



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81694 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
E21F 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ПРИСВЕРДЛОВИННОГО КОЛЕКТОРА

1

2

(21) а200602965

(22) 20.03.2006

(24) 25.01.2008

(72) ЗБЕРОВСЬКИЙ ВАСИЛЬ ВЛАДИСЛАВОВИЧ,  
UA(73) ЗБЕРОВСЬКИЙ ВАСИЛЬ ВЛАДИСЛАВОВИЧ,  
UA

(56) UA 21864, A, 30.04.1998

UA 50405, A, 15.10.2002

SU 1555518, A1, 07.04.1990

RU 2054121, C1, 10.02.1996

US 5411098, A, 02.05.1978

Софийский К.К. Физическая сущность способа  
гидродинамического воздействия на напряженные  
газонасыщенные среды // Уголь Украины. - 1992. -  
№3. - C26-29.

UA 21773, A, 30.04.1998

SU 1789732, A1, 23.01.1993

RU 2159333, C1, 20.11.2000

RU 2188322, C1, 27.08.2002

US 4089374, 16.05.1978

(57) 1. Спосіб формування присвердловинного колектора, що включає буріння та устаткування свердловини, монтаж гідродинамічної системи, подачу робочої рідини в порожнину свердловини, гідродинамічне руйнування у дискретному ступеневому режимі і формування присвердловинного колектора, який відрізняється тим, що формування присвердловинного колектора здійснюють спочатку дискретними циклічними скиданнями водогазовугільного потоку в послідовності, зворотній ступеням режиму гідродинамічного руйнування, з витяганням 1-7 % зруйнованого вугілля від його об'єму в розрахунковій зоні, а потім, дискретними циклічними скиданнями

газового потоку, у порушеному масиві в напрямку до свердловини формують відкриті газові канали, після зниження тиску в системі до атмосферного визначають розмір сформованого колектора і, контролюючи його техногенне збільшення, величину колекторної зони за формулою

$$r_k = \sqrt{\frac{\Sigma V}{\pi \cdot m \cdot \gamma \cdot x}}, \text{ де}$$

 $r_k$  - радіус сформованої колекторної зони, м; $\Sigma V$  - сумарний об'єм газу, що виділився за періоди гідродинамічного руйнування, формування присвердловинного колектора та техногенного збільшення колекторної зони, м<sup>3</sup>; $m$  - потужність газонасиченого масиву, м; $\gamma$  - об'ємна вага вугілля, т/м<sup>3</sup>; $x$  - природна газонасиченість масиву, м<sup>3</sup>/т.

2. Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що техногенне збільшення колекторної зони досягається за рахунок вільного відтоку газу з масиву до свердловини через відкриті газові канали, що були утворені при формуванні присвердловинного колектора, розміри якого, при техногенному утворенні тріщин, газовиділенні й усадці масиву постійно збільшуються, при цьому величину збільшення колекторної зони розраховують за граничної умови

$$k_{in} = q_1 / q_0 \geq 1, \text{ де}$$

 $k_{in}$  - коефіцієнт інтенсифікації газовиділення; $q_0$  - початкова швидкість газовиділення з масиву, л/хв; $q_1$  - швидкість газовиділення після формування присвердловинного колектора, л/хв.

Винахід стосується до гірничої справи і може бути використай з метою витягу газу при розробці газонасичених родовищ корисних копалин, наприклад вуглегазових пластів.

Відомі різні способи впливу на газонасичені вугільні пласти з метою створення навколо свердловини зони розвантаження (колекторної зони) вимиванням порожнин, гідророзривом або

гідророзчленовуванням, нагнітанням ПАР, вібродієютаін. [1].

Найбільш близькими по своїй технічній суті до пропонованого є "Спосіб шахтного добування газу" по [Патенту UA 21773 A 6 E21B43/00, 43/36 [2] та "Спосіб гідродинамічного руйнування масиву через свердловину" по Патенту UA 50405 A 7 E21C45/00 [3] (прототип)].

(19) UA (11) 81694 (13) C2

Відомий "Спосіб гідродинамічного руйнування масиву через свердловину" здійснюється у наступному чині. У вугільний пласт буриться свердловина, яка герметизується й обладнається системою керування і подачі рідини. Одночасно, при необхідності, визначають зусилля на відрив зворотним імпульсом ініціювання руйнування. Подають рідину в порожнину свердловини і здійснюють гідродинамічне руйнування масиву в наступній послідовності. Спочатку створюють тиск рівний зусиллю на відрив  $P_n = \delta p$  і проводять 3-5 стрибкоподібних підйомів і скидань тиску, при цьому скидання тиску роблять до  $0,5\delta p$ . Після чого здійснюють скидання тиску до атмосферного (до нуля). У встановленій послідовності проводять 5-10 циклів дії. Якщо руйнування масиву не спостерігається переходять на наступну ступінь із тиском подачі рідини  $P_n = 2\delta p$ , потім  $3\delta p$  і так далі, при цьому скидання тиску при стрибкоподібному навантаженні обмежують градієнтом тиску руйнування  $0,5\delta p \leq P_c \leq \delta p$ . Якщо ефект руйнування досягнуть, його підтримують у встановленому режимі до припинення руйнування, а потім переходять на наступну ступінь. Кількість ступенів подачі рідини обмежено надійністю устаткування, вузлів і механізмів системи гідродії чи необхідною зоною руйнування масиву (Фіг.1).

Спосіб випробуваний у промислових умовах, показав високу надійність і ефективність при проведенні локальних заходів щодо запобігання викидів вугілля і газу з метою форсованої дегазації масиву в присвердловинній зоні. Однак він має істотні недоліки, які полягають у наступному.

Відомо, що механізм гідродинамічного руйнування дозволяє циклічними скиданнями тиску підтримувати та керувати газодинамічним руйнуванням масиву навколо свердловини, але він не забезпечує формування в зруйнованому масиві присвердловинного колектора, що обмежує область застосування способу і не передбачає його використання з метою видобутку газу.

Крім цього, при формуванні присвердловинного колектора механізм гідродинамічного руйнування масиву не забезпечує створення відкритих газових каналів для вільного відтоку газу з масиву до свердловини. Це не дозволяє використовувати спосіб із метою витягу газу при завчасній або попередній дегазації вуглепородного масиву в промислових обсягах.

В основу пропонованого винаходу поставлена задача розробки способу формування присвердловинного колектора, у якому за рахунок спочатку дискретних циклічних скидань водогазовугільного потоку з витягом 1-7% зруйнованого вугілля від його об'єму в розрахунковій зоні, а потім дискретних циклічних скидань газового потоку забезпечують формування у порушеному масиві навколо свердловини безліч відкритих газових каналів в напрямку до свердловини і формування присвердловинної колекторної зони.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі формування присвердловинного колектора, що включає буріння й устаткування

свердловини, монтаж гідродинамічної системи, подачу робочої рідини в порожнину свердловини, гідродинамічне руйнування і формування присвердловинного колектора, відповідно до винаходу, формування присвердловинного колектора здійснюють спочатку дискретними циклічними скиданнями водогазовугільного потоку в послідовності зворотній ступеням режиму гідродинамічного руйнування з витягом 1-7% зруйнованого вугілля від його об'єму в розрахунковій зоні, а потім, дискретними циклічними скиданнями газового потоку, у порушеному масиві в напрямку до свердловини формують відкриті газові канали, після зниження тиску в системі до атмосферного визначають розмір сформованого колектора і, контролюючи його техногенне збільшення, величину колекторної зони по формулі

$$r_k = \sqrt{\frac{\Sigma V}{\pi m \cdot \gamma \cdot x}},$$

де  $R_k$  - радіус сформованої колекторної зони, м;  $\Sigma V$  - сумарний об'єм газу, що виділився, за періоди гідродинамічного руйнування, формування присвердловинного колектора та техногенного збільшення колекторної зони, м<sup>3</sup>;  $m$  - потужність газонасиченого масиву, м;  $\gamma$  - об'ємна вага вугілля, т/м<sup>3</sup>;  $x$  - природна газоносність масиву, м<sup>3</sup>/т.

Запропонований механізм керування газодинамічним саморуйнуванням при формуванні колекторної зони навколо свердловини не має обмежень по гірничо-геологічним умовам залягання вуглегазових родовищ і регламентується тільки надійністю устаткування. Це дозволяє в технологічному процесі видобутку вуглеводнів зруйнованої вугільної маси через свердловини одержати нові, раніше не досягнуті результати, які полягають у наступному.

На фігурі 1, фігурі 2 та фігурі 3 відповідно до опису способу формування присвердловинного колектора позначені етапи формування присвердловинної колекторної зони.

На фігурі 1 приведено графічна схема режиму гідродинамічного руйнування вуглегазового масиву по [Патенту 50405 А6 Е21С45/00 (Прототип)], який дозволяє руйнувати масив, але не дозволяє формувати присвердловинний колектор.

На фігурі 1 зображено:  $P_n$  - тиск рідини;  $T$  - час руйнування;  $\sigma_p$  - зусилля руйнування на відрив; 1 - тиск рідини на першому ступені; 2 - рівень тиску при його циклічному скиданні; 3, 4, 5 - тиск рідини на наступних ступенях

На фігурі 2 приведено графічна схема механізму формування присвердловинного колектора по запропонованому способу.

Де  $N$  - кількість ступенів режиму гідродинамічного руйнування;  $t$  - час формування присвердловинного колектора; 1 - перший етап формування присвердловинного колектора (гідродинамічне руйнування вуглегазового масиву); 2 - другий етап формування присвердловинного колектора; 3 - механізм

видобутку зруйнованого масиву; 4 - механізм створення газових каналів.

На фігурі 3 зображено принципова схема газовиділення через свердловину при формуванні присвердловинного колектора, яка дозволяє встановити його розмір.

Де  $q$  - швидкість газовиділення з масиву, л/хв.;  $t$  - час техногенного формування присвердловинної зони, дб; 1 - характер газовиділення при гідродинамічному руйнуванні;  $q_{\max}$  - максимальна швидкість газовиділення при гідродинамічному руйнуванні; 2 - характер газовиділення при техногенному збільшенні колекторної зони;  $AB$  - час збільшення колектору в нерозвантаженому масиві;  $ABC$  - характер газовиділення при дегазації колекторної зони;  $q_1$  - відповідно максимальна і мінімальна швидкість газовиділення після формування присвердловинного колектора при техногенному збільшенні колекторної зони;  $q_0$  - початкова швидкість газовиділення;  $CE$  - характер газовиділення при техногенному збільшенні колекторної зони під впливом гірничих робіт.

Застосування режиму гідродинамічного руйнування (Фіг.1) дозволяє ініціювати і підтримувати ефект газодинамічного саморуйнування вуглеазового масиву навколо свердловини. Послідовні циклічні скидання зруйнованого масиву, в послідовності, зворотній ступеням режиму гідродинамічного руйнування з витягом розрахункової маси вугілля, дозволяють створити навколо свердловини рівномірно порушену зону, яка є мінімальним колектором для збору газу.

Циклічні скидання газового потоку, після зниження тиску в системі до атмосферного, дозволяють у порушені і гідродинамічним руйнуванням зони сформувати безліч відкритих газових каналів у напрямку до порожнини свердловини. (Фіг.2) Дискретний характер гідродинамічного руйнування й процесу формування присвердловинного колектора дозволяє за умовою тимчасового фактора вести роботи в різних гірничо-технічних умовах.

Наслідком формування присвердловинного колектора є порушення природної рівноваги газодинамічних сил по межі розподілу середовищ "тверде-газоподібне", що приводить до зародження процесу техногенного утворення тріщин, викликаного перерозподілом напруг навколо сформованого колектора. Як відомо, цей процес супроводжується явищем дегазації й усадки масиву, що у свою чергу знову приводить до перерозподілу напруг і фільтрації газу. Завчасно сформовані відкриті газові канали присвердловинного колектора забезпечують вільний відтік газу під його природним тиском. У результаті в навколишньому просторі відбувається техногенне збільшення колекторної зони (Фіг.3).

Таким чином, сформований у недоторканому газонасиченому вуглепорідному масиві присвердловинний колектор є завчасно створеним акумулятором газу, розмір якого, за рахунок техногенного утворення тріщин, постійно збільшується. Це дозволяє вести ефективний

витяг газу при завчасній або попередній дегазації в промислових обсягах.

Виходячи з вищевикладеного, у запропонованому способі формування присвердловинного колектора технічний результат - створення в нерозвантаженому гірничими роботами вуглеазовому масиві навколо свердловини колекторної зони і її техногенне збільшення досягається завчасним формуванням присвердловинного колектора, розміри якого, за рахунок вільного відтоку газу при техногенному утворенні тріщин, газовиділенні й усадці масиву постійно збільшуються.

Спосіб здійснюється у наступній послідовності. У газонасичений масив, наприклад вуглеазовий пласт, буриться свердловина, через яку роблять гідродинамічне руйнування (Фіг.1). На необхідному по технологічних умовах застосування способу, ступені гідродинамічного руйнування приступають до формування присвердловинного колектора (Фіг.2). Спочатку дискретними циклічними скиданнями водогазовугільного потоку в послідовності, зворотній ступеням режиму гідродинамічного руйнування, досягають розрахункового значення маси вугілля, що витягається обумовлено конкретними гірничо-геологічними умовами, формулою

$$G = K_{\text{и}} \pi r^2 m \gamma \quad (2)$$

де  $K_{\text{и}}$  - коефіцієнт витягу вугілля;  $r$  - радіус розрахункової зони, м;  $m$  - потужність пласта, м;  $\gamma$  - об'ємна вага вугілля, т/м<sup>3</sup>,

При цьому з розрахунку мінімальної зони присвердловинного колектора, коефіцієнт витягу вугілля ( $K_{\text{и}}$ ) повинний бути не менше 1 % при міцності вугілля  $f > 1,5$  і не більш 7% при міцності вугілля  $f < 0,9$  по шкалі проф. Протодіяконова. Витяг вугілля менше 1% не дозволяє сформувати фільтраційні газові канали, а більше 7% не впливає на ріст ступеня дегазації масиву в розрахунковій зоні і може привести до утворення порожнин, що не припустимо на пластах, що розробляються. У той же час необхідно враховувати, що утворення максимально можливої зони руйнування сприяє ефектові техногенного збільшення колекторної зони.

Якщо, після витягу розрахункової кількості вугілля (більше 7%), процес газодинамічного саморуйнування продовжується, роботи припиняють і роблять витримку в часі 1-2 доби. Після чого, короточасними скиданнями газовугільного, а потім газового потоків, зі збільшенням часу скидання газу і дотриманням припустимих норм його концентрації в атмосфері виробок, завершують формування газових каналів.

Одночасно, із проведенням робіт з формування присвердловинного колектора, контролюють швидкість газовиділення й обсяг газу, що виділюється на всіх етапах формування колектора і далі за весь наступний період дії свердловини (Фіг.3).

При зниженні тиску в системі до атмосферного і вмісту газу в атмосфері виробок, що не перевищують припустимих норм правил безпеки,

по формулі (1) визначають розмір сформованого колектора. Встановлена величина радіуса є мінімальним значенням присвердловинного колектора, сформованого у нерозвантаженому гірничими роботами масиві.

Техногенне збільшення колекторної зони визначається з граничної умови

$$K_{in} = q_1/q_0 \geq 1, \quad (3)$$

де  $K_{in}$  - коефіцієнт інтенсифікації газовиділення;  $q_0$  - початкова швидкість газовиділення з масиву, л/хв;  $q_1$  - швидкість газовиділення після формування присвердловинного колектора, л/хв.

При зниженні газовиділення до  $K_{in} \leq 1$  визначають обсяг газу, що виділився через свердловину, і по формулі (1) розраховують величину техногенної колекторної зони, що сформувалася.

З огляду на то, що розвиток техногенних перетворень у геологічній товщі відбувається циклічно, відповідно до посадки основної покрівлі масиву, що підробляється, періодично з кроком посадки буде відбуватися і техногенне збільшення колекторної зони свердловини, величина якої розраховується аналогічно з граничної умови [3].

Спосіб формування присвердловинного колектора в вуглегазовий масиві розроблений на підставі результатів досліджень, що були проведені на 11 експериментальних ділянках 4 шахт Центрального району Донбасу.

Виходячи з умов застосування способу, наприклад, при дегазації або видобутку метану із супутників, некондиційних вугільних пластів або запасів, що списані, тобто в тих умовах, де утворення порожнин не створює яких-небудь обмежень у технології видобутку вугілля, при формуванні присвердловинного колектора необхідно прагнути до досягнення максимального ефекту руйнування і витягу зруйнованої частини масиву. Досягнення максимального технічного результату при формуванні присвердловинного колектора і збільшенні колекторної зони дозволить підвищити ефективність дегазації масиву до 90 %.

Джерела інформації:

1. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа.-М.:Минуглепром.-1989.-190 с.

