

Секция 9
ПРИКЛАДНАЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ
МЕХАНИКА

УДК 622.232.522.24

Экспериментальное исследование процесса взаимодействия гидроимпульсной струи с угольным забоем при проведении скважин

Геммерлинг О. А.

Научный руководитель – Бойко Н. Г.

Донецкий национальный технический университет, Украина

Разработка угольных шпатов Центрального района Донбасса осуществляется этажным способом. Высота этажа при этом составляет 120-150 м. Для подготовки пового забоя необходимо пробурить скважину сверху вниз 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.

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

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

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 установленном режиме ее работы образуется слой разрушенного угля [1, 2]. Высота образующегося разрушенного угля изменяется практически от 0 до 1 м. При прохождении слоя разрушенного угля часть энергии струи теряется. 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 во воздуху.

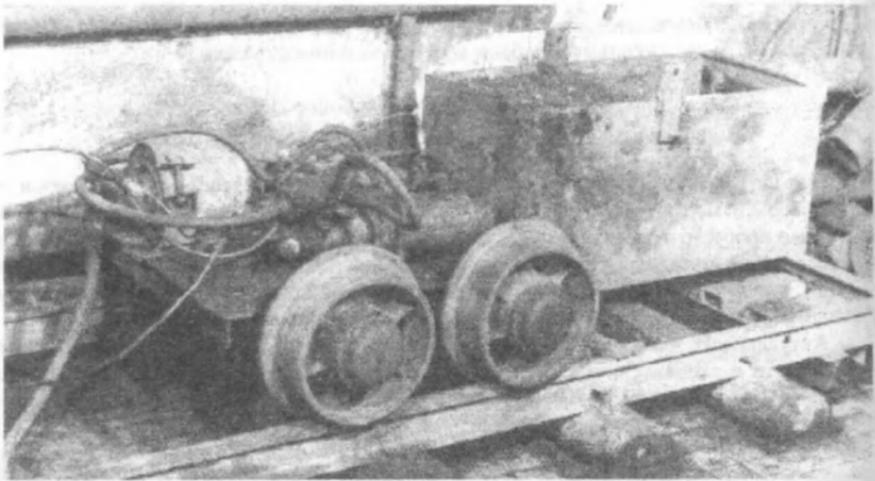
Стенд для проведения экспериментов по определению потерь энергии импульсной струи при движении ее через слой разрушенного угля показан на рисунке 1. Между насадком генератора импульсной струи и тензодатчиком 4 устанавливается угольный бункер 1, который имеет подвижную стенку 2 для изменения толщины угольного слоя 3. При проведении экспериментов в угольный бункер засыпался уголь марки К, наиболее характерный для пластов крутого падения Центрального района Донбасса. Расстояние между генератором и датчиком силы удара импульсной струи не изменялось и составляло 1 м, а изменялась толщина L угольного слоя 3 от 0 до 1 м. В качестве насадков использовались применяемые в существующей установке [3] насадки диаметром 8, 10 и 12 мм.

Для создания необходимого давления перед генератором импульсной струи применяется высоконапорный насос УНГ-5,4/0,1, работающий вместе с подпорным насосом 1В20/5. Для соединения генератора импульсной струи и насосных агрегатов использовался гибкий высоконапорный рукав с внутренним диаметром 20 мм, рассчитанный на рабочее давление 35 МПа.

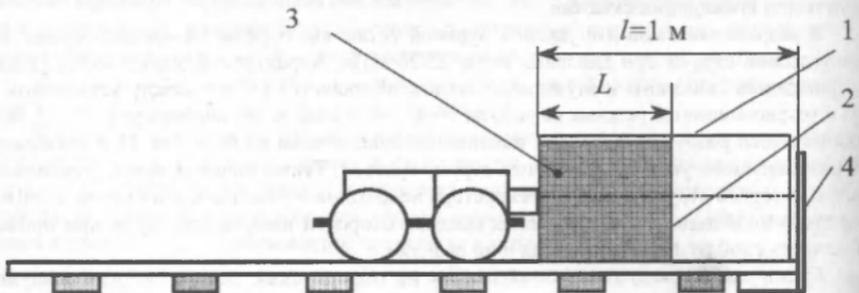
Экспериментальный стенд имеет следующие технические характеристики:

1. Длина рельсового пути 4 м;
2. Давление на входе в генератор 28-30 МПа;

3. Давление на выходе из генератора 24-26 МПа ;
4. Частота пульсаций давления 2-5 Гц;
5. Режим работы генератора автоколебательный;
6. Толщина угольного слоя 0-1 м;
7. Насадки диаметром 8, 10, 12 мм.



а)



б)

Рис. 1. Общий вид (а) и схема (б) стенда для проведения экспериментов по определению потерь энергии импульсной струи при движении ее через слой разрушенного угля

Определим, согласно данным эксперимента [2], среднюю скорость струи в зависимости от расстояния между насадком и датчиком. Средняя скорость струи вычислялась с помощью полученных осциллограмм (см. рис. 2, 3) 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 4.

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 (см. рис. 4).

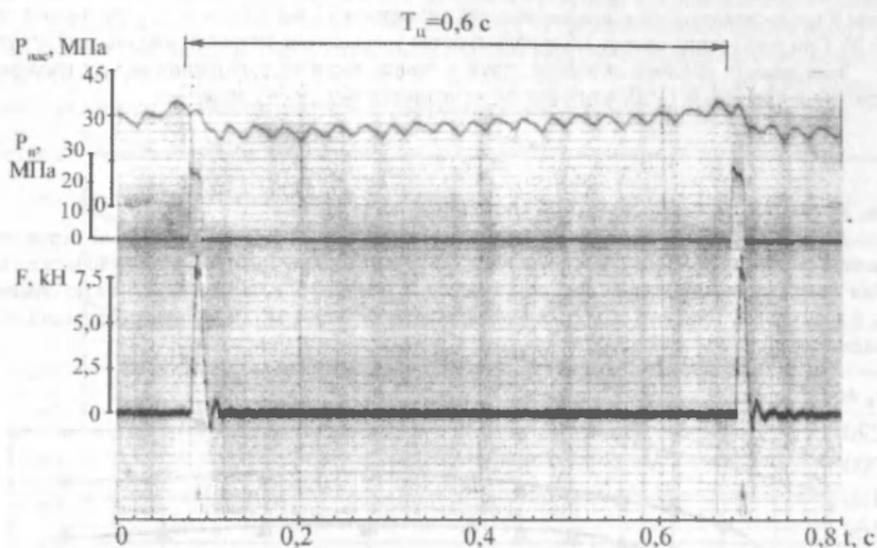


Рис. 2. Осциллограммы силы воздействия импульсной струи при ее движении по воздуху, расстояние от насадка до преграды $l = 1$ м.

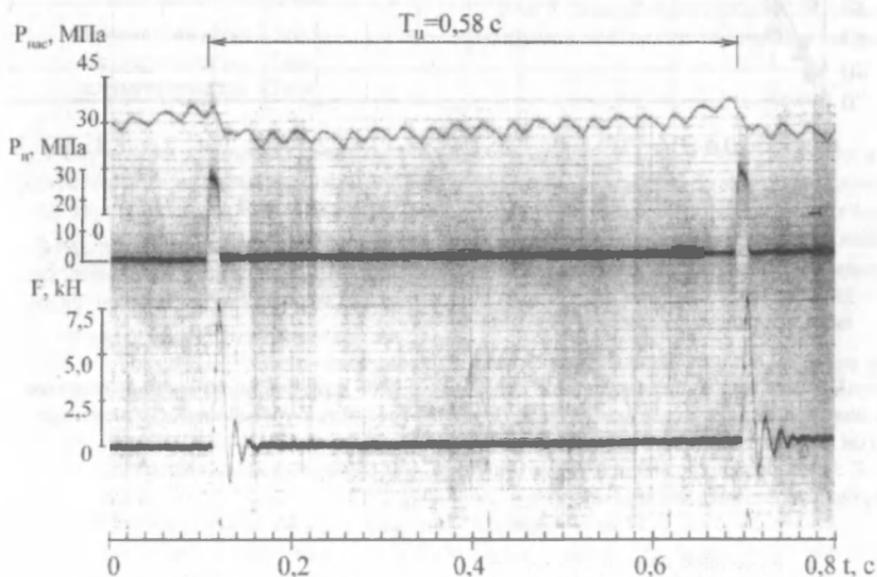


Рис. 3. Осциллограммы силы воздействия импульсной струи при ее движении через слой разрушенного угля, толщина слоя угля $L = 0,2$ м

Из полученных данных также следует, что с увеличением диаметра насадка скорость струи увеличивается, 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.

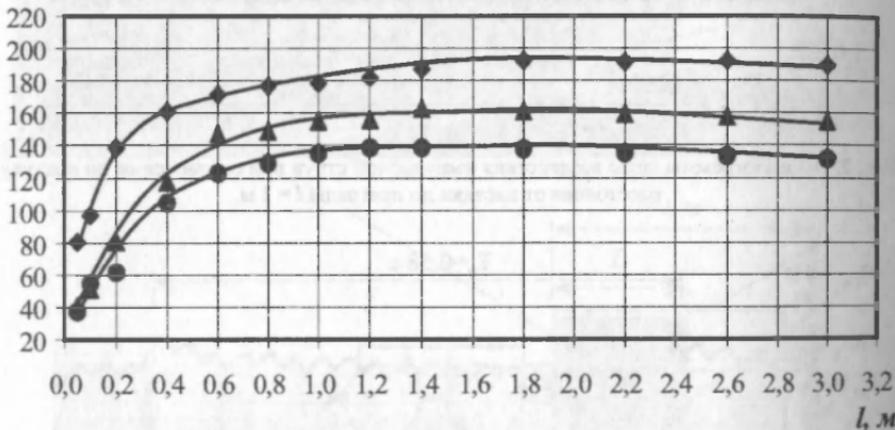
Зависимости средней скорости струи в зависимости от расстояния между насадком генератора и преградой $V_s = f(l)$ изменяются по нелинейному закону вида

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

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 гидроразрывной установкой.

$V_B, \text{ м/с}$



Условные обозначения:

- – диаметр насадка 8 мм,
- ▲ – диаметр насадка 10 мм,
- ◆ – диаметр насадка 12 мм.

Рис. 4. Зависимости средней скорости импульсной струи от расстояния между насадком генератора и преградой

При прохождении импульсной струи через слой разрушенного угля характер изменения скорости изменяется и является практически линейной убывающей функцией расстояния (см. рис. 5).

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

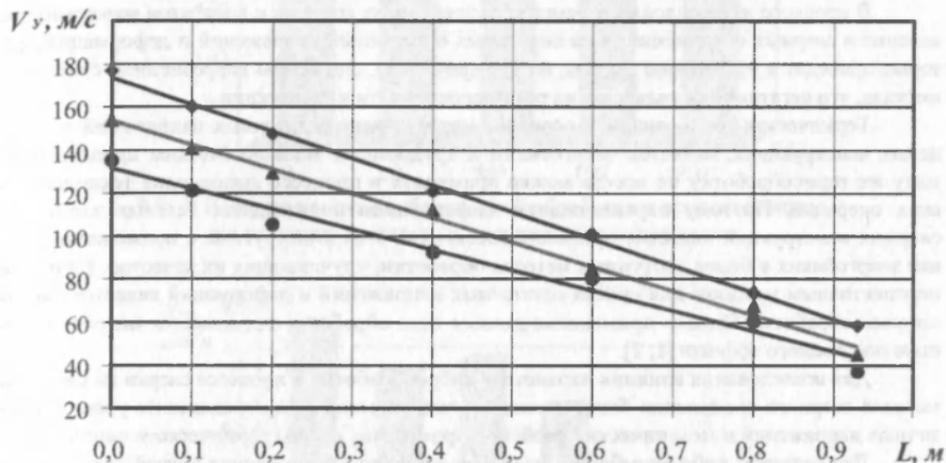
$$V_y = V_0 - V_K L;$$

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 на-

садка 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 (см. рис. 5), что ведет к значительному снижению эффективности разрушения угля. 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.



Условные обозначения:

- – диаметр насадки 8 мм,
- ▲ – диаметр насадки 10 мм,
- ◆ – диаметр насадки 12 мм

Рис. 5. Зависимости средней скорости импульсной струи от толщины угольного слоя

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 жидкости при прохождении ее через слой разрушенного угля.

Библиографический список

1. Бойко, Н. Г. Обоснование параметров гидроимпульсной струи генератора установки для проведения скважин / Н. Г. Бойко, О. А. Геммерлинг // Наукові праці Донецького державного технічного університету. Випуск 42. Серія: гірично-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ, 2002. – С. 54-57.
2. Бойко, Н. Г. Потери энергии гидроимпульсной струи и ее КПД / Н. Г. Бойко, О. А. Геммерлинг // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Випуск 51. Серія: гірично-електромеханічна. – Донецьк: ДонНТУ, 2002. – С. 37-41.
3. Гидроимпульсное устройство / Г. М. Тимошенко, В. В. Гулин, В. Г. Тимошенко, С. А. Селивра / Патент Украины № 6173. Приоритет от 20.02.91 г. МКИ E21C45/00.