

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ СКЕЛЬНОГО УСТУПУ З ВИКОРИСТАННЯМ ФОТОГРАМЕТРИЧНИХ ДАНИХ ТА МОДЕЛЮВАННЯ DFN-DEM

Структурно-механічний аналіз покладу корисної копалини є одним з ключових компонентів для оцінки стійкості масивів скельних порід. Додаткове використання фотограмметричних технологій та моделей з'єднання мереж тріщин за допомогою методу дискретних елементів (DEM) дає послідовність, що можна застосувати для оцінки механічної поведінки реалістичних тривимірних (3D) конфігурацій, для яких неможливо передбачити стійкість руйнування. Було запропонована повна методологія, отримана від фотограмметричних даних до чисельного моделювання процесу потенційного прогресуючого розриву, що відбувається в породній масі.

Стабільність скельного уступу зазвичай аналізується за допомогою методів обмеження рівноваги або граничного аналізу, пов'язаного з числовими методами, але мінімальне розуміння механічних процесів, потрібних для успішного використання цих класичних методологій, необхідне. Наприклад, процеси провалу можуть призвести до високого рівня складності у місті розриву масиву гірських порід, оскільки вони поєднують механічні властивості гірських порід, геометрію та властивості структурних дефектів і прогресивний спад матриці породи у присутності непостійних розривів.

Мінімальною вимогою є геотехнічна модель, що повинна включати геологічну модель, тобто тип порід і структурний опис, модель масиву гірських порід, включаючи механічні властивості, як матриці порід та мережі розлому, так і гідрогеологічну модель, що характеризує водяний потік у гірській масі. Проте створення такої моделі вимагає детального та надійного опису гірської маси, для якої внутрішні характеристики часто приховані або можуть бути охарактеризовані лише випадково.

Геометричні та структурні властивості недоступних гірських схилів можна оцінити використовуючи технології дистанційного зондування, коли доступ до гірських порід можливий за умови, що рослинний покрив обмежений і метеорологічні умови є сприятливими.

Оцифровану параметричну поверхню та пов'язану з нею DFN можна імпортувати в числові програмні пакети для встановлення механічної моделі масиву гірських порід для аналізу стабільності

Оскільки порушеність скельних з'єднань може відігравати важливу роль у дестабілізації гірських порід, необхідно використати модель, здатну імітувати прогресуючу порушеність неушкоджених гірських порід. Для цього було обрано платформу YADE Open DEM для аналізу.

Як і в класичних моделях частинок, неушкоджена порода являє собою набір дискретних елементів, скріплених спільними зв'язками, які можуть порушуватись як за допомогою напруги, так і зсуву, щоб імітувати прогресивний розвиток фракції, викликаній зовнішнім навантаженням.

DFN моделюється як набір кругових поверхонь, орієнтації яких були відібрані відповідно до структурного аналізу, кожна поверхня являє собою попередній існуючий розрив у гірській масі. Спрощення DFN передбачає припущення, що площини залягань є однорідними через об'єм моделювання, виходячи з того, що нестійкий блок породи, ймовірно, розділений на багаточисельні частини на цих площинах. Таким чином, сукупність розривів вважається стійкою, з тим щоб стримувати стійкість блоку лише до існування гірського з'єднання, який був скоректований залежно від розміру площини, який вважався непостійним

Коли була отримана числова топографія, 3D-оцифрована поверхня оброблялася програмним пакетом CAD, щоб визначити масу гірської породи як в замкнутому об'ємі. Початкова 3D-поверхня повинна бути модифікована для того, щоб показати порушення за, які неможливо було отримати з 3D-зображення завдяки ефектам оклюзії. Потім сітка редагувалась та зрізалася за схематичним перетином, враховуючи, що в аналізі стабільності кам'яного блоку не можна не помітити паз, можна відзначити, що їхній розподіл не є ідеальним між схемою поперечного перерізу та сіткою через великий кут і велику відстань, з якої було зроблено 2D-зображення. Наслідком цього є те, що розмір імітованого блоку породи, швидше за все, трохи менше, ніж його фактичний розмір на полі.

Система фотограмметрії Sirovision використовувалася для позначення розривів та геометрії схилів для безпеки випадання породи, розташованої в уступі. Дані оброблялись для побудови структурної моделі борту кар'єру, який потім використовувався, як вхід в чисельну модель для проведення аналізу стабільності. Для моделювання було обрано формулювання DFN-DEM, оскільки воно може явно враховувати набори зламу, створені Sirovision, та її здатність відтворювати механізми прогресивного відмови, які неминучі при нестійких пластах руйнування представлені в гірській масі. Обидва ковзання вздовж існуючих розривів та розриву скельних з'єднань, розташованих між цими розривами, можуть, таким чином, враховуватися при аналізі для отримання механізмів змішаних відхилень, які звичайно не можуть бути вирішені традиційними методами.