

М.Г. Бойко, докт. техн. наук,
В.С. Коломієць, канд. техн. наук,
О.А. Геммерлінг, канд. техн. наук

Донецький національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РУЙНУВАННЯ ВУГІЛЬНОГО ПЛАСТА ІМПУЛЬСНИМ СТРУМЕНЕМ РІДИНИ

В работе определены рациональные параметры разрушения угольного массива импульсной струей и предложена новая схема обработки пласта с крепким спаем угля с породами кровли.

The rational parameters of destruction of coal by impulse jet are certain in work and the new scheme of treatment of layer with the strong junction of coal and the breeds of roof is offered.

Постановка проблеми

Механізація очисних і підготовчих робіт на шахтах, що розробляють вугільні пласти крутого падіння, в теперішній час залишається на низькому рівні. Основним засобом механізації залишається відбійний молоток. Механізація на шахтах Центрального району Донбасу стримується складними гірничо-геологічними умовами, неможливістю використання електричної енергії на вихідному струмені повітря в очисних і підготовчих вибоях через небезпеку виникнення викидів вугілля та газу. Одним з перспективних способів механізації очисних і підготовчих робіт є гідравлічний (із застосуванням імпульсного струменя рідини). Для забезпечення високопродуктивної роботи гідроімпульсних установок різного призначення необхідно обґрунтувати ряд параметрів імпульсного струменя (тиск, частота, кут руйнування, кут повороту насадків гідроімпульсної установки) і встановити характер взаємодії імпульсного струменя з вугільним пластом, який руйнується.

Актуальність роботи обумовлено необхідністю обґрунтування параметрів гідроімпульсної установки для ведення очисних робіт на пластах крутого падіння з міцним спаєм вугілля з породами покрівлі, підвищення продуктивності і безпеки проведення очисних робіт у порівнянні з існуючими.

Аналіз проведених досліджень

У роботі [1] описано способи проведення очисних робіт на пластах з вугіллям, що легко обвалюється. Гідроімпульсна установка, що переміщується по підшві пласта, нарізає врубову щілину по лінії пласт-підшва і залежно від властивостей вугілля, що руйнується, починається його обвалення під дією сил тяжіння із глибини щілини від 0,3 м. Загальна глибина, що нарізається, визначається прийнятим паспортом кріплення. У роботі [2] описано стенд для проведення досліджень процесу взаємодії гідроімпульсного струменя з масивом вугілля, що руйнується. Був отриманий вугільний зразок, стиснутий у двох площинах, що дозволило наблизити його напружений стан до реаль-

ного стану в пласті вугілля. У роботі [3] отримані закономірності руйнування вугільного масиву гідроімпульсним струменем, надані аналітичні описи глибини утвореної імпульсом води воронки, енергоємності руйнування вугілля. У роботі [4] описано механізм взаємодії імпульсного струменя рідини з масивом вугілля, що руйнується, та наведені отримані результати.

Мета роботи

Дана стаття є продовженням зазначених робіт. Метою даного дослідження є встановлення раціональних параметрів імпульсного струменя рідини для руйнування вугільного масиву (крок руйнування вугілля, кут повороту насадок установки та інших) при веденні очисних робіт на пластах з міцним спаєм вугілля з покрівлею.

Визначення раціональних параметрів руйнування вугілля необхідне для складання математичної моделі процесу взаємодії гідроімпульсного струменя установки з масивом вугілля, що має міцний спай з породами покрівлі.

Результати дослідження

Для механізації ведення очисних робіт на пластах крутого падіння останнім часом знаходять застосування гідроімпульсні установки, що розроблені в Донецькому національному технічному університеті [5]. В основу установки покладений генератор імпульсного струменя [5], який призначений для перетворення стаціонарного потоку води малої витрати (5–5,5 м³/год.) високого тиску (28–32 МПа) в імпульсний потік, з миттєвою витратою 60–90 м³/год. і тиском 23–26 МПа. При роботі генератора імпульсного струменя протягом 0,1–0,2 с накопичується приблизно 250 мл води, потім відкривається запірний орган і вода через насадку діаметром 8–12 мм із миттєвою витратою 60–90 м³/год. протягом 0,012–0,016 с надходить на відбійку. Потужність потоку в імпульсі становить 500–700 кВт при потужності насоса 55 кВт. Тиск, що досягається, миттєва витрата і потужність струменя дозволяють одержати продуктивність відбійки вугільного масиву 60–80 т/год.

Дослідженнями таких пристроїв підтверджено можливість створення на їх основі гідроімпульсних установок різного технологічного призначення для відпрацювання тонких і досить тонких крутих вугільних пластів [1]. При застосуванні гідроімпульсних установок підвищується безпека праці робітників. Перераховані позитивні якості установок, що створюють імпульсні струмені, досить повно відповідають вимогам до гірничих машин і вказують на можливість створення на їх основі машин різного технологічного призначення для відпрацювання вугільних пластів потужністю понад 0,4 м з кутом падіння більше 35° і опірністю пласта різанню до 150 кН/м. Основними перевагами цих пристроїв є: невеликі габаритні розміри (1100x350x300 мм) і маса (близько 200 кг); у якості енергоносія використовується потік рідини з параметрами, що повністю освоєні та використовуються на шахтах; можливість роботи як на пневматичній, так і на електричній енергії [1].

Для в'язких, слаботріщинуватих вугільних пластів при використанні схеми руйнування, що існує, основною проблемою є незначне обвалення вугілля після нарізання врубової щілини і наявність масивів незруйнованого вугілля. Для руйнування масивів вугілля, що залишилися, необхідно виконувати додаткову кількість проходів імпульсним струменем, що значно знижує продуктивність і підвищує енергоємність руйнування вугілля. Крім того, у деяких випадках для руйнування вугілля, що залишилися, необхідно застосувати ручну працю, що небажано на пластах небезпечних щодо раптових викидів вугілля і газу. Тому задача встановлення раціонального способу обробки вибою при руйнуванні таких вугілля імпульсним струменем є актуальною.

Ефективне руйнування вугільного масиву відбувається при числі імпульсів струменя в одну точку вугільного вибою до трьох [3, 4]. При цьому здійснюється пропорційне збільшення глибини воронки, і енергоємність утворення щілини, у порівнянні з енергоємністю утворення

окремої воронки одиничним імпульсом, знижується приблизно в 5 разів [3, 4]. При збільшенні числа імпульсів струменя понад три ефективність руйнування вугілля значно зменшується [3, 4].

Конструкцію виконавчого органа, що пропонується, передбачається використати на мінімальній потужності пласта, яка дорівнює 0,4 м. Це пов'язано з габаритами вузлів гідроімпульсної установки. Максимальна потужність пласта, що руйнується гідроімпульсною установкою, становить близько 1,0 м і визначається висотою підняття виконавчого органа. У виконавчому органі використовуються дві насадки, які розташовані діаметрально, та здійснюють обертовий рух навколо осі.

Привод обертання виконавчого органа гідроімпульсної установки для ведення очисних робіт повинен забезпечувати роботу за наступною схемою: 2–3 імпульси струменя одночасно з обох насадок у відповідну точку вугільного вибою, потім поворот стволів з насадками на фіксований кут і т.д. по колу. Після досягнення необхідної глибини руйнування вугілля у вибої установка пересувається за допомогою лебідки на відстань 0,4 м. Таким чином, пересуваючи установку по всій довжині лави із кроком 0,4 м, одержимо руйнування по всій потужності пласта на глибині заходки.

Визначимо раціональний кут повороту стволів виконавчого органа з насадками відповідно до проведених експериментальних досліджень. У гідроімпульсній установці 2 (рис. 1) використовуються одночасно два стволи 1 з насадками, які розташовано за наведеною схемою. Діаметр по осях насадків D_{oc} становить 300 мм.

Число поворотів стволів виконавчого органа з насадками $n_{нов}$ визначимо за наступною залежністю

$$n_{нов} = \frac{\pi D_{oc}}{2 l_p} = \frac{\pi D_{oc}}{(12-16) d_n}, \quad (1)$$

де d_n — діаметр насадки; l_p — крок руйнування вугілля, згідно даних експерименту складає (6–8) d_n .

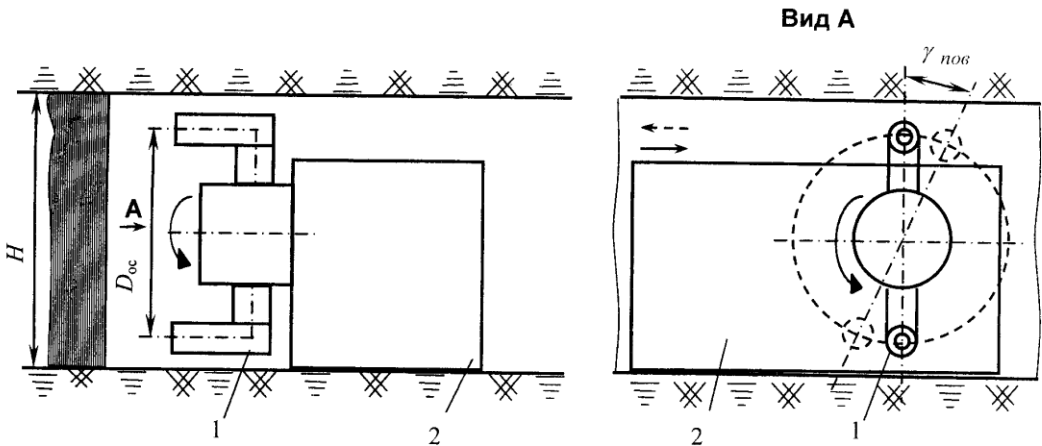


Рис. 1. Схема відпрацювання вибою виконавчим органом гідроімпульсної установки.

Кут повороту стволів виконавчого органу гідроімпульсної установки складає

$$\gamma_{пов} = \frac{\pi}{n_{пов}} \quad (2)$$

H — потужність пласта, що руйнується.

Розраховані значення кількості обертів і кута оберту представлено у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1
Значення кількості поворотів і кута повороту виконавчого органу

Діаметр насадок, d_n , мм	Кількість обертів, $n_{пов}$	Кут оберту, $\gamma_{пов}$	
		рад	градуси
8	7,36–9,82	0,32–0,43	18,3–24,4
10	5,88–7,85	0,40–0,53	22,9–30,6
12	4,90–6,54	0,48–0,64	27,5–36,7

За півоберта виконавчого органу за наведеною вище схемою обробки вибою буде здійснюватися, згідно даним експериментальних досліджень [3, 4] руйнування вугільного масиву на глибину 0,2 м. Таким чином, для досягнення глибини заходки в 1 м необхідно зробити 2,5 обертів виконавчим органом гідроімпульсної установки.

При потужності вугільного пласта більше 0,4 м після проходження установкою всієї довжини лави в розглянутому режимі, необхідно за допомогою гідроциліндра, що розташований в основі (постелі) гідроімпульсної установки, підняти її виконавчий орган над підшовою пласта на необхідну висоту. Далі необхідно повторити процес руйнування вугілля при русі установки лавою у зворотному напрямку. Висоту підйому виконавчого органу установки визначимо за залежністю

$$B = H - D_{oc} - 2b_{щ}, \quad (3)$$

де $b_{щ}$ — ширина щілини, що утворюється, згідно даних експерименту [3, 4] $b_{щ}$ складає 0,06–0,08 м.

За одну секунду установка, що використовується, генерує від 2 до 4 імпульсів високого тиску [1, 5]. Тому для

раціонального руйнування вугільного масиву необхідно забезпечити переривчасте обертання стволів з насадками зі ступневим поворотом на 18–24° для насадок діаметром 8 мм, 23–1° для насадок діаметром 10 мм і на 28–37° для насадок діаметром 12 мм щосекунди. Дана схема дозволить забезпечити 2–3 імпульси в кожен точку вугільного масиву та раціональне руйнування вугілля з найменшими енерговитратами у порівнянні зі схемами, що існують [1].

Висновки

Розроблено нову схему руйнування гідроімпульсним струменем рідини вугільного масиву зі слаботріщинуватим вугіллям, що має міцний слай із породами покрівлі. Матеріали даного дослідження будуть використовуватися при проектуванні гідроімпульсних установок, що призначені для роботи на вказаних вугільних пластах. Надалі з метою уточнення отриманих експериментальних залежностей, планується провести аналогічні дослідження в реальних умовах на вугільному пласті крутого падіння.

Література

1. Гулин В.В., Коломиец В.С. Новый способ разрушения угольного массива // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 51. Серія: гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонНТУ, 2002. — С. 69—74.
2. Бойко Н.Г., Геммерлинг О.А. Стенд для исследования процесса взаимодействия гидроимпульсной струи с разрушаемым массивом угля // Вісті Донецького гірничого інституту: Всеукраїнський науково-технічний журнал гірничого профілю. — 2002. — № 3 — С. 70—71.
3. Бойко Н.Г., Геммерлинг О.А. Исследование процесса взаимодействия импульсной струи жидкости с разрушаемым массивом угля // Труды международной научно-технической конференции "Горная энергомеханика и автоматика". — Донецк: ДонНТУ. — 2003. — Т 2. — С. 74—79.
4. Геммерлинг О.А. Установление закономерностей разрушения угольного массива импульсной струей жидкости // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 83. Серія: гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонНТУ. — 2004. — С. 64—70.
5. Гидроимпульсное устройство / Тимошенко Г.М., Гулин В.В., Тимошенко В.Г., Селивра С.А. / Патент України № 6173. Приоритет от 20.02.91 г. МКИ E21C45/00.

Надійшла 29.05.2009 р.