



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17924 (13) U  
(51) МПК (2006)  
E21F 5/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) СПОСІБ ЗАПОБІГАННЯ ВИКИДАМ ВУГІЛЛЯ ТА ГАЗУ

1

(21) u200604555

(22) 25.04.2006

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Коптиков Віктор Павлович, Бокій Борис Всеволодович, Колчин Геннадій Іванович, Бабенко Ігор Валентинович, Никифоров Олексій Вікторович, Мусатова Наталія Леонідівна, Богоудінов Руслан Мухаметович

(73) ДЕРЖАВНИЙ МАКІЇВСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ З БЕЗПЕКИ РОБІТ У ГІРНИЧІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

(57) Спосіб запобігання раптовим викидам вугілля та газу, який полягає в бурінні випереджальних свердловин поперед вибою виробки, визначенні енергії акустичного сигналу в процесі буріння, визначенні в рівновеликих інтервалах коефіцієнта привантаження, що відповідає відношенню макси-

2

мального значення енергії до його значення в наступних інтервалах буріння, порівнянні цих значень із критичним і визначенні величини незнижуваного випередження, який **відрізняється** тим, що коефіцієнт привантаження визначають роздільно для інтервалу свердловини довжиною до 20 м і більше 20 м, незнижуване випередження приймають рівним не менше відстані до першого максимального значення коефіцієнта привантаження, а довжину свердловини приймають більше подвоєної величини незнижуваного випередження, причому, якщо в процесі буріння якої-небудь свердловини коефіцієнт привантаження перевищив критичний рівень, буріння припиняють, бурять сусідні свердловини до зменшення коефіцієнта привантаження нижче критичного рівня, а потім добурюють припинену свердловину до проектної глибини.

Запропоноване технічне рішення належить до гірничої промисловості й може бути використане під час розроблення вугільних пластів, схильних до газодинамічних явищ.

Відомий спосіб боротьби з викидами вугілля та газу, що полягає в бурінні випереджальних свердловин по ходу руху вибою [див. "Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, склонных по внезапным выбросам угля, породы и газа", ИГД им. А. А. Скочинского, М., 1989.-191 с].

Недоліком способу є відсутність контролю процесу буріння свердловин, що спричиняє виникненню викидів вугілля та газу під час буріння й, як наслідок, виключення цього способу боротьби з газодинамічними явищами із практики ведення гірничих робіт на викидонебезпечних пластах.

Відомий також спосіб попередження викидів вугілля та газу, що полягає в такому. У очисному або підготовчому вибої бурять випереджальні свердловини малого діаметра. У процесі буріння визначають у рівновеликих інтервалах параметр сейсмоакустичного сигналу, що виникає при взаємодії бурового інструмента з пластом. Виділяють інтервал з максимумом середнього значення знайденного параметра й визначають відношення цього максимуму до середніх значень параметра в

наступних інтервалах. Буріння свердловини до проектної довжини здійснюють у випадку, якщо згадане відношення не досягло критичного рівня. Потім свердловину розбурюють до проектного діаметра, здійснюючи при цьому поінтервальний контроль параметра сейсмоакустичного сигналу і його відповідності критичному рівню. Як параметр сейсмоакустичного сигналу використовують енергію або амплітуду його високочастотної складової [див. авт. свід. №1749477, колиши. СРСР, E21F5/00, опубл. 23.07.1992 р., Бюл. №27].

Недоліком способу є необхідність наявності випереджальних свердловин, у процесі буріння яких можливі викиди вугілля та газу й відсутність методів визначення критичного рівня коефіцієнта привантаження.

Недоліком є й те, що незнижуване випередження задається без обліку напружено-деформованого стану вугільного пласта у вибої, а довжина свердловини може бути обмежена відстанню до максимуму гірського тиску. У цьому випадку розвантаження масиву здійснюється на недостатню глибину, і під час виймання вугілля в неприпустимій близькості від максимуму гірського тиску відбуваються викиди вугілля та газу.

(19) UA (11) 17924 (13) U

Крім того, у небезпечних за викидами вугілля та газу зонах найчастіше не вдається пробурити свердловину навіть малого діаметра внаслідок інтенсивного виносу штибу й газу, а також затиснення бурового інструмента в інтервалах свердловини з підвищеним напруженим станом масиву.

У основу корисної моделі поставлено завдання зі створення способу запобігання раптовим викидам вугілля та газу, у якому за рахунок буріння випереджальних свердловин оптимальних діаметра та довжини досягнуто максимальне розвантаження викидонебезпечного гірського масиву, що забезпечує підвищення безпеки робіт.

Поставлене завдання розв'язується за рахунок того, що в способі запобігання раптовим викидам вугілля та газу, який полягає в бурінні випереджальних свердловин поперед вибою виробки, визначенні енергії акустичного сигналу в процесі буріння, визначенні в рівновеликих інтервалах коефіцієнта привантаження, що відповідає відношенню максимального значення енергії до його значення в наступних інтервалах буріння, порівнянні цих значень із критичним і визначенні величини незнижуваного випередження, згідно з корисною моделлю, коефіцієнт привантаження визначають роздільно для інтервалу свердловини довжиною до 20м і більше 20м, незнижуване випередження приймають рівним не менше відстані до першого максимального значення коефіцієнта привантаження, а довжину свердловини приймають більше подвоєної величини незнижуваного випередження, причому, якщо в процесі буріння якої-небудь свердловини коефіцієнт привантаження перевищив критичний рівень, буріння припиняють, бурять сусідні свердловини до зменшення коефіцієнта привантаження нижче критичного рівня, а потім добурюють припинену свердловину до проектної глибини.

На фігурах 1, 2 наведено значення коефіцієнтів при вантаженні, які було визначено під час буріння свердловин у вентиляційному хіднику 14-х лав.

Дослідженнями встановлено, що енергія акустичного сигналу залежить від залишкової міцності вугілля на вибої свердловини, що, у свою чергу, у значній мірі, визначається величиною гірського тиску. Так, у максимумі опорного тиску воно іноді досягає настільки великих значень, що відбувається мимовільне руйнування вугілля, яке супроводжується інтенсивним виходом штибу й газу. Це явище служить одним з ознак викидонебезпеки. При цьому значення коефіцієнта привантаження, визначені по параметрах сигналу, досягають 10-15 і більше. Установлено також, що локальні підвищення концентрації напруг мають місце не тільки в області максимумі гірського тиску в привибійній частині, але й за її межами в глибині масиву. Такі зони підвищених напруг можуть служити причиною здавлювання бурового інструмента, а також джерелом викиду вугілля та газу в свердловину, так називаного "внутрішнього" викиду.

Підвищені напруги в масиві й руйнування вугілля на вибої й стінках свердловини призводять до збільшення її діаметра. У процесі експериментального буріння свердловин на шахті ім. О. Ф. Засядька, здійснювалися виміри об'єму бурового

дрібняку з кожного метра їх довжини. Установлено, що у разі буріння свердловини по викидонебезпечному пласту шнеком, діаметр якого 80мм, середній діаметр свердловини, визначений за об'ємом бурового дрібняку, становить 150-240мм, досягаючи на окремих інтервалах - 700мм. Цей факт дозволяє скасувати розбурювання свердловини шнеком великого діаметра, тобто, замінити буріння випереджальних свердловин малого діаметра з наступним їх розбурюванням на буріння свердловини діаметром 80мм.

За період (1953-1977 рр.) масового застосування в Донбасі випереджальних свердловин, у процесі їх буріння сталося 155 раптових викидів вугілля та газу, з них близько 80% при діаметрі свердловин 150-300мм, близько 17% при діаметрі 100-120мм і менше 4% при діаметрі 60-80мм. Середня інтенсивність викидів зменшується зі зменшення діаметра свердловини і дорівнює 170т вугілля, 45т, 4т відповідно. Середня глибина свердловини, при бурінні якої можливий викид вугілля та газу 5-6м, а максимальна -14м. Нерідкі випадки "внутрішніх" викидів без виносу вугілля у виробку й руйнування її привибійної частини. Такі випадки мали місце під час буріння свердловин завглибшки 5м. Це пояснюється локалізацією й загасанням викиду вугілля та газу в початковій стадії його розвитку, внаслідок того, що в процесі буріння буровим інструментом перекривається значна частина каналу свердловини. При довжині свердловини більше 14м зареєстровано тільки "внутрішні" викиди вугілля та газу.

Зважаючи на викладене, під час розроблення заходів, що забезпечують безпеку робітників, прийнято різні методи буріння свердловин завдовжки до 20м і більше 20м. У зв'язку із цим, критичні значення коефіцієнта привантаження, слід визначати роздільно для свердловин завдовжки до 20м і завдовжки більше 20м.

Критичний рівень коефіцієнта привантаження може бути визначено під час перетинання свердловиною потенційно небезпечної з викидів зони, що відзначається підвищеним виходом штибу та газу.

Відомо, що викиди в процесі виймання вугілля відбуваються при наближенні вибою до області максимуму гірського тиску на деяку критичну відстань. Буріння випереджальних свердловин спрямовано на розвантаження привибійної частини масиву й зсув максимуму тиску в углиб масиву. Однак величина цього зсуву на практиці не відома, тому в особливо небезпечних за викидами зонах не виключено наближення до максимуму гірського тиску на недопустимо близьку відстань. Із практики відомо, що положення максимуму гірського тиску змінюється істотно - від 3-5 метрів до 10-12 метрів і більше. У зв'язку із цим актуальною задачею є визначення фактичної відстані до максимуму гірського тиску й обмеження виймання вугілля на величину так званого незнижуваного випередження. Відстань до максимуму гірського тиску відповідає відстані до першого від устя свердловини максимального значення коефіцієнта привантаження. Ураховуючи мінливість положення максимуму коефіцієнта привантаження, величину незнижувано-

го випередження потрібно збільшити в 1,2-1,5 разу.

Спосіб здійснюють так.

Наприклад, у підготовчому вибої намічають у одному циклі, тобто при одному положенні вибою, буріння не менше 5 свердловин, розташовуючи їх рівномірно по ширині вибою і розвертаючи на  $3^{\circ}$ - $7^{\circ}$  у бік масиву від середньої свердловини, що бурять по нормалі до вибою. Діаметр свердловин не повинен перевищувати 80мм, що дозволяє здійснювати буріння з мінімальними обмеженнями. Довжина свердловин повинна бути не меншою за подвоєну відому величину незнижуваного випередження, але не менше 20м.

Для реєстрації акустичного сигналу в процесі буріння й передачі його на поверхню використовують сейсμοприймач із апаратурою передачі акустичного сигналу на поверхню.

Сейсμοприймач установлюють у шпурі заглибшки до 1м у стінці виробки на відстані 2-3м від вибою. При бурінні в правій половині вибою сейсμοприймач установлюють у лівій стінці й навпаки. Сейсμοприймач через переговорний пристрій підключають до лінії зв'язку, по якій сигнал передають на поверхню, де в наземному блоці він проходить демодуляцію та посилення. До виходу наземного блока підключають персональний комп'ютер, на якому оператор обробляє акустичний сигнал за програмою Мак НДІ. Гірничий майстер, що керує бурінням, через кожний метр буріння (або інший інтервал, який дорівнює довжині нарощуваного бурового інструмента) повідомляє операторові довжину свердловини й запитує результати обробки чергового пробуреного інтервалу.

Оператор на персональному комп'ютері обробляє акустичний сигнал, визначаючи в результаті енергію акустичного сигналу й коефіцієнт привантаження. Для обчислення останнього при бурінні в межах 2-7м, де вугільний пласт розвантажений, дегазований і має найвищу міцність на вибої свердловини, знаходять максимальне значення енергії в якому-небудь інтервалі й потім обчислюють відношення цього максимального значення енергії до поточного середнього в інтервалі буріння.

Для визначення критичного рівня коефіцієнта привантаження виконують розвідницьке буріння не менше 30-ти випереджальних свердловин у межах безпечної за викидами вугілля та газу дільниці виробки. Цю дільницю визначають, наприклад, автоматизованим контролем викидонебезпеки з параметрів техногенного акустичного сигналу.

Порядок буріння такий: першою бурять свердловину в середині вибою по нормалі до нього, потім по черзі ліворуч і праворуч від неї.

Одночасно вимірюють об'єм виходу штибу. Якщо під час буріння якої-небудь зі свердловин буде зафіксовано ознаки викидонебезпеки, інтенсивний вихід штибу (в 3-5 разів більше норми) або винос штибу в струмені газу, то буріння свердловини припиняють, а одержаний при цьому коефіцієнт привантаження приймають за критичний рівень. Поруч із припиненою свердловиною (ліворуч і праворуч) бурять інші передбачені паспортом, при цьому враховують критичний рівень коефіцієнта привантаження.

Якщо в процесі буріння свердловин ознак викидонебезпеки не було, то за критичний рівень беруть максимальне з одержаних під час буріння свердловин значення коефіцієнта привантаження. При наступному бурінні свердловин здійснюють коректування критичного рівня, якщо в якій-небудь свердловині буде зафіксовано інтенсивний винос штибу та газу або інші ознаки викидонебезпеки. Значення коефіцієнта привантаження на цьому інтервалі приймають як новий критичний рівень. За критичний рівень беруть максимальне з одержаних значень, зменшене на 10%, ураховуючи точність вимірів енергії акустичного сигналу.

Якщо не вдається пробурити які-небудь із запланованих 5 свердловин, то посередині між ними бурять додаткові, а потім добурюють залишені.

У 3-5 циклах розвідницького буріння визначають величину незнижуваного випередження й за необхідності коректують довжину свердловин. Величина незнижуваного випередження повинна бути не менше відстані до максимуму опорного тиску. Для його визначення використовують результати буріння першої із циклу свердловини, і незнижуване випередження приймають таким, що дорівнює відстані до першого максимуму коефіцієнта привантаження. Щоб урахувати мінливість цього параметра й точність його визначення, величину незнижуваного випередження беруть таким, що дорівнює 1,2-1,5 відстані до першого зафіксованого максимуму коефіцієнта привантаження. Виходячи з досвіду ведення робіт, величина незнижуваного випередження повинна бути не менше 10м, а довжина свердловин - не менше 20м.

Після завершення буріння випереджальних свердловин масив поперед вибою досить розвантажений. Виймання вугілля здійснюють засобами, передбаченими паспортом, на безпечну відстань, яка дорівнює довжині випереджальних свердловин за винятком незнижуваного випередження.

Як приклад на фігурі 1 наведено розподіли коефіцієнтів привантаження по довжині свердловин діаметром 80мм, які пробурені у вентиляційному хіднику 14-х лав пласта І<sub>1</sub> шахти ім. О. Ф. Засядька. При бурінні свердловини №1 на пікеті 18+9 м (фігура 1) підвищений вихід штибу та газу зафіксовано під час буріння інтервалів 5-6м, коефіцієнт привантаження досягає тут 3,82. При бурінні свердловини №3 на пікеті 24+1,5 (фігура 2) аналогічна ситуація зафіксована на інтервалі 14-18м при величині коефіцієнта привантаження більше 2,6 і на інтервалі 32-34м при величині коефіцієнта більше 3,4.

Із наведених даних випливає, що за критичний рівень коефіцієнта привантаження в інтервалі буріння до 20м слід прийняти значення 2,6, а в інтервалі буріння більше 20м - 3,5.

Із наведених на фігурах 1 й 2 даних треба, щоб незнижуване випередження було не менше  $6\text{м} \times 1,5 = 9\text{м}$ . По наведених свердловинах (як і по більшості інших), досить інтенсивне привантаження є на інтервалах 14-20м.

Експериментальне буріння випереджальних свердловин діаметром 80мм у підготовчих вибоях шахти ім. О.Ф. Засядька дозволило зробити такі висновки. По-перше, залежно від положення устя свердловини у вибої, і її просторової орієнтації при

бурінні серії з 5-7 свердловин, максимальні значення коефіцієнта привантаження можуть змінюватися в широких межах, досягаючи й критичного рівня. Це свідчить про нерівномірний розподіл напруг поперед вибою. По-друге, у міру збільшення кількості свердловин, пробурених в одній серії при одному положенні вибою, як правило, зменшуються середнє й максимальнє значення коефіцієнтів привантаження, що є наслідком розвантажувальної дії пробурених свердловин.

При зустрічі свердловиною потенційно небезпечної зони її подолання слід здійснювати шляхом

буріння сусідніх свердловин, які створюють потрібне розвантаження масиву, після чого добурювати припинену свердловину через потенційно небезпечну зону. Не можна допускати буріння свердловин різної довжини, тому що при цьому не забезпечується рівномірне оброблення масиву в межах незнижуваного випередження, що створює труднощі при бурінні наступної серії свердловин і не виключається ймовірність викиду вугілля та газу в процесі виймання вугільного пласта.



Фіг. 1



Фіг. 2