високовольтного розряду, що проходить в рідині, виникає комплекс явищ: дарні хвилі, кавітаційні процеси, ультразвукові випромінювання. Іскровий розряд в рідині представляє собою один зі способів перетворення електричної енергії в механічну з достатньо високим ККД. Одним з варіантів можливого застосування цього явища є дроблення гірських порід.

ЕГ спосіб дроблення вирішує проблему обмеження міцнісних характеристик інструменту. Матеріал подрібнюється за рахунок дії ударних хвиль [7]. Матеріал завантажується безпосередньо в камеру-дробарку (рис. 6). ЕГ-процес забезпечує:

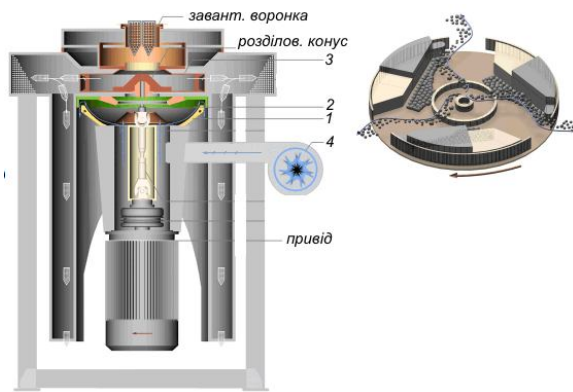


Рис. 5. Відцентрова дробарка

вукового (УЗ) мокрого млива матеріалу [8]. суспензій УЗ має багато переваг, у порівнянні з вугільними для зменшення розміру частинок струминні млини та ін.). За допомогою УЗ проводити змелення матеріалу, що має високий рівень в'язкості та концентрації. УЗ подрібнення особливо підходить для обробки матеріалів мікронного та нано-розміру.

Ефект змелення частинок заснований на явищі інтенсивної УЗ кавітації. Суть його в наступному: при інтенсивній обробці матеріалу ультразвуковими хвилями вони приводять до чергування циклів високого та низького тиску. Під час циклу низького тиску УЗ хвилі створюють дрібні пухирці вакууму, що лускаються під час циклу високого тиску.

УЗ пристрої складаються з двох елементів, що контактують з матеріалом, що змелюється: титановий хвилевід та проточна кювета з неіржавкої сталі.

Найвищої продуктивності технологічних процесів можна досягти лише при широкому застосуванні систем автоматичного керування. Для кожного виду технологічного процесу розроблені алгоритми та регулятори. Однак, незалежно від виду обладнання та процесу дезінтеграції суттєвою є зміна параметрів як обладнання, так і властивостей матеріалу у широких межах. При цьому властивості матеріалу змінюються за нестационарними випадковими законами. Як відомо традиційний підхід до автоматизації таких процесів полягає у створенні математичних моделей об'єктів керування та на їх основі регуляторів. Однак визначення структури моделі та її параметрів за вказаних умов класичними методами дуже складно. Спроби впровадження нейротехнологій для створення регуляторів динамічних процесів, параметри яких змінюються у широких межах, часто призводить до необхідності навчання мережі на послідовності навчальних дій. Кількість таких дій від кількох десятків до кількох тисяч. За час поки нейромережа навчається параметри та навіть структура процесу або виробничого механізму, особливо у випадках, що розглядаються у даній роботі, можуть змінитися настільки, що нейрорегуляторам буде необхідно перенавчатись. Крім того, проблема вибору виду нейронів, структури нейромережі та її стійкості на даний час є невирішеними. Це не означає, що нейротехнології не спроможні вирішувати інші задачі. Відомі результати впровадження цих технологій для розв'язання різних задач керування, але що стосується керування динамічними системами, наводяться лише окремі випадки керування динамічними процесами. Але як працює нейрорегулятор динамічного об'єкту у разі зміни параметрів у широких межах, як правило, не наводиться.

Це спонукає до пошуку інших підходів що до створення систем керування процесами, що змінюють свої параметри у широких межах, не потребують великих витрат на навчання та оперативно враховують зміни структури та параметрів процесу.

Концепція дуального керування [9, 10, 11] може дати альтернативне вирішення. Ця концепція полягає у постійному оновленні моделі об'єкта керування, об'єднує процес навчання та керування. Що особливо важливо, у процесі керування не відбувається втручання у сам процес для перенавчання, що сприяє усуненню недоліків нейромережевих технологій що до керування динамічними процесами, параметри та структура яких змінюється у широких межах.

Висновки. 1. Наявність достатньо великої кількості різних типів обладнання для дезінтеграції мінералів свідчить про те, що кожний вид матеріалу вимагає відповідної конструкції дезінтегратора та системи його керування.

подрібнення частинок твердого матеріалу до 1 мкм;

отримання гострих необкочених граней, що необхідні в певних галузях виробництва;

високу хімічну чистоту продукту, що подрібнюється, за рахунок застосування води як робочого інструменту.

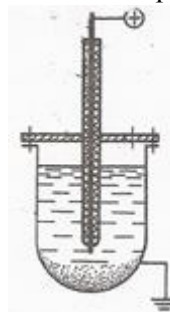


Рис. 6. Камера-дробарка для ЕГ-методу

УЗ методи змелення.

Окрім традиційних (класичних) методів змелення також застосовують методи ультразвуку. Для отримання тонких обладнанням, що його застосовують (наприклад, шарові, дискові, обладнання можливо

2. Велика кількість збурень, що впливають на якість кінцевого продукту призводять до необхідності створення систем керування процесами, що враховують вплив збурень без їх безпосереднього вимірювання та постійного налагодження регуляторів.

3. Одним з напрямків до вирішення задачі створення систем керування, що не потребують втручання у технологічний процес та налагодження регуляторів є використання концепції дуального керування.

Список літератури

1. **Марюта А.Н.** Автоматический контроль грансостава сыпучих материалов / **А. Марюта, Ю. Качан.** – К. – Донець: «Вища школа», 1977. – 120 с.
2. **Марюта А.Н., Качан Ю.Г., Бунько В.А.** Автоматическое управление технологическими процессами обогатительных фабрик. Учебное пособие для студентов вузов М. Недра, 1983г. 277 с
3. Способы дробления, классификация оборудования [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/sposoby-drobleniya-klassifikatsiya-obogudovaniya>
4. **Бауман В. Л., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д.** Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. – М.: Машиностроение, 1981. – 324 с.
5. Дробилка центробежная ДЦ: принцип действия [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.uralomega.ru/stuff/drobcentr/howwork>
6. Физико-химическая активация щебня в процессе электрогидравлического дробления [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.victororel.com/fiziko-himicheskaya-aktivaciya-shhebnya-v-processe-elektrogidravlicheskogo-drobleniya/>
7. **Мерин Б.** Электрогидравлические технологии – нетрадиционный метод решения технических проблем.
8. Ультразвуковое измельчение [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.ultrazvuc.ru/processe/processes_area_id/1/processes_id/3.
9. **Фельдбаум А.А.** Теория дуального управления / **А.А. Фельдбаум** // Автоматика и телемеханика. – 1960, т.21 № 9. С 1240-1249.
10. **Фельдбаум А.А.** Теория дуального управления / **А.А. Фельдбаум** // Автоматика и телемеханика. – 1960, т.21 № 11. С 1453-1464.
11. **Фельдбаум А.А.** Теория дуального управления / **А.А. Фельдбаум** // Автоматика и телемеханика. –1961, т.22 № 1. С. 3-16.

Рукопис подано до редакції 19.03.12

УДК 62-52

А.А. ЖОСАН, канд. техн. наук, доц.,

Є.С. КІРСАНЬ, аспірант, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

НЕЙРОРЕГУЛЯТОР ЧИ ДУАЛЬНИЙ РЕГУЛЯТОР?

Останнім часом в автоматизації як промислових, так і не промислових процесів дуже часто почали використовуват нейрорегулятори. Однак почали вводити таке поняття як дуальне керування, що також набирає обертів в автоматизації процесів. У роботі наведено огляд основних функцій нейрорегуляторів і дуальних регуляторів та їхні сфери оптимального застосування.

Мета роботи. Надати теоретичні відомості з питання особливостей нейрорегуляторів та дуальних регуляторів у загальному вигляді, визначити їх основні сфери застосування в науці та техніці та визначити їх переваги один над одним та висвітити їх недоліки.

Викладення матеріалу. В останні кілька років ми спостерігаємо вибух інтересу до нейронних мереж, які успішно застосовуються у всіляких областях - бізнесі, медицині, техніці, геології, фізиці. Нейронні мережі ввійшли в практику скрізь, де потрібно вирішувати завдання прогнозування, класифікації або керування. Такий вражаючий успіх визначається декількома причинами:

Багаті можливості. Нейронні мережі - винятково потужний метод моделювання, що дозволяє відтворювати надзвичайно складні залежності. Зокрема, нейронні мережі нелінійні по своїй природі. Протягом багатьох років лінійне моделювання було основним методом моделювання в більшості областей, оскільки для нього добре розроблені процедури оптимізації. У завданнях, де лінійна апроксимація незадовільна (а таких досить багато), лінійні моделі працюють погано.

Простота у використанні. Нейронні мережі вчать на прикладах. Користувач нейронної мережі підбирає представницькі дані, а потім запускає алгоритм навчання, що автоматично сприймає структуру даних. При цьому від користувача, звичайно, потрібно якийсь набір еври-