



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87038 (13) C2
(51) МПК
E21F 5/02 (2007.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО ВПЛИВУ НА ВУГІЛЬНИЙ ПЛАСТ

1

(21) а200710209

(22) 13.09.2007

(24) 10.06.2009

(46) 10.06.2009, Бюл. № 11, 2009 р.

(72) ВАСИЛЬЄВ ЛЕОНІД МИХАЙЛОВИЧ, ЖУЛАЙ
ЮРІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, ЗБЕРОВСЬКИЙ ВАСИЛЬ
ВЛАДИСЛАВОВИЧ, МОІСЕЄНКО ПАВЛО ЮРІЙО-
ВИЧ, ТРОХИМЕЦ МИКОЛА ЯКОВИЧ(73) ІНСТИТУТ ГЕОТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ ІМ.
М.С. ПОЛЯКОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК
УКРАЇНИ

(56) UA 11794 A1, 1981

UA 12807 U, 2006

RU 2211320 C2, 2003

UA 76341 C2, 2006

UA 31118 A, 2000

Васильев Л.М., Демченко В.С., Родин А.В. Импульсная насосная установка // Геотехническая механика: Межведомственный сб. науч. трудов. - Днепропетровск, 2001. - Вып. 29. - С. 3-8.

2

Васильев Л.М. Развитие трещин в угольном массиве при импульсном нагнетании в него жидкости // Механика и разрушение горных пород. Сб. науч. работ. - К.: Наук. думка, 1993. - С. 60-65.

(57) Пристрій для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт, що включає високонапірну насосну установку, напірний трубопровід, герметизатор шпура або свердловини і генератор пружних коливань тиску рідини, що має вигляд кавітуючої трубки Вентурі і установлений у наконечнику герметизатора, який відрізняється тим, що генератор оснащений вхідним і вихідним каналами, при цьому діаметр вхідного каналу $d_{вх}$ визначається за швидкістю потоку на вході в генератор, що дорівнює 5-10 м/с при мінімальній довжині $\ell_{вх} = 10d_{вх}$, діаметр вихідного каналу $d_{вих} = 4-5 d_{кр}$ при довжині $\ell_{вих} = 20d_{вих}$, а вхід у критичну частину генератора виконаний з округленою кромкою подвійного радіуса $R_1 = 0,2d_{кр}$ і $R_2 = 0,33d_{кр}$, де $d_{кр}$ - діаметр критичного перерізу.

Вінахід відноситься до гірничої галузі й може бути використаним в технологічних процесах гідроімпульсного впливу на вугільні пласти через шпури або свердловини при проведенні заходів щодо запобігання раптовим викидам вугілля й газу, гірським ударами, підвищеному газовиділенню в гірничі виробки й зниження пилоутворення при видобутку вугілля.

Відомі пристрої для нагнітання рідини у вугільні пласти при проведенні регіональних і локальних способів запобігання газодинамічним явищам [1]. Однак, як показує практика проведення гірничих робіт, при наявності пластів і пропластків вугілля з низькими фільтраційними властивостями, застосування пристроїв статичного нагнітання рідини не забезпечують рівномірну обробку вугільного пласту по всій його потужності. Це призводить до формування зон привантаження й прояву газодинамічних явищ у вибої виробки після проведення заходів. Для їхнього усунення необхідне проведення додаткових робіт, що призводить до подорожчання заходів. Крім цього, мають місце випад-

ки провокування газодинамічних явищ у процесі гідровпливу на викидонебезпечні пласти.

Якісно нового рівня ефективності попереднього зволоження можна досягти імпульсним нагнітанням рідини у вугільний пласт. У роботах [2, 3] показано, що це дозволяє рівномірно нагнітати в пласт в'язкі рідини, що при статичному нагнітанні неможливо.

Прототипом передбачуваного винаходу є пристрій для імпульсного нагнітання води у вугільний пласт [4], що включає високонапірну насосну установку, напірний трубопровід, герметизатор свердловини й генератор пружних коливань, встановлений на кінці герметизатора і гідравлічно сполучений з нагнітальним каналом останнього, при цьому генератор пружних коливань виконаний у вигляді кавітуючої трубки Вентурі.

Гідроімпульсна обробка вугільного пласту з використанням зазначеного пристрою [3] дозволила збільшити в 1,5-2 рази радіус зволоження й знизити пилоутворення при руйнуванні вугілля до 80%. При цьому максимальний рівень пульсацій

(13) C2

(11) 87038

(19) UA

тиску склав 3,5-8% від тиску статичного нагнітання P_1 при його зміні від 5 до 32 МПа й тиску підпору в свердловині $P_3 \approx 0,1P_1$. Таким чином, конструктивні параметри генератора пружних коливань у діапазоні максимального рівня пульсацій забезпечили передачу енергії імпульсів тиску вугільному пласту в межі 8% при максимальному тиску підпору $P_3 = 3,2$ МПа й тиску нагнітання 32 МПа.

Виходячи з вищевикладеного, виходить, що, незважаючи на високу ефективність зволоження вугілля в зоні обробки, параметри генератора пружних коливань не дозволяють використати його в умовах викидонебезпечних пластів, де тиск газу (тиск підпору) у середньому становить 4-6 МПа, а в деяких випадках досягає 12,0 МПа. Відзначене є основним недоліком прототипу в частині застосування його з метою боротьби з газодинамічними явищами.

В основу винаходу поставлене завдання створення пристрою для гідроімпульсного впливу, у якому за рахунок забезпечення генератора вхідним і вихідним каналами й виконання входу в критичну частину генератора з округленою кромкою подвійного радіуса, досягається ефективна передача руйнівної здатності імпульсів тиску вугільному пласту через фільтруючу частину шпuru або свердловини в діапазоні тиску підпору, що відповідає максимальним значенням тиску газу в масиві, і як наслідок, знижуються економічні витрати на проведення заходів.

Поставлене завдання вирішується тим, що в пристрої для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт, що включає високонапірну насосну установку, напірний трубопровід, герметизатор шпuru або свердловини й генератор пружних коливань тиску рідини, що має вигляд кавітуючої трубки Вентурі і установлений у наконечнику герметизатора, згідно з винаходом генератор забезпечений вхідним і вихідним каналами, при цьому діаметр вхідного каналу $d_{вх}$ визначаються по швидкості потоку на вході в генератор, рівній 5-10 м/с при мінімальній довжині $l_{вх} = 10d_{вх}$, діаметр вихідного каналу $d_{вих} = 4-5d_{кр}$ при довжині $l_{вих} = 20d_{вих}$, а вхід у критичну частину генератора виконаний з округленою кромкою подвійного радіуса $R_1 = 0,2d_{кр}$, і $R_2 = 0,33d_{кр}$, де $d_{кр}$ - діаметр критичного перерву.

Завдяки такій сукупності істотних і відмітних ознак забезпечується вирівнювання швидкості потоку рідини на вході в генератор і передача енергії імпульсів з мінімальною втратою їхньої потужності вугільному пласту у фільтруючу частину шпuru або свердловини.

При даних параметрах конструкції пристрою досягаються нові результати. Так, при тиску нагнітання 10,0 МПа й тиску підпору 1,3 МПа у фільтруючій частині шпuru або свердловини розмах коливань тиску становить 14,0 МПа на виході із пристрою із частотою проходження імпульсів ≈ 1800 Гц.

Таким чином, запропонована конструкція пристрою, що перетворює статичну течію рідини в імпульсну, навіть при мінімальному тиску нагнітання рідини (10 МПа) забезпечує протитиск підпору газу в 14,0 МПа, що на даний період часу перевищує встановлений практикою максимальний тиск газу в масиві 12,0 МПа. Максимальний рівень пе-

редачі енергії коливань тиску по довжині фільтруючої частини свердловини або шпuru досягає значенні 180-23% від тиску нагнітання. На поверхні тріщин і дефектів вугілля у фільтраційній частині шпuru або свердловини реалізується механізм високочастотної гідроімпульсної вібрації. Це призводить до різкого зниження сил контактного й внутрішнього тертя вугілля, росту й концентрації ефективних дотичних напружень, які ініціюють розвиток деформацій зсуву в площинах, похилих до нашарування пластів і пропластків.

У сукупності по своїх відмітних ознаках пристрій для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт, перетворюючи високонапірну статичну течію рідини в дискретно-імпульсну забезпечує технічний результат - передачу руйнівної здатності імпульсів тиску вугільному пласту у фільтруючій частині шпuru або свердловини в діапазоні тиску підпору, що відповідає максимальним значенням тиску газу в масиві. Під впливом високочастотної гідроімпульсної вібрації рідина, що нагнітається під тиском у пласт, по різнонахило зростаючих тріщинах зсуву проникає у вугільний пласт по всій його потужності й формує рівномірно зволожену й дегазовану колекторну зону.

На Фіг.1 показана схема пристрою для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт; на Фіг.2 - генератор і зміни тиску й швидкості потоку по його довжині; на Фіг.3 - копія ділянки осцилограми із записом коливань тиску в трубі-імітаторі свердловини за генератором ΔP_2 на відстані $\approx 0,25$ м і ΔP_3 - наприкінці імітатора-свердловини на відстані $\approx 2,4$ м; на Фіг.4 - експериментальна залежність пульсацій тиску рідини ΔP_2 і ΔP_3 у тих же перерізах труби-імітатора свердловини й частоти проходження імпульсів f від співвідношення тисків підпору P_3 і живлення P_1 .

Пристрій для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт складається (Фіг.1) з високонапірної насосної установки 1, напірного трубопроводу 2, герметизатора свердловини 3, його наконечники 4 і генератора кавітації 5, при цьому генератор виконаний у вигляді кавітуючої трубки Вентурі з кутом розкриття дифузора $\geq 20^\circ$, із входом у критичну частину 6, виконаним з округленою кромкою подвійного радіуса $R_1 = 0,2d_{кр}$, і $R_2 = 0,33d_{кр}$, де $d_{кр}$ - діаметр критичного перерізу генератора, генератор кавітації споряджений вхідним 7 і вихідним гідрравлічними каналами 8, що забезпечують вирівнювання швидкості потоку на вході в генератор і максимальну передачу енергії імпульсу рідини в свердловину відповідно, при цьому діаметр вхідного каналу $d_{вх}$ визначається по швидкості потоку на вході в генератор рівної 5-10 м/с при довжині $l_{вх} = 10d_{вх}$, а діаметр вихідного каналу $d_{вих} = 4-5d_{кр}$ при довжині $l_{вих} \geq 20d_{вих}$.

Пристрій працює в такий спосіб.

При включенні насосної установки 1 рідина заповнює напірний трубопровід 2 і через наконечник герметизатора 4 і вхідний гідрравлічний канал 7, після вирівнювання поля швидкостей, подається на вхід у генератор кавітації 5, пройшовши критичну 6 і дифузорну частину генератора й вихідний канал 8, рідина попадає у фільтруючу частину шпuru або свердловини 9.

При цьому на вході в критичну частину генератора кавітації 5 (Фіг.2) у результаті зниження місцевого статичного тиску до рівня насиченого пару рідини утвориться кавітаційна каверна 10, що росте до максимальних розмірів з виходом у дифузорну частину. Потім вся її дифузорна частина відривається, зноситься по потоку й захоплюється в гідравлічному каналі 8 у зоні підвищеного тиску підпору.

Для підтвердження працездатності й ефективності пристрою для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт у відповідності зі схемою, представленою на Фіг.1, було проведено експериментальне дослідження процесу поширення імпульсів тиску в свердловині. Випробування проводилися на гідравлічному стенді Інституту геотехнічної механіки НАН України з використанням труби-імітатора свердловини. Як приклад на Фіг.3 представлені копії ділянки осцилограми із записом коливальності тиску рідини в трубі-імітаторі свердловини при тиску нагнітання $P_1=10\text{МПа}$. Із представлених даних видно, що імпульси тиску за генератором на відстані 0,25м становлять $\Delta P_2 \approx 18,0\text{МПа}$, а наприкінці труби-імітатора $\Delta P_3 \approx 2,3\text{МПа}$. Процес відриву й схлопування каверн, що відривалися, відбувається строго періодично зі стабільною частотою в кілька сотень герців. Схлопування каверн у гідравлічному каналі 8 із запропонованими геометричними параметрами супроводжується значним підвищенням тиску в імпульсі і їхньої передачі по довжині труби-імітатора.

На Фіг.4 представлені експериментальні залежності кавітаційних коливальностей тиску ΔP_2 за генератором на відстані 0,25м і в кінці труби-імітатора свердловини ΔP_3 на відстані 2,4м і частоти проходження імпульсів f від співвідношення тисків у свердловині й живлення P_3/P_1 при тиску нагнітання, рівним 10МПа. Слід зазначити, що довжина фільтруючої частини свердловини або шпурі згідно [1] становить 1-2м. Тут же представлена також експериментальна залежність, запозичена з роботи [3], величини імпульсів тиску в свердловині для прототипу при тиску нагнітання 32МПа. Як видно з наведених даних ефективність запропонованого

пристрою в кілька разів перевищує ефективність прототипу в широкому діапазоні зміни значень тиску підпору в свердловині $P_3 \approx 0,05 \div 0,55 P_1$ з частотами проходження імпульсів від 1000 до 6000Гц.

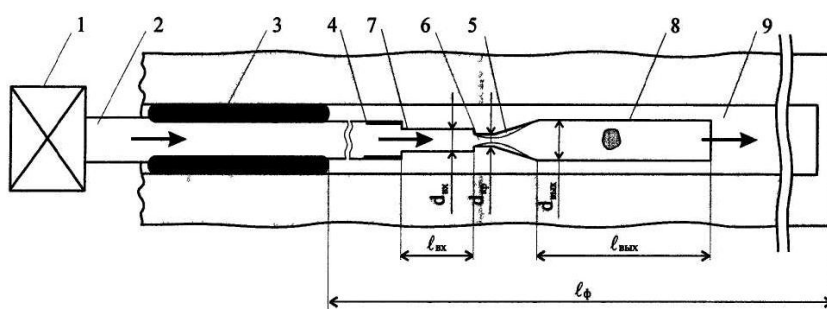
Попередні промислові випробування запропонованого пристрою для гідроімпульсного впливу на вугільний пласт за схемою, представленою на Фіг.1, у підготовчих виробках шахти «Дуванна» БАТ «Краснодонвугілля» підтвердили результати стендових випробувань.

При статичному нагнітанні води насосною установкою УНТ, тривалість гідророзпушування склала 4хв., було закачано $0,2\text{м}^3$. У масиві утворилося дві магістральні тріщини з виходом води у вироблений простір, що змусило припинити процес гідророзпушування й не дозволило закачати розрахункову кількість води згідно [1].

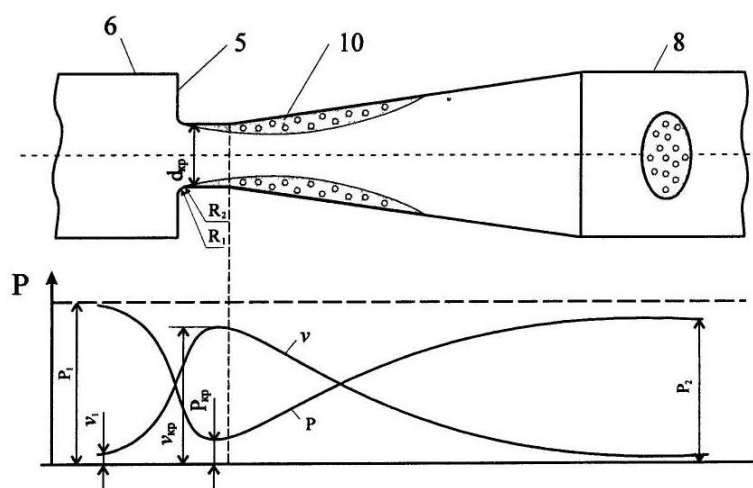
При імпульсному нагнітанні води протягом 8 хвилин закачано $0,6\text{м}^3$. У процесі гідророзпушування магістральних тріщин не утворилося, а величина зволоженої колекторної зони по простяганню пласту склала більше 6м. При цьому динаміка виділення метану з масиву збільшилася в 12 разів у порівнянні з вихідною.

Джерела інформації

1. Правила ведення гірничих робіт на пластах, схильних до газодинамічних явищ / Стандарт Мінвуглепрому України СОУ 10.1.00174088-2005. - Київ: Мінвуглепром України. - 2005. - 225 с.
2. Васильев Л.М. Развитие трещин в угольном массиве при импульсном нагнетании в него жидкости // Механика и разрушение горных пород. - Киев: Наук, думка, 1993. - с. 60-65.
3. Васильев Л.М., Демченко В.С., Родин А.В. Импульсная насосная установка. - Сб. науч. трудов «Геотехническая механика», вып. №29, Днепропетровск, 2001. - с. 3-8.
4. Авторское свидетельство СССР №1034453, МКИ E21F5/02, 1981. Устройство для импульсного нагнетания воды в угольный пласт / А.В. Родин, Л.М. Васильев, В.В. Пилипенко, В.А. Задонцев, В.А. Дрозд, И.К. Манько и В.И. Бандурин. Опубл. 1983. Бюл. №29 (прототип).



Фиг.1



Фиг.2