

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОИМПУЛЬСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

Шутов А.М., студент,
Геммерлинг О.А., канд. техн. наук, доц.
Донецкий национальный технический университет

В работе приведено определение необходимой для разрушения угольного пласта силы гидроимпульсной струи.

На шахтах крутого падения для повышения эффективного ведения горных работ и для повышения их безопасности используются гидроимпульсные установки [1]. Для создания и обеспечения высокопроизводительной работы гидроимпульсных установок необходимо обосновать ряд параметров: давление, частоту, шаг разрушения и установить характер взаимодействия импульсной струи с разрушаемым угольным пластом при проведении добычных работ.

Для механизации ведения очистных работ на пластах крутого падения в последнее время находят применение гидроимпульсные установки, которые разработаны в Донецком национальном техническом университете [1]. В основу установки положен генератор импульсной струи [1], предназначенный для преобразования стационарного потока воды малого расхода (5-5,5 м³/ч.) высокого давления (28-32 МПа) в импульсный поток, с мгновенным расходом 60-90 м³/ч. и давлением 23-26 МПа. При работе генератора импульсной струи на протяжении 0,1-0,2 с накапливается приблизительно 250 мл воды, потом открывается запорный орган и вода через насадку диаметром 8-12 мм с мгновенным расходом 60-90 м³/ч на протяжении 0,012-0,016 с поступает на отбойку угольного пласта. Мощность потока в импульсе составляет 500-700 кВт при мощности насоса 55 кВт. Давление, которое достигается, мгновенный расход и мощность струи позволяют получить производительность разрушения угольного массива до 80 т/ч.

Исследованиями таких устройств подтвержденная возможность создания на их основе гидроимпульсных установок разного технологического назначения для отработки тонких и довольно тонких крутых угольных пластов [1]. При применении

гидроимпульсных установок повышается безопасность труда рабочих. Перечисленные положительные качества установок, которые создают импульсные струи, довольно полно отвечают требованиям к горным машинам и указывают на возможность создания на их основе машин различного технологического назначения для отработки угольных пластов мощностью свыше 0,4м с углом падения более 35° и сопротивляемостью пласта резанию до 150кН/м. Основными преимуществами этих устройств является: небольшие габаритные размеры (1100x350x300мм) и масса (около 200кг); в качестве энергоносителя используется поток жидкости с параметрами, которые полностью освоены и используются на шахтах; возможность работы, как на пневматической, так и на электрической энергии [1].

Актуальность работы обусловлена составлением математической модели процесса взаимодействия гидроимпульсной установки с угольным массивом с целью обоснования параметров гидроимпульсной установки (ГИУ) для проведения добычных работ на пластах крутого падения. Данные параметры позволят повысить производительность ГИУ и уменьшить удельные затраты энергии при добыче угля [5].

Поэтому с целью определения параметров струи на выходе генератора, параметров генератора импульсов и решения ряда других задач следует в первую очередь определить количество энергии и ее параметры, которое необходимо для разрушения пласта импульсной струей.

В качестве аналога рассмотрим необходимое количество энергии и ее параметры при механическом разрушении пласта с помощью режущего инструмента. Силу резания, необходимую для разрушения пласта представим в виде [2]

$$z = k_z A_p h, \quad (1)$$

где k_z - интегральный коэффициент пропорциональности, A_p - сопротивляемость угля резанию и h - толщина среза.

Из зависимости (1) следует, что необходимая сила для механического разрушения пласта пропорциональна сопротивляемости угля резанию и толщине среза. Следует также отметить, что сопротивляемость угля резанию – величина случайная с распределением вероятности по нормальному закону [3]

$$f(A_p) = \frac{1}{\sigma_{A_p}^2 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(A_p - \bar{A}_p)^2}{2\sigma_{A_p}^2}}, \quad (2)$$

где \bar{A}_p , σ_{A_p} - соответственно математическое ожидание и среднее квадратичное отклонение сопротивляемости угля резанию.

Если при механическом разрушении пласта толщину среза можно принимать либо величиной постоянной, либо изменяющейся по определенному закону, например, синусоидальному, то при гидравлическом разрушении толщина является величиной случайной. Примем в первом приближении, что для рассматриваемого разрушения пласта толщина среза представляет собой сколы по характеру, близкие к сколам при механическом разрушении и с тем же законом распределением вероятности, т.е. по закону Вейбулла [4],

$$\varpi(l) = \frac{b}{a} \left(\frac{l-c}{a} \right)^{b-1} e^{-\left(\frac{l-c}{a} \right)^b}, \quad (3)$$

где a , b , c - параметры распределения, учитывающие соответственно масштаб, форму и сдвиг кривой распределения,

l - длина скола.

Тогда необходимая для разрушения пласта сила является двухпараметрической случайной величиной, аргументы которой сопротивляемость угля резанию и толщина скола, являются случайными величинами. Считая их, исходя из физики процесса разрушения, независимыми случайными величинами, распределение вероятностей силы, необходимой для разрушения пласта, представляет собой совместное распределение вероятностей, т.е. которое уже не подчиняется нормальному закону.

$$\chi(z) = \frac{b}{a\sigma_{A_p}^2} e^{-\frac{(A_p - \bar{A}_p)^2}{2\sigma_{A_p}^2} + \left(\frac{l-c}{a} \right)^b} \left(\frac{l-c}{a} \right)^{b-1}, \quad (4)$$

Тогда параметры необходимой для разрушения пласта силы будут:

- математическое ожидание:

$$Dz = \left(\frac{b}{a\sigma_{A_p}^2} \right)^2 \times$$

$$\times \int_{A_{p1}}^{A_{p2}} \int_{l_1}^{l_2} (A_p - \bar{A}_p)^2 (l - \bar{l})^2 e^{-\frac{(A_p - \bar{A}_p)^2}{2\sigma_{A_p}^2} + \left(-\frac{l-c}{a}\right)^b} \left(\frac{l-c}{a}\right)^{b-1} dA_p dl, \quad (6)$$

$$\bar{z} = \frac{b}{a\sigma_{A_p}^2} \int_{A_{p1}}^{A_{p2}} \int_{l_1}^{l_2} A_p l e^{-\frac{(A_p - \bar{A}_p)^2}{2\sigma_{A_p}^2} + \left(-\frac{l-c}{a}\right)^b} \left(\frac{l-c}{a}\right)^{b-1} dA_p dl; \quad (5)$$

- дисперсия:

где \bar{l} - математическое ожидание длины скола.

В работе определен основной параметр гидроимпульсной установки – необходимая для разрушения угольного массива сила гидроимпульсной струи. Таким образом, необходимая для разрушения пласта сила гидроимпульсной струи представляет собой двухпараметрическую случайную величину, случайный характер которой обусловлен случайным характером сопротивляемости угля резанию (нормальный закон или закон Гаусса) и длиной скола угля (закон Вейбулла), принимаемого в качестве толщины среза.

Список источников:

- 1 Гидроимпульсное устройство / Тимошенко Г.М., Гулин В.В. и др. Патент Украины № 6173. Приоритет от 20.02.1991 г. МКИ E21C45/00.
- 2 Исполнительные органы очистных комбайнов для тонких пологих пластов / Бойко Н.Г., Болтян А.В., Шевцов В.Г. и др. Донецк, «Донеччина», 1996. – 223 с.
- 3 Позин Е.З. Сопротивляемость углей разрушению режущими инструментами. М.: Недра, 1972. – 240 с.
- 4 Резание угля / Берон А.И., Казанский А.С. и др. М.: Госгортехиздат, 1962. – 439 с.
- 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.