



УКРАЇНА

(19) UA (11) 48936 (13) U
(51) МПК (2009)
E21F 7/00
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 ДЕГАЗАЦІЇ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ

1

(21) u200910785
(22) 26.10.2009
(24) 12.04.2010
(46) 12.04.2010, Бюл.№ 7, 2010 р.
(72) СКІБЕНКО ЄВГЕН ІВАНОВИЧ, КОВТУН ЮРІЙ
ВІКТОРОВИЧ
(73) СКІБЕНКО ЄВГЕН ІВАНОВИЧ, КОВТУН ЮРІЙ
ВІКТОРОВИЧ

2

(57) Спосіб дегазації виробленого простору, що включає відкачування простору насосами, який **відрізняється** тим, що, з метою підвищення ефективності обезгажування лав і забоїв, відкачування ведуть кріогенним конденсаційним насосом з хладагентом, температура кипіння якого нижча за температуру кипіння вибухонебезпечних компонентів.

Корисна модель відноситься до гірничовидобувної промисловості і може бути використана при підземній розробці вугільних родовищ і для боротьби з копальневим газом у вугільних шахтах.

Актуальність розробки методик, способів і пристроїв вказаного призначення визначається необхідністю зниження рівня виробничих втрат внаслідок виникнення вибухонебезпечних ситуацій на підземних виробках при критичному накопиченні копальневих газів в призабійній зоні пласта, що розроблюється.

Відомий спосіб дегазації вугільного пласта, вибраний як аналог ["Руководство по дегазации угольных шахт" - Недра, 1975г., 189с. Раздел 1 "Общие положения по дегазации угольных шахт", с. 5-11; Раздел 2 "Способы дегазации неразгруженных угольных пластов...", с.11-57]. Більшість використовуваних схем і способів дегазації вугільних пластів забезпечують значення коефіцієнта ефективності дегазації на рівні $K_{\text{дег.}}=0,2-0,5$, що явно недостатньо для забезпечення 100% безпечної роботи ділянок, що розробляються. Так наприклад, розвантаження пласта свердловинами з підготовчих виробіток, з польових виробіток, з очисного забою, з підготовчих виробіток в зоні впливу очисного забою або поблизу нього дає ефективність дегазації $K_{\text{дег.}}=0,2-0,3$. Тільки буріння свердловин з поверхні до виробки приводить до підвищення ефективності дегазації до величин $K_{\text{дег.}}=0,4-0,7$. Таким чином, аналіз даних аналога показує недостатню ефективність дегазації джерела виділення і накопичення газу.

Відомий спосіб дегазації виробленого простору ділянки, що діє, вибраний як прототип ["Руководство по дегазации угольных шахт" - Недра, 1975 г., 189 с. Раздел 4 "Способы дегазации вы-

работанного пространства", с.109-129]. Дегазация виробленого простору ділянки, що діє, застосовується разом з дегазацією вугільних пластів, що зближуються та вміщують породу з пласта, що розробляється, а також як самостійний метод зниження метановості ділянок при значному метановиділенні (більше $3-4\text{ м}^3/\text{хв.}$) з виробленого простору, коли іншими способами дегазації або засобами вентиляції неможливо забезпечити зниження вмісту метану до допустимих меж. Дегазация вироблених просторів здійснюється вакуумними насосами з транспортуванням витягнутої суміші по газопроводах дегазації на поверхню і газовсмоктуючими установками з ізолюванням відведення метану у витікаючий струмінь виїмкового поля (крила, шахти). Ізолюване відведення метану з вироблених просторів здійснюється за допомогою відцентрових вентиляторів або пневматичних ежекторів по трубах або непідтримуваним гірським виробкам за межі виїмкових ділянок, де попереду розбавлений до безпечної концентрації метан випускається в загальний вентиляційний струмінь. Метан, що відсмоктується з виробленого простору, транспортується по трубопроводу діаметром 500-700 мм до камери змішувача, через яку випускається в загальний витікаючий струмінь. Вакуум-насоси і інше устаткування поверхневих вакуум-насосних станцій (ВНС) повинно розміщуватися на поверхні в спеціальній будівлі. В умовах значного метановиділення ($>3-4\text{ м}^3/\text{хв.}$) дегазация виробленого простору проводиться всіма наявними засобами, тобто з використанням вакуумних насосів та газовідсмоктуючих установок. В цьому разі коефіцієнт ефективності дегазації виробленого простору по трубопроводу при суцільній системі розробки дорівнює $0,3-0,4$, що явно недостатнього для забезпечення

(19) UA (11) 48936 (13) U

100 % безпечної роботи на ділянках, що розробляються.

У основу корисної моделі поставлено завдання розробити такий спосіб дегазації виробленого простору, який би підвищував ефективність його дегазації.

Поставлене завдання вирішується в запропонованому способі дегазації виробленого простору тим, що видалення копальневого газу із забою проводиться шляхом відкачування його кріогенним конденсаційним насосом з хладагентом, температура кипіння якого нижча за температуру кипіння вибухонебезпечних компонентів. За допомогою такого засобу відкачування збільшується інтенсивність видалення копальневого газу з виробленого простору дегазації.

Спосіб дегазації виробленого простору здійснюється наступним чином. У об'ємі забою розміщується відкачний кріогенний пристрій, на робочій поверхні якого, охолодженої до низьких (кріогенних) температур, відбувається конденсація основних вуглеводневих компонент копальневого газу (метану - CH_4 , етану - C_2H_6 , пропану - C_3H_8 , бутану - C_4H_{10}) в тверду фазу при температурі кипіння рідкого азоту при атмосферному тиску, рівною $77,36^\circ\text{K}$ ($-196,8^\circ\text{C}$). Температура плавлення основних компонент копальневого газу дорівнює для метану - $90,66^\circ\text{K}$ ($-182,5^\circ\text{C}$), етану - 90°K ($-183,16^\circ\text{C}$), пропану - $85,56^\circ\text{K}$ ($-187,6^\circ\text{C}$), бутану - $134,87^\circ\text{K}$ ($-138,29^\circ\text{C}$). Відповідно, при цих температурах тиск пружності насиченої пари для метану <100 тор, етану <1 тор, пропану <1 тор і бутану <1 тор, що значно нижче гранично допустимих значень концентрації цих газів в копальневій атмосфері. При температурі кипіння рідкого азоту тиск пружності пари метану складає < 10 тор. Тому робоча температура елементів, що відкачують, повинна бути $\sim 78^\circ\text{K}$. Крім того, для компонентів копальневого газу максимальне значення теоретичної (розрахункової) швидкості відкачування буде дорівнювати: для метану - $15,54 \text{ л/с см}^2$, етану - $11,36 \text{ л/с см}^2$, пропану - $9,39 \text{ л/с см}^2$, бутану - $8,19 \text{ л/с см}^2$. Усереднена величина швидкості кріовідкачки для суміші цих чотирьох газів складе $11,12 \text{ л/с см}^2$, тобто ефективність відкачування (поглинання) цих компонент копальневого газу може бути достатньо високою, близькою до 100 % при температурі поверхні, що відкачує, близько 78°K . Так наприклад, швидкість відкачування відкачного елемента площею 1 м^2 складе ($10^4 \text{ см}^2 \times 11,12 \text{ л/с см}^2$) $\sim 1,1 \cdot 10^5 \text{ л/с}$. При сумарній площі поверхонь, що відкачують, 100 м^2 продуктивність такого відкачного пристрою складе $\sim 1,1 \cdot 10^7 \text{ л/с}$. При роботі кріоконденсаційного насоса товщина сконденсованого шару копальневого газу може дорівнювати декільком см і більше (до 10 см). З урахуванням цього оцінимо площу кріопанелі для деякого реального об'єкту газовиділення. Для прикладу розглянемо виробку, що має наступні лінійні розміри: $50 \text{ м} \times 20 \text{ м} \times 3 \text{ м}$. Її об'єм складає 3000 м^3 . Для цього об'єму гранично допустима кількість метану з урахуванням верхньої меж утворення вибухової суміші (до 16 %) складає 480 м^3 . З урахуванням усередненої величини швидкості кріооткачки для основних компо-

нент копальневого газу ефективна площа кріопанелі повинна скласти близько 43 м^2 . Реальна площа кріопанелі дорівнюватиме половині від вищенаведеної величини, тобто $21,5 \text{ м}^2$, оскільки обидві сторони кріопанелі є робочими і на них відбувається конденсація газу.

Преваги кріогенного способу відкачки метану з виробленого простору видно при порівнянні енерговитрат на відкачку однакової кількості метану традиційним та запропонованим способом. З цитованої тут літератури відомо, що поверхневі вакуумнасосні станції обладнуються водокільцевими насосами типу ВВН-150. Його параметри: продуктивність - $2,35 \text{ м}^3/\text{с}$ ($135 \text{ м}^3/\text{хв.}$) при тиску $0,02 \text{ МПа}$ (150 мм. рт. ст.), споживча потужність - 220 кВт , маса 14500 кг . Для забезпечення однакової продуктивності, тобто продуктивності рівній $2,35 \cdot 10^3 \text{ л/с}$, потрібен кріонасос з ефективною площею відкачки $2,35 \cdot 10^3 \text{ л/с} / 11,12 \text{ л/с см}^2 = 211 \text{ см}^2$ та масою мідного відкачного елемента рівною $0,5 \text{ кг}$. Щоб забезпечити значний ресурс кріонасосу по масі (кількості) відкачуемого газу (метану) і тривалості безперервної роботи без його регенерації, розрахункову величину ефективної площі відкачки треба збільшити примірно на порядок (тобто в 10 разів), таким чином розміри відкачного елемента зростуть до значень $50 \times 50 \text{ см}$ з масою міді 15 кг . Для механічного насоса при його безперервній роботі на протязі однієї години витрати електроенергії складуть 220 кВт год. Для кріогенного насоса еквівалентні витрати електроенергії при концентрації метану в відкачуваній атмосфері рівній 5 % (об'ємних) складе 41 кВт год. , а при концентрації метану 16 % (об'ємних) - 131 кВт год. Енерговаговий показник, визначений як відношення енерговитрат до маси відкачного пристрою (насосу), для механічного насоса складає $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ кВт год./кг}$, для кріогенного насоса буде дорівнювати $2,73 \text{ кВт год./кг}$ при концентрації метану 5 % (об'ємних) і $8,73 \text{ кВт год./кг}$ для концентрації метану 16% (об'ємних) у відкачуваній атмосфері. З цих оцінок одержуємо висновок, що використання кріовідкачки енергетично більш вигідне в порівнянні з механічними насосами. Крім того, треба мати на увазі дуже важливу ознаку, що механічні насоси розташовуються на великій відстані від місця газовиділення, а кріогенний насос може розміщуватись безпосередньо в зоні газу (метану) виділення.

Таким чином, запропонований спосіб дегазації виробленого простору є простішим, ефективнішим - до 100 %, безпечнішим, оскільки компоненти копальневого газу в сконденсованому стані мають низький тиск пружності пари над шаром конденсації і не утворюють вибухову (вибухонебезпечну) суміш. Копальневий газ в сконденсованому вигляді можна легко утилізувати на поверхні, куди він доставляється у вакуумісильних, теплоізолюваних об'ємах (контейнерах). На поверхні конденсат відігрівається до кімнатної температури і утворений таким чином газ (метан) перепускається або закачується в газові сховища або газові балони (ємності).

