



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **32759** (13) **U**  
(51) МПК (2006)  
E21C 39/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

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

1

2

(21) u200801204

(22) 31.01.2008

(24) 26.05.2008

(46) 26.05.2008, Бюл.№ 10, 2008 р.

(72) НІКОЛАЄВА ТАМАРА ГРИГОРІВНА, UA,  
ПРИЩЕПА МАКСИМ ПАВЛОВИЧ, UA

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ,  
UA

(57) Спосіб визначення стійкості м'яких розкривних порід, що включає вибір робочої області, визна-

чення 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 із заданою колірною палітрою.

Корисна модель 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 тім, 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 укосу 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 1 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. - 437с.: ил.]

Найбільш близьким технічним рішенням є спосіб визначення стійкості м'яких розкривних порід за допомогою побудови маркшейдерських спосте-

режних 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, проектувана на потенційно небезпечній ділянці, повинна складатися з двох чи більш профільних ліній, розташованих 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

(13) **U**

(11) **32759**

(19) **UA**

кар'єру опорні репери розташовують на верхній і нижній площадках борта парами на відстані один від одного не менше ніж 20м.

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 -  $0,3H$ .

На нижній, а також на верхній площадках, у межах ширини призми можливого обвалення а, рівної  $0,8H$ , відстань між робочими реперами приймають рівним 5-15м. За межами призми обвалення цю відстань збільшують до 30м. 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 репери, 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 дозволяють 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 10мм 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 МСДІМ, 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 деформацій - 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. - 437с.: 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 корисній моделі, 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 - підступ, 9 - локальні зони, 10 - шари гірських порід в обраних робочих областях (перетинах).

На Фіг.4 приведено еталонний квадрат із колірною моделлю СМҮК, де: першому квадрату 11 відповідає колір: С:100%, М:0%, Y:0%, K:0%; другому квадрату 12 - колір С:0%, М:100%, Y:0%, K:0%; Третьому квадрату 13 - С:0%, М:0%, Y:100%, K:0%; четвертому квадрату 14 - С:0%, М:0%, Y:0%, K: 100%.

У таблиці 1 приведена відповідність кольору гірських порід у палітрі СМҮК 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 кольорних моделей (RGB чи CMYK). Визначають об'єктивно процентне співвідношення складових кольорів. (У результаті дослідження перевага віддана кольірної моделі CMYK).

Далі з пропонованого способу постає:

1.3а допомогою цифрового знімка 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 CMYK

	Найменування порід	С	М	У	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 - 0,6кг/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

кольорній моделі CMYK (С - Cyan, М -

Magenta



, Y -Yellow



, К - Black



). Таким чином, одержуємо інтервали ко-

жного 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 кольорній моделі CMYK. Отриманий колір зіставляють із заданою кольірною 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 оперативної й об'єктивно вирішувати різні питання корегування виробничого процесу.

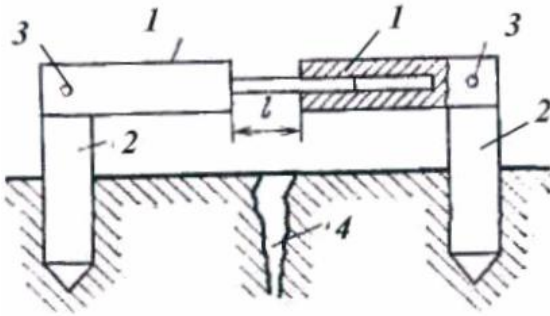
Цей вид роботи зможе виконати як геолог, так і маркшейдер з мінімальними витратами часу (від 10 хвилин).

Переваги пропонованого експрес-способу:

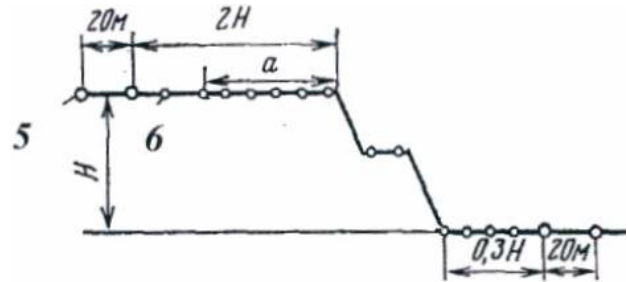
1. виконання зйомки уступу - одномоментне, під час фотографування уступу;
2. невеликі часові і матеріальні витрати;

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

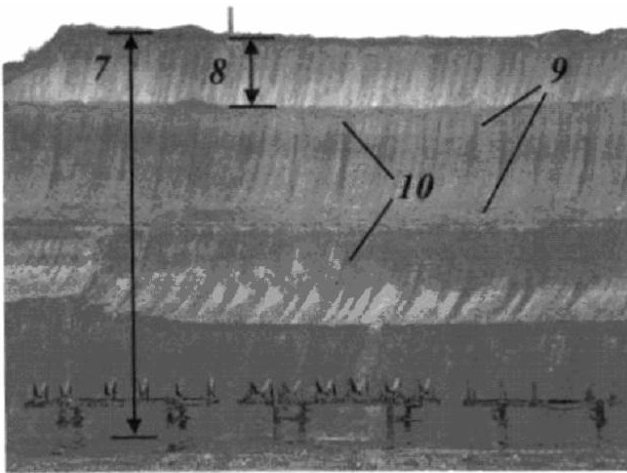
4. прогноз стійкості бортів кар'єрів можливо одержати відразу ж.



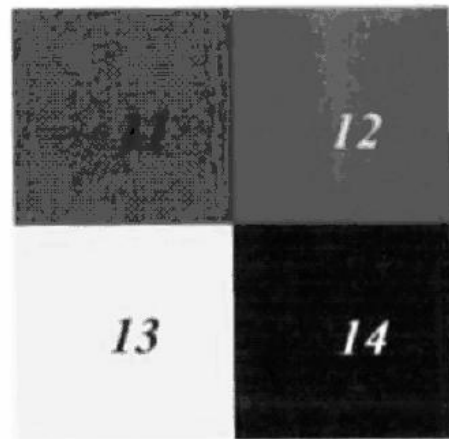
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4