



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **99059**

(13) **C2**

(51) МПК

E21D 11/14 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: **а 2011 06126**

(22) Дата подання заявки: **16.05.2011**

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: **10.07.2012**

(41) Публікація відомостей
про заяву: **27.02.2012, Бюл.№ 4**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.07.2012, Бюл.№ 13**

(72) Винахідник(и):

**Соловйов Геннадій Іванович (UA),
Касьяненко Андрій Леонідович (UA)**

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ
ЗАКЛАД ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Артема, 58, м. Донецьк, 83001 (UA)**

(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:
Соловьев Г. И. Особенности физической
модели самоорганизации боковых пород на
контуре выемочной выработки при
продольно-жестком усилении арокной
крепии // Научно-технический журнал
«Научный вестник НГУ». - Днепропетровск,
2006. - № 1. - С. 11-18
SU 1411492 A1, 23.07.1988
SU 1532715 A1, 30.12.1989
UA 14541 U, 15.05.2006
SU 878949 A1, 30.01.1980
DE 1014053 B, 22.08.1957

(54) СПОСІБ ПІДТРИМАННЯ ГІРНИЧОЇ ВИРОБКИ

(57) Реферат:

Спосіб підтримання гірничої виробки 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 щонайменш однієї повздовжньої балки фасонного профілю й жорсткого з'єднання ланок повздовжньої балки внапусток між собою. Підсилювальне кріплення встановлюють з визначеною загальною жорсткістю. Повздовжню балку розташовують так, щоб її поперечна вісь була симетрична вектору максимального гірського тиску. Кількість повздовжніх балок визначають із формули.

UA 99059 C2

Винахід належить до гірничої промисловості й може бути використаний для підтримання гірничої виробки у зоні підвищеного гірського тиску.

Відомий спосіб підтримання гірничої виробки (SU 1411492 A1, E21D 11/14, публ. 23.07.1988), що включає встановлення перед основним кріпленням запобіжного кріплення, яке складається з передньої й задньої секцій, рами яких з'єднують двома цільними повздовжніми балками, які жорстко закріплені на рамах передньої секції й вільно переміщаються в хомутах рам задньої секції, останню раму якої жорстко з'єднують з першою рамою основного кріплення, при цьому у міру проведення гірничої виробки послідовно переміщують передню й задню секції з від'єднанням задньої секції від рами основного кріплення, після цього в створеному незакріпленому 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 пропонованого винаходу є спосіб підтримання гірничої виробки (Соловьев Г. И. Особенности физической модели самоорганизации боковых пород на контуре выемочной выработки при продольно-жестком усилении арокной крепи // Научно-технический журнал "Научный вестник НГУ". - Днепропетровск, 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 внапусток між собою, причому повздовжні балки розташовують по периметру симетрично вертикальної 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 перерізі й у повздовжньому напрямку виробки, втраті режиму податливості основного кріплення й розриву замкових з'єднань, вигину верхняків и 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 винаходу 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 внапусток між собою, відповідно до винаходу, 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, $H \cdot m^2$;

$G_{осн.крп}$ - жорсткість основного кріплення, $H \cdot m^2$;

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

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

5 $k_{\gamma H}$ - коефіцієнт, що характеризує напружено-деформований стан вміщуючих порід по довжині виробки, визначений за формулою:

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

де $k_{\text{конц}}$ - коефіцієнт концентрації підвищеного гірського тиску;

γ - питома вага вміщуючих порід, Н/м³;

H - глибина розташування гірничої виробки, м;

10 $\sigma_{\text{пор}}$ - міцність вміщуючих порід, Н/м²;

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

$$k_{\text{виг}} = r_{\text{пасп}} / r_{\text{факт}},$$

15 де $r_{\text{пасп}}, r_{\text{факт}}$ - 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:

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

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

20 $G_{\text{балки}}$ - жорсткість однієї повздовжньої балки, Н·м².

Доцільно при виборі однієї повздовжньої балки розташовувати її так, що 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.

25 Доцільно при виборі непарної кількості повздовжніх балок, одну з них розташовувати так, що 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:

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

$k_{\gamma H}$ - коефіцієнт, що характеризує напружено-деформований стан вміщуючих порід по довжині виробки, визначають за формулою: $k_{\gamma H} = k_{\text{конц}} \gamma H / \sigma_{\text{пор}},$

$k_{\text{виг}}$ - коефіцієнт вигину основного кріплення під дією підвищеного гірського тиску, визначають за формулою: $k_{\text{виг}} = r_{\text{пасп}} / r_{\text{факт}}.$

Змінні параметри, що включені в залежність $(U_{\text{факт.верт}}, k_{\text{конц}}, H, r_{\text{факт}}, \gamma, \sigma_{\text{пор}})$ визначають натурно-досвідним шляхом у виробках, а постійні параметри $(G_{\text{осн.крп}}, G_{\text{балки}}, U_{\text{пасп.верт}}, r_{\text{пасп}})$ визначають по довідковій літературі.

45 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:

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

Вектор максимального гірського тиску визначають дослідним шляхом по величині середніх зміщень вміщуючих порід, обмірюваних у гірничий 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, що поперечна вісь повздовжньої балки була симетрична вектору максимального гірського тиску. Ланки повздовжньої балки жорстко з'єднують внапусток між собою на 0,4-0,6 м, за допомогою хомутів.

При цьому залежно від вибраної кількості балок їх розташовують на рамі основного кріплення так.

Одну повздовжню балку (фіг. 2) розташовують на рамах основного кріплення так, що 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 приводить до узгодженню повздовжньо-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: $H = 1260 \text{ м}$; тип основного кріплення КМП-А5/16,1; $U_{\text{пасп.верт}} = 1000 \text{ мм}$; $r_{\text{пасп}} = 2,62 \text{ м}$; $G_{\text{осн.крп}} = 6 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$; $U_{\text{факт.верт.}} = 1800 \text{ мм}$; $r_{\text{факт}} = 2,40 \text{ м}$; $k_{\text{виг}} = 2,62/2,40 = 1,09$; $\gamma = 24525 \text{ Н/м}^3$; $\sigma_{\text{пор}} = 48 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$; $k_{\text{конц}} = 1,5$; $k_{\gamma H} = 1,5 \cdot 24525 \cdot 1260 / 48 \cdot 10^6 = 0,97$; $G_{\text{балки}} = 6 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$.

Загальну жорсткість підсилювального кріплення визначали за формулою:

$$G_{\text{п.крп}} = 6 \cdot 10^6 \cdot (1800/1000) \cdot 0,97 \cdot 1,09 = 1142 \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$$

Кількість повздовжніх балок підсилювального кріплення вибирали за формулою:

$$N_{\text{балок}} = 1142 \cdot 10^6 / 6 \cdot 10^6 = 1,9.$$

Вибрали 2 балки.

Після цього у прохідницькому вибою 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 внапусток на 0,4 м двома симетрично розташованими на ділянці напустку хомутами. Підсилювальне кріплення являло 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 внапусток 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 разу), а на відстані 120 м за лавою - на 1,5 м (в 1,2 разу). При цьому візуально-інструментальними спостереженнями встановлено, що узгодженість напрямів основних зміщень бічних порід з податливістю основного кріплення зменшило деформації елементів основного кріплення в цілому на 55 % у поперечному перерізі 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, посиленої підсилювальним кріпленням.

5

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб 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 щонайменш однієї повздовжньої балки фасонного профілю й жорсткого з'єднання ланок повздовжньої балки внапусток між собою, який **відрізняється** тим, що підсилювальне кріплення встановлюють з загальною жорсткістю, обумовленою наступною залежністю:

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

де $G_{п.крп}$ - загальна жорсткість підсилювального кріплення, $H \cdot m^2$;

- 15 $G_{осн.крп}$ - жорсткість основного кріплення, $H \cdot m^2$;

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

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

- 20 $k_{\gamma H}$ - коефіцієнт, що характеризує напружено-деформований стан вміщуючих порід по довжині виробки, визначений за формулою:

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

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

γ - питома вага вміщуючих порід, H/m^3 ;

H - глибина розташування гірничої виробки, м;

- 25 $\sigma_{пор}$ - міцність вміщуючих порід, H/m^2 ;

$k_{виг}$ - 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,

- 30 при цьому повздовжню балку розташовують так, щоб її поперечна вісь була симетрична вектору максимального гірського тиску, а кількість повздовжніх балок визначають із формули:

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

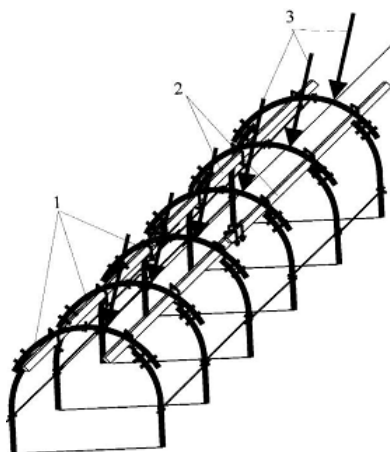
де $N_{балок}$ - кількість повздовжніх балок, од.;

$G_{балки}$ - жорсткість однієї повздовжньої балки, $H \cdot m^2$.

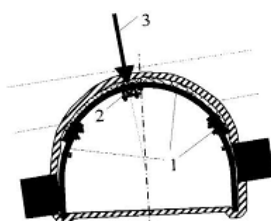
- 35 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при виборі однієї повздовжньої балки, її розташовують так, що її поперечна вісь збігається з вектором максимального гірського тиску.

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

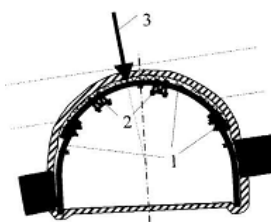
- 40 4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що при виборі непарної кількості повздовжніх балок, одну з них розташовують так, що її поперечна вісь збігається з вектором максимального гірського тиску, а інші балки розташовують попарно симетрично щодо даного вектора.



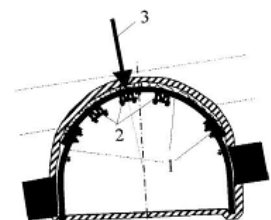
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Купенко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601