

УДК 622.232.522.24:622.031.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ СТРУИ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЕЕ ЧЕРЕЗ СЛОЙ РАЗРУШЕННОГО ТВЕРДОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СКВАЖИН

© Н. Г. Бойко, д.т.н., О. А. Геммерлинг, Донецкий национальный
технический университет, Донецк, Украина

**Дана робота присвячена дослідженню зміни швидкості
імпульсного струменя при проходженні його через шар
зруйнованого вугілля та по повітряному простору.**

**This work is devoted to research of speed changing of impulse jet
by passing it through the layer of the blasted coal and through
the air space.**

Постановка проблемы

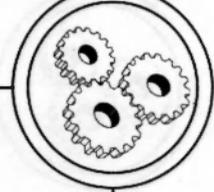
Разработка крутонаклонных и крутых пластов Центрального района Донбасса осуществляется, как правило, этажным способом. Высота этажа при этом составляет 120—150 м. Для подготовки нового забоя необходимо пробурить скважину на эту длину. Одним из перспективных способов механизации процесса проведения скважин является гидравлический (с помощью импульсной струи жидкости). Для обеспечения высокопроизводительной работы гидроимпульсных установок необходимо обосновать ряд параметров импульсной струи.

Цель работы

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью повышения производительности и точности проведения скважин на крутых и крутонаклонных пластах при подготовке нового очистного забоя и повышения безопасности труда в сравнении с существующими установками.

Анализ предыдущих исследований

В работе [1] описаны недостатки традиционного механического способа бурения: искривление скважин, уход буровой головки в почву или кровлю пласта, заклинивание буровой головки и невозможность ее извлечения. Было предложено использование гидроимпульсной установки для проведения скважин. Ее использование лишено указанных недостатков. Также в работе определена необходимая сила для разрушения пласта. В работе [2] на основании полученного экспериментального материала представлены зависимости для определения потерь энергии струи при проведении скважины, т.к. при проведении скважины снизу вверх имеет место образование слоя угля между установкой и забоем. В работе [3] описан стенд для проведения исследовательского процесса взаимодействия гидроимпульсной струи с разрушаемым массивом угля. Был получен угольный образец, сжатый в двух



плоскостях, что позволило приблизить его напряженное состояние к реальному состоянию в пласте угля. В работе [4] приведены закономерности разрушения угольного массива гидроимпульсной струей, даны аналитические описания глубины воронки, энергоемкости разрушения угля. В работе [5] доказано, на основе полученного экспериментального материала, что разрушение угольного массива происходит сколами. Получены параметры сколов при разрушении массива угля импульсной струей жидкости. В работах [6, 7] даны общие закономерности процесса гидроотбойки и результаты экспериментальных исследований процесса разрушения углецементного блока применительно к очистным установкам.

Настоящая статья является продолжением указанных работ. Целью данного исследования является получение необходимых данных для математической модели процесса взаимодействия гидроимпульсной струи с разрушаемым массивом угля при проведении скважин.

Результаты проведенных исследований

В разрабатываемой импульсной буровой установке бурение скважины осуществляется импульсной струей при давлении воды 22—28 МПа. Характерной особенностью технологии проведения скважины импульсной установкой является то, что между установкой и забоем в установившемся режиме ее работы образуется слой разрушенного угля [1]. Высота образующегося разрушенного угля изменяется практически от 0 до 1 м. При прохождении слоя разрушенного угля часть энергии струи тратится. Таким образом, при определении параметров энергии струи на выходе генератора необходимо учитывать эти потери энергии [2], а для этого необходимо знать значения средней скорости импульсной струи при прохождении ее через слой разрушенного угля и по воздуху.

Определим, согласно данным эксперимента [2, 3], среднюю скорость струи в зависимости от расстояния между насадком и датчиком. Средняя скорость струи вы-

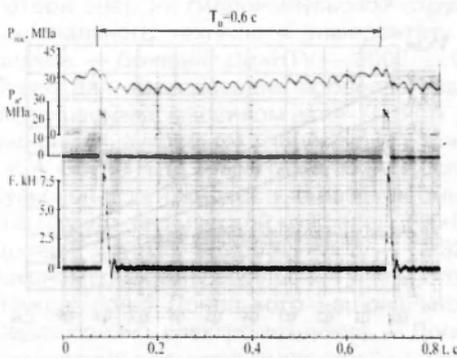


Рис. 1. Осциллограммы силы воздействия импульсной струи при ее движении по воздуху, расстояние от насадка до преграды $l = 1$ м

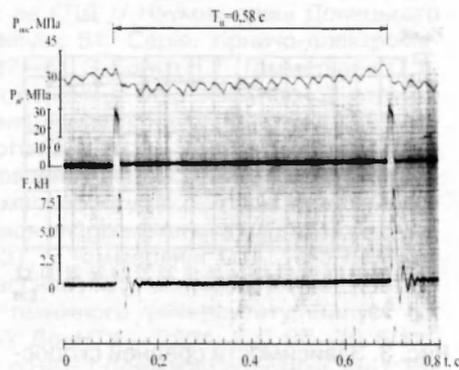
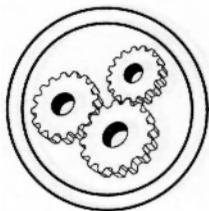


Рис. 2. Осциллограммы силы воздействия импульсной струи при ее движении через слой разрушенного угля, толщина слоя угля $L = 20$ см



числялась с помощью полученных осциллограмм (рис. 1, 2) косвенным методом — путем определения средней временной разности между передними фронтами сигналов давления импульсной струи и силы удара импульсной струи, т.е. по времени движения импульсной струи. Затем, имея расстояние между насадком генератора и преградой и время движения струи, определялась средняя скорость импульсной струи. Зависимости средней скорости струи от расстояния между насадком генератора и датчиком при движении струи по воздуху приведены на рисунке 3.

Из приведенных экспериментальных данных следует, что средняя скорость импульсной струи зависит, во-первых, от пройденного расстояния и диаметра насадка, во-вторых, является нелинейной функцией расстояния для всех диаметров насадка. Средняя скорость импульсной струи стабилизируется, начиная с расстояния 0,8 м (рис. 3).

Из полученных данных также следует, что с увеличением диаметра насадка скорость струи увели-

чивается, так, например, при расстоянии 1,2 м скорость струи для насадка диаметром 8 мм составляет 140 м/с, а для насадка диаметром 12 мм — 185 м/с, т.е. увеличивается на 32 %. При расстоянии свыше 1,5 м наблюдается уменьшение скорости импульсной струи.

Зависимости средней скорости струи в зависимости от расстояния между насадком генератора и преградой $V_s = f(l)$ изменяются по нелинейному закону вида

$$V_s = \frac{a_s + b_s l}{1 + c_s l + d_s l^2};$$

где a_s , b_s , c_s и d_s — экспериментальные коэффициенты.

Аналогично выше сказанному определим среднюю скорость импульсной струи при движении ее через слой разрушенного угля. При данном эксперименте расстояние между насадком генератора импульсной струи составляло 1 м и в процессе исследования не изменялось, а изменялась толщина слоя разрушенного угля от 0 до 1 м [2], данные расстояния обусловлены технологией проведения скважин гидроимпульсной установкой.

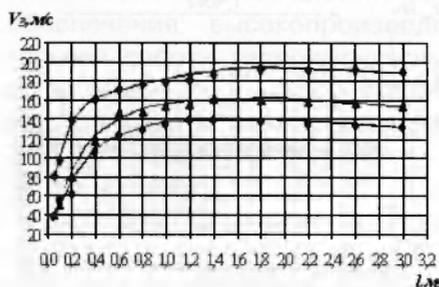


Рис. 3. Зависимости средней скорости импульсной струи от расстояния между насадком генератора и преградой: ● — диаметр насадка 8 мм, ▲ — диаметр насадка 10 мм, ◆ — диаметр насадка 12 мм

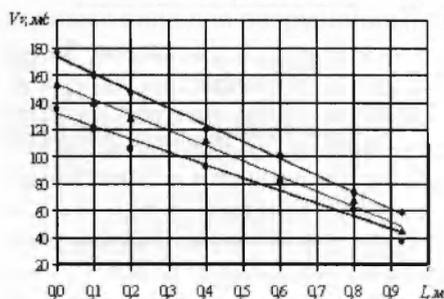
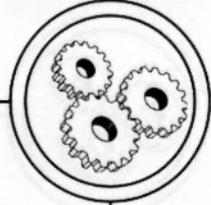


Рис. 4. Зависимости средней скорости импульсной струи от толщины угольного слоя: ● — диаметр насадка 8 мм, ▲ — диаметр насадка 10 мм, ◆ — диаметр насадка 12 мм



При прохождении импульсной струи через слой разрушенного угля характер изменения скорости изменяется и является практически линейной убывающей функцией расстояния (рис. 4).

Зависимости средней скорости импульсной струи от толщины угольного слоя не противоречат линейному закону вида:

$$V_y = V_0 - V_k L;$$

где V_0 — начальное значение скорости; V_k — угловой коэффициент, характеризующий интенсивность уменьшения скорости в зависимости от толщины слоя разрушенного угля.

На основании полученных значений средней скорости импульсной струи, в зависимости от толщины слоя разрушенного угля, видно, во-первых, что с увеличением диаметра насадка интенсивность снижения скорости струи увеличивается, во-вторых, что при максимальном слое разрушенного угля (около 1 м) средняя скорость импульсной струи уменьшается в

3—4 раза (рис. 4), что ведет к значительному снижению эффективности разрушения угля [6, 7]. Поэтому необходимо при эксплуатации буровой гидроимпульсной машины обеспечить слой разрушенного угля перед насадками не превышающий 0,5 м. Толщина слоя разрушенного угля может быть изменена путем варьирования скорости подачи бурового станка.

Выводы

Полученные результаты используются при усовершенствовании существующих и при проектировании новых гидроимпульсных установок для проведения скважин на крутых и крутонаклонных пластах. В дальнейшем планируется уточнение полученной математической модели путем проведения дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Впервые были получены зависимости изменения скорости импульсной струи при прохождении ее через слой разрушенного угля.

1. Бойко Н. Г., Геммерлинг О. А. Обоснование параметров гидроимпульсной струи генератора установки для проведения скважин // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Випуск 42. Серія: гірничо-електромеханічна. — Донецьк: ДонНТУ, 2002. — С. 54—57.
2. 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.
3. 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.
4. 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». — Донецьк: ДонНТУ. — 2003. — Т 2. — С. 32—37.
5. 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.
6. Исследование процесса гидроотбойки: Отчет о НИР / Донецкий политехн. ин-т; Руководитель Г. М. Тимошенко. Ч. 1—4. — Донецьк, 1989. — 578 с.
7. Бугрик В. А. Разработка гидроимпульсного исполнительного органа нишевыемочной машины. Дис ... канд. техн. наук: 05.05.06. — Донецьк, 1988. — 232 с.