



УКРАЇНА

(19) UA (11) 65155 (13) U
(51) МПК
E21D 11/14 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПІДТРИМАННЯ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

1

2

(21) u201106267

(22) 19.05.2011

(24) 25.11.2011

(46) 25.11.2011, Бюл.№ 22, 2011 р.

(72) СОЛОВІЙОВ ГЕННАДІЙ ІВАНОВИЧ, КАСЬЯ-
НЕНКО АНДРІЙ ЛЕОНІДОВИЧ

(73) ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІ-
ВЕРСИТЕТ

(57) 1. Спосіб підтримання гірничої виробки, що
включає встановлення перед зоною підвищеного гір-
ського тиску уздовж виробки на рамах основно-
го кріплення підсилювального кріплення шляхом
послідовного жорсткого з'єднання з кожною рамою
основного кріплення ланок, щонайменше однієї
повздожньої балки фасонного профілю й жорст-
кого з'єднання ланок повздожньої балки внапуск
між собою, який **відрізняється** тим, що підсилю-
вальне кріплення встановлюють з загальною жор-
сткістю, обумовленою наступною залежністю:

$G_{п.крп} = G_{осн.крп} (U_{факт.верт} / U_{пасп.верт}) K_{γН} K_{виг}$,

де $G_{п.крп}$ - загальна жорсткість підсилювального
кріплення, Н·м²;

$G_{осн.крп}$ - жорсткість основного кріплення, Н·м²;

$U_{факт.верт}$ - середнє значення фактичних вертикаль-
них зміщень основного кріплення по довжині ви-
робки, м;

$U_{пасп.верт}$ - конструктивна вертикальна податливість
основного кріплення виробки, м;

$K_{γН}$ - коефіцієнт, що характеризує напружено-
деформований стан вміщуючих порід по довжині
виробки, визначений за формулою:

$K_{γН} = K_{конц} γН / σ_{пор}$,

де $K_{конц}$ - коефіцієнт концентрації підвищеного гір-
ського тиску;

$γ$ - питома вага вміщуючих порід, Н/м³;

H - глибина розташування гірничої виробки, м;

$σ_{пор}$ - міцність вміщуючих порід, Н/м²;

$K_{виг}$ - коефіцієнт вигину основного кріплення під
дією підвищеного гірського тиску, визначений за
формулою:

$K_{виг} = Γ_{пасп} / Γ_{факт}$,

де $Γ_{пасп}$, $Γ_{факт}$ - радіуси кривизни рами основного
кріплення, відповідно паспортний і фактичний, м,
при цьому повздожню балку розташовують так,
щоб її поперечна вісь була симетрична вектору
максимального гірського тиску, а кількість повздо-
жніх балок вибирають із формули:

$N_{балок} = G_{п.крп} / G_{балки}$,

де $N_{балок}$ - кількість повздожніх балок, од.;

$G_{балки}$ - жорсткість однієї повздожньої балки, Н·м².

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при
виборі однієї повздожньої балки її розташовують
так, що її поперечна вісь збігається з вектором
максимального гірського тиску.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при
виборі парної кількості повздожніх балок їх роз-
ташовують попарно симетрично щодо вектора
максимального гірського тиску.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при
виборі непарної кількості повздожніх балок одну з
них розташовують так, що її поперечна вісь збіга-
ється з вектором максимального гірського тиску, а
інші балки розташовують попарно симетрично
щодо даного вектора.

Корисна модель належить до гірничої промис-
ловості й може бути використана для підтримання
гірничої виробки у зоні підвищеного гірського тис-
ку.

Відомий спосіб підтримання гірничої виробки
[SU, № 1411492 А1, кл. E21D11/14, опубл.
23.07.1988р.), що включає встановлення перед
основним кріпленням запобіжного кріплення, яке
складається з передньої й задньої секцій, рами

яких з'єднують двома суцільними повздожніми
балками, які жорстко закріплені на рамах перед-
ньої секції й вільно переміщуються в хомутах рам
задньої секції, останню раму якої жорстко з'єдну-
ють з першою рамою основного кріплення, при
цьому по мірі проведення гірничої виробки послі-
довно переміщують передню й задню секції з ві-
д'єднанням задньої секції від рами основного кріп-
лення, після цього в створеному незакріпленому

(13) U

(11) 65155

(19) UA

просторі встановлюють раму основного кріплення й з'єднують її з задньою секцією запобіжного кріплення.

Використання відомого способу підтримання гірничої виробки у зоні підвищеного гірського тиску неможливо без перекріплення виробки основним кріпленням за значних зміщень породного контуру.

Найбільш близьким аналогом запропонованої корисної моделі є спосіб підтримання гірничої виробки [Соловьев Г.И. Особенности физической модели самоорганизации боковых пород на контуре выемочной выработки при продольно-жестком усилении арочной крепи // Научно-технический журнал "Научный вестник НГУ". - Днепропетровськ, 2006. - №1. - С. 11-18], що включає встановлення перед зоною підвищеного гірського тиску уздовж виробки на рамах основного кріплення підсилювального кріплення шляхом послідовного жорсткого з'єднання з кожною рамою основного кріплення ланок щонайменше однієї повздовжньої балки фасонного профілю й жорсткого з'єднання ланок повздовжньої балки внапуск між собою, причому повздовжні балки розташовують по периметру симетрично вертикальній осі рами основного кріплення або симетрично нормалі нашаруванню порід покрівлі, а жорсткість повздовжньої балки підсилювального кріплення приймають рівною жорсткості основного кріплення.

Встановлення підсилювального кріплення із загальною жорсткістю, яка нерегламентована в залежності від параметрів напружено-деформованого стану вміщуючих порід, фактичних зміщень порід покрівлі та деформацій профілю елементів основного кріплення, а також місце розміщення повздовжніх балок приводить до значних зміщень породного контуру виробки. При цьому через нерівномірність зміщень вміщуючих порід по довжині виробки відбувається неузгодженість податливості основного кріплення з переважним напрямком зміщень вміщуючих порід. Це приводить до перекосу рам у поперечному перетині й у повздовжньому напрямку виробки, втраті режиму податливості основного кріплення й розриву замкових з'єднань, вигину верхняків і викривленню стояків рам основного кріплення під дією підвищеного гірського тиску, зсуву балок підсилювального кріплення по верхняку основного кріплення верхніми кінцями стояків з наступним скривленням і вигином балок у повздовжньому напрямку виробки, що порушує повздовжньо-жорсткий режим перерозподілу підвищеного навантаження між різнонавантаженими рамами основного кріплення. У результаті цього на окремих ділянках гірничої виробки відбувається руйнування рам основного кріплення з наступним обваленням порід покрівлі у порожнину виробки.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення способу підтримання гірничої виробки, в якому за рахунок встановлення підсилювального кріплення з регламентованими параметрами й місцем розташування по периметру рами основного кріплення відповідно параметрам напружено-деформованого стану вміщуючих порід забезпечується перерозподіл, вирівнювання й компенсація підвищеного навантаження на рами

основного кріплення по периметру і по довжині гірничої виробки, що призводить до зниження зміщень породного контуру виробки й зменшенню деформацій елементів основного кріплення.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі підтримання гірничої виробки, що включає встановлення перед зоною підвищеного гірського тиску уздовж виробки на рамах основного кріплення підсилювального кріплення шляхом послідовного жорсткого з'єднання з кожною рамою основного кріплення ланок, щонайменше однієї повздовжньої балки фасонного профілю й жорсткого з'єднання ланок повздовжньої балки внапуск між собою, відповідно корисної моделі підсилювальне кріплення встановлюють з загальною жорсткістю, обумовленою наступною залежністю:

$$G_{п.крп} = G_{осн.крп} (U_{факт.верт} / U_{пасп.верт}) K_{\gamma} K_{виг},$$

де $G_{п.крп}$ - загальна жорсткість підсилювального кріплення, Н·м²;

$G_{осн.крп}$ - жорсткість основного кріплення, Н·м²;

$U_{факт.верт}$ - середнє значення фактичних вертикальних зміщень основного кріплення по довжині виробки, м;

$U_{пасп.верт}$ - конструктивна вертикальна податливість основного кріплення виробки, м;

K_{γ} - коефіцієнт, що характеризує напружено-деформований стан вміщуючих порід по довжині виробки, визначений за формулою:

$$K_{\gamma} = K_{конц} \gamma / H / \sigma_{пор},$$

де $K_{конц}$ - коефіцієнт концентрації підвищеного гірського тиску;

γ - питома вага вміщуючих порід, Н/м³;

H - глибина розташування гірничої виробки, м;

$\sigma_{пор}$ - міцність вміщуючих порід, Н/м²;

$K_{виг}$ - коефіцієнт вигину основного кріплення під дією підвищеного гірського тиску, визначений за формулою:

$$K_{виг} = r_{пасп} / r_{факт},$$

де $r_{пасп}$, $r_{факт}$ - радіуси кривизни рами основного кріплення відповідно паспортний і фактичний, м, при цьому повздовжню балку розташовують так, щоб її поперечна вісь була симетрична вектору максимального гірського тиску, а кількість повздовжніх балок вибирають із формули:

$$N_{балок} = G_{п.крп} / G_{балки},$$

де $N_{балок}$ - кількість повздовжніх балок, од.;

$G_{балки}$ - жорсткість однієї повздовжньої балки, Н·м²;

Доцільно при виборі однієї повздовжньої балки розташовувати її так, щоб її поперечна вісь збігалася з вектором максимального гірського тиску.

Доцільно при виборі парної кількості повздовжніх балок розташовувати їх попарно симетрично щодо вектора максимального гірського тиску.

Доцільно при виборі непарної кількості повздовжніх балок одну з них розташовувати так, щоб її поперечна вісь збігалася з вектором максимального гірського тиску, а інші балки розташовувати попарно симетрично щодо даного вектора.

Суть способу пояснюється кресленнями, де на фіг.1 зображена схема встановлення підсилювального кріплення на рамах основного кріплення уздовж виробки; на фіг.2, 3, 4 схематично показане розташування в поперечному перерізі гірничої виробки відповідно однієї, двох і трьох балок.

Спосіб підтримання гірничої виробки здійснюють наступним чином.

Щоб встановити у гірничій виробці перед зоною підвищеного гірського тиску на рамах 1 основного кріплення підсилювальне кріплення 2 попередньо визначають її загальну жорсткість за наступною залежністю:

$$G_{п.крп} = G_{осн.крп} (U_{факт.верт} / U_{пасп.верт}) K_{\gamma H} K_{виг}.$$

Вхідні в пропоновану залежність $K_{\gamma H}$ - коефіцієнт, що характеризує напружено-деформований стан вміщуючих порід по довжині виробки, визначають за формулою: $K_{\gamma H} = K_{конц} \gamma H / \sigma_{пор}$, та $K_{виг}$ - коефіцієнт вигину основного кріплення під дією підвищеного гірського тиску, визначають за формулою: $K_{виг} = \Gamma_{пасп} / \Gamma_{факт}$.

Вхідні змінні параметри, що включені в залежність ($U_{факт.верт}$, $K_{конц}$, H , $\Gamma_{факт}$, γ , $\sigma_{пор}$) визначають натурно-досвідним шляхом у виробках, а постійні параметри ($G_{осн.крп}$, $G_{балки}$, $U_{пасп.верт}$, $\Gamma_{пасп}$) визначають по довідковій літературі.

Для повздовжньої балки використовують ланки фасонного профілю (двотавр, швелер, коритоподібний взаємозамінний шахтний профіль та ін.) з конструкційних марок сталі довжиною 4-8 м, обумовленою можливістю їхнього транспортування по гірничих виробках до місця встановлення. Потім вибирають кількість повздовжніх балок за формулою:

$$N_{балок} = G_{п.крп} / G_{балки}.$$

Вектор максимального гірського тиску визначають дослідним шляхом по величині середніх зміщень вміщуючих порід, обмірюваних у гірничій виробці.

Потім здійснюють встановлення підсилювального кріплення на рамах основного кріплення. Для цього кожен з ланок повздовжньої балки жорстко з'єднують з кожною рамою основного кріплення за допомогою, наприклад хомутів, гаків, болтових з'єднань та ін. так, щоб поперечна вісь повздовжньої балки була симетрична вектору максимального гірського тиску. Ланки повздовжньої балки жорстко з'єднують внапуск між собою на 0,4-0,6 м за допомогою хомутів.

При цьому залежно від обраної кількості балок їх розташовують на рамі основного кріплення наступним чином.

Одну повздовжню балку (фіг.2) розташовують на рамах основного кріплення так, щоб її поперечна вісь збігалася з вектором максимального гірського тиску.

Парну кількість повздовжніх балок, наприклад дві (фіг.3), розташовують на рамах основного кріплення попарно симетрично щодо вектора максимального гірського тиску.

При непарній кількості повздовжніх балок, наприклад три (фіг.4), одну балку, розташовують так, що її поперечна вісь збігається з вектором максимального гірського тиску, а інші балки розташовують попарно симетрично щодо даного вектора.

Встановлення підсилювального кріплення за пропонованими регламентованими параметрами забезпечує перерозподіл, вирівнювання й компенсацію підвищеного навантаження на рами основного кріплення по периметру і по довжині гірничої виробки, що призводить до узгодження поздовж-

ньо-жорсткого режиму перерозподілу підвищеного навантаження між різнонавантаженими рамами основного кріплення, а саме, до збігу напрямку податливості рам основного кріплення з напрямком переважних зміщень вміщуючих порід, зниженню підвищених й нерівномірних зміщень породного контуру виробки, вирівнюванню швидкості деформування вміщуючих порід на сусідніх рамах основного кріплення та зменшенню величини деформацій елементів основного кріплення.

Приклад.

Реалізацію способу підтримання гірничої виробки проводили у конвеєрному штреку в умовах шахти ім. М.І. Калініна на глибині 1260 м, де за допомогою візуально-інструментальних спостережень визначали напружено-деформований стан вміщуючих порід.

За результатами проведених досліджень були встановлені величина й напрямок зміщень елементів основного кріплення гірничої виробки в зоні підвищеного гірського тиску, що дозволило встановити напрямок і величину вектора максимального гірського тиску на рами основного кріплення по периметру і по довжині гірничої виробки.

Загальну жорсткість підсилювального кріплення визначали за пропонованою залежністю з урахуванням наступних параметрів: $H=1260$ м; тип основного кріплення КМП-А5/16,1; $U_{пасп.верт} = 1000$ мм; $\Gamma_{пасп} = 2,62$ м; $G_{осн.крп} = 6 \cdot 10^6$ Н·м²; $U_{факт.верт} = 1800$ мм; $\Gamma_{факт} = 2,40$ м; $K_{виг} = 2,62/2,40 = 1,09$; $\gamma = 24525$ Н/м³; $\sigma_{пор} = 48 \cdot 10^6$ Н/м²; $K_{конц} = 1,5$; $K_{\gamma H} = 1,5 \cdot 24525 \cdot 1260 / 48 \cdot 10^6 = 0,97$; $G_{балки} = 6 \cdot 10^6$ Н·м².

Загальну жорсткість підсилювального кріплення визначали за формулою:

$$G_{п.крп} = 6 \cdot 10^6 \cdot (1800/1000) \cdot 0,97 \cdot 1,09 = 11,42 \cdot 10^6 \text{ Н·м}^2.$$

Кількість повздовжніх балок підсилювального кріплення вибирали за формулою:

$$N_{балок} = 11,42 \cdot 10^6 / 6 \cdot 10^6 = 1,9.$$

Вибрали 2 балки.

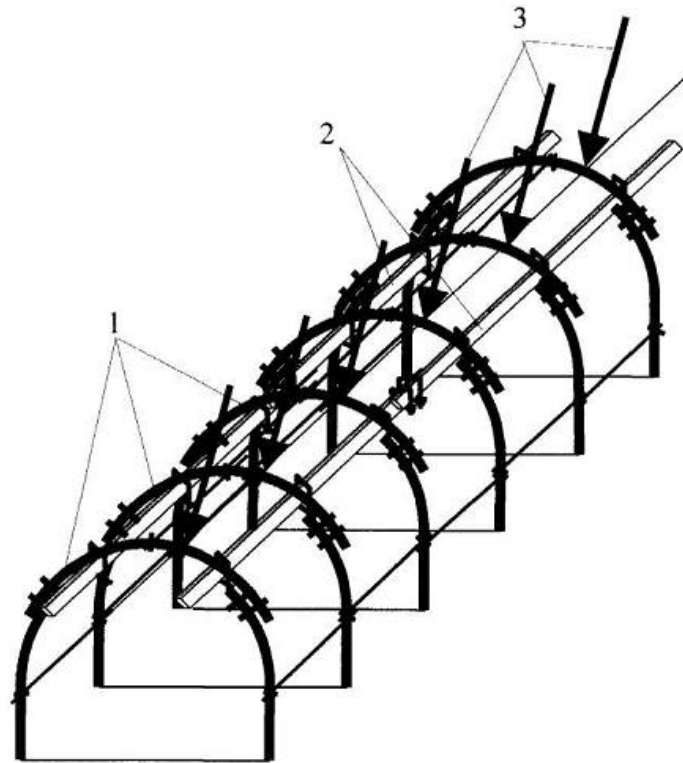
Після цього у прохідницькому вибої конвеєрного штреку перед зоною підвищеного гірського тиску встановлювали підсилювальне кріплення на рамах основного кріплення, кожна з яких складалася з одного верхняка й двох стояків, з'єднаних між собою внапуск на 0,4 м двома симетрично розташованими на ділянці напуску хомутами. Підсилювальне кріплення уявляло собою дві повздовжні балки з ланок коритоподібного взаємозамінного шахтного профілю довжиною 4,5 м, які жорстко з'єднували гаками з кожною рамою основного кріплення, а ланки жорстко з'єднували між собою внапуск на 0,5 м двома хомутами.

Обидві балки підсилювального кріплення розташовували на основному кріпленні попарно симетрично щодо вектора максимального гірського тиску на відстані, рівній 1,0 м від нього.

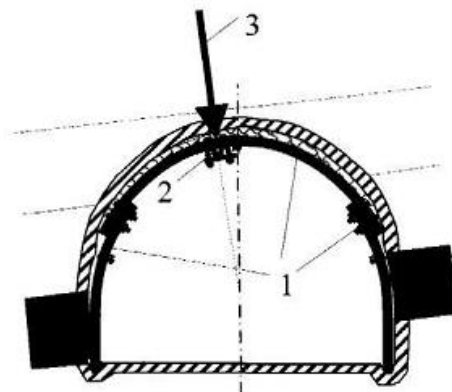
Реалізація пропонованого способу в порівнянні з найближчим аналогом показала, що величина зміщень породного контуру виробки була знижена на сполученні з лавою в середньому на 0,8 м (в 1,3 рази), а на відстані 120 м за лавою - на 1,5 м (в 1,2 рази). При цьому візуально-інструментальними спостереженнями встановлено, що узгодженість напрямів основних зміщень бічних порід з подат-

ливістю основного кріплення зменшило деформації елементів основного кріплення в цілому на 55 % у поперечному перетині та по довжині виробки, а саме вигини верхняків на 35 %, викривлення

та перекося стояків на 40 % та зменшило зсуви балок підсилювального кріплення в цілому на 50 % по всій ділянці гірничої виробки посиленою підсилювальним кріпленням.



Фиг. 1



Фиг. 2

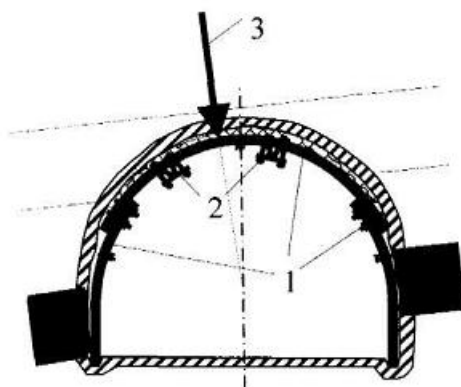


Fig. 3

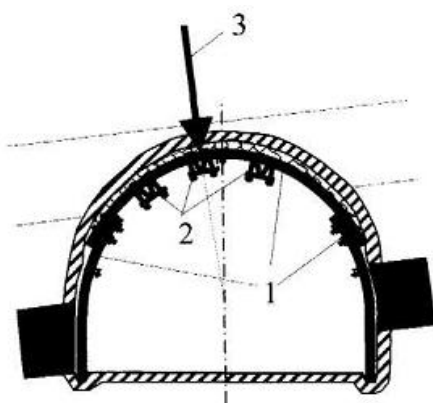


Fig. 4