



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35378 (13) U
(51) МПК (2006)
E21C 39/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПАСПОРТА МІЦНОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД MDSD-1

1

(21) u200805643

(22) 30.04.2008

(24) 10.09.2008

(46) 10.09.2008, Бюл.№ 17, 2008 р.

(72) ЛИТВИНСЬКИЙ ГАРРІ ГРИГОРОВИЧ, UA,
КАСЬЯНОВ ВОЛОДИМИР ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA(73) ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Спосіб визначення параметрів паспорта міцності гірських порід, який включає висвердлювання в зразку глухого циліндричного отвору і використання його для створення внутрішнього навантаження зразка, який **відрізняється** тим, що на дно циліндричного отвору зразка довільної форми встановлюють пробійник і по його виступаючому з отвору кінцю завдають удару динамометричним молотком, за допомогою чого вибивають з протилежного боку зразка конусоподібну вирву

2

відколу, вимірюють її геометричні розміри, повторюють випробування, варіюючи радіус отвору і його глибину, а потім по відомих силах удару і вимірних розмірах вирви відколу - висоті, радіусу і куту при її верхівці - обчислюють параметри паспорта міцності породи за формулою при негативному значенні нормального напруження σ_n на майданчику руйнування:

$$\tau_{nt} = \tau_0 \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_0} + 1 \right)^\alpha,$$

де τ_{nt} , σ_n - дотичне і нормальне напруження на майданчику руйнування;

α , τ_0 , σ_0 - шукані міцнісні параметри паспорта міцності матеріалу: коефіцієнт крижкості, відповідно когезії зсуву і відриву.

Корисна модель відноситься до гірничої промисловості і може бути використаним для визначення міцнісних властивостей гірських порід і кам'яних матеріалів.

Відомий спосіб визначення міцності на одноосне стиснення на зразках правильної форми, при якому випробування проводяться на циліндричних зразках за допомогою преса, яким навантаження на зразок підвищують аж до його руйнування, причому фіксують максимальне його значення. Величину межі міцності при одноосному стисненні визначають по формулі

$$\sigma = P/A,$$

де P - руйнуюче навантаження, Н; A - площа зразка, м². [Турчанинов И.А. и др. Современные методы комплексного определения физических свойств горных пород. - Л.: Недра, 1967, - с.44-46]

Недоліком цього способу є необхідність виготовлення зразків строго правильної форми, використання складного і громіздкого пресового устаткування, тривалість і висока трудомісткість випробувань.

Відомий спосіб визначення міцності на розтягування розривом порожнистих зразків. У цьому методі в центрі плоского циліндрового зразка висвердлюють крізний отвір, діаметр якого в точності

рівний діаметру пуансона. Отвір заповнюють сплавом каніфолі і парафіну і створюють пуансоном навантаження на сплав, чим забезпечують розрив зразка. Розрахунок межі міцності проводять по тій же формулі, а площу руйнування визначають по перетину розколу зразка. [Турчанинов И.А. и др. Современные методы комплексного определения физических свойств горных пород. - Л.: Недра, 1967, - с.51-52].

Недоліком цього способу є необхідність виготовлення зразка правильної форми, складна технологія і тривалість випробувань, визначення тільки одного з показників міцності гірських порід.

Відомий також спосіб визначення паспорта міцності гірських порід методом співвісних пуансонів, згідно якому виготовляють суцільний і порожнистий циліндрові зразки однакового розміру і заввишки, проводять їх навантаження аж до руйнування з одночасною фіксацією тензометрами деформацій і динамометрами руйнуючих навантажень, зіставляючи які шляхом екстраполяції графіків навантаження можна визначити діюче напруження при руйнуванні породи, що дозволяє шляхом декількох випробувань зразків з різними діаметрами побудувати паспорт міцності гірської породи. [Руководство по механическим испытаниям горных

(13) U

(11) 35378

(19) UA

пород методом соонных пуансонов. - Л.: ВНИМИ, 1960. с.5-12]

Крім того, відомий спосіб випробувань гірських порід на об'ємне стиснення навантаженням суцільного зразка породи правильної форми в камері тиску [Карташов Ю.М. Ускоренные методы определения реологических свойств горных пород. - М.: Недра, 1973, С.44-45].

Основні недоліки вказаних способів пов'язані з необхідністю використання зразків строго правильної форми і із застосуванням складної і трудомісткої техніки і технології випробувань.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатам, що досягаються, є спосіб визначення параметрів паспорту міцності гірських порід на об'ємне стиснення. Він передбачає створення в масивному зразку штучної порожнини, її перекриття пробкою-штуцером, до якої підключають автономне джерело тиску, а потім цей зразок поміщають в камеру об'ємного стиснення і піддають дії гідростатичного навантаження аж до руйнування [Авторское свидетельство СССР №629341, кл. Е 21 С 39/00, 1978].

Недоліком способу-прототипу є складна система створення навантажень в середині зразка і в об'ємній камері, що є трудомістким і вимагає багато часу для здійснення. Це значно обмежує діапазон можливого застосування способу тільки у вузькоспеціалізованих лабораторіях.

У основу корисної моделі покладено завдання розробити такий спосіб визначення параметрів паспорту міцності гірських порід, який дозволяє по ряду однотипних випробувань за рахунок варіювання параметрів їх проведення побудувати паспорт міцності гірської породи на ділянці негативних значень нормального напруження σ_n на майданчику руйнування, в якому об'єднані всі показники міцності, що значно здешевлює вартість і зменшує трудомісткість випробувань.

Це технічне завдання досягається тим, що спосіб визначення параметрів паспорту міцності гірських порід MDSD-1, який включає висвердлювання в зразку породи глухого циліндричного отвору і використання його для створення внутрішнього навантаження зразка, відрізняється тим, що на дно циліндричного отвору зразка довільної форми встановлюють пробійник і по його виступаючому з отвору кінцю завдають удару динамометричним молотком, за допомогою чого вибивають з протилежного боку зразка конусоподібну вирву відколу, вимірюють її геометричні розміри, повторюють випробування, варіюючи радіус отвору і його глибину, а потім по відомих силах удару і виміряним розмірам вирви відколу, - висоти, радіуса і кута при її верхівці, - обчислюють параметри паспорту міцності породи за формулою при негативному значенні нормального напруження σ_n на майданчику руйнування:

$$\tau_{nt} = \tau_0 \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_0} + 1 \right)^\alpha$$

де τ_{nt} - дотичне напруження на майданчику руйнування;

α , τ_0 , σ_0 - шукані міцнісні параметри паспорта міцності матеріалу: коефіцієнт крижкості, відповідно когезії зсуву і відриву.

Такий спосіб визначення параметрів паспорта міцності гірських порід MDSD-1 дозволяє помітно спростити технологію випробувань і необхідне устаткування, використовувати необроблені зразки довільної форми, багато разів повторювати випробування, варіюючи початкові їх параметри і, тим самим, забезпечити необхідний рівень достовірності і надійності результатів.

На Фіг.1 показано зразок гірської породи в процесі випробувань, на Фіг.2 - діаграма О. Мора з графіком паспорта міцності, що отримують після обробки результатів випробувань на ділянці з негативним значенням нормального напруження σ_n на майданчику руйнування.

Спосіб визначення параметрів паспорта міцності гірських порід MDSD-1 виконують таким чином.

У відібраному для випробувань зразку довільної форми 1 просвердлюють глухий циліндричний отвір 2 заданою глибини, щоб одержати необхідну висоту W вирви відколу. Потім зразок 1 встановлюють на підставку 3, на дно отвору 2 поміщають пробійник 4 і по його виступаючому кінцю проводять удар динамометричним молотком (не показано), одночасно фіксують одним з відомих методів силу удару F. Коли сила удару F перевершує сумарний опір матеріалу відколу, відбувається утворення конусоподібної вирви відколу 5.

Проводять вимірювання геометричних розмірів конусоподібної вирви відколу: висоту конуса W радіусу підстави R і кут нахилу вирви до підстави β .

На зразках з однієї і тієї ж гірської породи проводять не менш як три подібні випробування і при кожному з них визначають дотичне і нормальне напруження τ_{nt} , σ_n на майданчику руйнування по формулах:

$$\tau_{nt} = \frac{T}{A} = \frac{F \cos \beta}{\pi W R}; \quad \sigma_n = \frac{N}{A} = \frac{F \sin \beta}{\pi W R} \quad (1)$$

де N; T - нормальна і зрушуючі сили на конусному майданчику руйнування площею A;

β , W, R - кут розкриття, висота і радіус вирви відколу;

На діаграмі О. Мора (Фіг.2) наносять отримані експериментально крапки 6 відповідно напруженням $\tau_{nt} \leftrightarrow \sigma_n$.

Для побудови паспорта міцності гірської породи слід використовувати основне рівняння аналітичної теорії міцності проф. Г.Г. Литвинського, згідно якої рівень граничного дотичного напруження τ_{nt} на майданчику руйнування визначається залежно від нормального напруження σ_n , яке має негативне значення на тому ж майданчику, по формулі

$$\tau_{nt} = \tau_0 \left(\frac{\sigma_n}{\sigma_0} + 1 \right)^\alpha \quad (2)$$

де α , τ_0 , σ_0 - шукані міцнісні параметри паспорта міцності матеріалу: коефіцієнт крижкості, відповідно когезії зсуву і відриву.

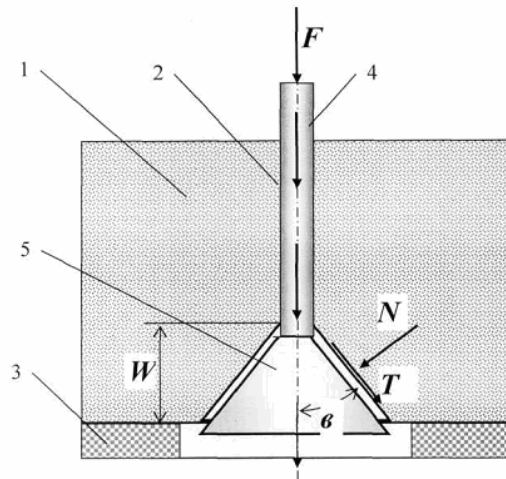
Підставляючи обчислені значення напружень τ_{nt} , σ_n з рівняння (1) в рівняння (2), спільно вирішу-

емо систему трансцендентних рівнянь (2) щодо шуканих параметрів паспорту міцності α , τ_0 , σ_0 з використанням методу найменших квадратів (Фіг.2), що дозволяє отримати граничну огинаючу найбільших кругів напружень діаграми О. Мору, тобто паспорт міцності гірської породи 7. Цей же паспорт міцності 7 можна отримати і графічно, проводячи плавну лінію по усереднених значеннях експериментальних крапок 6 і екстраполюючи її на решту частини діаграми. Тоді паспорт міцності 7 на осі негативних значень нормальних напружень σ відсікає значення когезії відриву σ_0 , а на осі дотичних напружень τ відсікає значення когезії зсуву τ_0 .

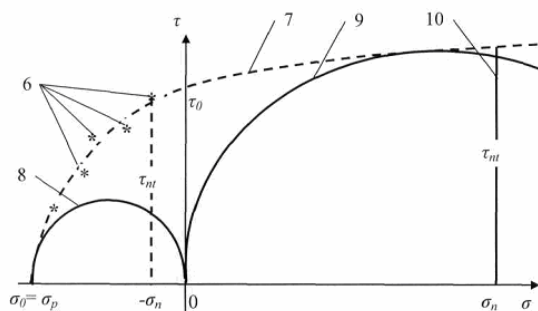
За допомогою паспорту міцності 7 можна визначити графічно або обчислити аналітично міцність матеріалу на одноосне розтягування 8 і одноосне стиснення 9, а також знайти критерій міцності при довільному напруженому стані матеріалу 10.

В результаті того, що в способі використовується ударний метод створення поверхні руйнування, забезпечується задана схема навантаження матеріалу з утворенням конусоподібної вирви відколу, відпадає необхідність в застосуванні складних і дорогих процесів підготовки зразка і навантажуючих пристроїв. Завдяки простоті випробувань з'являється можливість багатократного їх проведення, що у свою чергу шляхом статистичної обробки результатів випробувань підвищує їх достовірність і надійність.

Таким чином, завдання розробки способу визначення міцнісних параметрів гірських порід, який дозволяє по ряду однотипних випробувань за рахунок варіювання параметрів їх проведення побудувати паспорт міцності гірської породи, в якому об'єднані всі показники міцності без залучення складних, тривалих і трудомістких процесів і технологій, можна вважати виконаним.



Фіг. 1



Фіг. 2