

УДК 332.3:519.86

ПРОБЛЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФІЗИКО-ГЕОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ТЕРИТОРІЯХ ВІДКРИТИХ ГІРНИЧИХ РОЗРОБОК

М. Назімков, В. Артамонов

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Ключові слова: фізико-геологічні фактори, метод аналізу ієрархій, системний підхід, відкриті гірничі розробки.

Вступ

Під час будівництва та експлуатації гірничих підприємств доводиться стикатися із проявом різних геологічних процесів, що впливають на освоєння й розроблення родовищ корисних копалин. Для оцінки впливу інженерно-геологічних умов під час гірничо-будівельних та експлуатаційних робіт становлять інтерес майже всі сучасні геологічні процеси, однак найбільше привертають увагу ті з них, які супроводжуються інтенсивним руйнуванням гірничих порід на території розробок, будівництва й експлуатації виробничих систем, що призводить до швидких, а іноді й катастрофічних зсувів гірничих порід з потужними динамічними впливами на споруди [3, 6]. Вивчення та прогнозування цих процесів є невід'ємною складовою формування територій землекористувань відкритих гірничих розробок. Однак, як показує практика, на гірничорудних підприємствах питанням вивчення цих факторів впливу не приділяється належної уваги. Сучасне гірничорудне підприємство – це територія з дуже динамічно мінливим простором і з безліччю швидкоплинних інженерно-геологічних процесів. Тому найчастіше дані про фізико-геологічні процеси, які характеризують цю територію, дуже швидко застарівають і вимагають додаткового безперервного вивчення в процесі експлуатації родовища. Більшість таких процесів негативно впливають на роботу кар'єрів, тому, вивчивши ці процеси, систематизувавши й створивши модель їх прогнозу, можна значною мірою знизити їх вплив на виробництво.

Постановка проблеми

Багаторічна експлуатація землекористувань гірничорудних підприємств (в деяких випадках 30 і більше років [4]) свідчить, що процес формування територій має мінливий характер. Сучасною тенденцією розвитку відкритого видобутку корисних копалин є залучення в експлуатацію родовищ зі складними гірничо-геологічними умовами та розроблення родовищ в умовах обмеження границь гірничого відводу. Проте залучення нових площ під розробку копалини не завжди дає бажаний економічний ефект. Однією з причин цього є відсутність чіткого бачення процесів раціонального формування землекористувань відкритих гірничих розробок та механізмів впливу фізико-геологічних факторів на ведення гірничих робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Питань прогнозування небезпечних фізико-геологічних явищ стосуються праці таких вчених, як А.А. Каган,

В.Б. Смірнова, В.В. Лукінова, П.Ф. Сідоренко та ін. Однак питання пошуку універсальних методів прогнозування небезпечних фізико-геологічних факторів, на нашу думку, потребують подальших досліджень оскільки вони недостатньо універсальні та не запроваджені у широку практику. В наш час, попри все різноманіття методів прогнозування, існують певні складності в прогнозуванні фізико-геологічних факторів. І хоча відомі методи принципово дають змогу подолати ці труднощі, однак специфіка застосування їх для розв'язання конкретних завдань вивчена не до кінця. Також не створена універсальна методика, яка б дозволила комбінувати методи прогнозування в межах одного об'єкта.

Постановка задачі

Формування землекористувань відкритих гірничих розробок повинно ґрунтуватися на науковій методології системного аналізу та потребує врахування прогнозів небезпечних фізико-геологічних факторів. Тому в статті поставлено завдання висвітлити сучасні методи прогнозування фізико-геологічних явищ та знайти такі методи, які дали б змогу використовувати системний підхід у прогнозуванні.

Основна мета роботи полягає у висвітленні проблем прогнозування фізико-геологічних факторів впливу та пошуку найпридатніших для цих завдань методів, які ґрунтуються на системному підході.

Виклад основного матеріалу

У наш час основними методами прогнозування, які широко використовуються в практиці для прогнозування гірничо-геологічних явищ, є методи аналогії та оцінки діючих факторів, аналітичний та метод моделювання [1].

Метод аналогій полягає у використанні інженерно-геологічних даних детально вивченого родовища для прогнозування факторів на новому родовищі, яке має подібні умови. Найзадовільніші результати метод аналогії дає для прогнозування дії фізико-геологічних факторів під час експлуатації родовища, частина якого вже перебувала в експлуатації.

Метод оцінки діючих факторів полягає у виявленні та оцінці можливого характеру та ступеня впливу різних природних та технологічних факторів на хід розвитку небезпечного фізико-геологічного процесу. Як правило, в кожному конкретному випадку вибирають характерний для певних умов комплекс діючих факторів. Однак найчастіше в цей перелік входять такі фактори, як структура та тектоніка ділянки, літологічний та петрографічний склад масиву порід, деформаційно-міцнісні характеристики порід, величини та характер розподілу напруг у масиві, зводненість порід, глибина гірничих робіт, спосіб розроблення родовища, штучна зміна стану і властивостей порід (осушення, зрошення, хімічне укріплення тощо).

Численність факторів та різна спрямованість їх дій ускладнює оцінку та виявлення основних з них.

Аналітичні методи істотно розвинулись за останні десятиріччя [7]. Вони полягають в розрахунку параметрів, які характеризують фізико-геологічні фактори. Однак зазначимо, що використання механіко-математичної моделі дає змогу лише наближено відобразити зміну фізико-геологічних факторів, що впливає на ступінь ймовірності та надійності отриманих результатів прогнозування. Проблемним також залишається кількість гіпотетично впливових параметрів.

Метод моделювання полягає у виборі та створенні фізичної або математичної моделі з фіксованими та керованими параметрами, яка із заданою ймовірністю відображає реальні фізико-геологічні явища та умови їх виникнення. Можливості моделювання досить обмежені через багатфакторність впливу та відсутність адекватного ранжування.

Для прогнозування природних та антропогенних факторів на різних територіях (йдеться не тільки гірничі роботи) доволі успішно починають використовувати методи розв'язання практичних багатокритеріальних завдань (наприклад, метод аналізу ієрархії) [8].

Прогнозування небезпечних фізико-геологічних факторів на території відкритих гірничих розробок здійснюється, як правило, на досить наближеному фактичному матеріалі й тому воно потребує коригування в процесі будівництва й експлуатації кар'єрів [2]. Нерідко виявляється, що у вихідних геологічних матеріалах відсутні дуже важливі з погляду проектування дані, вони мають істотні недоліки. До таких недоліків належать: неповнота й некомплексність вивчення речовинного складу, технологічних і фізико-механічних властивостей порід та покриваючих порід, хімічного складу побічних порід і прошарів, інженерно-геологічних і гідрогеологічних умов розроблення, недостатня геологічна, гідрогеологічна, інженерно-геологічна вивченість території, прилеглої до родовища [2].

Виявлені в процесі експлуатації прорахунки в прогнозуванні стану території спричиняють збільшення собівартості готової продукції, перегляд проектів на ведення гірничих робіт, порушують режим роботи на кар'єрах, викликають простої та аварії гірничотранспортного устаткування.

Також важливим є прогноз розвитку, впливу і поширення небезпечних фізико-геологічних процесів після припинення відкритих гірничих робіт на порушених гірничими розробками територіях [5].

У разі ведення гірничих робіт відкритим способом особливо необхідно дотримуватися загальновідомого принципу – дешевше й простіше запобігти тим або іншим процесам і явищам, ніж боротися з їхніми наслідками [4].

Дані, отримані у результаті постійних інструментальних і візуальних спостережень, є підставою для висновків про безпеку того або іншого процесу, який відбувається на територіях відкритих гірничих розробок.

Аналіз відомих методів прогнозування свідчить про те, що для прогнозування фізико-геологічних факторів необхідно мати метод, який би поєднував низьку вартість, малу трудомісткість і повніше використовував наявну інформацію та досвід фахівців. Для збільшення вірогідності прогнозу також необхідно використовувати поєднання методів прогнозування.

Взявши за основу чотири основні методи прогнозування, проаналізуємо кожний з них стосовно прогнозування фізико-геологічних факторів:

1) метод аналогій можна використовувати лише на окремих ділянках родовища з подібними гірничо-геологічними умовами. Метод аналогій не дає змоги кількісно виразити ступінь впливу фізико-геологічних факторів. Також він не дає відповіді на запитання: як зміниться характер впливу фізико-геологічних факторів у разі зміни набору параметрів, які впливають на їх виникнення (зміна кута укосу, геологічна будова породи тощо), а також у випадках, коли відсутні аналогічні дані, які можна було б використати в прогнозуванні. Метод аналогій не є дуже гнучким, обмежує його застосування;

2) метод оцінки діючих факторів, що певною мірою дає змогу отримати адекватну модель фізико-геологічних процесів. Під час вибору факторів впливу, розглядаючи ймовірні варіанти, людина, що намагається виконати прогноз, керується власним уявленням про ступінь впливу тих чи інших параметрів. Найчастіше один фахівець не може оцінити вплив всіх факторів, а про деякі з них може й не мати уявлення. Тому запропонований ним перелік не завжди повний і містить лише ті фактори, які, на думку фахівця, мають насправді важливе значення. Природно, що чим більше факторів буде розглянуто, тим точніший буде прогноз, але штучне збільшення переліку факторів впливу призводить до непотрібного нагромадження, що в кінцевому результаті лише ускладнює прогнозування. Усунути цей недолік можна, використовуючи досвід багатьох фахівців у різних галузях знань;

3) аналітичний метод задовольняє потреби прогнозу за умови сталості фіксовані кількості параметрів, які можна виразити математично. Однак не слід забувати, що більшість факторів, які впливають на фізико-геологічні явища, є природними і виразити їх кількісно хоча б наближено в окремих випадках досить складно. Так, наприклад, щоб прогнозувати підтоплення ділянки, необхідно знати швидкість фільтрації крізь товщу породи та кількість опадів (чи інших джерел притоку). Величину фільтрації можливо визначити з певним ступенем точності, а от кількість опадів передбачити складно (середньорічні або середньомісячні дані не враховують довготривалі зливи або періоди засухи) [6]. Також не варто забувати про те, що на підтоплення впливає характер поверхневого стоку як самої ділянки, так і суміжних ділянок, виразити які математично досить складно. Зазначимо, що на характер поверхневого стоку, своєю чергою, впливає багато факторів: геологічна будова ділянки, характер рослинного покриву, кут нахилу ділянки тощо. Отже, окрім врахування суто математичних параметрів, у прогнозі необхідно врахувати ще й величини, які математично неможливо виразити і тому аналітичний метод прогнозування не завжди можна використовувати;

4) метод моделювання у прогнозуванні фізико-геологічних факторів дає змогу визначити причини виникнення та механізм впливу чинників на появу фізико-геологічних факторів.

Всі перелічені методи прогнозування мають певні переваги та недоліки, але використання окремо будь-якого з них не дасть бажаного результату.

Під час прогнозування небезпечних фізико-геологічних факторів слід застосовувати методи системного аналізу слабкоструктурованих систем, визначення обсягів інформації про неї, встановлення взаємозв'язків складових частин, відшукування можливих кількісних оцінок окремих параметрів, переведення проблеми в розряд структурованої, до розв'язання якої можливо застосувати математичний апарат.

Під час системного аналізу виявляються зв'язки між компонентами системи, значущість та ступінь впливу кожного з них на її існування та функціонування. Ми виділили основні аспекти, які необхідно враховувати під час дослідження такої складної системи, як гірничозбагачувальний комбінат, зокрема відкритих гірничих розробок, а саме: під час формування проектів територій відкритих гірничих розробок і прогнозування їх стану необхідно проаналізувати і врахувати складну систему взаємозалежних параметрів і компонент: наявні ресурси, природні й технічні умови, наявність обмежувальних факторів; складністю в прогнозуванні стану територій відкритих гірничих розробок є те, що на них, крім інженерних об'єктів зі скінченною кількістю параметрів (довжина, висота, ширина, ухил, довжина тощо) відбуваються процеси, виразити які кількісно дуже складно; щоб зв'язати змодельовану інженерну складову системи зі слабкоструктурованими природними компонентами, необхідно використати такий математичний апарат, який дає змогу виразити пріоритет того або іншого процесу кількісно; застосувавши математичну модель, можна представити територію відкритих гірничих розробок з безліччю контрольованих і неконтрольованих елементів як єдине ціле, одержавши адекватну модель території, в якій елементи будуть згруповані в чіткому ієрархічному взаємозв'язку.

Тут необхідно зазначити, що для урахування впливу природних процесів у питаннях формування територій відкритих гірничих розробок важливо знати не тільки причини їх виникнення, а й ступінь впливу, виражений у числовому вигляді.

З метою оцінки складності родовища на етапі будівництва й експлуатації кар'єрів необхідний аналіз впливу різних груп факторів, що визначає умови розроблення родовища об'єктів, який виконують різні фахівці (геологічної, маркшейдерської служб).

У результаті використання системного підходу й створення моделі території землекористування виявляють природні й антропогенні фактори, вивчають їхні форми, дають кількісну оцінку їх впливу на технологію гірничих робіт і вже на підставі цього вивчення складають рекомендації зі зниження впливу небезпечних інженерно-геологічних факторів. Результатом використання системного підходу є оптимізована ієрархічна модель території відкритих гірничих розробок. Ефективним сучасним засобом розв'язання такої задачі є метод аналізу ієрархії, за яким через теоретичні підходи та практичні результати експлуатації кар'єру визначаються ймовірності прояву небезпечних процесів. Застосування методу аналізу ієрархії для прогнозування землекористувань кар'єру Полтавського гірничозбагачувального комбінату дало змогу виявити способи подолання негативних явищ під час його експлуатації.

Висновок

На основі аналізу небезпечних фізико-геологічних факторів на території відкритих гірничих розробок

подано рекомендації щодо їх врахування під час прогнозування розвитку системи.

Література

1. Павюков П.Н. Инженерная геология. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Недра, 1978. – 296 с.
2. Сергеев Е.М. Инженерная геология. – Изд. 2-е. – М.: Изд-во Московского университета, 1982. – 248 с.
3. Прохоренко Г.А., Исаматов Ю.П., Хасанов А.С. О влиянии комплексных геологических факторов при открытой разработке месторождения Алмалыкского рудного поля (на примере месторождения Кальмакыр) // Горный вестник Узбекистана. – 2003. – № 2 (13).
4. Кумачев К.А. Проектирование железорудных карьеров / К.А. Кумачев, В.Я. Майминд. – М.: Недра, 1981. – 464 с.
5. Гидрогеология и инженерная геология: учеб. для вузов / А.М. Гальперин, В.С. Зайцев, Ю.А. Норватов. – М.: Недра, 1989. – 383 с.
6. Скабалланович И.А. Гидрогеология и инженерная геология и осушение месторождений / И.А. Скабалланович, М.В. Седенко. – Изд. 3-е, перераб., доп. – М.: Недра, 1973. – 194 с.
7. Прогнозирование количественных характеристик процессов / Ю.В. Чуев, Ю.Б. Михайлов, В.И. Кузьмин. – М.: Сов. радио, 1975. – 400 с.
8. Оптимізаційна модель врахування небезпечних фізико-геологічних процесів при формуванні землекористувань міста / П. Черняга, Т. Бухальська, А. Люсак // зб. наук. пр. Західного геодезичного товариства УТГК. – 2009. – Вип. I (17).
9. Землеустрій як система оптимізації землекористування / П.Г. Черняга, О.Ю. Мельничук, Л.В. Корнілов, Р.С. Німкович // Інженерна геодезія. – Вип. 54. – С.216–224.

Проблеми прогнозування небезпечних фізико-геологічних факторів на територіях відкритих гірничих розробок

М. Назимков, В. Артамонов

Проаналізовано проблеми прогнозування небезпечних фізико-геологічних факторів на територіях відкритих гірничих розробок. Для їх оцінки запропоновано використовувати метод аналізу ієрархій.

Проблемы прогнозирования опасных физико-геологических факторов на территориях открытых горных разработок

М. Назимков, В. Артамонов

Проанализированы проблемы прогнозирования опасных физико-геологических факторов на территориях открытых горных разработок. Для оценки этих факторов предложено использовать системный подход.

Problems of prognostication of dangerous physical and geological factors in open-pit mining sites

M. Nazimkov, V. Artamonov

This paper analyzes the problem of forecasting severe physical and geological factors on the territory of the open-pit mining. To assess these factors is proposed to use a systematic approach.