

Ю. І. ГРИГОР'ЄВ, канд. техн. наук, доц., Д.А. ПІТОВ, аспірант

Криворізький національний університет

І.Є. ГРИГОР'ЄВ, канд. техн. наук, доц., ТОВ «Технічний університет «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

РОБАСТНЕ УПРАВЛІННЯ БУРО-ПІДРИВНИМИ РОБОТАМИ ЯК ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГНОЗОВАНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ГІРСЬКИХ ПОРІД В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Ієрархічна взаємодія між довгостроковою адаптаційною стратегією та оперативними циклами процесів гірничих робіт полягає у балансі між макроекономічними показниками розвитку кар'єру та тактичними рішеннями, що регулюють ритмічність роботи виробничого ланцюга. Помічено, що у найбільшій мірі продуктивність виробничої системи визначає буро-підливний комплекс, що визначає якість і стабільність подальших технологічних процесів. Гармонізація стратегічного та оперативного управління не лише мінімізує простоту техніки та відхилення від графіків, а й дає змогу успішно вирішувати завдання антропогірничих комплексів старшого порядку [1], зокрема формувати техногенні родовища із заданими параметрами. Взаємозв'язок між горизонтами планування та різними порядками антропогірничих комплексів стає більш наочним при впровадженні робастного підходу в модель гранулометрії [2], що враховує стохастичні відхилення вхідних параметрів. Така інтеграція підвищує адаптивність прогнозних розрахунків, дозволяючи коригувати параметри буро-підливних робіт з урахуванням варіативності характеристик гірничого масиву.

Розроблення робастних систем управління вимагає, щоб математична модель дроблення гірської маси залишалася ефективною для оптимізації рішень за умов невизначеності. У короткостроковому плануванні буро-вибухових робіт невизначеність зумовлюється аварійними відмовами техніки, дефіцитом вибухових матеріалів, а також похибками у визначенні міцності та тріщинуватості гірських порід. При цьому критичне збільшення середнього розміру куска підірваної гірничої маси внаслідок цих факторів може мати різні наслідки залежно від подальшого призначення сировини. Якщо вона спрямовується у відвал, це погіршує використання вантажопідйомності транспорту через коефіцієнт розпушення, але не створює критичних технологічних ускладнень. Проте при складуванні порід у техногенне родовище повторна екскавація стає проблематичною, особливо за умов використання навантажувальної техніки з ємністю ковша, меншою, ніж у кар'єрних виймально-навантажувальних машин. Оптимізація цього процесу потребує застосування робастного підходу до керування гранулометричним складом після підливання. При моделюванні буро-підливних робіт з урахуванням невизначених факторів встановлюється граничний розмір середнього куска, і якщо він перевищує допустимий рівень, необхідно коригувати паспорт вибухових робіт. Перерахунок сітки свердловин у такому випадку впливає на зміну питомої витрати вибухових речовин, забезпечуючи контрольовану дисперсію розмірів уламків. Якщо умова виконується, паспорт БВР затверджується. Якщо ж умова не виконується, застосовується керуюча дія: перегляді питомої витрати ВР, за якої максимальне значення розміру куска в інтервалі укладається у встановлені вимоги виймально-навантажувального обладнання на техногенному родовищі. Далі відповідним до питомої витрати ВР коригується сітка вибухових свердловин. Впровадження робастного підходу є критично важливим для забезпечення стабільності експлуатації антропогірничих комплексів в умовах невизначеності. Він дозволяє мінімізувати негативні наслідки стохастичних відхилень, зберігаючи прогнозовану гранулометрію підірваної маси та її відповідність технічним вимогам подальших виробничих процесів.

Список літератури

1. Hryhoriev Y., Lutsenko S., Hryhoriev I., Rybalkina I. Systematization of adaptation tools for mining enterprises to changes in the economic environment // Geo-Technical Mechanics. – Dnipro, 2024. – Issue 169. – P. 171–179. – <https://doi.org/10.15407/geotm2024.169.171>.

2. Hryhoriev Y., Lutsenko S., Shvets Y., Kuttybayev A., Mukhamedyarova N. Predictive calculation of blasting quality as a tool for estimation of production cost and investment attractiveness of a mineral deposit development // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2024. – Vol. 1254. – 012027. – DOI: 10.1088/1755-1315/1415/1/012027.