



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 53143

(13) A

(51) 7 E21C45/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

## (54) СПОСІБ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ ПІРСЬКИХ ПОРІД

1

2

(21) 2002032285

(22) 22 03 2002

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Кулинич Віктор Степанович, Кулинич Сергій Вікторович

(73) ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

57) Спосіб оцінки напруженого стану масиву гірських порід, що включає буріння свердловини, відбір з неї керн, визначення його міцнісних властивостей, герметизацію у свердловині за допомогою гідрозатвора нагнітальної камери, нагнітання в неї робочої рідини до підіророзриву порід та вимірювання критичного і стабілізованого тисків підіророзриву, за якими визначають головні напруження в масиві, який відрізняється тим, що перед нагнітанням робочої рідини вимірюють в нагнітальній камері усталений тиск газу і встановлюють його склад, міцнісні властивості керн визначають після його насичення газом встановленого складу при тиску, рівному вимірюваному, а більшу компоненту поля напружень обчислюють із залежності

$$\delta_{\max \Gamma} = 3P_{\text{ст}} + P_{\Gamma}^* - mP_0 - (1 + \delta_{\Gamma} / \delta_{\text{сг}})(P_{\text{к}}^* + k_1 \Psi P_{\text{зат}}),$$

де  $\delta_{\max \Gamma}$  - більша компонента поля напружень в газонасному масиві,

$P_{\text{ст}}$  - стабілізований тиск робочої рідини,

$P_{\Gamma}^*$  - границя опору підіророзриву газонасичених породних зразків,

$m$  - коефіцієнт тріщинно-порової структури,

$P_0$  - тиск газу у нагнітальній камері,

$\delta_{\Gamma}$ ,  $\delta_{\text{сг}}$  - відповідно границі міцності газонасичених зразків на розтяг та стиснення,

$P_{\text{к}}^*$  - критичний тиск робочої рідини в нагнітальній камері,

$k_1$  - коефіцієнт передачі герметизуючого тиску на стінки свердловини,

$\Psi$  - коефіцієнт взаємодії тиску робочої рідини в нагнітальній камері з гідрозатвором

$$\Psi = 1 - P_{\text{к}}^* / P_{\text{зат}},$$

$P_{\text{зат}}$  - розпірний тиск в гідрозатворі

Винахід відноситься до гірничої промисловості і може бути використаний для оцінки напруженого стану масиву гірських порід

Відомий спосіб оцінки напруженого стану породного масиву, при якому визначають чисельні значення головних складових поля напружень за параметрами підвального розриву і міцнісних властивостей гірських порід [1]

Недоліком способу є недостатня точність оцінки напруженого стану газонасного масиву з причини неврахування впливу газового середовища на зменшення міцнісних властивостей гірських порід

Найбільш близьким технічним рішенням є спосіб оцінки напруженого стану гірських порід, що включає буріння керна свердловини, герметизацію в ній розпірним гідрозатвором нагнітальної камери, нагнітання робочої рідини до критичного і наступного стабілізованого тисків, лабораторні випробування міцнісних властивостей керна

матеріалу і обчислення головних напружень [2]

Недолік способу в неврахуванні тиску та складу газового середовища на зміну міцнісних властивостей гірських порід, що приводить до суттєвої помилки при обчисленні більшої компоненти діючого поля напружень

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу оцінки напруженого стану газонасних гірських порід, в якому визначають перед нагнітанням робочої рідини у нагнітальну камеру усталений у ній тиск газу та його склад. Лабораторні випробування міцнісних властивостей зразків, виготовлених із керна матеріалу, виконують в експериментальних пристроях після насичення їх газом встановленого складу при створенні тиску, рівного вимірюваному в нагнітальній камері, а більшу компоненту поля напружень в газонасному масиві гірських порід обчислюють по встановленій аналітичній залежності

Поставлена задача вирішується тим, що у

(13) A

(11) 53143

(19) UA

способі оцінки напруженого стану прських порід, вміщуючого буріння свердловини, відбір з неї кер-на, визначення його міцностних властивостей, герметизацію у свердловині за допомогою підроз-твору нагнітальної камери, нагнітання в неї робо-чої рідини до підпорозриву порід та вимірювання критичного і стабілізованого тисків підпорозриву, за якими визначають головні напруження в масиві, згідно винаходу, перед нагнітанням рідини вимі-рюють тиск газу в нагнітальній камері і встанов-люють його склад, лабораторні випробування міц-ностних властивостей керна виконують після насичення його газом встановленого складу при тискові, рівному вимірюваному в нагнітальній камері, а більшу компоненту поля напружень обчислюють із аналітичної залежності

$$\sigma_{\max \text{ r}} = 3P_{\text{ст}} + P_{\text{r}}^* - mP_0 - (1 + \sigma_{\text{pr}} / \sigma_{\text{сг}})(P_{\text{к}}^* + K_1 \psi P_{\text{зат}}), \quad (1)$$

де  $\sigma_{\max \text{ r}}$  - більша компонента поля напружень в газонасному масиві,

$P_{\text{ст}}$  - стабілізований тиск робочої рідини в на-гнітальній камері,

$P_{\text{r}}^*$  - границя опору газонасичених зразків під-порозриву,

$P_0$  - тиск газу у нагнітальній камері,

$\sigma_{\text{pr}}, \sigma_{\text{сг}}$  - відповідно границі міцності газонаси-чених зразків на розтяг та стиснення,

$P_{\text{к}}^*$  - критичний тиск робочої рідини в нагніта-льній камері,

$K_1$  - коефіцієнт передачі герметизуючого тиску на стінки свердловини,

$\psi$  - коефіцієнт взаємодії тиску робочої рідини в нагнітальній камері з підрозатвором,

$$\psi = 1 - P_{\text{к}}^* / P_{\text{зат}}, \quad (2)$$

$P_{\text{зат}}$  - розпірний тиск в підрозатворі

Визначення перед нагнітанням робочої рідини у нагнітальну камеру усталеного у ній тиску та йо-го складу дозволяє кількісно та якісно оцінити па-раметри природного газового середовища в поро-дному масиві. Виконання лабораторних випробувань міцностних властивостей кернавого матеріалу після насичення його газом встановле-

ного складу при тискові, рівному вимірюваному, до-зволяє отримати уточнені міцностні характеристи-ки, необхідні для обчислення напружень в газонасному масиві. Обчислення більшої компо-ненти поля напружень із залежності (1) дозволяє підвищити точність оцінки напруженого стану газо-носного масиву за рахунок використання уточне-них міцностних характеристик газонасичених пр-ських порід.

Запропонований спосіб реалізують таким чи-ном. Із підземної гірничої виробки, пройденої на горизонті 950м шахти ім. Ю.О. Гагаріна ДХК "Ар-темвугілля" по газонасному пісковику пробурили 3 кернах свердловини діаметром 44мм і довжиною 15м кожна. В донній частині свердловини за допо-могою підрозатвору з вмонтованими манометрич-ними трубками герметизували шляхом створення розпірного тиску  $P_{\text{зат}} = 35\text{МПа}$  нагнітальну камеру довжиною 0,2м.

За показаннями манометра, з'єднаного з ма-нометричною трубкою, визначили усталений у нагнітальній камері газовий тиск, величина якого досягла 10МПа. Через перехідний штуцер здій-снили відбір газу в герметичні колби для визначен-ня його складу. Потім після скиду надлишкового тиску газу у нагнітальну камеру за допомогою ви-соконапірного насоса НР-0,1 нагнітали робочу рі-дину до критичного і стабілізованого тисків, які складали відповідно  $P_{\text{к}}^* = 30\text{МПа}$ ,  $P_{\text{ст}} = 25\text{МПа}$ . В лабораторних умовах визначили, що у газовій су-міші, відібраній із нагнітальної камери, головним компонентом (97%) був метан. В невеликих конче-нтраціях виявлено наявність важких вуглеводнів. Випробування міцностних властивостей прських порід виконували по стандартним методикам в пристроях високого тиску. Газонасичення цилін-дричних породних зразків, виготовлених із кернаво-го матеріалу, проводили метаном при створеному тискові 10МПа протягом декількох годин, після чого здійснювали їх руйнування стисненням, роз-тягом і підпорозривом. Для порівняння аналогічні випробування виконували на дегазованих зразках. Результати лабораторних випробувань приведені в таблиці.

Таблиця

Стиснення, МПа		Розтяг, МПа		Гідророзрив, МПа		Більша компонента по Ф-лі (1), МПа	
$\sigma_{\text{с}}$	$\sigma_{\text{сг}}$	$\sigma_{\text{р}}$	$\sigma_{\text{р г}}$	$P^*$	$P_{\text{r}}^*$	$\sigma_{\max}$	$\sigma_{\max \text{ r}}$
122	87	12	6	26	15	62	51

Із приведених експериментальних даних вид-но, що міцностні властивості зразків пісковику в метановому середовищі при тискові 10МПа змен-шуються в 1,4 - 1,7 раз. По залежності (1), викорис-товуючи приведені в таблиці відповідні експери-ментальні значення, обчислили величину більшої компоненти поля напружень в газонасиченому масиві  $\sigma_{\max \text{ r}} = 51\text{МПа}$ . Для порівняння в таблиці приведені обчислені значення величини більшої компоненти поля напружень  $\sigma_{\max}$  без врахування впливу газового середовища на зміну міцностних

параметрів породи. Із приведених даних видно, що неврахування впливу газового середовища як понижувача міцностних властивостей прських по-рід призводить до значної (більше 20%) погрішно-сті при оцінці напруженого стану газонасного по-родного масиву.

Джерела інформації

1 А.с. № 857464, Е 21 С 39/00 — СССР —  
Способ оценки напряженного состояния горных пород / Ф.А. Абрамов, В.С. Кулинич, Г.А. Шевелев, В.Ф. Лозовский, Ю.А. Герасименко — БИ — 1981

— № 31

2 Купинич В С , Шевелев Г А Использование  
гидравлического разрыва для изменения напря-

жений в массиве пород // Уголь Украины — 1986

— № 3 — С 11 - 13 (прототип)