

УДК 622.235.5

**С.А. Тимухин, С.П. Тарасов, П.И. Тарасов**

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АЭРОДИНАМИЧЕСКИ  
АКТИВНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ  
НЕГАБАРИТОВ ГОРНЫХ ПОРОД**

*При ведении буровзрывных работ на карьерах зачастую образуются некондиционные крупногабаритные куски горной массы, значительно превышающие входные параметры дробильно-сортировочных комплексов. В данный момент выделяют несколько типов вторичного дробления, по виду и типу энергии подводимой к объекту разрушения. Основная задача при использовании этих технологий – разрушение негабаритов до размеров, пригодных для дробления в стационарных дробилках. Одно из решений — это создание комплекса для безопасного разрушения негабаритов.*

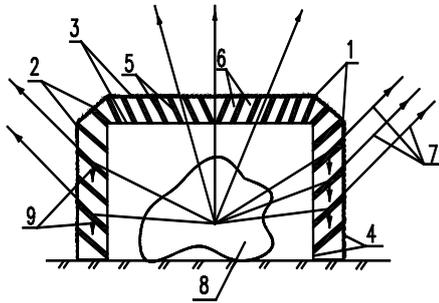
*Ключевые слова: защитное устройство, негабарит, вторичное дробление, спецтехника, аэродинамическая лопатка.*

---

**П**ри обосновании параметров аэродинамически активных защитных устройств корпус которых потолочина и боковые стенки выполнены в форме решёток аэродинамически обтекаемых листовых лопаток [1,2], необходимо прежде всего рассмотреть их взаимодействия с ударной взрывной волной. При этом решётки лопаток потолочины и боковых стенок следует рассматривать отдельно, ввиду принципиальных различий их функционального назначения. Потолочина и четыре боковые стенки устройства выполнены в виде решёток аэродинамически обтекаемых листовых лопаток. При этом лопатки потолочины установлены под углом не более  $\pm 5^\circ$  по отношению к направлению ударной взрывной волны, а направление лопаток боковых стенок составляет с ней угол  $20\text{—}40^\circ$ . Такая конструкция устройства обеспечивает снижение подъемной силы, действующей на него, от взрывной волны за счет минимального аэроди-

намического сопротивления потолочины. При прохождении взрывной волны через боковые стенки за счет расположения лопаток под углом к ударной взрывной волне создается сила, направленная вниз и прижимающая устройство к поверхности выработки, обеспечивая его устойчивость (рис. 1) Прочность решетки аэродинамически листовых лопаток при воздействии на них кусков горной породы, разлетающихся при взрыве, намного выше прочности многослойной сетки, за счет формы и конструкции решетки листовых аэродинамических лопаток и что повышает срок службы устройства и надежность его функционирования. [3]

На основе теории точечного взрыва [4] можно полагать, что ударная волна будет сильной, так как решётки лопаток, как потолочины, так и боковых стенок устройства расположены на расстояниях близких к источнику взрыва. С учетом этого можно пренебречь собственной энергией воздуха,



**Рис. 1. Веерообразное распространение взрывной волны в пространстве защитного устройства для разрушения негабаритов**

который вовлекается в движение, так как атмосферное давление  $P_a$  несравнимо мало по сравнению со значением давления  $P_H$  на фронте ударной волны.

В общем случае перепад волны в ударной волне  $\Delta P = P_H - P_a$ , т.е. с учетом принятого допущения  $\Delta P \approx P_H$ .

Поскольку на фронте сильной ударной волны выполняется условия [4]

$$P_H = \frac{2}{\gamma + 1} \rho_a C_{уд}^2, \quad (1)$$

где  $\gamma$  — показатель адиабаты воздуха;  $\rho_a$  — плотность атмосферного воздуха;  $C_{уд}$  — скорость фронта ударной волны, то значение скорости  $C_{уд}$ , основного параметра для последующих расчетов, может быть определено по уравнению

$$C_{уд} = \sqrt{\frac{P_H(\gamma + 1)}{2\rho_a} \frac{M}{c}}. \quad (2)$$

Определение значений  $P_H$  и  $\gamma$  достаточно подробно изложено в специальной литературе по физике взрыва и здесь оно не рассматривается.

На рис. 2 приведена схема действия ударной волны на лопасти боковых стенок защитного устройства. Так как любая решётка лопастей вы-

зывает соответствующие изменение направления линий потока воздуха, то угол  $\beta$  выхода фронта ударной волны из решётки лопаток боковых стенок защитного устройства всегда будет больше угла входа  $\alpha$ . С учетом теории аэродинамики [5] для рассматриваемых условий справедливо соотношение

$$C_{уд1} \sin \alpha_1 = C_{уд2} \sin \alpha_2, \quad (3)$$

где  $C_{уд2}$  — скорость ударной волны на выходе из решётки.

Из этого следует, что угол выхода  $\alpha_2$  (при известном угле  $\alpha_1$ ) может быть определен по формуле

$$\sin \alpha_2 = \frac{C_{уд1}}{C_{уд2}} \sin \alpha_1, \quad (4)$$

С учетом основных положений аэродинамики [5,6] применительно к рассматриваемому объекту сила воздействия фронта ударной волны на решётку лопаток боковых стенок защитного устройства в направлении оси решётки  $T_x$  (прижимная сила) может быть определена по зависимости

$$T_x = t \cdot l \cdot C_{уд1} \sin \alpha_1 \rho (C_{уд1} \cos \alpha_1 - C_{уд2} \cos \alpha_2), H, \quad (5)$$

где  $t$  — шаг решетки лопаток (расстояние между лопатками по внутренней поверхности боковых стенок устройства);  $l$  — длина лопатки (по всему периметру ЗУ)

Сила действующая перпендикулярно оси решётки

$$T_y = \rho [(C_{уд1} \cos \alpha_1)^2 - (C_{уд2} \cos \alpha_2)^2] l \cdot t. \quad (6)$$

Равнодействующая сила  $T$ , значение которой необходимо знать при выполнении прочностных расчетов лопаток и конструкции защитного

устройства в целом, представляет собой диагональ прямоугольника, сторонами которого являются вектора сил  $T_x$  и  $T_y$ .

При определении параметров решёток боковых стенок защитного устройства необходимо также соответствующее обоснование густоты решётки лопастей, как с точки зрения аэродинамики, так и с точки зрения обеспечения необходимой прочности устройства.

Согласно теории аэродинамики полное изменение направления движения воздушного потока в неподвижных лопаточных венцах достигается при густоте решётки этих венцов  $\tau \approx 2$ . При этом  $\tau = \frac{b}{t}$ , где  $b$  — ширина лопаток, которая в условиях нашей задачи может быть предварительно задана изначально. Очевидно, что предварительная густота решёток боковых лопаток устройства может

быть принята  $\tau = 2$ , с последующим уточнением этой величины после выполнения прочностных расчетов устройства.

Принципы обоснования параметров решёток лопастей потолочины защитного устройства могут быть приняты аналогичными для боковых стенок с учетом их конструктивного исполнения характера взаимодействия с ними фронта ударной взрывной волны.

При этом для снижения аэродинамического сопротивления решёток потолочины лопатки могут выполняться крыловидным профилем при такой же густоте как и листовые лопатки боковых стенок.

В настоящее время в УГГУ ведется рабочее проектирование рассматриваемого в статье типа защитного устройства с целью последующего изготовления и испытания в условиях карьера ОАО «Ураласбест».

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент №101540 РФ, МПК F42Д 5/00. «Защитное устройство для разрушения негабаритов горных пород», С.А. Тимухин, П.И. Тарасов, С.П. Тарасов (РФ). – Заявка 05.04.2010; опубликовано 20.01.2011 Бюл. № 2.

2. Патент №107343 РФ, МПК F42Д 3/04. «Защитное устройство для разрушения негабаритов горных пород», С.А. Тимухин, П.И. Тарасов, С.П. Тарасов (РФ). – За-

явка 12.01.2011; опубликовано 10.08.2011 Бюл. № 22.

3. Баум Ф.А., Станюкевич К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М: физматиз. – 1959. – 800с.

4. Эжк Б. Проектирование и эксплуатация центробежных и осевых вентиляторов. М. — 1959. – 566с.

5. Брусиковский И.В. Аэродинамика осевых вентиляторов. — М. — 1984. — 240 с. **ИДБ**

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Тарасов Петр Иванович — кандидат технических наук, заведующий сектором лаб. транспортных систем карьеров и геотехники, e-mail: tp6005@k66.ru, Институт горного дела УрО РАН,

Тимухин С.А. — профессор, доктор технических наук,

Тарасов Сергей Петрович — аспирант, e-mail: tarasov-sergey@yandex.ru, Уральский государственный горный университет.

