

М.Г. Бойко, докт. техн. наук,
О.А. Геммерлінг, канд. техн. наук
Донецький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛИ УДАРУ ГІДРОІМПУЛЬСНОГО СТРУМЕНЯ ПРИ ПРОХОДЖЕННІ ЙОГО ЧЕРЕЗ ШАР ЗРУЙНОВАНОГО ВУГІЛЛЯ РІЗНОЇ ВОЛОГОСТІ

Экспериментальным путем определены изменения силы удара гидроимпульсной струи при прохождении ее через слой разрушенного угля различной влажности.

In work the changes of force of hydroimpuls jet by passing it through the layer of the blasted coal of different humidity defined by an experimental method.

Проблема і її зв'язок з науковими або практичними задачами

Розробка пластів Центрального району Донбасу крутого падіння здійснюється поверховим способом. Висота поверху при цьому складає до 200 м. Для підготовки нового очисного вибою необхідно пробурити свердловину на висоту поверху. Одним з перспективних способів механізації процесу проведення свердловин є гідравлічний (за допомогою гідроімпульсного струменя). Для забезпечення високопродуктивної роботи гідроімпульсних установок необхідно обґрунтувати ряд параметрів імпульсного струменя.

При проведенні свердловин для підготовки лав на пластах крутого падіння використовуються гідроімпульсні установки типу МБГІ-1, що розроблено у Донецькому національному технічному університеті [1]. Характерним в роботі цих установок при проведенні свердловин (свердловини проводяться знизу нагору по пласту під кутом його падіння) є те, що між установкою і вибоєм утворюється шар зруйнованого вугілля, який має пройти імпульсним струменем води. Тому при проходженні імпульсного струменя через цей шар зруйнованого вугілля частина енергії імпульсу втрачатиметься. Кількість енергії, що втрачена, зумовлюватиметься товщиною, вологістю та щільністю вугілля у шарі, його гранулометричним складом та іншими факторами.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю підвищення продуктивності і точності проведення свердловин на пластах крутого падіння при підготовці нового очисного вибою та підвищення безпеки праці у порівнянні з існуючими установками.

Аналіз досліджень і публікацій

У роботі [2] описано недоліки традиційного механічного способу буріння: скривлення свердловин, відхід бурової коронки у ґрунт або покрівлю пласта, заклинювання бурової коронки і неможливість її виймання. Було запропоновано використання гідроімпульсної установки для

проведення свердловин. Її використання позбавлено зазначених недоліків. У роботі [3] на підставі отриманого експериментального матеріалу представлено залежності для визначення втрат енергії струменя при проведенні свердловини, позаяк при проведенні свердловини знизу нагору має місце утворення шару вугілля між установкою і вибоєм. У роботі [4] розглянуто питання з визначення втрат тиску імпульсним струменем. У роботі [5] було визначено зміни сили удару імпульсного струменя, з урахуванням товщини шару зруйнованого вугілля і повітряного середовища.

Постановка задачі

Метою даного дослідження є одержання необхідних даних для уточнення математичної моделі процесу взаємодії гідроімпульсного струменя з масивом вугілля, що руйнується, при проведенні свердловин. При визначенні сили удару імпульсного струменя враховується зміна вологості зруйнованого вугілля — це здійснюється вперше.

З метою визначення втрат енергії імпульсу був розроблений спеціальний стенд (рис. 1), що дозволяє визначати параметри енергії на виході генератора імпульсів, силу удару рідини об перешкоду, на якій установлювався тензодатчиком 4 при проходженні струменем води шару зруйнованого вугілля різної товщини. Стенд складається з наступних основних вузлів: натурального зразка генератора імпульсного струменя 5, встановленого на платформі, що переміщується за рейковим шляхом, вугільного бункера 1 і датчика сили удару імпульсного струменя 4. Між насадкою генератора імпульсного струменя і тензодатчиком 4 встановлюється вугільний бункер 1, що має рухому стінку 2 для зміни товщини вугільного шару 3. У рухомій стінці 2 було зроблено отвір діаметром 200 мм для виходу імпульсного струменя і часток вугілля. Розміри вугільного бункера 1 склали: довжина — 1 м, ширина — 0,4 м, висота — 0,4 м. Довжина бункера обрана такою, що дорівнює 1 м, оскільки один цикл буріння свердловини складає 1 м і дорівнює довжині бурової штанги.

Поперечний переріз бункера дорівнює $0,4 \times 0,4$ м, оскільки діаметр свердловини, що утворюється, становить 0,4 м.

При проведенні експериментів у вугільний бункер засилося вугілля марки К (коксівне), найбільш характерне для пластів крутого падіння Центрального району Донбасу, наступного гранулометричного складу: клас 0–6 мм — 56,9%; 6–13 мм — 21,4%; 13–25 мм — 15,6%; 25–50 мм — 2,7%; 50–100 мм — 1,4%; понад 100 мм — 0%. Гранулометричний склад вугілля, що використовувалося для експериментальних досліджень, відповідає гранулометричному складу вугілля, що одержувалося при гідроімпульсному руйнуванні вугільного пласту.

При визначенні сили удару імпульсного струменя при проходженні її через шар вугілля відстань між генератором і датчиком не змінювалася та становила 1 м, а змінювалася товщина шару вугілля від 0 до 0,93 м. Використовувалися насадки діаметром 8, 10 і 12 мм. Для створення необхідного тиску перед генератором імпульсного струменя застосовувався насос УНГ-5,4/0,1, що працював разом з підпірним насосом 1У20/5.

Дані про силу удару гідроімпульсного струменя, що одержані у такий спосіб, в експериментальних умовах повністю ідентичні реальним втратам енергії при проведенні нарізних робіт гідроімпульсною установкою на пластах крутого падіння.

Технічні характеристики експериментального стенда:

1. Довжина рейкового шляху: 4 м;
2. Тиск на вході в генератор: 28–30 МПа;
3. Тиск на виході з генератора: 22–26 МПа;
4. Частота пульсації тиску: 2–5 Гц;
5. Режим роботи генератора: автоколивальний;
6. Товщина вугільного шару: 0–0,93 м;
7. Діаметр насадок, що використовувалися: 8, 10, 12 мм.

Параметри імпульсу на виході генератора і сила його удару об перешкоду передавалися через підсилювач типу 8АНЧ-7М на осцилограф типу Н-117/1 і фіксувалися на його плівку.

Отримані в такий спосіб дані оброблялися методом математичної статистики — методом найменших квадратів — і показані на рис. 2 (як приклад для насадки 8 мм).

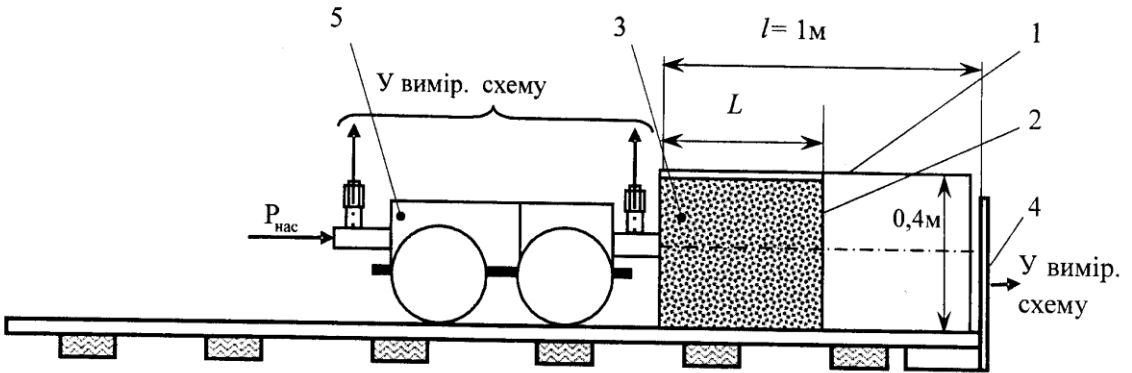


Рис. 1. Схема стенда для проведення експериментів щодо визначення сили удару імпульсного струменя.

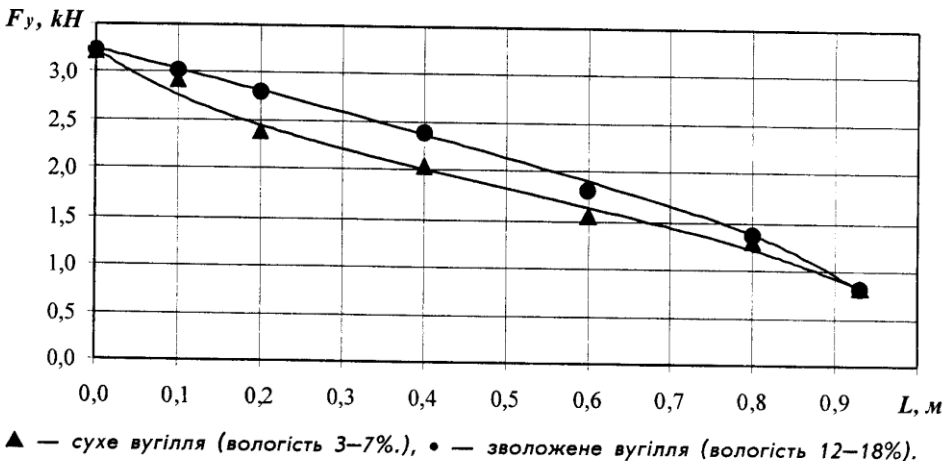


Рис. 2. Залежності сили удару імпульсного струменя від товщини вугільного шару різної вологості.

З даних, що наведені, випливає:

1. Зміна (зменшення) сили удару струменя є функцією товщини вугільного шару і діаметра насадки. Зі збільшенням товщини вугільного шару між насадкою генератора і перешкодою зменшення сили удару струменя відбувається за нелінійним законом (квадратичної параболі) при товщині шару вугілля від 0 до 0,93 м:

$$F_y = mL^2 + nL + k, \quad (1)$$

де m , n і k — постійні коефіцієнти (табл. 1).

2. Зменшення сили удару струменя при проходженні через зволожене вугілля відбувається до 20% інтенсивніше, ніж при проходженні сухого вугілля тієї ж товщини.

*Таблиця 1
Значення коефіцієнтів, що входять у вираз (1),
для визначення змін сили удару імпульсного
струменя при проходженні його через шар
зруйнованого вугілля*

Тип зруйнованого вугілля	Значення коефіцієнтів		
	n	m	k
зволожено	-1,77	-0,789	3,21
сухе	-3,22	0,874	3,18

Висновки і напрямки подальших досліджень

Вперше було отримано залежності зміни сили удару імпульсного струменя при проходженні його через шар зруйнованого вугілля різної вологості. На підставі отриманих залежностей сили удару гідроімпульсного струменя встановлено, що для зволоженого вугілля зменшення сили удару струменя відбувається до 20% інтенсивніше, ніж для сухого вугілля тієї ж товщини.

Отримані результати використовуються при вдосконаленні існуючих і при проектуванні нових гідроімпульсних установок для проведення свердловин пластах крутого падіння. Надалі планується уточнення отриманих залежностей шляхом проведення подальших теоретичних і експериментальних досліджень.

Література

1. Гидроимпульсное устройство / Тимошенко Г.М., Гулин В.В., Тимошенко В.Г., Селивра С.А. / Патент України № 6173. Приоритет от 20.02. 91 г. МКИ Е21С45/00.
2. Бойко Н.Г., Геммерлинг О.А. Обоснование параметров гидроимпульсной струи генератора установки для проведения скважин // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Вип. 42. Серія: гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонНТУ, 2002. — С. 54—57.
3. Бойко Н.Г., Геммерлинг О.А. Потери энергии гидроимпульсной струи и ее КПД // Наукові праці Донецького національного технічного університету. — Випуск 51. Серія: гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонНТУ. — 2002. — С. 37—41.
4. Геммерлинг О.А. Определение потерь давления импульсной струей жидкости при прохождении ее через слой разрушенного угля // Научные труды международной научно-технической конференции «Горное оборудование — 2005». — Донецк: ДонНТУ. — 2005. — С. 43—45.
5. Бойко Н.Г., Геммерлинг О.А. Определение силы удара гидроимпульсной струи при прохождении ее через слой разрушенного угля и по воздушной среде // Наукові праці Донецького національного технічного університету. — Вип. 16 (142). Серія: гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонНТУ, 2008. — С. 10—15.

Надійшла 07.12.2009 р.