

4. Мартыненко В.П. Опыт строительства и эксплуатации мобильного автоматизированного дробильно-конвейерного комплекса на Полтавском ГОКе // Геотехническая механика. Сб. научн. тр. - Днепропетровск.: ГНПП "Системные технологии", 1997. - Вып. 2. - С. 21-24.

5. Пригунов А.С. Обоснование рациональных параметров системы разработки взорванных скальных пород // Геотехническая механика. Сб. научн. тр. - Днепропетровск.: ГНПП. "Системные технологии", 1997. - Вып. 2. - С. 25-28.

**УДК 622.73:621.926.32:551.34**

С.М. Бро, А.С. Пригунов

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД ВНУТРИ- ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКОЙ**

Приведені результати досліджень роботи дробарок середнього дрібнення, які є моделлю дробарки крупного дрібнення, виконані у лінійному масштабі 1 : 5. Одержані дані, можна використовувати для розрахунку основних технологічних показників і елементів конструкції повномірної дробарки. Іл. 1. Табл. 3. Бібліогр.: 3 найм.

Создание высокоэффективного дробильно-перегрузочного устройства продолжает оставаться одной из главных задач, решение которой позволяет применить ленточные конвейеры в качестве одного из основных видов карьерного транспорта крупнокусковой скальной горной массы. [1]

Применение внутривалковой дробилки крупного дробления с цилиндрическими дробящими валом и обоймой (рис.1), разработанной в ИГТМ НАН Украины, обеспечит создание наиболее экономичного перегрузочного устройства, поскольку такая дробилка обладает минимальными массой и высотой расположения загрузочного отверстия, максимальной интенсивностью процесса дробления, надежной контролируемостью качества дробленого материала при механическом

разрушении горных пород высокой крепости и не нуждается в устройстве фундамента при монтаже.

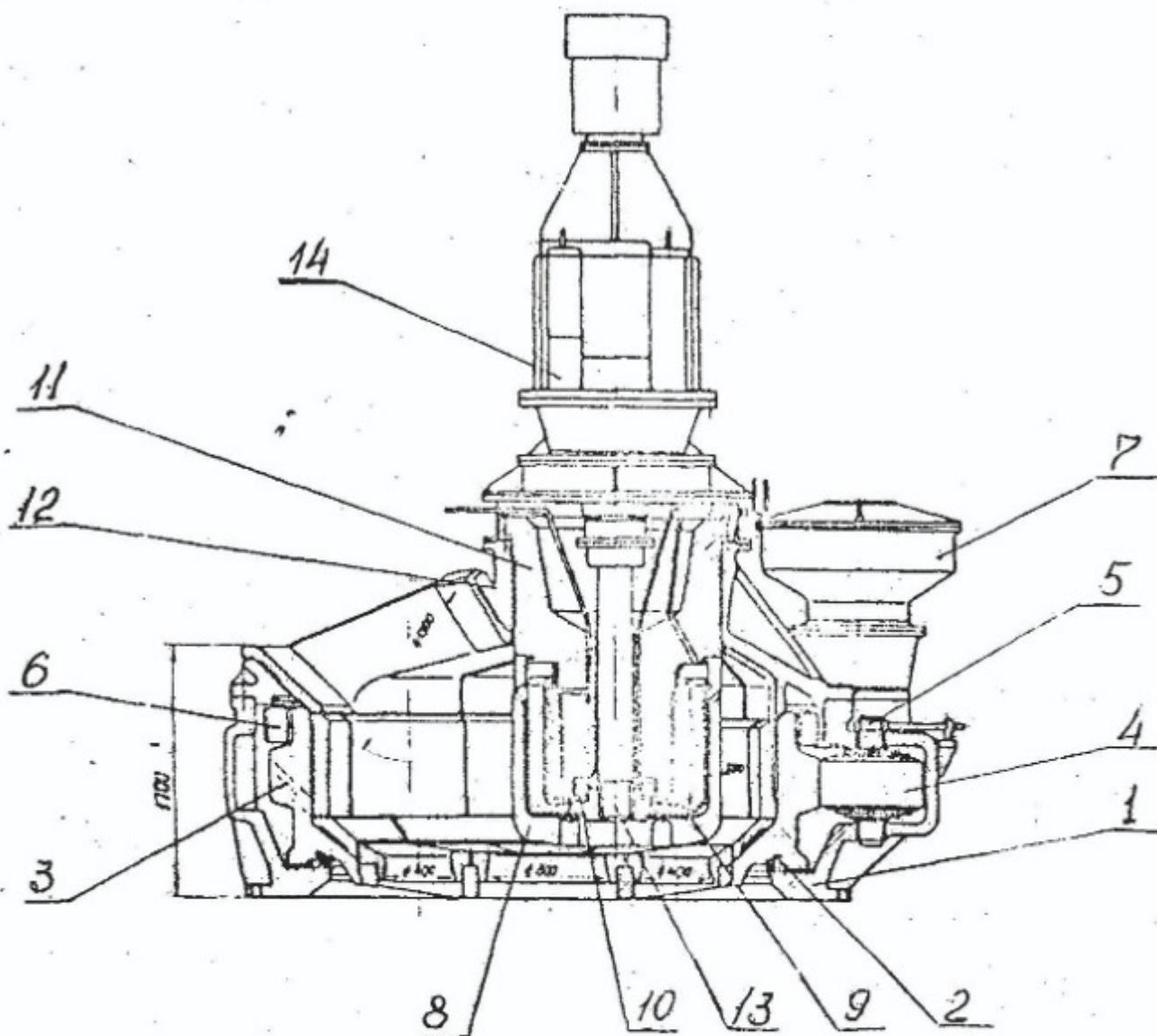


Рис. 1. Конструктивная схема дробилки крупного дробления внутривалкового типа с цилиндрическими телами дробления

С целью отработки конструкции дробилки и получения достоверных исходных данных для расчета конструкции и основных технологических показателей (производительность, энергопотребление), была изготовлена дробилка среднего дробления и испытана в качестве модели с линейным

масштабом 1: 5 относительно дробилки крупного дробления с размером приемного отверстия 1300 x 2000 мм.

Дробилка состоит из корпуса 1, внутри которого на упорном подшипнике скольжения 2 установлена дробящая обойма 3, выполненная в виде чаши с просеивающим днищем. На внешней боковой поверхности чаши выполнено кольцевое утолщение, являющееся дорожкой качения для опорных катков 4, установленных в корпусе на вертикальных эксцентриковых осях 5.

К верхнему краю чаши крепится зубчатое колесо 6, находящееся в зацеплении с шестерней привода, вращения чаши 7. В полости дробящей обоймы размещен дробящий вал 8, выполненный в виде цилиндрического стакана, который через подшипники качения 9 и 10 опирается на вертикальную неподвижную полую ось 11, закрепленную в крышке 12 корпуса дробилки. Крутящий момент подводится к дробящему валу плавающим валом-вставкой 13, который опирается на дно стакана, а в верхней части входит в зацепление с тихоходным валом редуктора привода вала.

#### Техническая характеристика модели

Размеры приемного отверстия, мм	260x400
Диаметр выпускного отверстия, мм	60
Ширина дробящей щели (регулируемая), мм	50- 100
Разность уровней приемного и выпускного отверстий, мм	500
Частота вращения чаши дробилки, об/мин	20
Частота вращения вала дробящего, об/мин	25
Привод чаши и вала дробилки - электромеханический	раздельный
Мощность привода чаши, кВт	30,0
Мощность привода вала, кВт	22,0

В процессе испытаний была проверена работоспособность и надежность работы дробилки; определены основные показатели работы

дробилки (производительность, энергопотребление, силовые характеристики процесса дробления); разработаны рекомендации для проектирования дробилки крупного дробления.

Испытания дробилки в промышленных условиях проведены на экспериментальной фабрике №7 ПО «Якуталмаз» при дроблении диабаз, кимберлита, известняка и алеволита, а также чистого льда.

С целью получения достоверных результатов испытаний в соответствии с рекомендациями [ 2 ], определено необходимое число единичных опытов

$$n = \left( \frac{K_{\text{вар}}}{K_{\text{доп}}} \cdot t_n \right)^2;$$

где  $K_{\text{вар}}$ ,  $K_{\text{доп}}$  и  $t_n$  -соответственно рекомендуемый и допустимый коэффициенты вариации и нормированное отклонение при надежности значений 0,9 в условиях выполнения производственно исследовательских работ.

С учетом рекомендаций [ 2 ] по значениям  $K_{\text{вар}} = 25$ ,  $K_{\text{доп}} = 13$  и  $t_n = 1,65$ , определено число опытов равное  $n = 10$ .

В качестве единичного опыта принято время дробления объема горной массы, заполняющей дробящее пространство от оси приемного отверстия до выпускной щели, что соответствует 100 кг массы либо  $0,05 \text{ м}^3$  объема.

Силовые показатели процесса дробления измерялись тензометрическими методами с помощью силоизмерительных пальцев и регистрировались осциллографом.

Регистрация энергопотребления производилась измерительным комплектом К-50 и самопишущими ваттметрами.

Производительность дробилки определялась путем взвешивания горной массы, переработанной в единицу времени. Средняя производительность модели и ожидаемая производительность полноразмерной дробилки в пересчете по критериям подобия при линейном масштабе 1: 5 приведены в табл. 1 для случая дробления отгрохоченной горной массы по классу (-100 мм), что соответствует классу (-500 мм) в натуре.

Таблица 1

## Производительность дробилки

Наименование горной массы	Производительность средняя, т/ч	
	модели	полноразмерной дробилки, при $K_{пр}=56$
Доломит	39	2180
Диабаз	42	2350
Мергель	37	2070
Кимберлит	22	1230

Анализ данных табл.1 позволяет сделать вывод, что предварительное грохочение горной массы по классу - 500 мм позволяет получить производительность всего потока горной массы больше на величину производительности грохота по классу - 500 мм.

Так, в условиях Криворожских карьеров, где содержание класса +500 мм не превышает 20% можно реализовать поток производительностью от 6000 т/ч до 10800 т/ч, т. е. от 3,0 до 5,4 тыс.м<sup>3</sup>/ч.

В результате обработки данных силовых измерений, снятых с каждой оси опорных катков, получены значения величин равнодействующих сил и вычислены удельные давления на поверхности дробящего вала и дробящей обоймы (табл. 2).

Таблица 2

## Силовые показатели процесса дробления

Наименование горной породы	Величина равнодействующей сил, Н	Удельное давление на проекцию боковой поверхности вала, Па	Удельное давление на поверхность чаши, Па
Доломит	$59,6 \cdot 10^4$	$48,7 \cdot 10^5$	$32 \cdot 10^5$
Диабаз	$67,8 \cdot 10^4$	$55,4 \cdot 10^5$	$36,5 \cdot 10^5$
Кимберлит	$22,6 \cdot 10^4$	$18,5 \cdot 10^5$	$12,2 \cdot 10^5$
Мергель	$47,2 \cdot 10^4$	$38,6 \cdot 10^5$	$25,4 \cdot 10^5$

В практике расчета конусных дробилок удельные давления определяют, относя усилие дробления ко всей боковой поверхности конуса и оно для крепких пород составляет  $\approx 20$  даН/см<sup>2</sup> для дробилок крупного дробления [3]. Если пересчитать полученные результаты для полноразмерной дробилки, то удельные давления определяются выражением  $q = \frac{q_m \cdot K_m}{\pi}$ ,

где  $K_m=5$  масштабный коэффициент;  $q_m$  - полученные экспериментальные значения удельных давлений модели дробилки.

Тогда величина  $q$  будут находиться в интервале 29,4 - 88,2 дан/см<sup>2</sup>. Столь высокие удельные давления даже для кимберлита ( $f \approx 6$ ) объясняются тем, что при стремлении реализовать максимальную производительность возникает явление прессования горных пород. Поэтому для обеспечения экономичного процесса с минимальной затратой энергии, целесообразно дробилку питать с несколько заниженной производительностью.

Ценность полученной информации состоит в том, что дает представление о максимально возможных значениях сил, которые следует учитывать в прочностных расчетах конструкции.

Установлено, что среднее удельное энергопотребление ( $\frac{кВт \cdot z}{м^3}$ ) составило при дроблении: доломита -1,67; диабаза -1,61; кимберлита - 1,96 и мергеля - 1,54.

Установлено, что вектор равнодействующей дробящих сил находится в секторе 145°-155° относительно оси приемного отверстия дробилки.

Оценка гранулометрического состава горной массы производилась путем фотографирования материала на фоне масштабной сетки. Для исходного материала размер ячейки- 200 x200 мм, а для дробленого - 100 x 100 мм.

Средние значения процентного содержания каждой фракции в исходной и дробленой массе представлены в табл. 3.

Таблица 3

Средние значения содержания фракций в горной массе, %

Наименование горной породы	Размеры кусков до дробления, мм			Размеры кусков после дробления, мм		
	90-100	100-200	200-250	до 50	50-100	100-110
Доломит	1,2	54,7	44,1	70,3	21,3	8,4
Диабаз	1,5	56,4	42,1	72,2	19,9	7,9
Кимберлит	0,5	36,4	63,1	70,1	23,4	6,5
Мергель	1,15	48,3	50,55	69,2	25,4	5,4

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате испытаний установлено, что цилиндрическая дробилка с углом захвата, изменяющимся по пути движения горной массы от  $0^{\circ}$  на входе до  $15^{\circ}$  в средней части и до  $0^{\circ}$  на выходе из дробящей щели, обеспечивает дробление горных пород и чистого льда без падения производительности, что подтверждает ее работоспособность при дроблении многолетнемерзлых пород.

2. Обеспечивая питание дробилки горной массой класса (+500-1200 мм) можно обеспечить производительность общего потока от 3000 до 5000 м<sup>3</sup>/ч.

3. Полученные данные позволяют выполнить все расчеты, необходимые для проектирования, изготовления и эксплуатации высокоэффективной дробилки крупного дробления, а в конечном итоге - грохотильно-дробильного перегрузочного устройства для поточной технологии горных пород.

4. Способность дробилки создавать в дробящем пространстве в определенных условиях область высокого давления может быть использована в технологическом процессе обогащения алмазосодержащих пород.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новожилов М.Г., Пригунов А.С., Бро С.М. Проблемы внедрения поточной технологии на карьерах //Горн. журнал. - 1998.-№1- С.18-20.
2. Барон Л.И. , Логунцов Б.М, Позин Е.З. Определение свойств горных пород. - М: Госгортехиздат, С.1962.-332.
3. Олевский В.А. Конструкции, расчеты и эксплуатация дробилок. - М.: Гостехиздат , С.1958.- 159.

УДК 621.695.204.1

В.П. Франчук, Е.А. Кириченко А.П. Зиборов

### СИНТЕЗ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЩНЫХ ГИДРОПОДЪЕМОВ

Запропоновано нову стратегію проектування потужних гідропідйомів, яка базується на раціональному поєднанні теоретичного та експериментального методів дослідження, яка на погляд авторів є найбільш ефективним шляхом одержання цінних для практики результатів.

Известно большое количество методик расчета эрлифтов, обусловленных их применением в различных областях народного хозяйства. Большинство прикладных методик носят эмпирический характер и применимы лишь для условий, соответствующих условиям проведения эксперимента. Так, наиболее приемлемым методом расчета эрлифтных установок горной промышленности является метод безразмерных расходных характеристик [1], базирующийся на использовании экспериментально полученных на лабораторных установках зависимостей для расчета натуральных эрлифтов. Такой подход дает возможность оперативно и с достаточной степенью точности выполнить инженерный расчет шахтных гидроподъемов, характеризующихся относительно короткими подводящей и подъемной трубами и диапазоном изменения относительного погружения смесителя от 0,15 до 0,5.