



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87609

(13) C2

(51) МПК (2009)  
E21C 39/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ М'ЯКИХ РОЗКРИВНИХ ПОРІД

1

2

(21) а200714964

(22) 28.12.2007

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) НІКОЛАЄВА ТАМАРА ГРИГОРІВНА, ПРИЩЕ-  
ПА МАКСИМ ПАВЛОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) UA 5677 U , 15.03.2005

SU 1385815, 27.01.2000

RU 96113811, 27.10.1998

RU 95107492, 27.08.1997

(57) Спосіб визначення стійкості м'яких розкривних порід, що включає вибір робочої області, визначення локальних зон, визначення ступеня стійкості порід, який **відрізняється** тим, що попередньо задають колірну палітру, відповідну фізико-механічним характеристикам гірських порід, визначення кожної локальної зони здійснюють одночасно по всьому перерізу вибраної області в колірній палітрі, а прогноз ступеня стійкості здійснюють шляхом зіставлення обумовленої палітри кожної локальної зони з заданою колірною палітрою.

Винахід відноситься до області забезпечення добутку корисних копалин, зокрема визначення стійкості м'яких розкривних порід, з яких складаються уступи кар'єрів.

Відомий спосіб визначення стійкості м'яких розкривних порід, що полягає в тому, що вибирають робочу область, звичайно на найбільш характерних ділянках деформування прибортового масиву. Визначають локальні зони в місцях появи тріщин, уступів, у районах ймовірного виходу на верхню площадку укоси поверхні ковзання. Ступінь стійкості порід визначають виміром повного зсуву репера, закладеного на ділянці, що деформується, щодо репера, розташованого на відносно нерухомій ділянці (фіг. 1). Для цього застосовують дві рейки 1, прикріплені до реперів 2 з допомогою шарніра 3. Вимірюють штангенциркулем відстань І між упорами рейок, що характеризує величину розкриття тріщини 4. Рейки можуть бути замінені дротом з вантажем, переміщення якого може фіксуватися щодо індексу, закріпленого на нерухомому репері, або за допомогою індикаторів.

Недоліки: Для визначення повного зсуву репера необхідно проводити спостереження досить великий час, протягом тижнів, місяців.

(Маркшейдерское дело: Учеб. для вузов. - В двух частях/Под ред.И.Н. Ушакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1989. - Часть 2/А.Н. Белоликов, В.Н. Земисев, Г.А. Кротов и др. - 437 с.:ил.)

Найбільш близьким технічним рішенням є спосіб визначення стійкості м'яких розкривних порід за допомогою побудови маркшейдерських спостережних станцій. Даний метод заснований на: виборі робочої області з непрямыми ознаками зсувних явищ і обвалень; виявленні локальних зон, складанні проекту спостережної станції, виносі вихідних реперів у натуру, визначенні періодичності наступних спостережень, інструментальних вимірів, камеральній обробці, побудові схеми ймовірного положення поверхні ковзання за результатами спостережень.

Маркшейдерські спостережні станції складаються з профільних ліній реперів. Їх закладають у тому випадку, коли необхідно одержати абсолютні величини зсувів і деформацій прибортового масиву для встановлення типу зсуву чи обвалення і прогнозу його розвитку з урахуванням часу.

Черговість операцій:

1. Перед закладкою спостережних станцій необхідно провести аналіз ділянок кар'єру, вибрати робочу область з огляду інженерно-геологічних умов.

2. Перед закладкою спостережної станції маркшейдер розробляє її проект, у якому улаштовуються і встановлюються: розташування і конструкції профільних ліній, методика й обсяг спостережень. Спостережна станція, спроектована на потенційно небезпечній ділянці, повинна складатися з двох чи більш профільних ліній, розташо-

(13) C2

(11) 87609

(19) UA

уваних посередині цієї ділянки перпендикулярно фронту борта кар'єру чи відвала.

3. Вибирають робочу область (профільні лінії). На кожній профільній лінії вибирають локальні зони і закладають опорні 5 і робочі 6 реperi (фіг. 2). При розташуванні профільної лінії на борту кар'єру опорні реperi розташовують на верхній і нижній площадках борта парами на відстані один від одного не менше ніж 20 м.

Відстань від опорного репера до верхньої брівки укосу борта приймають рівним  $2H$ , де  $H$  - висота борта. Від нижньої брівки укосу до опорного репера на нижній площадці ця відстань -  $0,3 H$ . На нижній, а також на верхній площадках, у межах ширини призми можливого обвалення  $a$ , рівної  $0,8 H$ , відстань між робочими реперами приймають рівним  $5 - 15$  м. За межами призми обвалення цю відстань збільшують до  $30$  м. На кожному уступі укосу борта закладають не менше двох робочих реперів.

4. Перед винесенням у натуру проекту спостережної станції від пунктів маркшейдерської опорної мережі в даному районі виносять вихідні реperi, що повинні знаходитися від опорних у межах прямої видимості і за межами очікуваних зрушень земної поверхні. Координати вихідних реперів визначаються проложенням теодолітних ходів, засічками, висоти - технічним нівелюванням. Висотну оцінку опорного репера визначають нівелюванням III класу. На кожній профільній лінії для визначення зсуву реперів роблять нівелювання і вимір відстаней між ними.

5. Після закладки реперів до початку процесу зрушення виконують дві серії спостережень, що дозволяє одержати їхнє вихідне положення.

6. Визначають періодичність наступних спостережень. У початковий період необхідно зробити оцінку швидкості деформування прибортового масиву. Для цього раз на місяць роблять 3-4 спостереження. Для визначення критичних швидкостей зсувів, що передують обваленню чи сповзанню зсуву, період спостережень зменшується до тижнів і навіть днів. При швидкості зсуву більше, ніж  $10$  мм за добу, спостереження виконуються щодня.

Висотні оцінки реперів визначають геометричним чи тригонометричним нівелюванням, причому геометричне нівелювання застосовують при витриманих схилах з нахилом до  $25 - 30^\circ$ .

Вимір відстаней між реперами виконують ставленими компарованими рулетками за методикою полігонометрії 1 розряду, а також світлодалекомірами типу МСД1М, СТ5 «Блиск» і ін.

7. Камеральна обробка включає перевірку і відповідну обробку польових журналів, обчислення горизонтальних відстаней між реперами.

Повний обсяг обробки результатів спостережень по профільній лінії включає обчислення горизонтальних і вертикальних зсувів, побудову векторів повних зсувів, обчислення горизонтальних деформацій і відносного зрушення.

8. По робочій області (профільній лінії) будують вертикальний розріз борта кар'єру, на якому показують початкове положення локальних зон

(робітничих реперів). Потім відкладають вектори вертикальних і горизонтальних зсувів реперів.

Положення лінії ковзання в прибортовому масиві дозволяє визначити тип зсуву, а оцінка швидкостей наростання деформації - прогнозувати деформування зсуву з часом.

Прогнозну оцінку стійкості укосу і ступінь небезпеки деформацій, що розвиваються, найчастіше роблять шляхом порівняння розмірів максимальних швидкостей зсуву прибортового масиву, що спостерігаються, і критичних швидкостей зсуву, встановлених спостереженнями для конкретних інженерно-геологічних умов і типів деформацій укосів.

(Маркшейдерское дело: Учеб. для вузов. - В двух частях/Под ред. И.Н. Ушакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Недра, 1989. - Часть 2/А.Н. Белоликов, В.Н. Земисев, Г.А. Кротов и др. - 437 с.:ил.)

Недоліки: значний обсяг, велика трудомісткість виконуваних робіт, великі часові і матеріальні витрати, значення фізико-механічних властивостей гірських порід беруть за даними найближчих геологічних свердловин, що можуть бути розташовані на відстані десятків метрів від локальної зони. Це значно впливає на точність прогнозу стійкості бортів кар'єрів.

В основу експрес способу визначення стійкості м'яких розкривних порід поставлена задача удосконалення відомого способу визначення стійкості м'яких розкривних порід, у якому шляхом включення нових технологічних операцій і їх послідовності досягається можливість достовірного визначення фізико-механічних характеристик досліджуваних порід, експрес-діагностики їх стійкості та вибору раціональних технологічних параметрів ведення гірничих робіт, і за рахунок цього зниження матеріальних і часових витрат, підвищення ефективності і безпеки ведення гірничих робіт.

Задача вирішується тим, що у способі визначення стійкості м'яких розкривних порід, згідно винаходу, що включає вибір робочої області, визначення локальних зон, визначення ступеня стійкості порід попередньо задають колірну палітру відповідну фізико-механічним характеристикам гірських порід, визначення кожної локальної зони здійснюють одночасно по всьому перетині обраної області в колірній палітрі, а прогноз ступеня стійкості здійснюють шляхом зіставлення обумовленої палітри кожної локальної зони з заданою колірною палітрою і подальшим розрахунком стійкості гірських порід відомими методами.

На фіг. 1 представлено репер, закладений на ділянці, що деформується. Де 1 - рейка; 2 - репер; 3 - шарнір; 4 - тріщина; І - відстань між упорами рейок.

На фіг. 2 представлено профільну лінію із закладеними опорними 5 і робочими 6 реперами.

На фіг. 3 представлені: 7 - уступ, 8 - підуступ, 9 - локальні зони, 10 - шари гірських порід в обраних робочих областях (перетинах).

На фіг. 4 приведено еталонний квадрат із колірною моделлю СМУК, де: першому квадрату 11 відповідає колір: С:100%, М:0%, Y:0%, К:0%; дру-

гому квадрату 12 - колір C:0%, M:100%, Y:0%, K:0%; Третьому квадрату 13 - C:0%, M:0%, Y:100%, K:0%; четвертому квадрату 14 - C:0%, M:0%, Y:0%, K: 100%.

У таблиці 1 приведена відповідність кольору гірських порід у палітрі СМЮК їх фізико-механічним характеристикам, де: 1 - суглинок жовто-бурий; 2 - глина червоно-бура; 3 - глина мергеляста; 4 - глина темно-сіра; 5 - глина зеленувато-сіра.

Спосіб реалізують наступним чином:

1. Розкривні породи на кар'єрах відрізняються не тільки складом, фізико-механічними властивостями, але і кольором. Так, наприклад, глини мають безліч кольорів і відтінків (зелені, бурі, білі, червоні і т.д.) з визначеною відповідністю фізико-механічних властивостей (коефіцієнт зчеплення, кут внутрішнього тертя і т.д.).

2. Заздалегідь задають колірну палітру, що відповідає фізико-механічним характеристикам гірських порід.

3. Визначають робочі області на місці ведення гірничих робіт, які вибирають на укосах уступів поблизу геолого-розвідницьких свердловин.

4. На будь-якому цифровому знімку вибирають робочу область, в будь-яких точках з нескінченної безлічі визначають локальні зони одночасно по всьому перетину за допомогою комп'ютерної програми Adobe Photoshop в одній з копійних моделей (RGB чи СМЮК). Визначають об'єктивно процентне співвідношення складових кольорів. (У результаті дослідження перевага віддана колірної моделі СМЮК).

Далі з пропонованого способу постає:

1. За допомогою цифрового знімку уступу (див. фіг.3), комп'ютерної програми Adobe Photoshop, заданої таблиці відповідності кольорів порід їхнім фізико-механічним характеристикам визначають склад порід в уступі (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-механічні властивості порід і їхня відповідність палітрі СМЮК

	Найменування порід	С	М	Y	К	Кут внутрішнього тертя	Коефіцієнт зчеплення, кг/см <sup>2</sup>
1.	суглинок жовто-бурий	26-38	21-34	25-43	0-1	19°48'	0,6
2.	глина червоно-бура	28-41	26-40	34-50	0-6	19°14'	1,0
3.	глина мергелиста	43-53	45-58	44-50	7-21	14°10'	2,0
4.	глина темно-сіра	30-42	23-34	29-36	0-1		
5.	глина зеленувато-сіра	54-60	35-42	33-44	0-1	14°25'	

2. За допомогою цих даних визначають зони найбільш ослаблених порід, схильних до зниження стійкості й зсувоутворенню. З порівняння відповідних характеристик таблиці 1 витікає, що найбільш слабкою породою є суглинок жовто-бурий (кут внутрішнього тертя - 19°48', коефіцієнт зчеплення - 0,6 кг/см<sup>2</sup>).

3. По одній з відомих методик будують дзеркало ковзання на небезпечній ділянці і з урахуванням механічних властивостей порід розраховують коефіцієнт стійкості укосів бортів кар'єру. Роблять прогноз стійкості бортів кар'єру по ходу подвигання фронту гірничих робіт.

У ході виконання роботи використовувалися: цифровий фотоапарат Nikon coolpix 7600, штатив під фотоапарат, програма Adobe Photoshop і комп'ютер. Характеристики цифрового фотоапарата Nikon coolpix 7600: 7,1 мегапікселей, триразове оптичне збільшення.

Заздалегідь задають колірну палітру, що відповідає фізико-механічним характеристикам гірських порід. Визначають робочі області на місці ведення гірничих робіт, які вибирають на укосах уступів поблизу геолого-розвідницьких свердловин. Робимо фотозйомку обраного перетину. Оскільки черговість гірських порід в уступі відома за даними геолого-розвідувальних свердловин, можна визначити за допомогою програми Adobe Photoshop по знімку, якій породі відповідає колір у колірній моделі СМЮК (С - Cyan, M- Magenta

Y-Yellow, K-Black). Таким чином, одержуємо інтервали кожного кольору. Якщо скласти таку таблицю по всім існуючим на родовищі породам, то можна по фотознімку визначити склад, черговість порід в уступі і їх фізико-механічні властивості.

Колір на знімку в будь-якій точці складається з цих чотирьох кольорів у процентному вираженні. Таким чином визначають колір породи в колірній моделі СМЮК. Отриманий колір зіставляють із заданою колірною палітрою відповідності фізико-механічних характеристик гірських порід. Визначають назву і усі відповідні їм показники фізико-механічних властивостей гірських порід.

Після цього за допомогою відомих методів (наприклад: спосіб багатокутника сил) роблять розрахунок стійкості бортів кар'єру і будують площину ослабленої поверхні. Таким чином, визначають, чи схильна дана зона до зсувних явищ.

Упровадження даного способу на виробництві знизить матеріальні витрати, витрати часу, дозволить оперативніше й об'єктивно вирішувати різні питання корегування виробничого процесу.

Цей вид роботи зможе виконати як геолог, так і маркшейдер з мінімальними витратами часу (від 10 хвилин).

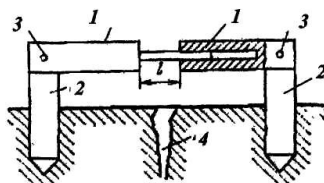
Переваги пропонованого експрес-способу:

1. виконання зйомки уступу - одномоментне, під час фотографування уступу;

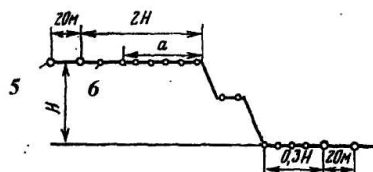
2. невеликі часові і матеріальні витрати;

3. значення фізико-механічних властивостей гірських порід беруть не за даними найближчих геологічних свердловин, а безпосередньо в кожній локальній зоні;

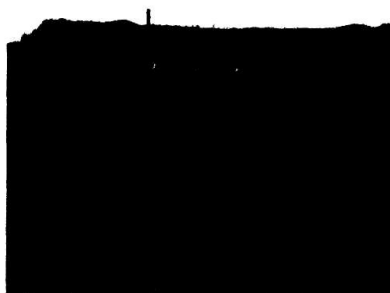
4. прогноз стійкості бортів кар'єрів можливо одержати відразу ж.



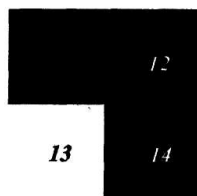
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4