

Если, допустим, *всего три клиента и, один из них занят, а два свободны*, а сервер ошибочно разослал три пакета данных на каждый из клиентов. Также, допустим, что через продолжительное время счетчик отправки и счетчик возвратов никак не был уравнен, но те клиенты, которые выполнили подсчеты, уже освободились, в то время как первый до сих пор не перешел к вычислениям. В этом случае выполняется пересылка данных. Но при этом важно отметить, что счетчик отправки остается прежним, ведь если его инкрементировать, то его никогда не достигнет счетчик возврата, таким образом, произойдет фатальный сбой в системе.

Таким образом, функционально показан простой пример реализации функций системы Grid-технологии.

Список литературы

1. **Петренко А.И.** Вступ до Grid технологій в науці і освіті (навчальний посібник). -Київ. -Політехніка. -2009.
2. **Петренко А.И.** Застосування Grid технологій в науці і освіті. -Київ. - Політехніка. -2009.

УДК 622.233:622.235

А.І. КУПН, д-р техн. наук, доц., І.О. МУЗИКА, аспірант
Криворізький технічний університет
Г.В. ШИПОВСЬКИЙ, канд. техн. наук, ВАТ «Інгулецький ГЗК»

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПАРАМЕТРІВ БУРО-ВИБУХОВИХ РОБІТ ВІД ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРІД

Розглянуті питання оптимізації параметрів буро-вибухових робіт в умовах гірничого виробництва. Запропоновані залежності з урахуванням фізико-механічних властивостей порід: міцності, тріщинуватості, щільності та ступеня обводненості.

Рассмотрены вопросы оптимизации параметров буровзрывных работ в условиях горного производства. Предложены зависимости с учетом физико-механических свойств пород: крепости, трещиноватости, степени обводненности.

Гірничо-видобувна галузь нашої країни для збереження конкурентоздатності та прибутковості вимагає сьогодні впровадження нових рішень, які дозволять оптимізувати роботу підприємств, підвищити продуктивність та якість вихідного продукту. Саме на вирішення цих завдань зараз орієнтуються прогресивні розробки у сфері інформаційних технологій (ІТ) для гірничої галузі промисловості.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На ринку ІТ-послуг для гірничо-видобувних підприємств є чимало спеціалізованих продуктів, таких як Micromine, Mincom, Gemcom, MineSight, Datamine, Vulcan, K-Mine [1]. Ці геоінформаційні системи призначені для комплексного розв'язання широкого кола геологічних, маркшейдерських і технологічних задач, які зустрічаються в практиці роботи гірничо-збагачувальних комбіна-

тів (ГЗК). Проте вказані системи не дозволяють проводити аналіз техніко-економічних показників виробництва з побудовою математичних моделей процесів, що протікають в кар'єрі ГЗК, та виконувати їх оптимізацію в режимі часу наближеному до реального. Як відомо, одним із факторів, які впливають на ефективність роботи багатьох переділів виробництва, є крупність висадженої гірської маси. Наприклад, встановлено, що зі збільшенням вмісту фракції негабариту у висадженій гірській масі з 5 до 15% продуктивність екскаватора знижується на 24%. Тому сьогодні існує потреба у створенні інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, яка шляхом оптимізації параметрів буро-вибухових робіт (БВР) дозволить мінімізувати собівартість продукції гірничого підприємства.

Аналіз досліджень та публікацій. Питаннями оптимізації процесів відкритої розробки займалися такі вчені як М.Ф. Друкований, І.П. Кононов, Г.С. Генералов, І.А. Тангаєв та ін. Були отримані математичні моделі та закономірності виходу фракцій висадженої гірської маси. Проведені комплексні дослідження впливу крупності порід на техніко-економічні показники процесів видобування та переробки руди на фабриці, обґрунтований оптимальний гранулометричний склад при різних схемах гірничих робіт [2, 3]. Проте завдяки істотній зміні вартості енергоресурсів, кон'юнктури ринку в сучасних умовах та вимог до якості продукції актуальним залишається питання уточнення існуючих математичних моделей. Застосування засобів обчислювальної техніки дозволяє сьогодні врахувати у моделі більше факторів та проводити оптимізацію в режимі часу близькому до реального.

Постановка завдання. Виходячи з вищезазначеного, авторами було вирішено уточнити існуючі залежності параметрів БВР з урахуванням фізико-механічних властивостей порід: міцності, тріщинуватості, щільності та ступеня обводненості свердловин. Також необхідно встановити вплив вказаних факторів на критерій оптимізації.

Викладення матеріалу та результати. Для визначення оптимального ступеня дроблення скальних порід розробляється економіко-математична модель, цільовим рівнянням якої є залежність сумарних питомих витрат за всіма технологічними процесами від середнього розміру шматка висадженої гірської маси.

Одним із основних параметрів БВР є питомі витрати вибухової речовини

$$q = q(f, z, \gamma, \alpha, D_{CP}) \text{ [кг/м}^3\text{]}, \quad (1)$$

де f – міцність порід за шкалою М.М. Протод'яконова; z – тріщинуватість порід (кількість тріщин в блоці, які припадають на 1 м довжини), м^{-1} ; γ – щільність, т/м^3 ; α – ступінь обводненості; D_{CP} – середній розмір шматка гірської маси після вибуху, мм.

Ступінь дроблення порід різної міцності неоднакова. Згідно з [3], шляхом статистичної обробки експериментальних даних промислових вибухів встановлена узагальнена залежність

$$q = \frac{k_B'' f + B}{D_{CP} - k_B' f + A} \text{ [кг/м}^3\text{]}, \quad (2)$$

де k_B' , k_B'' , A , B – коефіцієнти, відповідно рівні 6,526; 1,579; 30,737; 58,289.

З формули (2) видно, що збільшення питомих витрат вибухівки сприяє більш якісному дробленню порід. У свою чергу, дроблення міцних порід потребує збільшення енергонасиченості масиву для отримання заданого гранулометричного складу.

Недоліком вищезазначеної залежності є те, що вона не враховує ні показник тріщинуватості, ні ступінь обводненості порід. Так, наприклад, за даними [4] зниження робочої глибини Інгулецького кар'єра та ліквідація шахти «Центральна» призвело до підвищення рівня обводненості свердловин північного борту з 0,26 до 0,9. Підвищений рівень води істотно знижує продуктивність станків шарошкового буріння (на 19,7%) та підвищує їх зношування (на 21,5%). Крім того, сильна обводненість призводить до зниження теплоти вибуху нестійких до дії води речовин майже на 30%. З урахуванням методики [5] до формули 2 введемо поправочний коефіцієнт на обводненість порід

$$k_\alpha = k_{BP} + (k_{BP}^{100} - k_{BP})\alpha, \quad (3)$$

де k_{BP} – відносна фугасність вибухівки за технічними умовами; k_{BP}^{100} – відносна фугасність в умовах свердловин, повністю заповнених водою (визначається експериментально).

Існуюча статистика [5] щодо впливу категорій тріщинуватості порід на енергонасиченість масиву дозволяє, провівши апроксимацію методом найменших квадратів, ввести до формули (2) ще один поправочний коефіцієнт

$$k_z = 1,83e^{-0,95z} + 0,55, \quad (4)$$

Оскільки величина еталонних витрат вибухівки наведена для порід із середньою щільністю 2,6 т/м³, то більшість методик рекомендують застосовувати коефіцієнт, який враховує питому вагу за допомогою виразу

$$k_\gamma = \gamma / 2,6. \quad (5)$$

Таким чином, удосконалена залежність енергонасиченості гірського масиву від вищезазначених факторів матиме вигляд

$$q = k_\alpha k_z k_\gamma \frac{k_B'' f + B}{D_{CP} - k_B' f + A} = [k_{BP} + (k_{BP}^{100} - k_{BP})\alpha] [1,83e^{-0,95z} + 0,55] \frac{\gamma}{2,6} \frac{k_B'' f + B}{D_{CP} - k_B' f + A} \text{ [кг/м}^3\text{]}, \quad (6)$$

На рис. 1 представлені залежності сумарних питомих витрат на видобування 1 т руди від середнього розміру шматків породи в кар'єрі, що отримуються після вибуху. Слід зазначити, що дана залежність має екстремальний характер. При цьому положення мінімуму залежить від міцності породи, ступеня обводненості та тріщинуватості (рис. 1, а-в). На рис. 1, з продемонстрований «дрейф» екстремуму, тобто зміна його геометричного місця на графіку протягом деякого часу. Так, наприклад, налаштувавши технологічний процес

на $D_{CP}=130$ мм (точка 1), в результаті зміни фізико-механічних властивостей породи він опиниться в точці 3', яка не є оптимальною. Тому з траєкторії руху (точки 1-4) видно, що застосування інтелектуальної системи оптимізації параметрів БВР має значні економічні перспективи.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Таким чином, було удосконалено залежність основного параметра БВР – питомих витрат вибухової речовини. У моделі враховані додаткові фактори: міцність, тріщинуватість, щільність порід та ступінь їх обводненості. Як показали дослідження, всі ці параметри впливають на «дрейф» екстремуму. За попередніми оцінками впровадження системи підтримки прийняття рішень може зменшити собівартість продукції ГЗК у середньому на 3-4%.

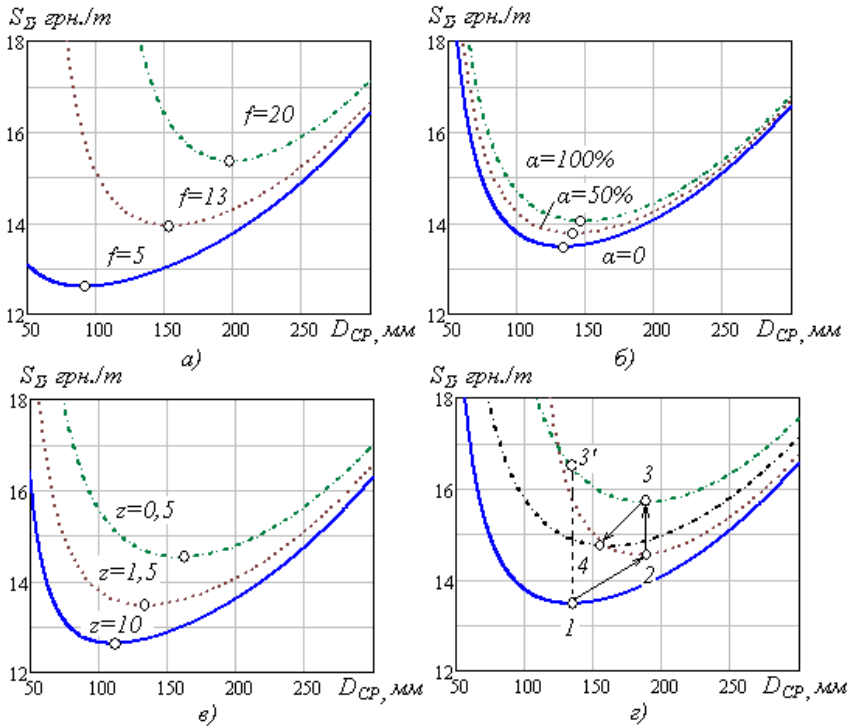


Рис. 1. Залежність сумарних питомих витрат на видобування руди від середнього розміру шматка при різних параметрах f , α , z породи

Список літератури

1. **Лысенко В.С.** Обзор и анализ современных СППР на предприятиях открытой добычи руд / В.С. Лысенко // 36. наук. праць: Економіка: проблеми теорії та практики. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. – Вип. 208. – Т. 4. – С. 1091–1098.
3. **Друкवानый М.Ф.** Влияние дробления пород на эффективность технологических процессов открытой разработки. – К.: Наукова думка, 1974. – 269 с.

4. Дядечкин Н.И. Взрывное разрушение сильно обводненных пород массивов на Ингулецком ГОКе / Н.И. Дядечкин, Г.В. Шиповский // Горный журнал. –2009. – №2. –С. 37–39.

5. Проектирование взрывных работ /[Кутузов Б.Н., Валухин Ю.К., Давыдов С.А.]; под ред. Б.Н. Кутузова. –М.: Недра, 1974. –328 с.

УДК 004.7

В.Б. ЩУКІН, аспірант Національного технічного університету України «КПІ»

ПАРАЛЕЛЬНИЙ АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ РУДИ, ЩО ПОДАЄТЬСЯ НА РУДОЗБАГАЧУВАЛЬНУ ФАБРИКУ

Зроблено аналіз проблеми адаптації алгоритму статистичного моделювання методом Монте-Карло для його програмної реалізації в комп'ютерній системі з паралельною архітектурою. Виконано розпаралелювання алгоритму моделювання шляхом паралельної реалізації генерування випадкових чисел.

Сделан анализ проблемы адаптации алгоритма статистического моделирования методом Монте-Карло для его программной реализации в компьютерной системе с параллельной архитектурой. Выполнено распаралеливание алгоритма моделирования путём параллельной реализации генерирования случайных чисел.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. В контексті проблеми прогнозування значення якості руди, що подається до рудозбагачувальної фабрики (РЗФ) розглядається питання адаптації алгоритму статистичного моделювання методом Монте-Карло для його програмної реалізації в комп'ютерній системі з паралельною архітектурою. Актуальність даної проблеми була описана в [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В роботі [2] представлено вирішення задачі моделювання рівня втрати якості руди в процесі виробки приконтурної полоси із застосуванням методу Монте-Карло. В цій же роботі показана програмна реалізація методу в середовищі MathCad. Недоліком даного підходу є зниження продуктивності роботи при збільшенні вимог до точності значення, яке моделюється (дана проблема розглядається в [1]).

В роботі [3] представлено методи, які дозволяють розпаралелити алгоритм Монте-Карло шляхом вдосконалення процесу генерування випадкових величин, що дозволяє виконати його реалізацію в системі з паралельною архітектурою.

Постановка завдання. В даній роботі розглядається завдання адаптації паралельного алгоритму статистичного методу Монте-Карло до задачі моделювання значення якості руди, що подається до РЗФ. Основна увага приділяється методу паралельного генерування випадкових чисел, що лежить в основі методу Монте-Карло.

Викладення матеріалу та результати. Значення якості руди, що подається до РЗФ, залежить від якостей рудних мас, які постачаються екскаваторами з рудника. В [2] наведено модель, яка дозволяє оцінювати зміни якості