



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **95903** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
G01N 3/00
E02D 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 08226	(72) Винахідник(и): Бабіюк Геннадій Васильович (UA), Пунтус Володимир Федорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 21.07.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.01.2015	(73) Власник(и): ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Леніна, 16, м. Алчевськ, Луганська обл., 94204 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.01.2015, Бюл.№ 1	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ГІРСЬКИХ ПОРІД

(57) Реферат:

Спосіб визначення механічних показників гірських порід включає до свого складу буріння шпурів для розміщення анкерів у масиві гірських порід. Бурове обладнання для збирання даних про механічні показники породи безпосередньо у процесі виконання операції буріння шпура оснащують вимірювальним блоком, мікроконтролером первинної обробки інформації та радіомодемом. Отримані дані перетворюють у цифровий електричний сигнал та передають по каналах безпроводного зв'язку на пункт приймання інформації, де у режимі реального часу за допомогою комп'ютера отримують залежність швидкості буріння від величини осьового навантаження при фіксованій швидкості обертання бурового інструмента.

UA 95903 U

Корисна модель належить до способів оперативного визначення механічних властивостей гірських порід безпосередньо у польових умовах і може бути використана під час кріплення виробок анкерами.

Відомий спосіб одержування оперативної інформації про міцності та деформаційні властивості гірських порід шляхом експрес-випробувань кернів, які отримують під час буріння шпурів, за допомогою переносних приборів [Ильницкая и др. Свойства горных пород и методы их определения. - М.: Недра, 1969. - 147 с.].

Недоліком цього способу є те, що він не відповідає сучасним вимогам до визначення параметрів анкерного кріплення гірничих виробок під час підземного видобування вугілля, а саме: наявності детальної й достовірної інформації про механічні властивості гірських порід під час спорудження виробок для прийняття рішень стосовно анкерування неоднорідних та нестійких породних масивів; мінімальної вартості випробувань та геомеханічної інформації; можливості оперативного (своєчасного) отримання інформації безпосередньо у процесі ведення гірничопрохідницьких робіт; технологічності і малої трудомісткості одержування інформації; відповідності робіт із кріплення виробок анкерами й визначення механічних показників порід, що анкеруються, за їх продуктивністю; можливості автоматизації робіт із визначення механічних показників.

Відомий також спосіб визначення механічних показників гірських порід, який реалізується за допомогою пристрою, що має циліндричний корпус, пуансон з плоским торцем, котрий розміщують у свердловині перпендикулярно до її вісі та вимірювач зусилля. Випробовування здійснюються методом навантажування стінки свердловини зосередженим навантаженням на різних відстанях від контуру виробки. Міцність порід на стиснення визначають за допомогою статистичної залежності між зусиллям вдавлювання штамп, глибиною його проникнення у породу та площею поверхні торця пуансону. [Широков А.П. Анкерная крепь в горнодобывающей промышленности. - Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1973. - 150 с.].

Цей метод визначення міцності гірських порід і прилад (ПГМ 1 і ПГМ 2) для його реалізації не знайшов широкого застосування внаслідок його нетехнологічності. Конструктивне виконання приладу вимагало буріння додаткових свердловин діаметром 100 мм та обмежувало випробовування висотою виробки. Реєстрація надлишкового тиску масла на виході із насоса й глибини проникнення пуансона у стінку свердловини велася візуально.

Відомий також спосіб визначення механічних показників гірських порід за допомогою пристрою, який з метою розширення можливостей випробовування породи як статичним, так і динамічним навантаженням, обладнаний двома гідроциліндрами, що встановлені всередині корпусу паралельно пуансону [А.С. СССР № 1712604, МПК E21C 39/00, опубл. 15.02.92. Бюл. № 6].

Однак цей спосіб має ті ж недоліки що й попередній, та ще складнішу конструкцію.

Відомий також спосіб визначення механічних показників гірських порід, який реалізується за допомогою пристрою для визначення властивостей гірських порід у свердловинах навколо виробки (пінометра). Пристрій має вимірювальну головку, яка з'єднана рукавами з ручним насосом. Головка включає циліндричний корпус та з'єднаний з поршнем гідроциліндра пуансон, що взаємодіє зі штоком вимірювача лінійних переміщень поршня. Торець поршня гідроциліндра виконаний конусним і з'єднаний з оптичним датчиком лінійних переміщень, який розташований у вимірювальній головці. У циліндричному корпусі вимірювальної головки виконане гніздо, в котре вмонтований фотоупругий тензодатчик тиску, що взаємодіє з каналом підводу надлишкового тиску робочої рідини до поршневої порожнини гідроциліндра. В пінометрі як джерело живлення використаний шахтний акумулятор, у кришку якого вмонтований блок керування. Плата управління включає мікропроцесор, аналогово-цифровий перетворювач з фільтром низьких частот, формувач сигналів лінійних переміщень, супервізор живлення, прийомопередавач, програмований та запам'ятовуючий пристрій, рідинно-кристалічний дисплей, перетворювачі. За результатами втискування штамп у стінку свердловини отримують діаграму "навантаження - переміщення", з використанням якої визначають межу міцності, межу текучості, модуль пружності та інші механічні показники [Патент № 2230904 РФ, МПК E21C 39/00, опубл. 20.06.2004.].

За допомогою цього пінометра реалізується свердловинний експрес-метод визначення міцнісних і деформаційних властивостей порід масиву безпосередньо у шпурах діаметром 42-44 мм, що призначаються для встановлення анкерів. Але він не відповідає вимозі стосовно продуктивності збирання даних, бо лише на один вимір витрачається 3 хвилини. Тому під час анкерування порід будуть значні витрати часу на вимірювання і визначення показників. Крім цього, зараз при кріпленні виробок сталевими полімерними анкерами використовуються шпури меншого діаметру.

Відомий спосіб визначення міцності гірських порід і пристрій для його реалізації, який полягає в дії на гірську породу руйнуючим навантаженням від індентора, що обертається. У процесі руйнувань гірської породи одночасно вимірюють потужність акустичних коливань у привибійній зоні у діапазоні частот 7-20 кГц і швидкість відносного переміщення індентора і гірської породи, визначають показник міцності гірської породи у вигляді питомої акустичної енергії, яка виділяється під час руйнування, шляхом ділення потужності акустичних коливань на швидкість відносного переміщення індентора і гірської породи. При цьому пристрій для визначення міцності гірської породи має навантажуючий блок, який виконаний у вигляді алмазного круга і встановлений на шпинделі, що з'єднаний за допомогою передаточного механізму з привідним двигуном і переміщується по направляючій перпендикулярно до вісі обертання алмазного круга, і датчиком акустичних коливань, що встановлюється у привибійній зоні [Патент № 2204121 РФ, МПК G01N 3/40, опубл. 10.05.2003.].

Недоліком цього способу є те, що він призначається для випробувань не в масиві порід, а на породних зразках у лабораторних умовах. Крім цього з його допомогою визначають питому акустичну енергію, яка виділяється під час руйнування порід, а не міцність породи, що використовується для визначення параметрів анкерів.

Також відомий спосіб для визначення міцності (твердості) гірських порід у масиві і пристрій для його реалізації, який включає гвинтову бурову штангу з різцем, механізм обертання і подачі на вибій шпура, величина якої реєструється вимірюючим вузлом. Вимірюючий вузол для цього включає чуттєвий динамометр, який встановлено у обоймі з направляючими, причому обойма кріпиться до опорної балки. Для закріплення пристрою в породах використовуються дві паралельні тяги, які прикріплюються до анкерів стопорними болтами, що регулюють відстань від опорної балки до масиву, [Патент № 2303251 РФ, МПК G01N 3/00, E02D 1/00, опубл. 20.07.2007.].

Недоліком способу є значні витрати часу на закріплення пристрою за допомогою додаткових анкерів.

Найбільш близьким за сукупністю суттєвих признаков до способу, що заявляється, є спосіб визначення категорії вугілля та породи для нормування бурових робіт, що включає буріння шпурів, хронометражні спостереження за роботою машин і механізмів в підготовчих виробках і за виділеними для керування ними робітниками з метою фіксації сумарного чистого часу (в хвиликах) виконання основної роботи за зміну та відповідних їм сумарних обсягів робіт (у шпурометрах), що виконані за час спостереження, визначення середнього часу буріння 1 м шпура (швидкості буріння) та категорії гірських порід за буримістю відповідно до класифікації [Єдині норми виробітку на гірничопідготовчі роботи для вугільних шахт. - К.: Міністерство палива та енергетики України, 2004. - 302 с.].

Недоліки цього способу полягають у тому, що він не дозволяє отримувати оперативну інформацію про міцності властивості порід та не відповідає вимогам стосовно технологічності, трудомісткості, продуктивності й можливості автоматизації і комп'ютеризації робіт з анкерування порід сучасними засобами.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого способу визначення механічних показників гірських порід під час буріння шпура, який дозволяє за рахунок фіксації даних безпосередньо під час буріння шпурів для встановлення анкерів та відмови від додаткових трудомістких випробувань порід підвищити інформативність і вірогідність контролю стану порід, зменшити витрати, отримати своєчасну інформацію для прийняття рішень стосовно анкерування у процесі буріння шпурів в режимі реального часу, а також забезпечити автоматизований режим вимірювання, застосувати ІТ-технології та впровадити оперативну діагностику стану породного масиву з метою керування гірничопрохідницькими роботами та управління геомеханічними процесами й надійністю гірничих виробок.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі визначення механічних показників гірських порід, що включає буріння шпурів для розміщення анкерів у масиві гірських порід, згідно з корисною моделлю, бурове обладнання для збирання даних про механічні показники породи безпосередньо у процесі виконання операції буріння шпура оснащують вимірювальним блоком, мікроконтролером первинної обробки інформації та радіомодемом, за допомогою яких фіксують зусилля подачі та число обертів бурового інструмента, які відповідають режиму стабільного об'ємного руйнування породи, та через фіксовані проміжки часу вимірюють переміщення податчика у глибину масиву, отримані дані перетворюють у цифровий електричний сигнал та передають по каналах безпроводного зв'язку на пункт приймання інформації, де у режимі реального часу за допомогою комп'ютера отримують залежність швидкості буріння від величини осьового навантаження при фіксованій швидкості обертання бурового інструмента та визначають за допомогою статистичних залежностей сукупність

потрібних механічних показників породи на різних відстанях від контуру виробки, яка включає щонайменше показники міцності породи на стиснення та розтягнення.

Крім цього показник міцності породи на стиснення визначають за формулою:

$$\sigma_c = 296,91 - 1,428 \cdot V_M + 0,0018 \cdot V_M^2,$$

5 де V_M - швидкість буріння, мм/хв.

Крім цього показник міцності породи на розтягнення визначають за формулою:

$$\sigma_p = 90,5 \cdot V_M^{-0,456} - 0,015 \cdot V_M.$$

10 Спосіб пояснюється за допомогою креслення, де зображена принципова схема визначення механічних показників порід безпосередньо у процесі виконання операції буріння протяжної частини шпура та передавання інформації по каналах безпроводного зв'язку на пункт прийому інформації.

15 Спосіб реалізується наступним чином. У виробці, виходячи з паспорту її кріплення, бурять шпури 1 для встановлення анкерів й одночасно випробовують гірські породи. Для цього з метою збирання даних про механічні показники породи безпосередньо у процесі виконання операції буріння протяжної частини шпура 1 бурове обладнання 2 оснащують вимірювальним блоком 3, а роботи з руйнування породи буровим інструментом 4 виконують у заданому режимі.

20 При механічних способах руйнування порід (обертальному, та обертально-ударному) під час їх буріння основна частина енергії витрачається на заглиблення породоруйнуючого інструмента 4 в породу. При цьому тиск, що здійснюється на вибір шпура (свердловини), визначається величиною осьового зусилля F і значенням контактної площі S інструмента 4 (різець, коронка, долото), що використовується. У процесі буріння під час зміни контактної тиску $P_k = F/S$, який пропорційно залежить від осьової сили й обернено пропорційно від зміни площі контакту внаслідок затуплення ріжучого інструмента 4, руйнування на поверхні вибою можливе за трьома наступними варіантами:

- 25 а) контактний тиск більше або дорівнює твердості породи ($P_k \geq T$) - об'ємне руйнування;
- б) контактний тиск менше твердості породи ($P_k < T$) - втомно-об'ємне руйнування внаслідок багатократної дії інструмента 4 на одну й ту ж ділянку вибою;
- в) контактний тиск багато менше твердості породи ($P_k \ll T$) - поверхневе руйнування в результаті стираючої дії інструмента 4.

30 Найбільш ефективним є руйнування, що здійснюється у разі виконання першої умови. Тому випробовування проводять під час буріння шпура 1 у режимі об'ємного руйнування. При цьому за допомогою вимірювального блока 3 фіксують зусилля F та число обертів бурового інструмента n (швидкість обертання буру), та через фіксовані проміжки часу вимірюють лінійні переміщення податчика у глибину масиву. Отримані дані за допомогою універсальних мікропроцесорних пристроїв, що входять до складу автоматизованої системи геоконтролю масиву гірських порід, проходять попередню обробку, перетворюються у електричний сигнал, запам'ятовуються і підготовлюються для передачі по каналах безпроводного зв'язку на пункт приймання інформації, що розташовується на поверхні шахти.

40 Введення мікроконтролера у пристрій первинної обробки інформації 5 дозволяє досить гнучко (програмним способом) давати команди для спрацювання датчиків та передачі за допомогою радіомодема 6 параметра гірського масиву, що контролюється, в телекомунікаційну систему 7 гірничого підприємства. Радіомодем 6 дозволяє передавати інформацію як з мікроконтролера при "зчитуванні" її в телекомунікаційну систему 7, так і в мікроконтролер при "запиті" параметра, що контролюється, або при програмному дистанційному керуванні випробуваннями.

50 У диспетчерський у режимі реального часу за допомогою комп'ютера 8 отримують залежність механічної швидкості буріння V_M від величини осьового зусилля F (контактного тиску P_k) при фіксованій швидкості обертання бурового інструмента, та відповідну їй діаграму "навантаження переміщення", яку отримують, наприклад, за результатами утискування штампа у торець породного зразка або бокову поверхню шпура. Ця діаграма корелює із залежністю $V_M = f(F)$ та дозволяє оцінювати на різних відстанях від контуру виробки механічні показники порід, а саме: межу міцності, твердість, коефіцієнт пластичності, модуль пружності, тощо.

За результатами вимірювань показник міцності породи на стиснення визначають за формулою:

55
$$\sigma_c = 296,91 - 1,428 \cdot V_M + 0,0018 \cdot V_M^2,$$

а показник міцності породи на розтягнення за формулою:

$$\sigma_p = 90,5 \cdot V_M^{-0,456} - 0,015 \cdot V_M,$$

де V_M - швидкість буріння, мм/хв.

Таким чином, безпосередньо під час буріння шпурів реалізується експрес-метод визначення міцнісних і деформаційних властивостей порід приконтурного масиву. Основна цінність цього способу полягає у отриманні масової (доступної для більшості служб шахт) інформації про механічні показники порід навколо виробки на різних відстанях від контуру у натурних умовах.

Цей спосіб дозволяє у автоматичному режимі визначати параметри анкерного кріплення у відповідності до реальних випробувань порід на місті встановлення анкерів. Він суттєво спрощує процедуру механічних випробувань гірських порід, дає економію витрат часу і праці й дозволяє приймати оперативні рішення з кріплення виробок за наслідками випробувань. Все це у сукупності дає змогу зробити висновок, що завдання стосовно створення такого способу визначення механічних показників гірських порід, який дозволяє за рахунок оцінювання показників безпосередньо під час буріння шпурів для анкерів та відмови від додаткових трудомістких випробувань порід підвищити інформативність і вірогідність контролю стану порід, зменшити витрати, забезпечити оперативність під час прийняття технологічних рішень, а також впровадити автоматичний режим вимірювання і ІТ-технології у практику спорудження гірничих виробок можна вважати виконаним.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб визначення механічних показників гірських порід, що включає до свого складу буріння шпурів для розміщення анкерів у масиві гірських порід, який **відрізняється** тим, що бурове обладнання для збирання даних про механічні показники породи безпосередньо у процесі виконання операції буріння шпура оснащують вимірювальним блоком, мікроконтролером первинної обробки інформації та радіомодемом, за допомогою яких фіксують зусилля подачі та число обертів бурового інструмента, які відповідають режиму стабільного об'ємного руйнування породи, та через фіксовані проміжки часу вимірюють лінійні переміщення податчика у глибину масиву, отримані дані перетворюють у цифровий електричний сигнал та передають по каналах безпроводного зв'язку на пункт приймання інформації, де у режимі реального часу за допомогою комп'ютера отримують залежність швидкості буріння від величини осьового навантаження при фіксованій швидкості обертання, бурового інструмента та визначають за допомогою статистичних залежностей сукупність потрібних механічних показників породи на різних відстанях від контуру виробки, яка включає щонайменше показники міцності породи на стиснення та розтягнення.

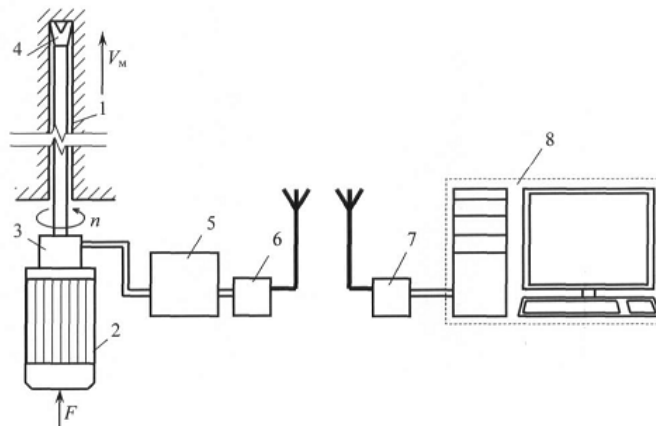
2. Спосіб визначення механічних показників гірських порід за п. 1, який **відрізняється** тим, що показник міцності породи на стиснення визначають за формулою:

$$\sigma_c = 296,91 - 1,428 \cdot V_M + 0,0018 \cdot V_M^2,$$

де V_M - швидкість буріння, мм/хв.

3. Спосіб визначення механічних показників гірських порід за п. 1, який **відрізняється** тим, що показник міцності породи на розтягнення визначають за формулою:

$$\sigma_p = 90,5 \cdot V_M^{-0,456} - 0,015 \cdot V_M.$$



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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