

## ГОРНЫЕ МАШИНЫ И КОМПЛЕКСЫ

**УДК 662.232.522.2**

**А. В. Бартышев**

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОМОНИТОРНОЙ СТРУЕ

Гидромониторная струя является связующим звеном между гидромонитором и его способностью разрушать угольный массив. Параметры струи зависят от свойств струеформирующих устройств гидромонитора и определяют эффективность гидравлического разрушения массива. Основной энергонесущей характеристикой струи является динамическое давление, которое прямо пропорционально плотности и квадрату скорости водовоздушного потока. Недостатком существующих описаний параметров гидромониторной струи является отсутствие универсальных закономерностей изменения динамического давления, приводимые закономерности справедливы только для конкретных струеформирующих устройств, исследованных в лабораторных условиях.

В настоящей работе предлагается модель гидромониторной струи, позволяющая определять распределение динамического давления для широкого диапазона гидромониторов. Установлено, что параметры струи зависят от конструктивных особенностей струеформирующего устройства, насадка или успокоителя и качества их изготовления. Эти особенности гидромонитора возможно выявить только по результатам стендовых испытаний.

Отличительной особенностью предлагаемой модели является ее прикладной характер. Описывается только рабочая часть струи, граница которой определяется условием: дина-

мическое давление не ниже некоторого порогового значения  $P_{min}$ , зависящего от свойств разрушаемого угля. Таким образом, длина рабочего участка  $l_p$  является функцией характеристики крепости угля.

Рабочий участок струи гидромонитора разделен на два: начальный, длиной  $l_n$ , и основной, длиной  $l_o$  (рис.1).

Динамическое давление на основном участке распределяется по закону, соответствующему решению уравнений пограничного слоя, используемых при рассмотрении движения турбулентной осесимметричной струи-источника несжимаемой жидкости, допускающих автомодельное решение:

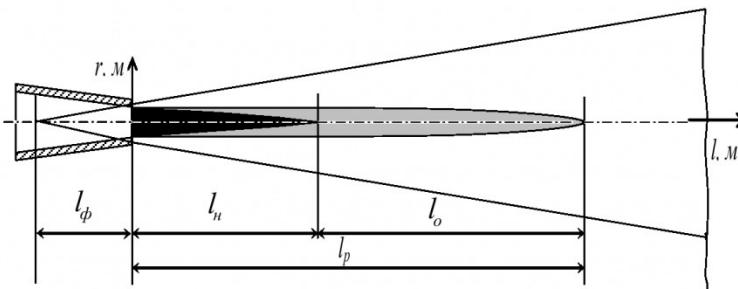


Рис. 1. Схема гидромониторной струи:  
 $l_\phi$  – расстояние от фокуса струи до среза насадка;  
 $r$  – радиальная координата струи

На начальном участке осевое динамическое давление в струе  $p_m$  постоянно и равно величине давления при выходе из насадка гидромонитора  $P_0$  (ядро постоянных давлений). Основной участок расположен после начального и заканчивается вместе с рабочим. В рамках модели предполагается, что на начальном участке производительность разрушения постоянна, а на основном убывает до нуля на расстоянии  $l_p$ . Поэтому распределение динамического давления на основном участке струи является главным параметром, оценивающим её разрушающую способность при существующей дистанционности.

$$p = \frac{p_m}{\left(1 + \frac{r^2}{(\varepsilon \cdot l)^2}\right)^2} \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – эмпирическая константа, определяемая из опыта.

Изменение осевого динамического давления  $p_m$  на основном участке определяется формулой

$$p_m = \frac{\delta}{(l + l_\phi)^2}. \quad (2)$$

Коэффициент пропорциональности  $\delta$  определяется из опыта и характеризует струеформирующее устройство. На начальном участке струи осевое давление постоянно и равно подводимому к насадку  $p_m = P_0$ . Сопоставление теоретической

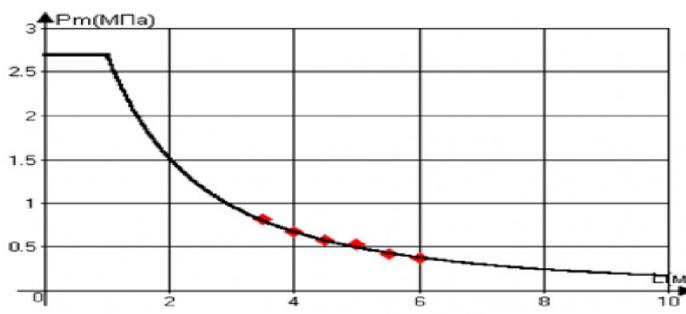


Рис. 2. Изменение осевого динамического давления по длине струи

кривой с данными, полученными на стенде, приведено на рис.2.

Формула (1) определяет скалярное поле динамического давления  $p=f(r, l)$  на основном участке гидромониторной струи. Эмпирические констан-

тв исследований динамики струи эксперимент имеет решающее значение. В рамках разработанной модели гидромониторной струи достаточно измерить осевое (максимальное) динамическое давление  $P_{mk}$  на расстоянии  $l_k$  в пределах основ-

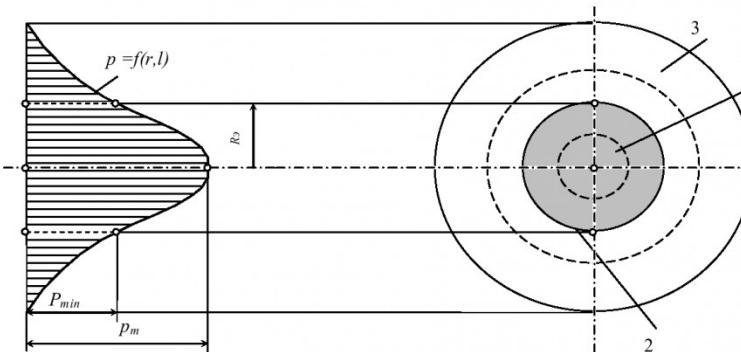


Рис. 3. Поперечное сечение струи: 1 - эффективное ядро; 2 - граница ядра; 3 - нерабочая часть струи

ты  $\delta$  и  $\varepsilon$  выражают связь между условиями истечения и динамическими параметрами струи.

Гидравлическое разрушение обеспечивается эффективным ядром струи (рис.3), которое обладает энергией, достаточной для разрушения массива, и зависит от  $P_{min}$ , связанного с крепостью угля.

ногого участка для того, чтобы из соотношений (1) – (2) и закона сохранения импульса вычислить основные параметры качества струи через основные технические параметры гидромонитора: подводимое давление и диаметр насадка

$$\varepsilon = (400\sqrt{K_d})^{-1}, \quad (3)$$

$$\delta = K_d(200d_0)^2 P_0 (1 + \sqrt{K_d}),$$

$$\text{где } K_d = \frac{P_{mk}}{P_0}.$$

При этом «коэффициент компактности» и «коэффициент дальновидности» позволяют вычислить параметры струи, определяющие эффективность разрушения: рабочую длину струи и радиус эффективного ядра

$$l_p = \sqrt{\frac{\delta}{P_{min}}},$$

$$R_o = \varepsilon \cdot l \cdot \sqrt{\left(\sqrt{\frac{P_m}{P_{min}}} - 1\right)} \quad (4)$$

Радиус и площадь эффективного ядра на основном участке определяются параметрами угольного массива и убывают с увеличением  $l$ . На начальном участке радиус ядра постоянен.

В результате выполненных исследований установлено, что динамическое давление в гидромониторной струе обратно пропорционально квадрату расстояния до насадка, а в поперечном сечении закон распределения близок к нормальному. Для серийных гидромониторов (типа ГМДЦ – 3) осевое динамическое давление на расстоянии 2 – 3 м от насадка уменьшается в 1,8 – 2,7 раза. Полное описание пространственно – динамических характеристик струи обеспечивается предложенным коэффициентом осевого динамического давления, который позволяет рассчитывать размеры эффективного ядра струи, непосредственно участвующего в разрушении массива и определяющего рабочую длину струи.

□ Автор статьи:

Бартышев  
Александр Васильевич  
- соискатель Института  
угля и углехимии СО РАН